

УДК 006.91:90.03.03

В.Т. КОНДРАТОВ

Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины

**ТЕОРИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ И СВЕРХИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ:
ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ПЕРВОЙ ГРУППЫ ПРАВИЛ ВЫВОДА
УРАВНЕНИЙ ИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КРУТИЗНЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.
СООБЩЕНИЕ 5**

В настоящем сообщении рассматривается первая группа правил вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования и его частные случаи. Приведены новые термины и определения. С помощью комбинаторных уравнений величин описаны подгруппы уравнений избыточных измерений без усреднения и с усреднением выходных величин. Показана возможность получения большого количества уравнений избыточных измерений крутизны преобразования при использовании существующих законов комбинаторики.

Работа представляет интерес для ученых-метрологов, специалистов, магистров и аспирантов, изучающих теорию избыточных и сверхизбыточных измерений.

Ключевые слова: правила вывода, уравнения избыточных измерений, формализованные описания, комбинаторные уравнения величин.

V.T.KONDRATOV

V.M.Glushkov Institute of cybernetics of National academy of Science of Ukraine

**THE THEORY OF REDUNDANT AND SUPER-REDUNDANT MEASUREMENTS:
A FORMALIZED DESCRIPTION OF THE FIRST GROUP RULES OF DERIVATION OF THE REDUNDANT
MEASUREMENTS EQUATIONS OF THE STEEPNESS OF TRANSFORMATION.
THE MESSAGE 5**

Abstract — For the first time in the world bases of a new scientific direction in the theory of redundant measurements — metrological combinatorics or combinatorics of the quantities equations are put in pawn. It has given the chance to receive rules of their derivation, a derivation rules of the combinatory equations of redundant measurements, and also to define their final set with the given the characterizing features.

For the first time in the world 12 system purposes of metrological combinatorics are formulated. It has given the chance to highlight the base set of solved problems.

For the first time concepts «the combinatory equation of redundant measurements», «the combinatory equation of quantities», «the combinatory equation of numerical values» which in the theory of measurements are taken as a principle the analytical description of groups of the equation of quantities and the redundant measurements equations are entered.

Presence of natural communications and relations between physical quantities and factors at the bottom level of the structural organization of the formalized rules and the combinatory equations of quantities is established.

Possibility of reception of a large quantity of derivation rules and the corresponding equations of redundant measurements of a steepness of transformation is shown.

It is established, that the derivation of the first group of the redundant measurements equations of a steepness of transformation is advantageously carried out by alternately subtracting of one output physical quantity from all other not duplicate the output physical quantities which are a part of system of the linear quantities equations, with the subsequent division of the received differences on converted physical quantities, — on one or on some, combined in the certain way.

It is allocated two independent approaches to the formalized description of rules derivation of the equations of redundant measurements: at unitary measuring transformation of the expanded numbers of physical quantities and 2) at repeated, but limited on number (no more than ten times) measuring transformations of physical quantities of the expanded number. It has expanded our knowledge and possibilities on formation of statistically authentic set (ensemble) of the redundant measurements equations of a transformation steepness for definition, finally, true value of required physical quantity.

For the first time the generalized combinatory equations of redundant measurements of a transformation steepness for the first group of a rules derivation are received and resulted.

Special cases of a derivation of the redundant measurements equations with accumulation of results of measuring transformation of entrance physical quantities for the first rule that will help to exclude possible errors at the decision of combinatory problems in metrology are described.

It is established, that in the first special case the derivation of the first group of the equations of redundant measurements of a steepness of transformation can be carried out by use of all variants of averaging and serial subtraction of the one averaged output physical quantity from all other average not repeating output physical quantity, in second special the case — by accumulation of results equal multiplicity conversion each of the output physical quantity and their enumeration.

The formalized descriptions of the first group of rules derivation of the redundant measurements equations, and also the redundant measurements equations of a steepness of transformation without averaging of output physical quantity and with averaging that has given the chance to solve problems of creation of ensemble of the redundant measurements equations of steepnesses of transformation with the set properties are resulted.

The nature of transformed the physical quantity is that, that averaging in time can be really replaced by averaging on ensemble (in space).

The fundamental metrology was enriched with a new scientific direction in the theory of measurements — metrological combinatorics; the first steps on its development are made.

Введение

Фундаментальная метрология обогатилась теорией сверхизбыточных измерений. Это стало

возможным благодаря углубленному изучению всё новых аспектов теории избыточных измерений, синтезу и развитию новых научных направлений теории с учетом таких законов и принципов, как: всеобщего закона развития природы, человеческого общества и мышления — закона достижения нового качества; основного закона природы — принципа подобия, характеризующего существование закономерных связей между подобными объектами или явлениями; принципа эргодичности, касающегося измерительных систем, в которых фазовые (пространственные) средние совпадают с временными; принципа преемственности знаний и других законов и принципов.

XXI век — век развития меганауки метрологии, особенно фундаментальной метрологии. Именно в этом веке произойдут существенные качественные изменения в научно-техническом развитии всех стран. Особенно интенсивно будут развиваться метрология (теория и методы избыточных и сверхизбыточных измерений в макро-, микро- и наномире), сенсорика, метроника, видеоника, схемотехника, прикладная математика и статистика, ин-форматика и прикладное программное обеспечение средств избыточных и сверхизбыточных измерений, микро- и нанотехнологии, поддерживаемые средствами избыточных и сверхизбыточных измерений параметров и характеристик физических процессов. Особое внимание будет уделяться созданию многоядерных микропроцессоров в составе микроконтроллеров и микроконвертеров, а также прикладного программного обеспечения процесса обработки метрологических чисел.

В предыдущем сообщении нами рассмотрены: варианты использования расширенных рядов физических величин, общие и частные правила формализованного описания правил вывода ансамбля уравнений избыточных измерений крутизны преобразования, условия написания и составления правил вывода ансамбля уравнений избыточных измерений крутизны преобразования, разные варианты формализованного описания подгрупп общих правил, в частности, когда верхний индекс записан также в виде римских чисел, характеризующих число используемых выходных величин в уменьшаемом и вычитаемом, и другие вопросы.

Анализ всеобщего правила вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования показал, что существует возможность формулирования частных правил вывода уравнений избыточных измерений. В каждом конкретном случае избыточных измерений используется то количество правил, которое обеспечивает получение статистически достоверной совокупности уравнений избыточных измерений (ансамбля) для определения, в конечном счёте, истинного значения искомой физической величины.

