

УДК 004.8+316.48

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.17.306

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ

ДУБРОВ Ю. И., *д-р техн. наук, проф.*

Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Аннотация. Введение. Исследуется динамика взаимоотношений социальных организмов, направленная на оценку бесконфликтного их сосуществования. Отмечается, что определяющим параметром взаимодействующих социальных организмов является показатель динамики их совместного развития как динамики развития эволюционирующей системы. При этом организованность взаимодействующих социальных организмов является критерием эволюционирующей системы. **Основная часть.** С целью квантификации критерия организованность введена дефиниция – граница информационного восприятия (ГИВ). Доказано, что формально допустимая ГИВ взаимодействующих социальных организмов является закономерностью, которая присуща всем эволюционным системам. Для систем искусственного интеллекта ГИВ является порогом, за пределами которого искусственный интеллект допускает неадекватные общечеловеческим нормам действия. В этой связи обосновывается, что установление ГИВ в системах искусственного интеллекта является обязательным условием при их синтезе и эксплуатации. **Выводы.** Приведены доказательства наличия ГИВ у существующих и проектируемых эволюционирующих систем.

Ключевые слова: *социальный организм; эволюционирующая система; граница информационного восприятия; искусственный интеллект*

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМВІДНОСИН СОЦІАЛЬНИХ ОРГАНІЗМІВ

ДУБРОВ Ю. І., *д-р техн. наук, проф.*

Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Анотация. Вступ. Досліджується динаміка взаємин соціальних організмів, спрямована на оцінювання безконфліктного їх співіснування. Зазначається, що визначальним параметром взаємодіючих соціальних організмів постає показник динаміки їх спільного розвитку як динаміки розвитку системи, що еволюціонує. При цьому організованість взаємодіючих соціальних організмів є критерієм системи, що еволюціонує. **Основна частина.** З метою квантифікації критерію організованість введено дефініцію – межа інформаційного сприйняття (МІС). Доведено, що формально допустима МІС взаємодіючих соціальних організмів є закономірністю, яка властива всім еволюційним системам. Для систем штучного інтелекту МІС - це поріг, за межами якого штучний інтелект допускає неадекватні загальнолюдським нормам дії. У зв'язку з цим обґрунтовується, що встановлення МІС у системах штучного інтелекту постає обов'язковою умовою під час їх синтезу та експлуатації. **Висновки.** Наведено докази наявності МІС в існуючих і проєктованих систем, що еволюціонують.

Ключові слова: *соціальний організм; система, що еволюціонує; межа інформаційного сприйняття та штучний інтелект*

MODELING THE RELATIONSHIPS OF SOCIAL ORGANISMS

DUBROV Yu. I., *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

Department of Materials Science and Treatment of Materials, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnepr, 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Annotation. Introduction. The paper studies the dynamics of mutual relations of social organisms, aimed at assessing conflict-free coexistence. It is noted that the defining parameter of interacting social organisms is the indicator of the dynamics of their joint development as dynamics of evolution of the evolving system. At the same time, the organization of interacting social organisms is the criterion of the evolving system. **Main part.** In order to quantify the criterion of organization, a definition has been introduced as the boundary of information perception (BIP). It is proved that the formally admissible BIP of interacting social organisms is a regularity that is inherent in all evolutionary systems. For artificial intelligence systems, BIP is a threshold beyond which artificial intelligence allows inappropriate actions to human-wide norms. In this regard, it is substantiated that the establishment of BIP in artificial intelligence

systems is an obligatory condition for their synthesis and operation. **Conclusions.** It is given the evidence of the presence of BIP in existing and projected evolving systems.

Key words: *social organism; evolving system; boundary of information perception; artificial intelligence*

Введение. Процесс взаимодействия социальных организмов (СО) будем анализировать как процесс, происходящий с эволюционирующей системой (ЭС). Принимаем, определяющим параметром ЭС является её организованность, представляемая как отклик на изменения процессов её развития. Результаты трансформаций взаимодействий СО будем анализировать как процессы, изменяющие организованность ЭС.

