

*Сергей Васильевич Толюпа (д-р техн. наук, профессор, начальник института)<sup>1</sup>*

*Юрий Петрович Недайбида (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры)<sup>1</sup>*

*Юлия Валентиновна Котова (ассистент кафедры)<sup>1</sup>*

*Виталий Витальевич Загородних (старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории)<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Государственный университет телекоммуникаций, Киев, Украина*

<sup>2</sup>*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В УСЛОВИЯХ КОНФЛИКТА

*В статье рассмотрены проблемы создания сложных информационно-управляющих систем реального времени с учётом психических особенностей человека как субъекта управления. Представленный в статье подход позволяет ситуационно оценивать возникновения конфликтов и бифуркаций в сложных информационно-управляющих системах, чётко определять распределение функции управления, действий и принятия решений между оператором и техническими устройствами в реальном времени.*

**Ключевые слова:** *информационно-управляющие системы, экономическая эффективность, воспроизведение, эрапрофика, человеко-машинная система, конфликт.*

### Вступление

**Постановка проблемы.** В связи с развитием и массовым распространением информационных технологий, ростом объёма циркулирующей информации, усложняется проблема принятия решений в процессе управления сложными системами реального времени, которая усугубляется при их функционировании в условиях информационной борьбы.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В [1, 2, 4, 5, 7] рассмотрены особенности процессов управления систем специального назначения, обусловленные необходимостью выполнения целенаправленной совокупности операций сбора, обработки информации, принятия решений в лимитируемые сроки времени и доведения их до исполнительных элементов.

Отмечено, что невыполнение или некачественное выполнение целевых задач в таких системах может привести к большим экономическим потерям, катастрофическим последствиям военного и государственного значения.

Учитывая, что на такие системы распространяется действие принципа гомеостазиса (функционального и технического самосохранения), акцентируется внимание на необходимости оценивания возникновения бифуркации (недостижимости состояния гомеостазиса), которая основывается на сигналах от рецепторов и датчиков о положении системы, и возможностей последующей корректировки этого положения в реальном времени [6, 7, 8].

**Целью статьи** является выбор направлений и подходов создания сложных, управляющих систем реального времени функционирующих в условиях конфликта и разработка методов ситуационного

оценивания конфликтов и бифуркаций и рационального распределения функций управления, действий и принятия решений между оператором и техническими устройствами

### Изложение основного материала исследования

Предоставленный в статье подход позволяет ситуационно оценивать возникновение конфликтов и бифуркаций в сложных информационно-управляющих системах, рационально распределять функции управления, действия и принятия решений между оператором и техническими устройствами в реальном времени в условиях информационно-психологической борьбы.

Основные усилия сил и средств морально-психологического обеспечения, привлекаемых для выполнения задач информационной борьбы, сосредотачиваются [3]:

на отслеживании и оценке деятельности сил и средств информационной и информационно-психологической борьбы соперника;

на отслеживании и оценке морально-психологического состояния своих войск и населения;

нейтрализации информационно-психологического воздействия соперника на личный состав своих войск (сил).

Заметим, что уровень развития современных технологий позволяют создавать и совершенствовать информационно-психологическое оружие, то есть средства, которое целенаправленно могут влиять на морально-психологическое состояние человека, социальных и других групп населения и даже общества в целом.

В статье рассматривается возможности энергоинформационного оружия, то есть

информационно-психологического оружия, создаваемого на новых физических принципах, таких как: сверхвысокочастотного излучения, ультразвукового излучения, инфразвукового излучения.

Основные свойства энергоинформационного оружия:

сверхвысокочастотное излучение:

объект воздействия: мозг, нервная система человека;

принцип воздействия: ускоряется (или, наоборот, замедляется) психическая обработка данных подсознанием. Особое внимание при этом уделяется нетермическим эффектам, которые могут вызвать полную остановку или частичное нарушение функций органов человека.

ультразвуковое излучение:

объект воздействия: ткани организма человека;

принцип воздействия: тепловое и механическое воздействие механических вибраций частотой более 100 кГц на ткани человека. Это нарушает деятельность органов, вызывает боль, может привести к смерти.