Настоящее сообщение является пятым из серии статей [1, 2, 3, 4], посвященных теории сверхизбыточных измерений, и описывает частные случаи правил вывода и уравнений избыточных измерений крутизны преобразования, их определения и представления в формализованном виде.

Объект исследований — процессы формализации и вывода правил и уравнений избыточных измерений для решения метрологических задач.

Предмет исследований — формализованное описание первой группы правил вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования при m входных физических величинах и линейной функции преобразования, а также получение комбинаторных уравнений величин.

Целью работы является ознакомление ученых и специалистов с конкретными подходами и частными правилами вывода первой группы уравнений избыточных измерений крутизны преобразования измерительного канала, их упрощенным формализованным описанием и получением комбинаторных уравнений величин.

Результаты исследований

1. Философские аспекты

Исследования показали, что выведенные в [4] аналитические выражения, формализовано описывающие правила вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования, не всеми учеными восприняты правильно, т.е. как уравнения, описывающие не только взаимосвязи между коэффициентами и величинами, но и всевозможные комбинации выходных величин. Очевидно, это обусловлено тем, что нами не использован язык комбинаторики, поскольку метрология — не математика. Метрология относится к разряду физических наук, где говорят о физических системах, величинах, процессах и явлениях.

В этой связи считаем целесообразным и необходимым ввести в метрологию (в теорию измерений) такие понятия, как «комбинаторные уравнения избыточных измерений», «комбинаторные уравнения величин», «комбинаторные уравнения числовых значений», «комбинаторика физических величин», а также уточнить понятие «комбинаторные уравнения» с позиции метрологии.

По аналогии с общим определением понятия «комбинаторика» [6], дадим следующее определение понятию «комбинаторика уравнений величин» или «метрологической комбинаторики».

Определение

Область теории измерений, направленная на получение великого множества (огромного количества или ансамбля) уравнений величин, а прежде всего — уравнений избыточных измерений, с заданными или прогнозируемыми законами распределения случайных погрешностей при ограниченном числе уравнений величин, описывающих состояние объекта исследований, называется комбинаторикой уравнений величин или метрологической комбинаторикой.

Определение

Комбинаторика **уравнений величин (метрологическая комбинаторика)** — это математический раздел науки метрологии (теории избыточных и сверхизбыточных измерений), который формулирует и изучает правила вывода и способы получения огромного количества всевозможных комбинаций уравнениях величин, уравнений избыточных измерений или иных уравнений связи между величинами и коэффициентами пропорциональности, составленных при использовании ограниченного множества входных величин той или иной физической природы с учетом их свойств, условий получения, правил соединений и закономерных связей, обеспечивающих, в конечном счете, достижение системы целей.

Целями метрологической комбинаторики являются:

- 1) применение законов и возможностей комбинаторики для определения квазиистинных и истинных значений физических величин;
- 2) анализ практического применения законов комбинаторики и выделение для решения метрологических задач тех, которые минимизируют число вычислительных операций вообще и операций усреднения в частности;
- 3) нахождение оптимальных подходов и правил вывода комбинаторных уравнений величин вообще и комбинаторных уравнений избыточных измерений в частности;
- 4) разработка способов вывода конечного множества уравнений избыточных измерений величин и параметров, соответствующих базовым структурам этих уравнений и имеющим предсказуемые законы распределения;
- 5) получение заданной совокупности (ансамблей из 1000 – 10000 и более) уравнений избыточных измерений одного и того же вида за счет использования ограниченного множества входных и выходных физических величин измерительного канала и законов комбинаторики уравнений величин;
- 6) анализ и использование определенных комбинаторных конфигураций уравнений избыточных измерений, обеспечивающих заданные границы рассеяния и законы распределения;
- 7) оценка формы и вида законов распределений погрешностей результатов избыточных измерений физических величин и параметров функции преобразования при использовании разных законов комбинаторики уравнений избыточных измерений и их количества в ансамбле;
- 8) разработки способов определения и изменения вида функции распределения погрешностей и ее параметров для сформированного множества уравнений избыточных измерений физических величин и параметров;
- 9) нахождение и сравнение метрологических характеристик нескольких (более двух) ансамблей уравнений избыточных измерений физических величин и параметров, полученных при разном числе рядов измеряемых физических величин, размеры которых связаны между собой по разным законам, а также при разных видах функции преобразования измерительного канала; оценка законов изменения параметров метрологических характеристик ансамблей уравнений величин;
- 10) изучение комбинаторной размерности множества уравнений избыточных измерений при разном числе измеряемых физических величин;
- 11) определение степени отклонения результатов статистической обработки данных от истинного значения физической величины;
- 12) установление и развитие связей метрологической комбинаторики и теории вероятностей.

Дадим определение предмету исследований комбинаторики уравнений величин

Определение

Предметом исследований комбинаторики уравнений величин является познание и дальнейшее развитие собственных законов и принципов метрологической комбинаторики и их применение для определения квазиистинных и истинных значений физических величин; вывод общих и частных групп правил вывода уравнений величин и уравнений избыточных измерений и их ансамблей с заданными метрологическими характеристиками; оценка формы и вида законов распределений погрешностей результатов избыточных и сверхизбыточных измерений физических величин и параметров функции преобразования при использовании разных законов и правил метрологической комбинаторики; установление и развитие связей метрологической комбинаторики с теорией вероятностей для решения задач определения истинного значения физической величины при линейной и нелинейной функции преобразования измерительного канала.

В комбинаторике существует понятие «комбинаторное уравнение» [5], но оно имеет сугубо математический смысл, не отражающий закономерные связи между физическими величинами. Введем понятие «комбинаторное уравнение величин» и дадим соответствующее определение.

Определение

Комбинаторное уравнение величин — уравнение величин, отражающее закономерную связь между физическими величинами, параметрами и коэффициентами пропорциональности, обеспечивающими математическое равенство, и сохраняющее свою силу только при определенных сочетаниях и соотношениях значений этих величин и коэффициентов.

В теории избыточных измерений в комбинаторных уравнениях величин под физическими величинами понимают входные и выходные физические величины измерительного канала, а под коэффициентами — безразмерные целочисленные константы установленного размера.

Каждое комбинаторное уравнение величин характеризуется структурой и правилами их вывода,

имеют определенную конфигурацию величин.