Определение организованности и самоорганизованности ближе всего к понятиям только тех систем, об элементах которых можно утверждать, что они принимают решения [3-5].

Под организованностью ЭС, в данном контексте, следует понимать результаты кооперативных действий СО из группы взаимосвязанных принадлежащих ЭС, действия которых направлены на достижение области компромисса целей функционирования каждого СО (см. например [6-12]).

С целью квантификации критерия организованности и присвоения ему диапазона численных значений зададим минимальную его величину $L_{\min} = 0$, получаемую как отношение взаимодействующих полярных СО, максимальную величину $-L_{\min} = 0$, получаемую как отношение одинаковых СО. Такая квантификация согласуется с общей концепцией периодического развития всех системных конфликтов [13]. В этой связи численные значения организованности ЭС определяются как $L_{\min} = 0, L_{\max} \in [0,1]$, откуда следует, что в этом случае организованность ЭС может интерпретироваться как вероятность бесконфликтного сосуществования

Благодарю тебя, Создатель, за то, что ты сделал все нужное простым, а сложное ненужным.

Г. Сковорода

взаимодействующих СО, принадлежащих конкретной ЭС.

Прогнозирование изменений организованности ЭС – единственный путь их идентификации. Сложность прогнозирования изменений организованности ЭС заключается в трудности учёта всех возможных взаимоотношений СО её составляющих.

Таким образом, мы приходим к задаче прогнозирования изменений организованности ЭС на некотором интервале времени.

Основная часть. В начале своего фундаментального труда Г. Хакен отмечал, что системы бывают сложными не только потому, что они состоят из большого числа частей, а еще и потому, что их отличает сложное поведение [14], которое характеризуется множеством возможных траекторий развития. Прогноз траекторий развития ЭС возможен с позиций оценки изменений её организованности. Естественно оценивать организованность ЭС на основании анализа её реакции на действия, направленные на её модификацию. Модификация ЭС, как правило, осуществляется путём изменения объёма адекватно воспринимаемой информации.

Принимаем, формально допустимый объём адекватно воспринимаемой ЭС информации является границей её информационного восприятия (ГИВ), поскольку превышение этого объёма приводит ЭС к деградации [15].

Примером тому может служить история конфликта, возникшая между Каином и Авелем, который, как отмечает Библия, произошёл вследствие того, что «сын лукавогои Евы», первый рождённый на Земле человек Каин, в результате того, что «Призрел Господь на Каина и на дар его, а на Авеля и на дар его не призрел. Каин сильно огорчился, и

поникло лицо его. Восстал Каин на Авеля, брата своего, и убил его».

Отметим, объём информации в сообщении, поступившем на ЭС, представленную Каином и Авелем, можно интерпретировать как превышающий объём, ограниченный ГИВ.

Поскольку ЭС является антропоморфной [3], постольку ГИВ определяется её представителями в зависимости от их миропонимания с позиций добра и зла.

Наличие ГИВ практически присуще всем ЭС. Для примера представим ЭС, состоящую из супружеской пары, для которой ГИВ может являться информация о неверности одного из супругов. Таким образом, объём информации в сообщении является функцией – ГИВ конкретной ЭС.

Тот факт, что ГИВ присуща всем ЭС, подтверждается следующим:

- возникновение биологической эволюции возможно только в системах, в которых заложено изменение информации, а не изменение организмов (как это ошибочно иногда понимается), что свидетельствует об обязательном наличии у биологической ЭС ГИВ;

- биологические системы, в которых мишенью отбора, а значит и эволюции, является квазивид, который представлен совокупностью всех признаков и свойств организма, представляет распределение генотипически родственных реплицирующих единиц, в центре которого находится копия, отвечающая фенотипус максимальной селективной ценностью. Содержание информации в главной копии, выраженное числом символов (нуклеотидов), приходится на ограниченную реплицирующую единицу, т. е. на её ГИВ. Превышение порога содержания информации приводит к ее распаду вследствие постоянного накопления ошибок;

- физические свойства нуклеиновых кислот, допускают воспроизводимое накопление информации, не более чем 50-100 нуклеотидов – ГИВ [16];

- известны закономерности, накладывающие ограничения на возможности по совершенствованию ЭС. К ним относится квантово-механический принцип неопределенности, который накладывает фундаментальные ограничения на максимально допустимый объём памяти компьютера, т. е. на объём его ГИВ, поскольку с увеличением этого объёма теряется точность вычислений, производимых с его помощью [17].