инфразвуковое излучение:

объект воздействия: органы, системы органов человека;

принцип воздействия: основан на явлениях резонанса в организме человека при частоте колебаний ниже 16 Гц. При этом может появиться головная боль, головокружение, нарушение дыхания и зрения, конвульсии, потеря сознания. Высокая интенсивность инфразвуковых колебаний

может вызвать поражение внутренних органов, перегрузку системы кровообращения сердца, привести к смерти (частота 7-8 Гц воздействует на сердце, альфа-ритмы мозга; частота 0-100 Гц при усилении до 155 дБ воздействует на органы дыхания, восприятие визуальной информации; частота 19 Гц воздействует на органы зрения).

Общим свойством рассматриваемого оружия является непрерывность его воздействия на объект в реальном времени.

Это предоставляет возможность моделировать функционирование информационно-управляющих систем (ИУС) с использованием методов теории оптимального управления [7], которая позволяет учесть основные особенности ее движения – непрерывность во времени, непредвиденные вмешательства в управление человека-оператора или технических устройств, возможность определения оптимального (рационального) управления согласно показателю качества системы.

Заметим, что корректный выбор фазового пространства функционирования информационно управляющих систем на стадиях проектирования дает возможность ситуационно оценивать возникновение конфликтов и бифуркаций в текущем времени, что является основой определения и предсказания катастроф.

Обобщенная схема функционирования ИУС реального времени может быть представлена в виде: (рис. 1.)



Рис. 1. Основные операции управления ИУС в реальном времени

В достаточно обобщенном случае характер движения эргатической системы можно задать векторным дифференциальным уравнением:

$$\dot{X} = G(X, U, t), X(0) = C, \quad (1)$$

где  $X = (x_1, \dots, x_n)^T$  – вектор фазовых координат

$G = (g_1, \dots, g_n)^T$  – некоторая известная вектор-функция

$U = (u_1, \dots, u_m)^T$  – вектор управления

$C = (c_1, \dots, c_n)^T$  – вектор начальных условий.

Вектор управления в этом уравнении определяет технические возможности функционирования системы, которые могут быть реализованы путем выбора того или другого управления из пространства допустимых управлений  $U$ . При этом, определять вид функции управления может как человек, так и технические

устройства в зависимости от ситуаций, которые складываются во времени функционирования системы.

Оценка степени достижения поставленной цели при том или другом способе управления обуславливается заданием целевой функции

$$I = F(X(t), U(t), t) \quad (2)$$

В некоторых случаях целевую функцию целесообразно определять таким образом, чтобы можно было оценить качество процесса за время функционирования системы на некотором интервале времени  $0 \leq t \leq T$ . Тогда показатель качества управления соответствует функционалу

$$J = \int_0^T F[X(t), U(t), t] dt \quad (3)$$

Если выбранное управление приводит к конфликтным ситуациям (нарушению допустимых ограничений на управление, значений

фазовых координат и др.), то для сложившихся условий определяется оптимальное управление и приоритет в принятии решения и дальнейшего управления передается техническим устройствам.

Отметим основную особенность сложных эргатических систем реального времени: оценить её отклонения от цели функционирования можно только по значениям фазовых координат системы в любой момент времени.

Действительно, нарушения нервной системы, работы мозга, координации движений человека и т. д., если даже есть возможность их оценивать в реальном времени, ещё не определяют положение ИУС в реальном пространстве-времени.

Такую оценку можно производить, если ввести в фазовое пространство дополнительную координату, отслеживающую отклонение системы от цели функционирования. Для этого необходимо:

- определиться с компонентами вектора фазовых координат;
- задать вектор-функцию взаимосвязей фазовых координат;
- формализовать (сформулировать) цель функционирования системы;
- выбрать правило оптимизации

функционирования системы и определить соответствующие дефиниции управления.

Одна из проблем создания информационно-управляющих систем состоит в разработке и совершенствовании методов оценки психофизиологических свойств “человека-оператора” на всех этапах создания и функционировании сложных ИУС реального времени.

Среди психических свойств, определяющих качество работы “человека-оператора” выделяют темперамент и интеллектуальные способности, среди состояний – настроение, которое может характеризоваться приподнятостью, подавленностью, депрессией и проявляться в виде необоснованной тревожности или паники. Возможно мысленное отвлечение на проблемы личного характера.