Приведем определение понятия «комбинаторное уравнение связи между числовыми значениями».

Определение

Комбинаторное уравнение связи между числовыми значениями (комбинаторное уравнение числовых значений) — комбинаторное уравнение связи, в котором под буквенными символами физических величин и коэффициентов понимаются их числовые значения.

Чтобы не возникло недоразумений при использовании комбинаторных уравнений связи между числовыми значениями, следует всегда указывать единицы, в которых выражена каждая величина, входящая в комбинаторное уравнение.

Наряду с понятием «комбинаторное уравнение величин» будем использовать и понятие «комбинаторное уравнение», используемое при формализованных описаниях правил вывода уравнений избыточных измерений.

Определение

Комбинаторное уравнение — это уравнение смешанного типа, в котором в числителе фигурируют римские цифры, характеризующие число используемых выходных величин, а в знаменателе — буквенные обозначение некоторой совокупности суммо-разностных соотношений входных величин той или иной физической природы и некоторых коэффициентов пропорциональности.

2. Первые три простые группы правил

При изучении и классификации правил вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования было установлено наличие между ними определенных соотношений с точки зрения сложности структурной организации и возможность расположения этих правил в едином восходящем ряду, — от простого к сложному.

В настоящем сообщении рассматривается первая группа правил вывода уравнений избыточных измерений для случая, когда функция преобразования измерительного канала является линейной и на вход измерительного канала поочередно подаются физические величины $x_1, \dots, x_6, \dots, x_m$, размеры которых связаны между собой по закону арифметической прогрессии, т.е. $\{x_1\} = 0, \{x_2\} = \{x_0\}, \{x_3\} = \{x_i\}, \{x_4\} = \{x_i\} + \{x_0\}, \{x_5\} = \{\Delta x_0\}, \{x_6\} = \{x_i\} + \{\Delta x_0\}$. На выходе измерительного канала получают напряжения (выходные физические величины) $U'_1, U'_2, U'_3, U'_4, U'_5, U'_6$. Штрихи в обозначениях величин и параметров указывают на наличие систематических погрешностей.

В сообщении 4 [4] показана возможность получения формализованной записи первой группы правил в виде следующего комбинаторного уравнения:

$$R_{S_n(n/m)}^{1 \times 1 \times 1} = R_{S_n(n/m)}^{I-I} = \frac{1}{x^*} [I_i - I_j]_{|i \neq j \neq 0}, \quad (1)$$

Напомним, что в левой части комбинаторного уравнения (1) первый верхний индекс «1» представляет собой равный единице коэффициент пропорциональности $v_i = 1$ (или $v_j = 1$), характеризующий число суммируемых произведений в уменьшаемом (или в вычитаемом); второй верхний индекс «1», представляет собой весовой коэффициент $n_i = 1$ (или $n_j = 1$), а третий верхний индекс — число выходных величин в уменьшаемом и вычитаемом.

Во втором слева обозначении в (1) верхний индекс записан в виде римских чисел «I–I», «II–II» и «III–III». Они характеризуют количество используемых выходных величин в уменьшаемом и вычитаемом. В левой части комбинаторного уравнения (1) нижний индекс n/m означает номер группы правил и число входных физических величин.

В правой части комбинаторного уравнения (1) индекс в виде неравенства « $i \neq j \neq 0$ » указывает на то, что должны использоваться разноименные выходные величины, причем с отличными от нуля значениями. В дальнейшем данный индекс использовать не будем, поскольку основным требованием каждого правила является использование разноименных выходных величин в уменьшаемом по отношению к вычитаемому.

Из правой части комбинаторного уравнения (1) следует, что для получения первой группы правил вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования необходимо, прежде всего, использовать различные перестановки по одной из выходных величин.

При обозначениях групп правил решение об учёте или не учёте числа преобразуемых физических величин в формализованных записях принимает сам исследователь. Если речь идет об известном числе преобразуемых физических величин, то следует писать: «первая группа правил» или «группа правил 1». В общем случае пишут: группа правил « n/m ». При известном значении m , например $m = 6$ и $n = 1$, пишут: группа правил «1/6». Единица означает номер группы правила.

2.1. Формализованное описание первой группы правил вывода уравнений избыточных измерений при однократном измерительном преобразовании расширенных рядов физических величин

В формализованном виде первая группа правил (1) при $m = 6$ и $n = 1$ опишется комбинаторным уравнением

$$R_{S_n(1/6)}^{l \times l \times l} = R_{S_n(1/6)}^{l-1} = \frac{1}{x^*} [I_i - I_j], \quad (2)$$

характеризующим тот факт, что в обоих слагаемых используются весовые коэффициенты единичного значения и перестановки по одной из шести разноименных выходных величин.

Согласно (4), дадим следующие определение первой группе правил.

Определение 1

Вывод первой группы уравнений избыточных измерений крутизны преобразования осуществляется путем поочередного вычитания одной выходной физической величины из всех других не повторяющихся выходных физических величин, входящих в состав системы линейных уравнений величин, с последующим делением полученных разностей на преобразуемые физические величины, — на одну или на несколько, сочетанных определенным способом (например, суммо-разностным).

Приведем еще одно, более лаконичное, определение первого правила.

Определение 2

Вывод первой группы уравнений избыточных измерений крутизны преобразования следует начинать с перебора всех вариантов разностей разноименных выходных величин.

Вся совокупность первой группы уравнений избыточных измерений крутизны преобразования (при линейной функции преобразования измерительного канала) формализовано запишется, при любом m , в виде следующего комбинаторного уравнения величин:

$$S'_{л(1/m)} = [U'_i - U'_j] / x^*. \quad (3)$$

где i -я и j -я выходные величины U'_i и U'_j принадлежат конечной совокупности (множеству M_{U_m}) выходных величин, т.е. $\forall U'_i \in \{U'_1, U'_2, \dots, U'_m\}$ и $\forall U'_j \in \{U'_1, U'_2, \dots, U'_m\}$ или $\forall U'_i \in M_{U_m}$ и $\forall U'_j \in M_{U_m}$, и используются разноименные величины ($i \neq j \neq 0$).