Таким образом, определяющим параметром ЭС является её организованность, отображаемая в объёме адекватно воспринимаемой информации. Проецируя приведенное на ЭС типа взаимодействующих СО, подытожим. Определяющим параметром ЭС, типа взаимодействующих СО, является совместная их организованность.

В этом месте следует обратить внимание на необходимость обязательного установления ГИВ в ЭС типа искусственного интеллекта (ИИ). Необходимость этого действия очевидна, если учитывать прогнозируемые катаклизмы, которые может создавать ИИ, неограниченный общечеловеческими морально-этическими нормами.

В этой связи для систем ИИ ГИВ является мерой, за пределами которой ИИ может допускать действия, неадекватные общечеловеческим нормам. Установление ГИВ для систем ИИ гарантирует его неприменение в практике человеческой деятельности.

Учитывая, что ЭС сосуществуют с *n*-м количеством других ЭС, задача определения организованности отдельно взятой ЭС обретает большую сложность. В этой связи решение этой задачи предлагается осуществлять по частям, разбив её на взаимодействующие пары СО. Такой подход позволяет определять организованность, представляемую взаимодействующими парами СО последующим определением организованности всей ЭС.

Факторами, влияющими на организованность ЭС, являются управляющие воздействия, генерируемые СО, принадлежащими ЭС. В силу вероятного генерирования наряду с адекватными управляющими воздействиями и неадекватных управляющих воздействий, ЭС может деградировать вплоть до её гибели. Такая интерпретация формализуется функцией

$$L_0 = L_0(g_1, g_2),$$

где L_0 – организованность ЭС, интерпретируемая как вероятность бесконфликтного сосуществования СО, принадлежащих ЭС; g_1 – управляющие воздействия, совершенствующие ЭС, g_2 – управляющие воздействия, приводящие ЭС к дезорганизации. Численные значения переменных функции (1) представляют влияния управляющих воздействий на функцию цели L_0 .

Поскольку вклад каждого из переменных функции (1) должен быть сопоставим между собой, естественной будет следующая их нормировка:

$$g_1, g_2 \in [0;1].$$

В этой связи функцию (1) следует рассматривать как критерий организованности ЭС, который следует истолковать как вероятность бесконфликтного сосуществования СО, принадлежащих к конкретной ЭС. Принимаем, ЭС продуцируются качественно однородные управляющие воздействия.

Если к некоторому моменту времени t^* в точке (g_1^*, g_2^*) значение функции L_0 допустимо максимальное, то величина $g_0^* = g_1^* + g_2^*$ является ГИВ. Очевидно, если точка g^* является ГИВ в момент времени t^* , то для функции $L_0 = L_0(t, g)$ она является точкой перегиба (т. е. точкой на интегральной кривой, $L_0 = L_0(t, g)$, в которой вторая производная от этой функции обращается в нуль).

В связи с вышеизложенным определяем: критерий организованности – $L_0(g_1, g_2)$; устанавливаем ГИВ – g^* , для любого класса ЭС; функцию прогноза организованности ЭС – $L = L(g_1, g_2, t)$; ГИВ $g^* = g^*(t)$ на момент времени $t > t_0$.

