

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ “ЛЮДИНА – СЕРЕДОВИЩЕ” НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ С- ПРОСТОРУ

V.Y. Mikhailenko, Dr. Sc., Prof., N.I. Sedletskaaya, Dr. Phil., Prof.,
Y.N. Kovaluov, Dr. Sc.

Abstract

Розглядаються причини системного підходу до моделювання взаємодій людини і середовища і аксіоматичної побудови хвильової моделі С- простору. Описуються аксіоматика і теорія самоорганізації С- простору, а також С- відображення. Розглядається загальна модель “людина – середовище”, побудована на основі цього апарату, і кілька робочих моделей, що ілюструють практику його застосування. Описується демонстраційний пакет програм СОМР– 97.

Key words: ecology, geometry modeling, wave model of S- space, theory of self-organization.

Introduction

Взаємодії людини з навколишнім середовищем мають комплексний характер і включають фізичні, хімічні, біологічні, психологічні, фізіологічні та інші якісно неоднорідні фактори. Відтак, модель “людина – середовище” має будуватись на засадах системного підходу і відповідати властивостям складних систем: цілісності, неадитивності, відкритості, самоорганізації з поступовим накопиченням змін і якісними переходами; неоднорідності, непорівнянності, незвідності компонентів; синергії, вибіркової, нелінійності, наявності порогового ефекту взаємодій. Порівняння цих вимог із властивостями геометричних просторів і перетворень показує їх невідповідність на рівні аксіоматичних визначень. Отже, необхідна побудова адекватного геометричного апарату в рамках парадигми, що включає методи дослідження, аксіоми, теорію самоорганізації, засоби відображення, моделі, практичні прийоми застосування. Такий апарат було створено [1, 2], і нижче ми наводимо деякі результати.

1. Basic Models

1.1. Аксіоматична хвильова модель С- простору включає 17 аксиом, разделенных на 4 группы. *Аксиомы существования (1.1-1.5)* устанавлюють соотнoшения модальностей существования (А, П) С- пространства (Сп), множеств и элементов, правила их взаимного перехода, в зависимости от воздействия внешних субъекта (С) и объекта (О). Элементами являются волны и солитоны – абстракции соответствующих физических объектов. Аксиомы 1.1-1.5 обладают наивысшим приоритетом. *Аксиома состояния (2.1)* определяет связь С- пространства, множеств и элементов на макро- и микроуровнях как зависимость модальности состояния элементов ($(, \downarrow)$) от хода эволюции Сп и наоборот, зависимость направленности эволюции пространства от модальности состояния элементов. Приоритет ниже, чем у аксиом первой группы. *Аксиомы взаимодействия (3.1-3.9)* характеризуют условия взаимодействия структур Сп и существование или отсутствие обратных операций; они применяются только

совместно с аксиомами 1.1-2.1. *Операции* являются абстракциями различных видов взаимодействий физических волн (*суперпозиции С, коинциденции К, интерференции И, дифракции Д*); они элементарны и неразложимы на более простые. *Аксиомы измерения (4.1-4.2)* устанавливают процедуры взаимодействия с координатной системой (*Кс*) для волн и солитонов. Измерения характеризуются: *несоизмеримостью характеристик разных уровней организации; изменением состояния Кс и измеряемого элемента; разными результатами повторных измерений; разными результатами измерения элемента в разных Кс*. Модель, удовлетворяющая 1.1-4.2, называется *волновой моделью (Вм) С-пространства*.

1.2. Теория самоорганизации ограничивает способы образования С-множеств (*расслоения*), исходя из симметрии *С* и *О* относительно *Сп* и целостности универсума. Это приводит к *кососимметричности Сп* и необходимости *гармонического отношения однородных характеристик текущей стадии расслоения к характеристикам предыдущей стадии* с коэффициентом «золотого сечения». Приведем некоторые предсказания для сценария (1С, 1О).

1. Количество элементов *n*, в зависимости от стадии расслоения *m*:

$$n \approx \frac{1}{\sqrt{5}}((\Phi + 1)^m - (-\Phi - 1)^{-m}), \quad (1)$$

т.е. выражается числами Фибоначчи (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,...).

2. При расслоении С- множества с потенциалом π (интуитивная характеристика способности к взаимодействиям, «захваченная» часть универсума; выражается в условных единицах) каждому элементу передается потенциал π_n :

$$\pi_n = \frac{\pi\Phi}{n}, \quad (2)$$

где *n*- индекс текущего слоя.