Из комбинаторного уравнения величин (3) видно, что в основу вывода первой группы уравнений избыточных измерений, входящих в субблок 1, положено вычитание одной выходной величины из другой, но не повторяющейся ($i \neq j \neq 0$). При $m = 6$

$$S'_{л(1/6)} = [U'_i - U'_j] / x^*. \quad (4)$$

Согласно (4), для каждого i -го и j -го ($i \neq j$) значений выходных величин получают частные аналитические выражения для уравнений избыточных измерений крутизны преобразования. При этом сочетания физических величин, стоящих в знаменателе, определяются по результатам вычитания левых частей данных уравнений величин. Так, например, при $i = 6$ и $j = 5$ получим, что $S'_{л(1/6)} = (U'_6 - U'_5) / \Delta x_0$, где Δx_0 — единственная для данного случая физическая величина.

Ниже, в табл. 1, приведены усеченные, т.е. только левые части комбинаторных уравнений величин, характеризующие все многообразие уравнений избыточных измерений крутизны преобразования, получаемых согласно первой группы правил.

Таблица 1

Субблок закономерностей 1 (по первой группе правил)

Группа закономерностей 1 (без накопления)									
Комбинаторные уравнения избыточных измерений крутизны преобразования $S'_{л}$,									
Подгруппа 1	Подгруппа 2	Подгруппа 3	Подгруппа 4	Подгруппа 5	Подгруппа 6	Подгруппа 7	Подгруппа 8	Подгруппа 9	Подгруппа 10
1	$(U'_2 - U'_1) / x^*$	—	—	—	—	—	—	—	—
2	$(U'_3 - U'_1) / x^*$	1	$(U'_3 - U'_2) / x^*$	—	—	—	—	—	—
3	$(U'_4 - U'_1) / x^*$	2	$(U'_4 - U'_2) / x^*$	1	$(U'_4 - U'_3) / x^*$	—	—	—	—
4	$(U'_5 - U'_1) / x^*$	3	$(U'_5 - U'_2) / x^*$	2	$(U'_5 - U'_3) / x^*$	1	$(U'_5 - U'_4) / x^*$	—	—
5	$(U'_6 - U'_1) / x^*$	4	$(U'_6 - U'_2) / x^*$	3	$(U'_6 - U'_3) / x^*$	2	$(U'_6 - U'_4) / x^*$	1	$(U'_6 - U'_5) / x^*$

Для случая $m = 6$ получено пятнадцать вариантов уравнений избыточных измерений, используемых для определения крутизны преобразования (табл. 1). Они получены за счет всевозможных неповторяющихся сочетаний выходных величин (— комбинации из шести по два, т.е. $C_6^2 = \frac{6!}{2 \cdot 4!} = \frac{6 \cdot 5 \cdot \cancel{4} \cdot 3 \cdot \cancel{2} \cdot 1}{\cancel{2} \cdot \cancel{4} \cdot \cancel{3} \cdot \cancel{2} \cdot 1} = 15$).

Для получения упрощенной формализованной записи конкретных (частных) подгрупп уравнений избыточных измерений крутизны преобразования во всех таблицах символ выходной величины U' будем опускать и использовать только индексы (в виде арабских цифр) при выходных величинах. В этом случае табл. 1 примет иной вид (см. табл. 2).

Приведенная запись необходима для наглядного отображения на листе формата А4 всего

многообразия

уравнений избыточных измерений полученных при разных правилах вывода, — нескольких сотен или тысяч, с целью анализа их полноты и достоверности.

2.2. Правила вывода уравнений избыточных измерений при многократных измерительных преобразованиях расширенных рядов физических величин

Возможны два частных случая правил вывода уравнений избыточных измерений с усреднением (накоплением) результатов измерительного преобразования входных физических величин.

Таблица 2

Упрощения формализованная запись подгрупп уравнений избыточных измерений крутизны преобразования

Формализованные записи подгрупп уравнений избыточных измерений S'_n , соответствующих пяти подгруппам первой группы правил вывода									
Подгруппа 1	Подгруппа 2		Подгруппа 3		Подгруппа 4		Подгруппа 5		
1	$(2-1)/x^*$		–		–		–		–
2	$(3-1)/x^*$	1	$(3-2)/x^*$		–		–		–
3	$(4-1)/x^*$	2	$(4-2)/x^*$	1	$(4-3)/x^*$		–		–
4	$(5-1)/x^*$	3	$(5-2)/x^*$	2	$(5-3)/x^*$	1	$(5-4)/x^*$		–
5	$(6-1)/x^*$	4	$(6-2)/x^*$	3	$(6-3)/x^*$	2	$(6-4)/x^*$	1	$(6-5)/x^*$

Первый частный случай

Измерительное преобразование физических величин осуществляется не один, а несколько раз, например, 2 – 10 раз. Первый частный случай представляет собой вариант первой группы правил с накоплением результатов разных по кратностям измерительных преобразований i -х и j -х входных величин (по n_1 и n_2 раз, причем $n_1 \neq n_2$) и перебором преобразованных выходных величин. Формализованное описание первого частного случая правил вывода для первой группы (с усреднением) описывается комбинаторным уравнением вида (если $n_1 = 1$, то $n_2 \neq 1$ и наоборот):

$$R_{S'_n(1/m)}^{1 \times 1 \times 1} = R_{S'_n(1/m)}^{1-1} = \frac{1}{x^*} \left[\frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} I_{it} - \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} I_{jt} \right] = [\overline{I_{in_1}} - \overline{I_{jn_2}}] / x^* . \tag{5}$$

Дадим определение для данного частного случая первой группы правил.

Определение 1

При многократном измерительном преобразовании расширенных рядов физических величин (от 2-х до 10-ти раз) вывод первой группы уравнений избыточных измерений усредненной по значению крутизны преобразования S'_n осуществляется путем использования всех вариантов усреднения (по 2, по 3, по 4 и т.д.) и поочередного вычитания одной усредненной выходной величины из всех других неповторяющихся усредненных выходных величин с последующим делением полученных разностей на преобразуемые физические величины, — на одну или на несколько, сочетанных определенным способом (например, суммно-разностным).

Приведем еще одно, более лаконичное, определение.

Определение 2

При многократном измерительном преобразовании расширенных рядов физических величин вывод уравнений избыточных измерений крутизны преобразования следует осуществлять с определения разности всех вариантов перестановок разноименных усредненных по 2, по 3, ..., по 10 выходных величин.