К физическим особенностям “человека-оператора” можно отнести:

- внезапно возникшую острую или тупую боль в каком-либо органе, в частности головную боль;
- плохое самочувствие (головкружение, тошноту, повышенное или пониженное давление, потеря сознания), внезапная потеря координации движений и др.



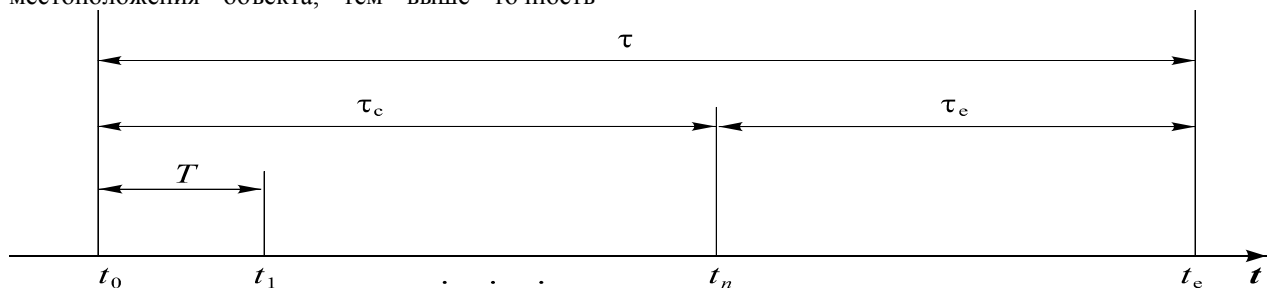
Рис. 2. Значимые факторы и личностные качества человека-оператора, влияющие на принятие решения

Рассмотрим практически важный пример получения сверхэффективных оценок координат и параметров движения цели в системах борьбы с высокоточным оружием [6].

В качестве фазовой координаты, отслеживающей отклонение от цели функционирования, выбрано экстраполированную точку встречи снаряда с целью противника.

Отметим главную особенность дефиниций управления в реальном времени: чем больше времени затрачивается на определение местоположения объекта, тем выше точность

определения его координат, однако при этом уменьшается необходимое время для качественного управления системой.



В рассматриваемом случае выбрана следующая модель борьбы с высокоточным оружием:

конечной точкой траектории движения цели является точка, в которой находится объект обороны с известными плоскостными координатами \$X\_k, Y\_k\$.

цель движется на объект защиты равномерно и прямолинейно;

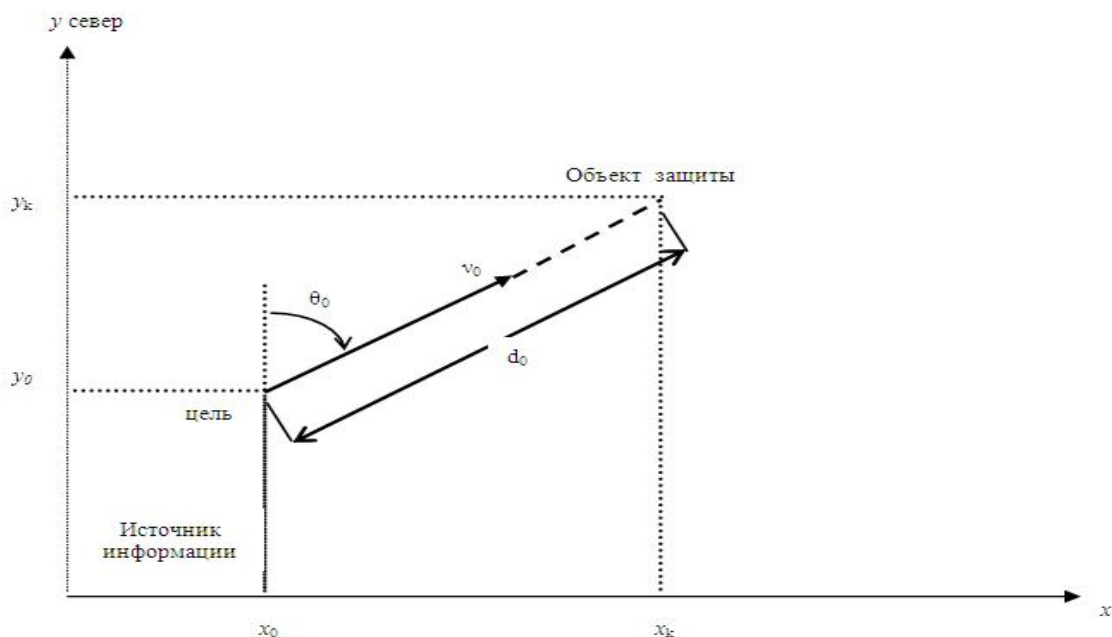


Рис. 3. Модель движения цели в прямоугольной плоскостной системе координат

Полагается, что источник информации находится в начале системы координат, ось которой совпадает с направлением на север.