Поскольку потенциал *Сп* не равен сумме потенциалов составляющих элементов, *связанные с π характеристики любого слоя разнообъемны характеристикам последующих и предыдущих слоев*. Поэтому *шенноновская оценка количества информации должна проводиться для каждого слоя отдельно*.

4. Длина l_k волны текущего слоя по отношению к длине волны предыдущего слоя определяется по формуле

$$l_k = \frac{l_{k-1}}{2n}, \quad (3)$$

где *k*- номер текущего слоя.

Связь π волны с длиной *l* и амплитудой *A* выражает

$$\pi = f(l/2, A), \quad (4)$$

где *f*- функция пропорциональности.

Оценкой потенциала волны является величина потенциала ее половины; не производится суммирования потенциалов половин.

6. В качестве единицы измерения времени *t* принят ее период. Каждый слой имеет свою t_k , т.е. время для *Сп* характеризуется «стрелой времени» и расслоением.. Возможны сценарии расслоения и *свертки* (процесс, обратный расслоению), для которых время существования каждого слоя, выраженное в относительных единицах, одинаково.

7. Расслоение-свертка происходят по сценариям, определяемым внешними условиями (количество С и О, степень компенсации потерь потенциала) с образованием параллельных, перпендикулярных, либо и тех, и других элементов. Количество групп и порядки симметрии каждого слоя определяют доказанные предложения. Связь законов сохранения и групп симметрии аналогична устанавливаемой теоремой Нетер.

8. Условия, необходимые для реализации операций, их частные случаи, список измеряемых характеристик и процедура выбора Кс описаны в [1].

9. Система аксиом Вм полна и непротиворечива в том смысле, что проведенные исследования не требуют введения дополнительных положений и не выявляют противоречий между аксиомами разных групп.

1.3 Переход к графическим объектным моделям. Для разных потребностей необходимы не все, а только некоторые характеристики Вм. Поэтому целесообразно рассматривать закономерности самоорганизации как набор инвариантов, и, приближенно выражая специфические С- преобразования последовательностями топологических и проективных отображений, переходить от Вм к гомоморфным графическим объектным моделям в виде С- графов и РС- диаграмм. Построена теория инвариантов; соответственно классифицированы отображения и модели. Определены конструктивные схемы и условия применимости отображений. Разработаны способы привязки условных значений π к физическим единицам измерения (калибровка) и их графическое выражение – метризация графов и диаграмм. *Послідовність побудови графічних ОМ* така: 1) визначення розмірності E^n ; 2) абстрагування від X_m з метою уявити її у вигляді С-графу (РЗ- діаграми) в E^n , так, щоб були збережені інваріанти; 3) топологічні перетворення (кривих у відрізки прямих, тощо) з метою спрощення графічного зображення; 4) проведення локальних розгортки задля спрощення проєкціювання; 5) побудова зображення на; 6) метризація; 7) доповнення графічної ОМ текстовими поясненнями, аналітичними залежностями, тощо.

2. Human – Environment Model (HEM)

Аналіз фактичних даних призводить до висновку про те, що має місце найбільш загальний випадок організації, тобто Сп формується в результаті взаємодії $\{C\}$ і $\{O\}$, а умови цілісності набувають вигляду:

$$U \rightarrow (\{C\}_o, C_n, \{O\}_p) \rightarrow CP \vee CP^* \vee CP^{**}, \quad (5)$$

причому

$$CP \rightarrow n(\{C\}_{i=1, \dots, n}, \square_{xy}, \{O\}_{i=1, \dots, n}) \quad (6)$$

$$CP^* \rightarrow (m-n)(\{C\}_{i=n+1, \dots, m}, \square_{ixy}, \{O\}_{m-n}) \quad (7)$$

$$CP^{**} \rightarrow (o-m)(\{C\}_{o-m}, \square_{i=o-m, \dots, o, j=p-m, \dots, pxy}, \{O\}_{p-m}), \quad (8)$$

де CP відображають тип сценарію

$n, m, o, p, o > p$ позначають кількості С і О;

i, j – порядкові номери розшарувань Сп;

x, y – номери шарів і належних їм С- елементів і С- множин.