Попытки качественного описания ЭС предпринимались давно. К этим работам можно отнести, например, такие, которые направлены на описание динамики биологических сообществ, состоящих из нескольких взаимодействующих популяций различных видов. Из всех этих

моделей особо выделяется (1) модель «хищник-жертва» Вольтерра-Лотки [17; 18], в силу которой динамика ЭС может быть описана как

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = k_1 X - k_2 XY \\ \frac{dY}{dt} = k_2 XY - k_3 Y \end{cases},$$

где k_1, k_2, k_3 – коэффициенты конкретной модели ЭС.

Применение системы уравнений (2) для описания динамики не только биологических сообществ, но и любых других ЭС можно проследить на одной из возможных ее интерпретаций.

В качестве примера рассмотрим некоторую ЭС, состоящую из двух взаимодействующих, местами полярных элементов x_1 и x_2 .

Понимая, что пример должен быть понятным человеку с произвольным научным багажом знаний, не опасаясь «оглупления» действительности, приведём, на наш взгляд, простейший его вариант. Для этого принимаем, что требуется определить организованность ЭС, состоящей из двух взаимодействующих государств – СО₁ и СО₂, как вероятности бесконфликтного их сосуществования.

При этом, в системе (2) коэффициент k_1 , ранее характеризующий естественную рождаемость жертв, пусть характеризует естественное совершенствование вооружения СО₁ (управляющее воздействие). Коэффициент k_2 , ранее характеризующий интенсивность пожирания жертв, пусть характеризует интенсивность дипломатического разрешения поставки наступательного оружия для СО₂ (управляющее воздействие). Коэффициент k_3 , ранее характеризующий естественную смертность хищников, в новой интерпретации пусть характеризует эффективность применяемых СО₂ средств разведки (управляющее воздействие).

Поскольку каждый коэффициент отображает вклад в процесс изменения организованности ЭС, эти коэффициенты должны быть сопоставимы между собой. Для

этого естественной будет следующая их нормировка:

$$k_1, k_2, k_3 \in [0;1].$$

Структура системы (2) такая, что функции $X(t), Y(t)$ всегда могут рассматриваться как два противоборствующих начала, присущие практически любым взаимодействующим СО. Исходя из этого, в качестве начальных условий можно задать

$$\begin{cases} X(t_0) = L_0(g_1, g_2) \\ Y(t_0) = \max L - L_0(g_1, g_2). \end{cases}$$

Интегральную кривую $X = X(t)$ можно рассматривать как фазовую траекторию, отображающую изменения организованности ЭС во времени, т. е. $X(t) = L(g, t)$ при фиксированных g_1 и g_2 . Используя начальные условия (4) при различных значениях g_1 и g_2 , мы в результате можем получить функции

прогноза $L = L(g, t)$ и установит ГИВ $g^* = g^*(t)$.

Применяем систему (2) как инструмент прогноза. Для этого решаем её, используя экспертно полученные значения L_0 в качестве начальных условий. Таким образом, определяем фазовую траекторию $L = L(g, t)$, задавая ГИВ $g^* = g^*(t)$ рассматриваемой ЭС при заданных начальных условиях (4).

Покажем решение этого примера для численных значений переменных и коэффициентов системы (2). Принимаем, изучаемая ЭС функционирует во времени так, как это следует из нижеприведенной в таблице матрицы, в которой ОУ – основной уровень; ИВ – интервал варьирования; ВУ и НУ – верхний и нижний уровни соответственно; $k_0...k_3$ – коэффициенты, отображающие влияния переменных на функцию цели L , полученные экспертным путем (табл.).

Таблица

Матрица планирования

ОУ		0,30	0,25	0,45	0,50
ИВ		0,30	0,25	0,45	0,50
ВУ (ГИВ)		0,60	0,50	0,90	1,00
НУ		0,00	0,00	0,00	0,00
Обозначения	k_0	k_1	k_2	k_3	L (организованность)
Размерность	влияние переменных на функцию цели (0÷1)				
1	+	+	+	+	0,7
2	+	+	+	-	0,4
3	+	+	-	+	0,5
4	+	+	-	-	0,3
5	+	-	+	+	0,6
6	+	-	+	-	0,3
7	+	-	-	+	0,5
8	+	-	-	-	0,2