Частные подгруппы уравнений избыточных измерений S'_n (с усреднением или с накоплением⁴) выводятся из приведенных в табл.1 или табл. 2 подгрупп путем введения операции суммирования соответствующего числа многократно преобразованных входных величин. Например, на основании первой группы правил вывода с усреднением получим для первого частного случая первую группу уравнений избыточных измерений $\overline{S'_n}$, описываемую комбинаторным уравнением величин вида (с учетом условия, если $n_1 = 1$, то $n_2 \neq 1$ и наоборот):

$$\overline{S'_{n(n_1/n_2/m)}}^{1-1} = \frac{1}{x^*} \left[\frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} U'_{it} - \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} U'_{jt} \right] = [\overline{U'_{in_1}} - \overline{U'_{jn_2}}] / x^* . \tag{6}$$

где n_1 и n_2 — разные значения усредняемых выходных величин ($n_1 \neq n_2$).

Как отмечалось в [4], все уравнения избыточных измерений объединяются в подгруппы по

⁴ данное понятие будем использовать наряду с понятием «усреднение»

признаку отсутствия или наличия в них тех или иных физических величин, например, искомой физической величины x_i .

Объединение уравнений избыточных измерений крутизны преобразования в отдельную подгруппу осуществляется, прежде всего, по признаку наличия в знаменателе только нормированных по значению физических величин. Например, при $m = 6$: $S'_{л(1/6)} = (\overline{U'_2} - \overline{U'_1})/x_0$, $S'_{л(1/6)} = (\overline{U'_2} - \overline{U'_5})/(x_0 - \Delta x_0)$. Данные подгруппы уравнений избыточных измерений используются, в первую очередь, для определения истинного значения физической величины x_i по полученному усредненному значению $\overline{S}'_л$. Недостающее количество уравнений избыточных измерений крутизны преобразования в ансамбле может быть выведено с использованием физической величины x_i , ранее определенной с более высокой точностью по ограниченному числу уравнений избыточных измерений крутизны преобразования при измерительном преобразовании входных величин x_0 и Δx_0 . Другими словами, при предварительном определении искомой физической величины x_i , ее используют и для вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования $S'_л$ с целью получения их заданного количества (ансамбля). Например, вида: $\overline{S}'_{л(1/6)} = (\overline{U'_3} - \overline{U'_2})/(x_i - x_0)$ и т.п.

При выводе уравнений избыточных измерений учитывается знак полученного в числителе выражения с тем, чтобы используемое уравнение избыточных измерений обеспечивало получение положительного по знаку результата. При этом может учитываться и изменяться порядок представления физических величин в знаменателе данного выражения. Предпочтительно формирование подгрупп со следующей последовательностью входных величин в знаменателе: $x_0, \Delta x_0, x_0 + x_0, x_0 - \Delta x_0, x_i, \dots$

Для первого частного случая первой группы правил ($R'_{S'_л(1/m)}$) запишем, на основании (6), комбинаторные уравнения величин и формализованные записи уравнений избыточных измерений с разным числом усредняемых выходных величин $n_1 \neq n_2$. Причем число усредняемых величин в уменьшаемом и в вычитаемом не превышает десяти ($i=1,2,3,\dots,10, j=1,2,3,\dots,10$, при этом $i \neq j$ если $i=1$, то $j \neq 1$ и наоборот) (табл. 3 и табл. 4). В табл. 3 приведены усеченные, т.е. левые части подгрупп комбинаторных уравнений избыточных измерений $S'_л$, выраженные через усредненные выходные величины (по два, по три, по четыре и т.д.) ($n_1 \neq n_2$), но не более десяти при $i \neq j \neq 1$. Не исключаются случаи, когда ($i=1,2,3,\dots,10, a j=2,3,\dots,10$ или $i=2,3,\dots,10, a j=1,2,3,\dots,10$).

Первый частный случай обеспечивает, при измерительном преобразовании входных величин по 2, по 3, ..., по 10 раз, вывод 1350 уравнений избыточных измерений ($1350=15 \times (10 \times 9)$), где 15 исходных вариантов, 10 вариантов с усреднениями выходных величин и 9 вариантов измерительного преобразования входных величин (табл. 3). В табл. 4 приведено упрощенное формализованное описание данных подгрупп.

Таблица 3

Субблок закономерностей 1 (первый частный случай первой группы правил)

Группа закономерностей 1 с усреднением величин							
Комбинаторные уравнения избыточных измерений крутизны преобразования с усреднением выходных величин (при $n_1 \neq n_2$), соответствующие пяти подгруппам правил вывода «1-1» ($15 \times (10 \times 9) = 1350$ вариантов)							
Подгруппа 1	Подгруппа 2	Подгруппа 3	Подгруппа 4	Подгруппа 5	Подгруппа 6	Подгруппа 7	Подгруппа 8
1	$(\overline{U'_2} - \overline{U'_1})/x^*$	-	-	-	-	-	-
2	$(\overline{U'_3} - \overline{U'_1})/x^*$	1	$(\overline{U'_3} - \overline{U'_2})/x^*$	-	-	-	-
3	$(\overline{U'_4} - \overline{U'_1})/x^*$	2	$(\overline{U'_4} - \overline{U'_2})/x^*$	1	$(\overline{U'_4} - \overline{U'_3})/x^*$	-	-
4	$(\overline{U'_5} - \overline{U'_1})/x^*$	3	$(\overline{U'_5} - \overline{U'_2})/x^*$	2	$(\overline{U'_5} - \overline{U'_3})/x^*$	1	$(\overline{U'_5} - \overline{U'_4})/x^*$
5	$(\overline{U'_6} - \overline{U'_1})/x^*$	4	$(\overline{U'_6} - \overline{U'_2})/x^*$	3	$(\overline{U'_6} - \overline{U'_3})/x^*$	2	$(\overline{U'_6} - \overline{U'_4})/x^*$
						1	$(\overline{U'_6} - \overline{U'_5})/x^*$

Второй частный случай

Второй частный случай представляет собой вариант первой группы правил с усреднением результатов равнократных (по n_1 раз) измерительных преобразований каждой из выходных величин (при $k_{t_i} = k_{t_j} = k_t$) и перебором преобразованных (выходных) величин.