Це означає, що в рамках загальної схеми (5) розшарування відбувається: n раз за сценарієм (6), $m-n$ – за (7) і $o-m$ – за (8). Зокрема, розшарування (5) моде-

люється показаним на рис.1 С- графом, який відображає загальні принципи побудови системи (деякі деталі не показані). Визначаються і розраховуються:

- рівні організації, послідовність і пріоритети їх виникнення (з сценарію розшарування). Встановлюється їх відповідність з фізичними, психічними, фізіологічними та анатомічними структурами;
- вагові коефіцієнти для кожного з рівнів (пропорційні потенціалам);
- кількості елементів кожного з рівнів і кількості незалежних характеристик (похідні від чисел Фібоначчі);
- межі змін характеристик, що не ведуть до порушення організації системи (з умови недопущення подальших розшарування-згортки);
- механізми обмінів між елементами і рівнями (з умов симетрії та законів зберігання). На рис.1 показано, які обміни (позначені стрілками) виникають при пошкодженні елементу, позначеного колом. Так описуються явища компенсації, регенерації, збереження гомеостазу.

Рівні

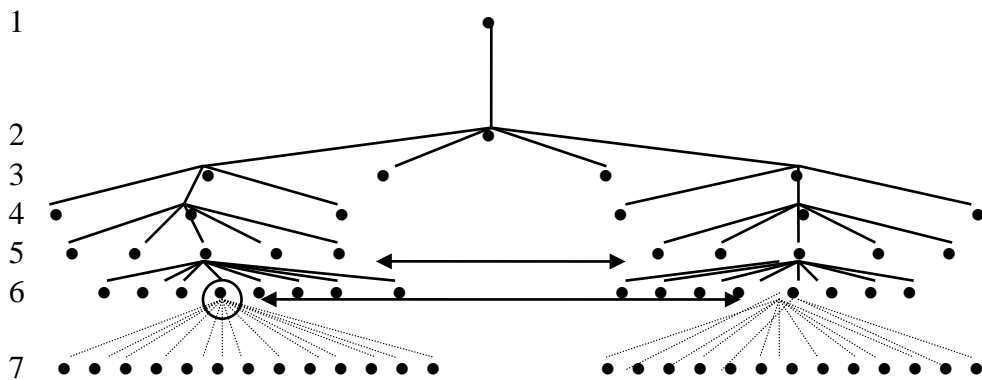


Рис. 1. Організація і взаємодії в системі людина – середовище

3. Working Models and Practical Uses

Наведемо приклади використання МЛС.

3.1. Модель сприйняття (МС). Прив'язка до рівнів МЛС та ритмів головного мозку наведена в табл. 1. Визначається оцінка відносної ваги різних видів сприйняття p , яка враховує: область дії – за сумою потенціалів задіяних рівнів; значущість виду сприйняття для фахової діяльності (k_1); умови сприйняття (k_2); зв'язок з розпізнаванням і прийняттям рішення:

$$p = \frac{\sum_{j=i_1}^{i_n} \pi_j \cdot k_1 \cdot k_2}{i_i - i_n + 1} \quad (9)$$

З проведених розрахунків випливають практичні рекомендації, наприклад, щодо забезпечення надійності систем відображення інформації:

- дані про роботу устаткування представляються у формі, зручній для інтуїтивного сприйняття;
- візуальні дані використовуються як засіб керування емоційним станом оператора і підтримки настроювання на інтуїтивне сприйняття;

- звуковий супровід дублює, а при необхідності і посилює емоційне настроювання; він не повинен створювати перешкод для переговорів.

Таку систему відображення запропоновано називати *інтуїтивною (ICBI)*.

Таблиця 1. Кореляції видів сприйняття.

№ рівню	Число ел-ів	Предмет сприйняття	Спри-няття	Психічні ста-ни	Ритм мозку
1	1	цілісність системи «людина – середовище»	інтуїтивне	розширена свідомість	невідомий
2	1	цілісність організованої структури на неорганізованому фоні	інтуїтивне	спокій, сон без сновидінь	Δ- ритм, 0,5-4 Гц
3	2	бінарна оцінка організованості – добре, погано і т.п.	плюс емоційні	відпочинок, неглибокий сон	Θ-ритм, 4-7 Гц
4	3	тернарна організованість у просторі-часі.	плюс інтелектуальні	пильнування	α- ритм, 8-13 Гц
5	5	сенсорні подразники: світло, звук і т.д.; почуття рівноваги; втома, голод і т.д.	плюс рецепторні (3 групи)	сенсорне сприйняття; розумова робота	β- ритм, 14-35Гц
6	8	головні кольори, звуки і т.д.; градації рівноваги; втоми і т.д.	те ж	збудження	γ- ритм, 34-55 Гц
7	13	градації кольору, звуку, тощо	те ж	те ж	те ж
8	21	подальші градації кольору і т.д.	те ж	те ж	те ж