В результате реализации матрицы уравнение функции в обыкновенной форме принимает вид:

$$L = 0,350 \cdot k_0 + 0,100 \cdot k_1 + 0,075 \cdot k_2 - 0,050 \cdot k_3 - 0,075 \cdot k_1 \cdot k_2 - 0,025 \cdot k_2 \cdot k_3 - 0,050 \cdot k_1 \cdot k_3.$$

Уравнение функции в нормированной форме принимает вид:

$$L = 0,075 \cdot k_0 + 0,750 \cdot k_1 + 0,700 \cdot k_2 + 0,056 \cdot k_3 - 1,000 \cdot k_1 \cdot k_2 - 0,222 \cdot k_2 \cdot k_3 - 0,370 \cdot k_1 \cdot k_3.$$

Согласно критериям Фишера ($F_{набл} = 1,209$ и $F_{крит} = 5,120$) и Кохрена ($K_{набл} = 0,341$ и $K_{крит} = 0,633$) модель адекватна.

Гистограмма влияния переменных на функцию цели приведена на рисунке.



Рис. Влияние переменных на функцию

Выводы. Как следует из содержания статьи, предлагаемое прогнозирование основано на данных, получаемых экспертным путем. В этой связи отметим, точность прогноза зависит от точности исходных данных, продуцируемых экспертами в зависимости от их миропонимания, оценивающих ситуации

(представленных строками матрицы) с позиций добра и зла.

Особо отметим, что применение предлагаемого способа прогнозирования позволяет наблюдать тренд опасных ситуаций в сложных динамических, многопараметрических системах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саморегуляція соціального організму країни : монографія / за наук. ред. В. П. Беха. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – 652 с.
2. Северцов А. С. Теория эволюции / А. С. Северцов. – Москва : Гуманитар. изд. центр Владос, 2005. – 380 с.
3. Паск Г. Модель эволюции / Г. Паск // Принципы самоорганизации : сб. докл. : пер. с англ. / под ред. и с предисл. А. Я. Лернера. – Москва, 1966. – С. 284–314.
4. Глушков В. М. Кибернетика. Вопросы теории и практики / В. М. Глушков. – Москва : Наука, 1986. – 488 с.
5. Амосов Н. М. Энциклопедия Амосова. Алгоритм здоровья / Н. М. Амосов. – Москва ; Донецк : АСТ, Сталкер, 2002. – 324 с.
6. Большаков В. І. Етапи ідентифікації багатопараметричних технологій та шляхи їх реалізації / В. І. Большаков, В. М. Волчук, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2013. – № 8. – С. 66–72. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/67873>. – Перевірено: 22.12.2018.
7. Большаков В. І. Про роль конфліктів в еволюційних процесах / В. І. Большаков, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2016. – № 11. – С. 87–91. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/109878>. – Перевірено: 22.12.2018.
8. Дубров Ю. Пути идентификации периодических многокритериальных технологий на примере технологии производства прокатных валков : монография / Юрий Дубров, Владимир Большаков, Владимир Волчук. – Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2015. – 236 с.
9. Большаков В. І. Идентификация многопараметрических, многокритериальных технологий и пути их практической реализации / В. І. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. І. Дубров // Металознавство та термічна обробка металів. – 2013. – № 4(61). – С. 5–11.
10. Большаков В. І. Твір наукового характеру «Способ определения области компромисса критериев качества многокритериальных технологий» / Большаков В. І., Волчук В. М., Дубров Ю. І. : літерат. письм. твір наук. характеру : свідоцтво про реєстрацію автор. права на твір № 53769 ; дата реєстрації автор. права 18.02.2014. – Режим доступу: file:///D:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/AvtorPravo_%E2%84%9633_2014.pdf. – Перевірено 27.12.2018.