Соотношение (5) с учётом модели движения цели (4) запишется так:

С учётом этих замечаний движение цели в прямоугольной плоскостной системе координат описывается уравнениями:

$$\begin{aligned} x(t) &= x_k - [d_0 - v_0(t - t_0)] \sin \theta_0 \\ y(t) &= y_k - [d_0 - v_0(t - t_0)] \cos \theta_0 \end{aligned} \quad (4)$$

$$M = \sum_{i=0}^n \left\{ [X_i - (d_0 - v_0 i \tau \sin \theta_0)]^2 + [Y_i - (d_0 - v_0 i \tau \cos \theta_0)]^2 \right\} = \min.$$

где \$d\_0, v\_0\$ та \$\theta\_0\$ – траекторные параметры цели, которые соответственно означают расстояние от цели до объекта обороны, скорость и курс цели в момент \$t\_0\$ времени её обнаружения.

где \$X\_i = x\_i - x\_k, Y\_i = y\_i - y\_k, \tau\_i = t\_i - t\_0\$ – измеренные значения координат цели.

Для определения оптимальных оценок координат цели движущейся в реальном времени целесообразно использовать метод наименьших квадратов [9]:

Система уравнений для нахождения оптимальных оценок траекторных параметров цели при заданном количестве измерений \$n\$ имеет вид:

$$M = \sum_{i=0}^n [(x_i - x_{\phi^3})^2 + (y_i - y_{\phi^3})^2] = \min \quad (5)$$

$$\sum_{i=0}^n [X_i - (d_0 - v_0 \tau_i \sin \theta_0) + Y_i - (d_0 - v_0 \tau_i \cos \theta_0)] = 0,$$

$$\sum_{i=0}^n \left\{ [X_i - (d_0 - v_0 \tau_i \sin \theta_0)] \tau_i \sin \theta_0 + [Y_i - (d_0 - v_0 \tau_i \cos \theta_0)] \tau_i \cos \theta_0 \right\} = 0,$$

$$\sum_{i=0}^n \left\{ [X_i - (d_0 - v_0 \tau_i \sin \theta_0)] v_0 \tau_i \cos \theta_0 - [Y_i - (d_0 - v_0 \tau_i \cos \theta_0)] v_0 \tau_i \sin \theta_0 \right\} = 0.$$

С учётом этих соотношений оптимальные оценки плоскостных координат цели на любой момент времени  $t$  при наличии  $n$  измерений вычисляются по формулам:

$$\bar{x}(t, n) = x_k - [\bar{d}_0(n) - \bar{v}_0(n)(t - t_0)] \sin \bar{\theta}_0(n);$$

$$\bar{y}(t, n) = y_k - [\bar{d}_0(n) - \bar{v}_0(n)(t - t_0)] \cos \bar{\theta}_0(n).$$

Отметим следующие особенности предложенного подхода получения сверхэффективных оценок в системах борьбы с высокоточным оружием:

время нахождения цели в зоне воздействия исчисляется единицами секунд, и любая информация о ней может быть решающей для принятия решения;

современные технологии позволяют чётко привязывать реальное время к фазовым координатам состояния цели, что даёт

возможность использовать любую разнотипную информацию, получаемую в процессе её сопровождения в системе борьбы с высокоточным оружием.

### Выводы

1. В статье рассмотрены проблемы создания сложных информационно-управляющих систем реального времени с учётом психических особенностей человека как субъекта управления.

2. Предоставленный в статье подход позволяет ситуационно оценивать возникновение конфликтов и бифуркаций в сложных информационно-управляющих системах, рационально распределять функции управления, действия и принятие решений между оператором и техническими устройствами в реальном времени в условиях информационно-психологической борьбы.