Розв'язуються задачі: 1. Визначення кількості об'єктів, яку може одночасно сприймати диспетчер (розрахунки, рекомендації щодо можливості збільшення нормативних показників за умови правильного групування); 2. Оцінки впливу геометрії приміщення на стан людини (потенціал, необхідний для адаптації, визначає ступінь впливу; розбіжності топологій графу приміщення і МС – його «адреси»; невідповідність груп і порядків симетрії – «напрямки» обмінів. Абсолютні величини та одиниці виміру визначаються в ході калібрування. Даються рекомендації щодо функціонального призначення приміщень різної форми, розрахунку розмірів, можливостей компенсації); 3. Узгодження інтенсивності праці з природними і біологічними ритмами (визначаються структуризація часу, критичні дні та інтервали, прив'язка до дат і часу доби).

3.2. Модель розпізнавання і прийняття рішення (МРР). Вводяться специфічні визначення *компактності образу, інформативності і подібності зображень, коректності кодування, надійності розпізнавання*. Розглядаються задачі: 1. Виявлення механізмів природжених переваг розпізнавання – гештальтів, виходячи з послідовності формування образу і пріоритетів ознак згідно МРР; 2. Проектування прогностичних ергатичних систем (пропонуються засоби візуалізації та інтерпретації тенденцій розвитку процесів).

3.3. Модель дій управління оператора (МУ) будується у вигляді предметно-функціонального зваженого графу. Обґрунтовуються рекомендації щодо вибору органів управління. Вводяться показники оптимальності їх компонування (міри відхилення, ефективності, узгодженості). Пропонується рішення ICBI (вибір кодів, підказів, рухів управління, відповідних технічних засобів).

3.4. Технологія проектування ІСВІ (архітектура бази даних (БД), евристики пошуку варіантів, автоматизація деяких етапів проектування) демонструються пілот-пакетом COMP-97 (рис.2).