11. Волчук В. Н. К применению фрактального формализма при ранжировании критериев качества многопараметрических технологий / В. Н. Волчук // *Металлофизика и новейшие технологии*. – 2017. – Т. 39. – № 7. – С. 949–957. – Режим доступа: <http://mfint.imp.kiev.ua/ru/abstract/v39/i07/0949.html>. – Проверено: 22.12.2018.
12. Волчук В. Н. К определению области компромисса характеристик качества материалов / В. Н. Волчук // *Металлознавство та термічна обробка металів*. – 2015. – № 3. – С. 21–25. – Режим доступа: <http://journals.urpn.ua/index.php/2413-7405/article/view/57879>. – Проверено: 22.12.2018.
13. Чикрий А. А. Сравнение гарантированных времен при управлении движением в условиях конфликта / А. А. Чикрий, И. С. Раппопорт, К. А. Чикрий // *Кибернетика и системный анализ*. – 2008. – Т. 44. – № 4. – С. 89–100.
14. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – Москва : Мир, 1985. – С. 424.
15. Дубров Ю. І. Людина в сучасному виробництві: Проблеми психічної стійкості та інтелектуальної мобільності / Ю. І. Дубров // *Вісник НАН України*. – 1998. – № 4. – С. 81–90.
16. Ферстер Г. О самоорганизующихся системах и их окружении / Г. Ферстер // *Самоорганизующиеся системы* / пер. с англ. В. Г. Бородулиной и др. ; под ред. Т. Н. Соколова. – Москва : Мир, 1964. – С. 113–140.
17. Chown Steven L. *Insect Physiological Ecology: Mechanisms and Patterns* / Steven L. Chown, Sue W. Nicolson. – New York : Oxford University Press, 2004. – 254 p.
18. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование : пер. с фр. О. Н. Бондаренко / В. Вольтерра. – Москва : Наука, 1976. – 287 с.
19. Lotka Alfred. J. *Elements of Physical Biology* / Alfred J. Lotka. – Baltimore : Williams & Wilkins Company, 1925. – 495 p.

REFERENCES

1. *Samoregulatsiia sotsialnogo organizmu krainy* [Self-regulation of the social organism of the country], ed. by V.P. Bekh. Kyiv: National Pedagogical Dragomanov University Publ., 2010, 652 p.
2. Severtsov A.S. *Teoriya evolyutsii* [Theory of Evolution]. Moscow: Vldos Publ., 2005, 380 p.
3. Pask G. *Model' evolyutsii* [Model of evolution]. *Printsipy samoorganizatsii* [Principles of self-organization], ed. by A.Ya. Lerner. Moscow, 1966, pp. 284–314. (in Russian)
4. Glushkov V.M. *Kibernetika. Voprosy teorii i praktiki* [Cybernetics. Questions of theory and practice]. Moscow: Nauka Publ., 1986, 488 p.
5. Amosov N.M. *Entsiklopediya Amosova. Algoritm zdorov'ya* [Amosov's encyclopedia. Health algorithm]. Moscow; Donetsk: AST; Stalker Publ., 2002, 324 p.
6. Bolshakov V.I., Volchuk V.M. and Dubrov Yu.I. *Etapy identyfikatsii bahatoparametrychnykh tekhnolohiy ta shlyakhy yikh realizatsii* [Identification stages of the multi-parametric technologies and ways of their implementation]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the Ukrainian National Academy of Sciences], 2013, no. 8, pp. 66–72. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/67873> [Accessed 22 December 2018]. (in Ukrainian).
7. Bolshakov V.I. and Dubrov Yu.I. *Pro rol konfliktiv v evolyutsiinykh protsesakh* [On the role of conflicts in evolutionary processes]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the Ukrainian National Academy of Sciences], 2016, no. 11, pp. 87–91. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/109878> [Accessed 22 December 2018]. (in Ukrainian).
8. Dubrov Yu., Bolshakov V. and Volchuk V. *Puti identyfikatsii periodicheskikh mnogokriterial'nykh tekhnolohiy na primere tekhnolohii proizvodstva prokatnykh valkov* [The ways of identification the periodic multi-criteria technologies by an example of the production technology of mill rolls]. Saarbrucken: Palmarium Academic Publ., 2015, 236 p.
9. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Identifikatsiya mnogoparametricheskikh, mnogokriterial'nykh tekhnolohiy i puti ikh prakticheskoy realizatsii* [Identification of multi-parametric, multi-criteria technologies and ways of their practical implementation]. *Metalloznnavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metallography and Thermal Treatment of Metals], 2013, no. 4(61), pp. 5–11. (in Russian).
10. Bolshakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Tvir naukovogo kharakteru «Sposob opredeleniya oblasti kompromissa kriteriev kachestva mnogokriterial'nykh tekhnolohiy»* [A scientific essay 'The method for determining the area of compromise quality criteria of multi-criteria technologies']. *Svidotstvo pro reestratsiiu avtorskogo prava na tvir* [The certificate of registration a copyright for an invention in Ukraine]. No. 53769, 18.02.2014. Available at: file:///D:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/AvtorPravo_%E2%84%9633_2014.pdf [Accessed 27 December 2018]. (in Russian).
11. Volchuk V. N. *K primeneniyu fraktal'nogo formalizma pri ranzhirovanii kriteriev kachestva mnogoparametricheskikh tekhnolohiy* [On the application of the fractal formalism when ranking the quality of multi-parametric technologies]. *Metallofizika i noveyshie tekhnolohii* [Physics of metals and Advanced Technologies], 2017, vol. 39, no. 3,