Для данного случая комбинаторное уравнение, формализованно описывающее первую группу правил вывода, примет вид:

$$R_{S_n^{l \times l}}^{l \times l} = R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{n_1 x^*} \left[\sum_{t=1}^{n_1} I_{it} - \sum_{t=1}^{n_1} I_{jt} \right] = \frac{1}{x^*} \left[\frac{1}{n_1} \sum_{t=1}^{n_1} (I_{it} - I_{jt}) \right] = [\overline{I_{in_1}} - \overline{I_{jn_1}}] / x^*, \quad (7)$$

где $n_{1i} = n_{2j} = n_1$ — одинаковое число измерительных преобразований входных физических величин.

Частные виды, описываются комбинаторными уравнениями

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{x^*} \left[\frac{1}{n_{11}} \sum_{t=1}^{n_{11}} I_{it} - I_j \right] = [\overline{I_{in_{11}}} - I_j] / x^*, \quad (8)$$

и

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{x^*} \left[I_i - \frac{1}{n_{12}} \sum_{t=2}^{n_{12}} I_{jt} \right] = [I_i - \overline{I_{jn_{12}}}] / x^*, \quad (9)$$

где $n_{11} \neq n_{12}$.

Таблица 4

Упрощенные формализованные записи подгрупп уравнений избыточных измерений крутизны преобразования для первого частного случая первой группы правил

Группа закономерностей 1 с усреднением величин									
Формализованные записи подгрупп уравнений избыточных измерений крутизны преобразования, соответствующих 5-ти подгруппам правил вывода «1-1» ($n_1 \neq n_2$)									
Подгруппа 1		Подгруппа 2		Подгруппа 3		Подгруппа 4		Подгруппа 5	
1	$(\overline{2_i - 1_j}) / x^*$		—		—		—		—
2	$(\overline{3_i - 1_j}) / x^*$	1	$(\overline{3_i - 2_j}) / x^*$		—		—		—
3	$(\overline{4_i - 1_j}) / x^*$	2	$(\overline{4_i - 2_j}) / x^*$	1	$(\overline{4_i - 3_j}) / x^*$		—		—
4	$(\overline{5_i - 1_j}) / x^*$	3	$(\overline{5_i - 2_j}) / x^*$	2	$(\overline{5_i - 3_j}) / x^*$	1	$(\overline{5_i - 4_j}) / x^*$		—
5	$(\overline{6_i - 1_j}) / x^*$	4	$(\overline{6_i - 2_j}) / x^*$	3	$(\overline{6_i - 3_j}) / x^*$	2	$(\overline{6_i - 4_j}) / x^*$	1	$(\overline{6_i - 5_j}) / x^*$

Комбинаторные уравнения (7), (8) и (9), описывающие правила вывода, могут быть записаны в частных видах, — по числу усредняемых выходных величин в уменьшаемом и/или вычитаемом, например,

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{k_2 x^*} \left[\sum_{t=1}^2 I_{it} - \sum_{t=1}^2 I_{jt} \right] = \frac{1}{k_2 x^*} \sum_{t=1}^2 (I_{it} - I_{jt}) = [\overline{I_{i2}} - \overline{I_{j2}}] / x^*, \text{ где } k_2 = 2; \quad (10)$$

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{k_{10} x^*} \left[\sum_{t=1}^{k_{10}} I_{it} - \sum_{t=1}^{k_{10}} I_{jt} \right] = \frac{1}{k_{10} x^*} \sum_{t=1}^{k_{10}} (I_{it} - I_{jt}) = [\overline{I_{ik_{10}}} - \overline{I_{jk_{10}}}] / x^*, \quad (11)$$

где $k_{10} = 10$, а также

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{x^*} \left[\frac{1}{k_2} \sum_{t=1}^2 I_{it} - I_j \right] = [\overline{I_{i2}} - I_j] / x^*, \quad (12)$$

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{x^*} \left[\frac{1}{k_5} \sum_{t=1}^{k_5} I_{it} - I_j \right] = [\overline{I_{ik_5}} - I_j] / x^* \quad (13)$$

или

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{x^*} \left[I_i - \frac{1}{k_6} \sum_{t=2}^{k_6} I_{jt} \right] = [I_i - \overline{I_{jk_6}}] / x^*, \quad (14)$$

$$R_{S_n^{l/m}}^{l-1} = \frac{1}{x^*} \left[I_i - \frac{1}{k_{10}} \sum_{t=2}^{k_{10}} I_{jt} \right] = [I_i - \overline{I_{jk_{10}}}] / x^*. \quad (15)$$

где $k_2 = 2, k_5 = 5, k_6 = 6, k_{10} = 10$.

Обобщенное комбинаторное уравнение избыточных измерений крутизны преобразования для второго частного случая опишется следующим образом:

$$\overline{S_{\pi(1/m)}^{l \times l \times l}} = \overline{S_{\pi(1/m)}^{l-1}} = \frac{1}{n_1 x^*} \left[\sum_{i=1}^{n_1} U_{it} - \sum_{j=1}^{n_1} U_{jt} \right] = \frac{1}{n_1 x^*} \sum_{i=1}^{n_1} (U_{it} - U_{jt}) = [\overline{U_{im_1}} - \overline{U_{jm_1}}] / x^* \quad (16)$$

где n_1 — число усредняемых величин.

Перебором усредненных выходных величин получают все многообразие уравнений избыточных измерений крутизны преобразования.

На основании комбинаторного уравнения избыточных измерений крутизны преобразования (18), запишем подгруппы аналитических выражений для субблока 1 с указанием конкретных выходных величин при $n_{1i} = n_{2j} = n_1$ (см. табл. 5 и табл. 6). Всего можно вывести 1350 уравнений избыточных измерений ($1350 = 15 \times 9 \times 10$, где 15 исходных вариантов, 9 вариантов с усреднениями по 2, по 3, ..., по 10 величин при 10 вариантах усреднений).

Таким образом, первая группа правил вывода дает возможность достаточно просто осуществить вывод подгрупп уравнений избыточных измерений крутизны преобразования измерительного канала при разных перестановках выходных величин, осуществить формализованное описание частных случаев с усреднением по 2, по 3, по 4, ..., по 10 выходных величин. Первая группа правил обеспечивает получение 15 базовых вариантов, 1350 вариантов с разным усреднением (при числе усредняемых величин равно десяти), и 135 вариантов уравнений избыточных измерений крутизны преобразования при одинаковом числе усредняемых величин. 1500 уравнений избыточных измерений получают при условии, что число входных величин равно шести, т.е. $m = 6$. Количество уравнений избыточных измерений крутизны преобразования становится еще большим при $m = 7$, что не трудно проверить.