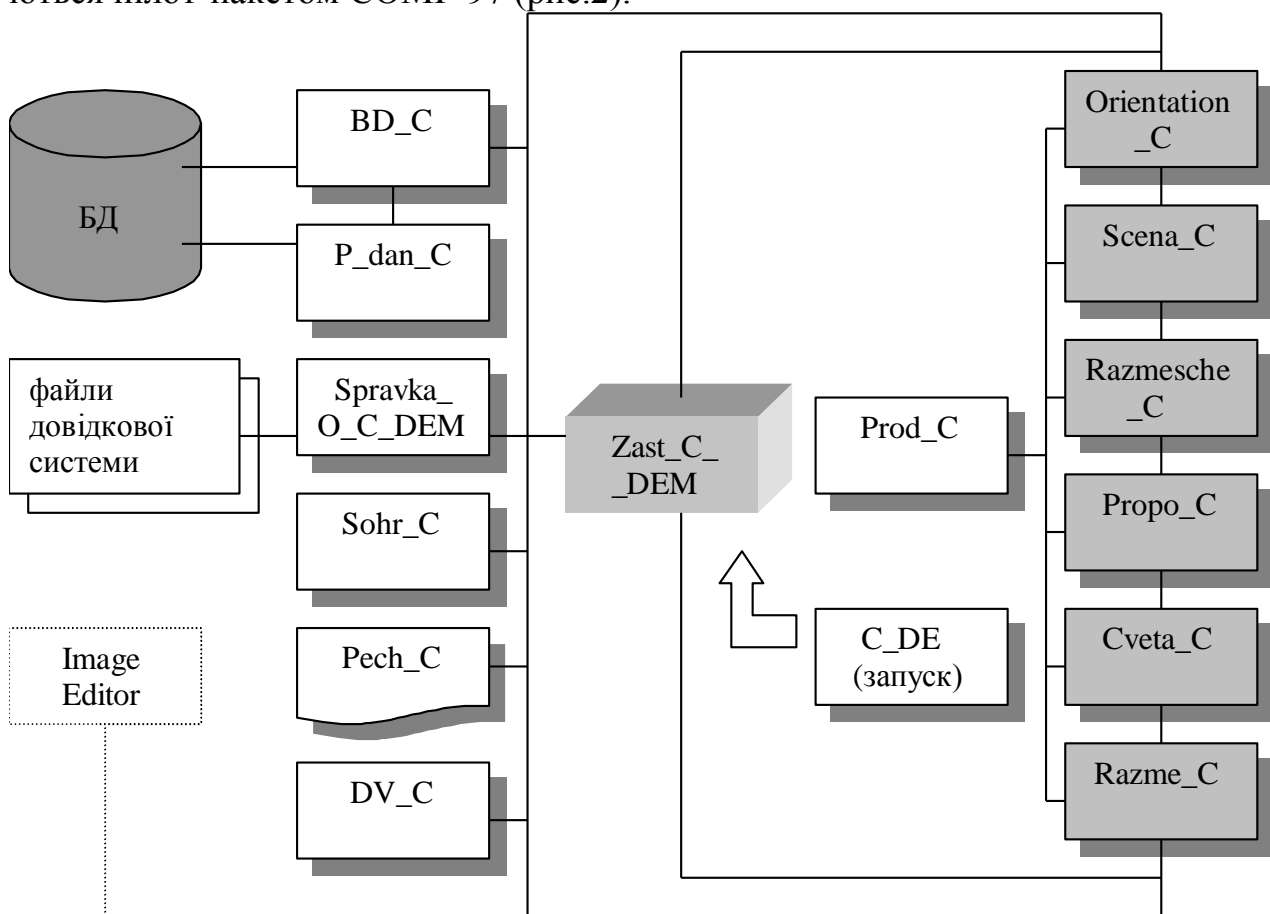


Рис. 2. Структура пакету COMP-97

Пакет створено в середовищі Delphi 3; він функціонує під Windows-95/98 і потребує 2,2 Мб на жорсткому диску. Функції окремих модулів є такими:

C_DE – зберігає дані про ресурси та зв'язки модулів і розпочинає виконання програм; **Zast_C_DEM** – забезпечує вибір між режимами демонстрації, звернення до довідкової системи, виходу до Windows із звільненням ресурсів; **Orientation_C** – пропонує вибрати орієнтацію пульта, отримати довідку чи звернутись до БД; **Scena_C** – реалізує вибір сценарію; **Razmesche_C** – надає можливість відкоригувати схему компонування, зберегти її, порівняти з аналогами, вивести на принтер, обчислити ЦФ₁; **Propo_C** – допомагає визначити пропорції зон розміщення і приладів (звернення до довідок і БД, завантаження підказів, коригування пропорцій, обчислення ЦФ), виконує операції зберігання, друку, повернення; **Cveta_C** – надає можливість обрати і змінити колористичне рішення, ознайомитись з рішеннями-аналогами, одержати довідку; **Razme_C** – завершує компонування пульта, розраховує розміри, забезпечує зберігання, друк, повернення; **Prod_C** – забезпечує перехід до будь-якої стадії компонування; **BD_C** – імітує інтерфейс БД; **P_dan_C** – безпосередньо працює з текстовим і графічним матеріалом; **Sohr_C** – організовує зберігання результатів; **Pech_C** – забезпечує друк; **DV_C** – у випадку, коли якась із визначених у меню можливостей не реалізована, повідомляє це користувачеві і коректно завершує обробку команди; **Spravka_O_C_DEM** – забезпечує пошук файлу довідкової системи.

3.5. Графічна ОМ суб'єктивного простору оператора (рис.3).