### Литература

1. Дружинин В. В. Системотехника / В. В. Дружинин, Д. С. Конторов – М. : Радио и связь, 1985. – 200 с.
2. Забродин Ю. М. Основные направления исследований деятельности человека-оператора в особых и экстремальных условиях / Ю. М. Забродин, В. Г. Зазыкина // Психологические проблемы деятельности в особых условиях / Под ред. Б. Ф. Ломова и Ю. М. Забродина. М.: Наука, – 1985. – С. 5–16.
3. Інформаційна безпека держави у контексті протидії інформаційним війнам. Навчальний посібник [Толушко В. Б. та інші] – К. : НАОУ, 2004 – 176 с.
4. Толушко С. В. Проектирование систем поддержки принятия решений в процессе восстановления и обеспечения комплексной защиты информационных систем. / С. В. Толушко // Научно-технический журнал “Современная защита информации”. – 2012. – №4. – С. 69–74.
5. Недайдба Ю. П. Выбор оптимального управления в сложных информационно-управляющих системах военного назначения / Ю. П. Недайдба, Ю. И. Хлопонин, Ю. В. Котова // Научно-практический журнал “Современные информационные технологии в

- сфере безопасности и обороны” – 2012. – №1 (13). – С. 42–44.
6. Недайдба Ю. П., Комов О. Д., Метод визначення надефективних оцінок траєкторних параметрів цілей в системі боротьби з високоточною зброєю / Ю. П. Недайдба, О. Д. Комов // МО. – 2003. – Вип. 6. – С. 100–107.
  7. Неймарк Ю. И. Динамические модели теории управления / Неймарк Ю. И., Коган Н. Я., Соловьёв В. П. – М. : “Наука”, 1985. – 399 с.
  8. Павлов В. В. Начало теории эргатических систем. – К. : “Наукова думка”. 1975. – 240 с.
  9. Математическая теория оптимальных процессов / [Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф.] – М. : “Наука”, 1969. – 437 с.
  10. Сергеев С. Ф. Инженерная психология и эргономика: Учебное пособие. – М. : НИИ школьных технологий, 2008. – 176 с.
  11. Холл А. Д. Опыт методологии для системотехники. Под ред. Г. Н. Поварова. – М. : “Советское радио”, 1975. – 448 с.
  12. Эффективность автоматизированных систем управления. ГОСТ 24.702-85.

## СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ СКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ В УМОВАХ КОНФЛІКТУ

*Сергій Васильович Толушко (д-р техн. наук, професор, начальник інституту)<sup>1</sup>*

*Юрій Петрович Недайдба (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)<sup>1</sup>*

*Юлія Валентинівна Котова (асистент кафедри)<sup>1</sup>*

*Віталій Віталійович Загородніх (старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії)<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

*В статті розглянуті проблеми створення складних інформаційно-управляючих систем реального часу з урахуванням психічних особливостей людини як суб'єкту управління. Наданий в статті підхід дає можливість ситуаційної оцінки виникнення конфліктів та бифуркацій в складних інформаційно-управляючих системах, визначити чіткий розподіл функцій управління, дій і прийняття рішень між оператором і технічними пристроями в реальному часі.*

**Ключові слова:** інформаційно-управляючі системи (ІУС), економічна ефективність, відтворення, ергопрофіка, людино-машинна система, конфлікт.

MODERN PROBLEMS OF CREATION REAL-TIME COMPLEX INFORMATION MANAGEMENT SYSTEMS UNDER CONFLICT CONDITIONS

*Serhii V. Toliupa (Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief of an Institute)<sup>1</sup>*

*Yurii P. Nedaibida (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of a Department)<sup>1</sup>*

*Yuliia V. Kotova (assistant of a Department)<sup>1</sup>*

*Vitalii V. Zahorodnikh (Senior Research Fellow of a Research Laboratory)<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*In connection with the development and mass distribution of information technologies, the growing volume of information circulating, is complicated by the problem of decision making process in the management of complex real-time systems, which is exacerbated when they are functioning in the conditions of information warfare. As a result, the analysis of recent studies have determined that the failure or substandard performance of such systems can lead to large economic losses, catastrophic consequences of the military and state values. Given that such systems is governed by the principle of homeostasis (functional and technical self-preservation), focuses on the need assessment of the occurrence of bifurcations (unreachable state of homeostasis), which is based on the signals from the receptors and sensors about the state of the system, and possibilities of further correction of this situation in real time.*