Таблица 5

Подгруппы комбинаторных уравнений избыточных измерений крутизны преобразования для второго частного случая

Комбинаторные уравнения избыточных измерений крутизны преобразования при одинаковом числе усредняемых выходных величин (число усредняемых величин $i = 2, 3, \dots, 10$ ($i = j \neq 1$); ($15 \times 9 = 135$ вариантов))									
Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4		Группа 5	
1	$(\overline{U'_{2i}} - \overline{U'_{1i}}) / x^*$	-		-		-		-	
2	$(\overline{U'_{3i}} - \overline{U'_{1i}})_n / x^*$	1	$(\overline{U'_{3i}} - \overline{U'_{2i}})_n / x^*$	-		-		-	
3	$(\overline{U'_{4i}} - \overline{U'_{1i}}) / x^*$	2	$(\overline{U'_{4i}} - \overline{U'_{2i}}) / x^*$	1	$(\overline{U'_{4i}} - \overline{U'_{3i}}) / x^*$	-		-	
4	$(\overline{U'_{5i}} - \overline{U'_{1i}}) / x^*$	3	$(\overline{U'_{5i}} - \overline{U'_{2i}}) / x^*$	2	$(\overline{U'_{5i}} - \overline{U'_{3i}}) / x^*$	1	$(\overline{U'_{5i}} - \overline{U'_{4i}}) / x^*$	-	
5	$(\overline{U'_{6i}} - \overline{U'_{1i}}) / x^*$	4	$(\overline{U'_{6i}} - \overline{U'_{2i}}) / x^*$	3	$(\overline{U'_{6i}} - \overline{U'_{3i}}) / x^*$	2	$(\overline{U'_{6i}} - \overline{U'_{4i}}) / x^*$	1	$(\overline{U'_{6i}} - \overline{U'_{5i}}) / x^*$

Таблица 6

Упрощенная формализованная запись подгрупп уравнений избыточных измерений крутизны преобразования для второго частного случая

Формализованная запись подгрупп уравнений избыточных измерений S'_{π} , соответствующих 5-ти группам правил вывода «1-1» ($15 \times 9 = 135$ вариантов)									
Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4		Группа 5	
1	$(\overline{2_i} - \overline{1_i}) / x^*$	-		-		-		-	
2	$(\overline{3_i} - \overline{1_i}) / x^*$	1	$(\overline{3_i} - \overline{2_i}) / x^*$	-		-		-	
3	$(\overline{4_i} - \overline{1_i}) / x^*$	2	$(\overline{4_i} - \overline{2_i}) / x^*$	1	$(\overline{4_i} - \overline{3_i}) / x^*$	-		-	
4	$(\overline{5_i} - \overline{1_i}) / x^*$	3	$(\overline{5_i} - \overline{2_i}) / x^*$	2	$(\overline{5_i} - \overline{3_i}) / x^*$	1	$(\overline{5_i} - \overline{4_i}) / x^*$	-	
5	$(\overline{6_i} - \overline{1_i}) / x^*$	4	$(\overline{6_i} - \overline{2_i}) / x^*$	3	$(\overline{6_i} - \overline{3_i}) / x^*$	2	$(\overline{6_i} - \overline{4_i}) / x^*$	1	$(\overline{6_i} - \overline{5_i}) / x^*$

Таким образом, первая группа правил вывода обеспечивает получение 1500 вариантов значений крутизны преобразования. Для решения метрологической задачи определения квазиистинного значения крутизны преобразования из полученной совокупности выделяется ансамбль уравнений избыточных измерений с прогнозируемыми свойствами распределения. Их определение является актуальной задачей, которая находится еще в процессе изучения и решения.

Выводы

Впервые в мире заложены основы нового научного направления в теории избыточных измерений — метрологическая комбинаторика или комбинаторика уравнений величин.

Это дало возможность получить правила их вывода, правила вывода комбинаторных уравнений

избыточных измерений, а также определять их конечное множество с заданными отличительными признаками.

Впервые в мире сформулировано 12 системных целей метрологической комбинаторики, что дало возможность выделить базовую совокупность решаемых задач.

Впервые введены понятия «комбинаторное уравнение избыточных измерений», «комбинаторное уравнение величин», «комбинаторное уравнение числовых значений», которые в теории измерений положены в основу аналитического описания групп уравнений величин и уравнений избыточных измерений.

Установлено наличие закономерных связей и отношений между физическими величинами и коэффициентами на нижнем уровне структурной организации формализованных правил и комбинаторных уравнений величин.

Показана возможность получения огромного количества правил вывода и соответствующих уравнений избыточных измерений крутизны преобразования.

Установлено, что вывод первой группы уравнений избыточных измерений крутизны преобразования целесообразно осуществлять путем поочередного вычитания одной выходной физической величины из всех других неповторяющихся выходных физических величин, входящих в состав системы линейных уравнений величин, с последующим делением полученных разностей на преобразуемые физические величины, — на одну или на несколько, сочетанных определенным способом.

Выделено два самостоятельных подхода к формализованному описанию правил вывода уравнений избыточных измерений: а) при однократном измерительном преобразовании расширенных рядов физических величин и 2) при многократных, но ограниченных по числу (не более десяти раз) измерительных преобразований физических величин расширенного ряда. Это расширило наши знания и возможности по формированию статистически достоверной совокупности (ансамбля) уравнений избыточных измерений крутизны преобразования для определения, в конечном счёте, истинного значения искомой физической величины.

Впервые получены и приведены обобщенные комбинаторные уравнения избыточных измерений крутизны преобразования для первой группы правил вывода.

Описаны частные случаи вывода уравнений избыточных измерений с накоплением результатов измерительного преобразования входных физических величин для первого правила, что поможет исключить возможные ошибки при решении комбинаторных задач в метрологии.

Установлено, что в первом частном случае вывод первой группы уравнений избыточных измерений крутизны преобразования можно осуществлять путем использования всех вариантов усреднения и поочередного вычитания одной усредненной выходной физической величины из всех других усредненных неповторяющихся выходных физических величин, а во втором частном случае — путем накоплением результатов равнократных измерительных преобразований каждой из выходных величин и перебора последних.