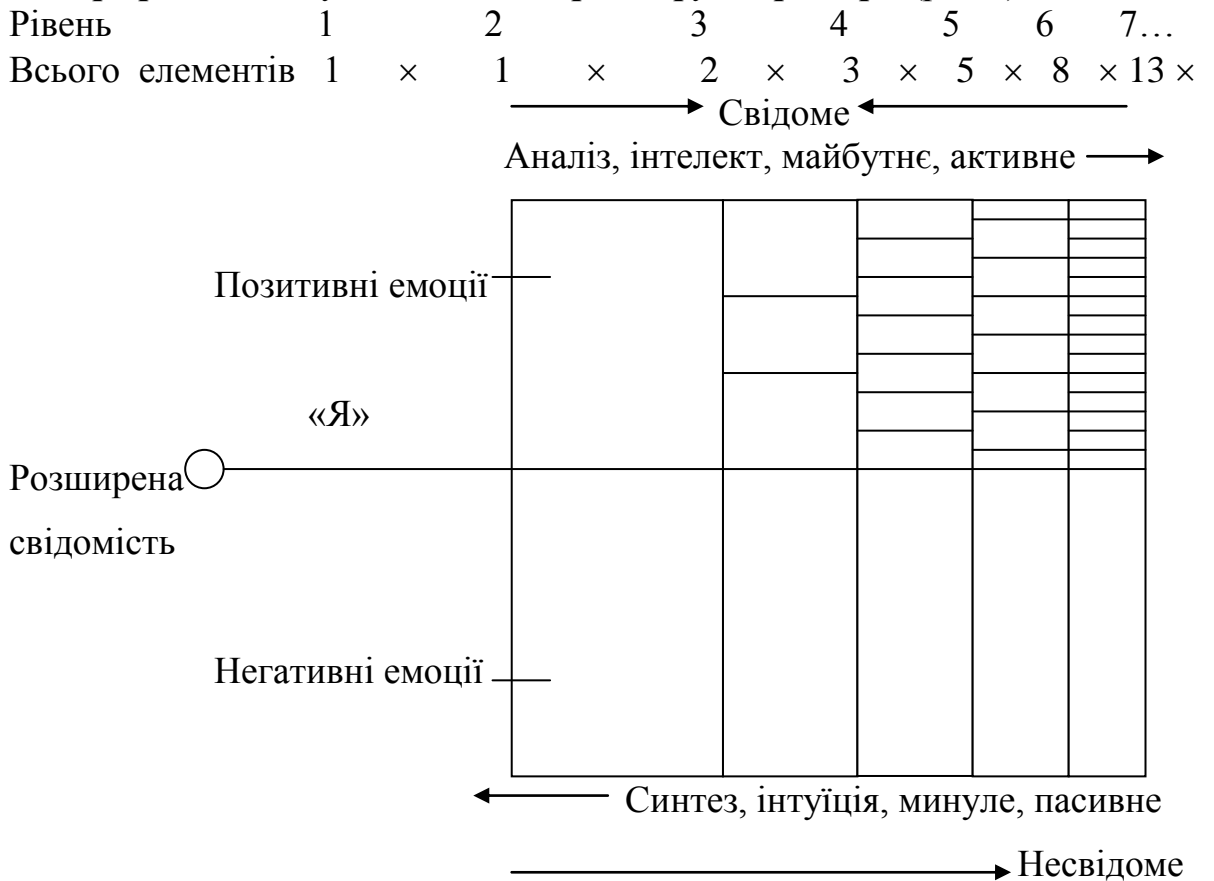


Рис. 3. Об'єктна модель суб'єктивного простору

Вводяться квазіметричні відношення, як зв'язки психологічних характеристик. Наприклад, відстань d вводиться як міра збіжності:

$$d = l + |sign_k \cdot \pi_k - sign_i \cdot \pi_i|, \quad (10)$$

де l – кількість переходів між шарами елементів k та i ;

π_k, π_i – їх потенціали;

$sign = \{+, \text{модальність } (; -, \text{модальність }) ; 0, \text{модальність } \downarrow \}$

Описується процедура відображення результатів тестування за допомогою такої моделі і зазначаються її переваги. Визначаються і ранжируються професійні якості, а також добираються методи їх дослідження. Описуються процедури складання і графічного представлення психологічного портрету.

4.6. Пропозиції щодо контролю продуктивності праці – організація вимірювань повинна задовольняти аксіомам 4.1, 4.2; кількість і вага вимірюваних показників – відповідати МЛС, можливе значне скорочення кількості вимірювань, за умови врахування кореляції різних показників згідно з МЛС. Наводяться приклади: розрахунку ергономічних параметрів та моделювання розвитку стресу та патологічних змін; планування ергономічних заходів.

Conclusion

Побудовано апарат геометричного моделювання, адекватний властивостям складних відкритих систем. Практичні результати, передусім в галузі ерго-

номіки, засвідчують його цінність і для моделювання екологічних систем і процесів, оскільки вони пред'являють до моделей аналогічні вимоги.

References

1. Ковалев Ю.Н. Геометрическое моделирование эргатических систем: разработка аппарата. К.:КМУГА, 1996.-134 с.
2. Ковалев Ю.Н. Эргономическая оптимизация управления на основе моделей C- пространства.-К.:КМУГА,1997.-152 с.