*The article contain a consideration of important problems of creation a difficult informative-managing systems of real time with particular regarding of human's psychical features as a subject of managing. Such approach given in this article has possibility of situational estimation the basic of conflicts and bifurcations in the difficult informative-managing systems, and also helps to define the clear distributing of management functions, actions and making decision between an operator and technical devices in real-time.*

**Keywords:** *informative-managing systems, economic efficiency, recreation, ergoprofica, human-machine system, conflict.*

### References

- 1. Druzhynyn V. V.,** Kontorov D. S. (1985), System engineering, [Systemotekhnika], Moscow, Radyo i sviaz, 200 p.
- 2. Zabrodyn Yu. M.,** Zazukyna V. H., (1985) The main areas of research activity of the human operator in special and extreme conditions [Osnovnye napravleniya issledovaniy deiatelnosti cheloveka-operatora v osobukh y ekstremal'nykh usloviyakh], Psikhologicheskoye problemu deiatelnosti v osobukh usloviyakh, Moscow, Nauka, pp. 5–16.
- 3. Tolubko V. B.,** (2004) Information security in the context of counter information warfare, [Informatsiina bezpeka derzhavy u konteksti protydyi informatsiinykh viinam], Navchalnyi posibnyk, Kyiv, NDUU, p. 176.
- 4. Toliupa S. V.** (2014) Projecting decision support systems in the process of recovery and ensure comprehensive protection of information systems, [Proektyrovanye system podderzhky pryniatyia reshenyi v protsesse vosstanovleniya y obespecheniya kompleksnoi zashchyty ynformatsyonnykh system], Nauchno-tekhnicheskyy zhurnal "Sovremennaiia zashchyta informatsyy", No. 4, pp. 69–74.
- 5. Nedaibida Yu. P.,** Khloponyn Yu. Y., Kotova Yu. V. (2012) Choice of the optimal management of complex information and control systems for military purposes, [Vubor optimal'nogo upravleniya v slozhnykh ynformatsyonno-upravliaiushchykh systemakh voennoho naznacheniya] Nauchno-praktycheskyi zhurnal "Sovremennue informatsyonnye tekhnolohyy v sfere bezopasnosti i oborony" №1 (13). pp. 42–44.
- 6. Nedaibida Yu. P.,** Komov O. D. (2003), Highly effective method of determining the parameters of ratings trajectory targets in the System of precision weapons, [Metod vyznachenniia nadektyvnykh otsinok traiektornykh parametrov tsilei v systemi borotby z vysokotochnoiu zbroieiu], MoD., No. 6., p. 100–107.
- 7. Neimark Yu. Y.,** Kohan N. Ya., Solov'ev V. P. (1985), The dynamic model control theory, [Dynamicheskiye modeli teoryy upravleniya], Moscow, "Nauka", p. 399.
- 8. Pavlov V. V.** (1975) The theory of ergonomics systems, [Nachalo teoryy erhatycheskykh system], Kyiv, "Naukova dumka", p. 240.
- 9. Pontriahyn L. S.,** Boltianskyi V. H., Hamkrelydze R. V., Myshchenko E. F., (1969) The mathematical theory of optimal processes, [Matematycheskaia teoryia optymal'nykh protsessov], Moscow, "Nauka", p. 437.
- 10. Serheev S. F.** (2008) Engineering psychology and ergonomics: tutorial, [Ynzhenernaia psikholohyia y erhonomyka: Uchebnoe posobyie], Moscow, NYY shkolknykh tekhnolohyi, p. 176.
- 11. Khol A. D.,** Povarova H. N., (1975) Experience methodology for systems engineering, [Oput metodolohyy dlia systemotekhniky], Moscow, "Sovetskoe radyo", p. 448.
- 12. Efficiency** of automatic control systems, HOST 24.702-85.

*S.V. Toliupa: toliupa@i.ua Y.P. Nedaibida: ura\_nedaibida@ukr.net Y.V. Kotova: vaycastra@gmail.com V.V. Zahorodnikh: redzag@mail.ru*

Отримано: 30.05.2014 p.