Приведены формализованные описания первой группы правил вывода уравнений избыточных измерений, а также уравнения избыточных измерений крутизны преобразования без усреднения выходных величин и с усреднением, что дало возможность решать задачи создания ансамбля уравнений избыточных измерений крутизны преобразования с заданными свойствами.

Природа преобразованных физических величин такова, что усреднение во времени действительно может быть заменено усреднением по ансамблю (в пространстве).

Фундаментальная метрология обогатилась новым научным направлением в теории измерений — метрологической комбинаторикой; сделаны первые шаги по ее развитию.

Литература

1. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений: сверхизбыточные измерения — второй качественный скачок в фундаментальной метрологии. Сообщение 1/ В. Т. Кондратов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. — 2013. — № 3. — С. 225-235.

2. Кондратов В.Т. Теория избыточных и сверхизбыточных измерений: философские аспекты сверхизбыточных измерений. Сообщение 2 / В. Т. Кондратов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. — 2013. — № 4. — С. 217-226.

3. Кондратов В.Т. Теория избыточных и сверхизбыточных измерений: сущность сверхизбыточных измерений. Сообщение 3 / В. Т. Кондратов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. — 2013. — № 5. — С. 233-242.

4. Кондратов В.Т. Теория избыточных и сверхизбыточных измерений: формализованное описание общих правил вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования. Сообщение 4 / В. Т. Кондратов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2013. — № 4. — С. 13-24.

5. Комбинаторное уравнение. Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=jF9eS5pqvVE>.

6. Комбинаторика. Основные понятия. Режим доступа: <http://combinalg.narod.ru/index/0-3>.

1. Kondratov V.T. Teorija izbytochnykh izmerenij: sverkhizbytochnye izmerenija — vtoroj kachestvennyj skachok v fundamentalnoj metrologii. Soobshhenie 1/ V. T. Kondratov // Visnyk Khmelniczkoogo naczionalnoho universitetu. Tekhnichni nauky. – 2013.– № 3. – С. 222-235.
2. Kondratov V.T. Teorija izbytochnykh i sverkhizbytochnykh izmerenij: filosofskie aspekty sverkhizbytochnykh izmerenij. Soobshhenie 2. Philisifskie aspekty / V. T. Kondratov // Visnyk Khmelniczkoogo naczionalnoho universitetu. Tekhnichni nauky. – 2013.– № 4. – С. 217-226.
3. Kondratov V.T. Teorija izbytochnykh i sverkhizbytochnykh izmerenij: sushhnost sverkhizbytochnykh izmerenij. Soobshhenie 3/ V. T. Kondratov // Visnyk Khmelniczkoogo naczionalnoho universitetu. Tekhnichni nauky. – 2013.– № 5. – С. 233-242.
4. Kondratov V.T. Teorija izbytochnykh i sverkhizbytochnykh izmerenij: formalizovannoe opisanie obschikh pravil vyvoda uravnenij izbytochnykh izmerenij krutizny preobrazovanij. Soobshhenie 4 / V. T. Kondratov // Vymiruvalna ta obchysluvalna tekhnika v tekhnokogichnykh protsesakh. – 2013.– № 4. – С. 13-24.
5. Kombinatornoe uravnenie. Rezhim dostupa: <http://www.youtube.com/watch?v=jF9eS5pqvVE>.
6. Kombinatorika. Osnovnye ponjatija. Rezhim dostupa: <http://combinalg.narod.ru/index/0-3>.

Рецензія/Peer review : 19.7.2013 р.

Надрукована/Printed :22.12.2013 р.

УДК 681.5.01

Н.І. ЛИТВИНЕНКО

Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

О.І. ЛИТВИНЕНКО

в/ч К 1410, м. Київ

РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ТА АЛГОРИТМУ РОБОТИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ПЕРЕСУВАНЬ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

У статті розглядаються питання розроблення структури та алгоритму роботи системи підтримки прийняття рішень (СППР) при здійсненні пересувань сухопутних військ. Недоліки існуючих методів і алгоритмів визначення маршруту руху частин (підрозділів) сухопутних військ, наявність факторів місцевості та обстановки, які є важливими при виборі маршруту, але на даний час не враховуються, практична відсутність комп'ютеризації підтримки рішення при здійсненні маршу в сукупності обумовили актуальність тематики щодо створення СППР при здійсненні пересувань сухопутних військ. Сучасною інформаційною технологією, що здатна враховувати математичні невизначеності та вирішувати подібні задачі, є система підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, пересування, маршрут.

N.I. LYTVYENKO

Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv

O.I. LYTVYENKO

Military unit K 1410, Kyiv

THE DEVELOPMENT OF STRUCTURE AND ALGORITHM OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MOVEMENT OF THE ARMY

Abstract – The aim of the research – to develop the structure and algorithm of decision support systems (DSS) in the implementation of movement of Army. The disadvantages of existing techniques and algorithms route for movement for the units and subunits of the Army, and the availability of factors of environment, which is important when choosing a route, but currently are not included, lack of computerization support decisions in the exercise of march together led to the relevance of the subject DSS to create movement in the exercise of the Army. Modern information technology that is able to take into account the uncertainty and math to solve similar tasks are decision support system.

Keywords: decision support system, movement, route.

Вступ

Одним із головних принципів ведення сучасного бою є швидке проведення пересувань військ з метою виходу у встановлений район у визначений час в готовності до виконання бойових завдань. До основних завдань, які вирішує командир при організації і здійсненні пересувань, відноситься вибір маршруту руху. Оцінка тактичних властивостей місцевості, всебічне вивчення бойової обстановки, прийняття рішення – це ті задачі, які командир має вирішувати оперативно та ефективно при виборі маршруту. Проте на даний час інформатизація процесу підтримки прийняття рішень при виборі маршрутів руху знаходиться на недостатньому рівні. Інтенсивний розвиток інформаційних технологій, який зараз спостерігається, швидкоплинність сучасних бойових дій, новітні способи ведення воєнних операцій диктують необхідність створення комп'ютерної системи, яка призначена для скорочення часу, що необхідний для організації пересувань військ, та підвищення якості прийнятих командиром рішень. Такою системою, яка в змозі врахувати невизначеності, що виникають в процесі вибору маршрутів руху, є система підтримки прийняття рішень при здійсненні пересувань сухопутних військ.

Результати дослідження

Спираючись на класичні завдання, що виконують системи підтримки прийняття рішень (СППР) [1],