- pp. 949–957. Available at: <http://mfint.imp.kiev.ua/ru/abstract/v39/i07/0949.html> [Accessed 22 December 2018]. (in Russian).
12. Volchuk V.N. *K opredeleniyu oblasti kompromissa kharakteristik kachestva materialov* [On the issue of the definition the area of compromise materials quality characteristics]. *Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metallography and Thermal Treatment of Metals], 2015, no. 3, pp. 21–25. Available at: <http://journals.urau.ua/index.php/2413-7405/article/view/57879> [Accessed 22 December 2018]. (in Russian).
 13. Chikriy A.A., Rappoport I.S. and Chikriy K.A. *Sravnenie garantirovannykh vremen pri upravlenii dvizheniem v usloviyakh konflikta* [Comparison of guaranteed times when controlling a motion under the conditions of conflicts]. *Kibernetika i sistemnyi analiz* [Cybernetics and System Analysis], 2008, vol. 44, no. 4, pp. 89–100. (in Russian).
 14. Khaken G. *Sinergetika. Ierarkhiya neustoychivostey v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustroystvakh* [Synergetics. Hierarchy of instabilities in self-organizing systems and installations]. □ Moscow: Mir Publ., 1985, 424 p.
 15. Dubrov Yu.I. *Lyudyna v suchasnomu vyrobnystvii: Problemy psikhichnoi stiykosti ta intelektualnoi mobilnosti* [A human being in a modern manufacture: problems of the mental stability and intellectual mobility]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the Ukrainian National Academy of Sciences], 1998, no. 4, pp. 81–90. (in Ukrainian).
 16. Ferster G.O. *O samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ikh okruzenii* [Self-organizing systems and their environment], transl. from English by V.G. Borodulina et al., ed. by T.N. Sokolova. □ Moscow: Mir Publ., 1964, pp. 113–140. (in Russian).
 17. Chown S.L. and Nicolson S.W. *Insect Physiological Ecology: Mechanisms and Patterns*. New York: Oxford University Press Publ., 2004, 254 p.
 18. Vol'terra V. *Matematicheskaya teoriya bor'by za sushchestvovanie* [Mathematical theory of the struggle for existence], transl. from French by O.N. Bondarenko. Moscow: Nauka Publ., 1976, 287 p.
 19. Lotka A.J. *Elements of Physical Biology*. Baltimore: Williams & Wilkins Company, 1925, 495 p.

Рецензент: Большаков В. И., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 28.06.2018 р.