

Перспективи застосування геоінформаційних технологій у військовій справі достатньо широкі. Їх активний розвиток і впровадження стримується лише відсутністю необхідних засобів на фінансування масштабних робіт щодо створення дійсно сучасних АСУВ і розроблення ГІС військового призначення, а також на закупівлю й адаптацію наявних зразків ГІС-продуктів. І хоча вирішення цих проблем – питання часу, подальше їх відкладання не дозволяє ефективно використовувати потенціал ГІС, а звідси йдуть значні витрати на неефективне управління військами.

#### Список використаних джерел

1. *Белицкий Б. О.* О создании программных средств для нанесения оперативной обстановки на цифровые карты / Б. О. Белицкий, Э. В. Качан. – К. : ПВП «Задруга», 2005. – С. 185–187.
2. *Боханов І. І.* Використання ГІС у військовій справі / І. І. Боханов // Наочні досягнення геодезії, геоінформатики та землевпорядкування – Європейський досвід. – 2010. – № 6. – С. 197–208.
3. *Корж М. М.* Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле / М. М. Корж // Информационные технологии и компьютерная инженерия. – 2006. – № 3. – С. 98–101.
4. *Соколов А. В.* Применение геоинформационных технологий (систем) в военном деле / А. В. Соколов, М. Л. Тихонов // Обозреватель – Observer. – 2008. – № 5. – С. 37–45.
5. *Шурман А. В.* О совершенствовании автоматизированных систем управления связью / А. В. Шурман // Военная мысль. – 2004. – № 11. – С. 34–41.

УДК 004.75

**А.М. Волокита**, канд. техн. наук

**А.В. Каплунов**, студент

**А.Г. Лупинос**, студентка

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

#### ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ ПОВЕДІНКИ БАКТЕРІЙ

#### ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНУ МЕРЕЖУ

**А.Н. Волокита**, канд. техн. наук

**А.В. Каплунов**, студент

**А.Г. Лупинос**, студентка

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПОВЕДЕНИЯ БАКТЕРИЙ

#### ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ НА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНУЮ СЕТЬ

**Artem Volokyta**, PhD in Technical Sciences

**Artem Kaplunov**, student

**Albina Lupynos**, student

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

#### USING AN ALGORITHM BACTERIA OF BEHAVIOR TO SIMULATE LOAD ON A CLIENT-SERVER NETWORK

*Показано дослідження можливості використання алгоритму поведінки бактерій для моделювання навантаження на клієнт-серверну мережу. Наведено основні параметри відповідності бактерія–користувач. Проведено експериментальні дослідження ефективності запропонованої моделі. Запропоновано подальші модифікації розробленої моделі.*

**Ключові слова:** планування, багатоагентна система, балансування, імітаційна модель.

*Показаны исследования возможности использования алгоритма поведения бактерий для моделирования нагрузки на клиент-серверную сеть. Приведены основные параметры соответствия бактерия–пользователь. Проведены экспериментальные исследования эффективности предложенной модели. Предложены дальнейшие модификации разработанной модели.*

**Ключевые слова:** планирование, многоагентная система, балансировка, имитационная модель.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY

*Proposed the researches of the possibility of using the behavior algorithm of bacteria for modeling the load on client-server network. Considered the main parameters of accordance between bacteria and user. Carried out the experimental researches of efficiency of the proposed model. Proposed the further modifications of the developed model.*

**Key words:** *planning, multi-agent system, balancing, simulation model.*

**Вступ.** Останнім часом у зв'язку з бурхливим розвитком комп'ютерних технологій важливим і перспективним є завдання моделювання навантаження на клієнт-серверну мережу. Для моделювання доступу користувачів до ресурсів мережі можна використувати імітаційні багатоагентні системи. Така модель реалізує алгоритм, за допомогою якого генеруються набори даних, які описують задані характеристики реальної системи, що досліджується. При цьому операції, які виконуються машиною, не мають ніякого відношення до природи і властивостей досліджуваної системи.

Багатоагентні моделі за визначенням є децентралізованими. При цьому складна глобальна поведінка системи є результатом діяльності великої кількості агентів, кожен з яких дотримується простих правил. Багатоагентні моделі дозволяють досліджувати досить широке коло проблем, для яких строгі аналітичні методи виявляються неефективними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розглянемо деякі з наявних багатоагентних систем, побудованих на основі аналогій з природою.

*Модель «теплових жуків».* Моделювання агентів і багатоагентних систем є можливим без використання сучасних засобів моделювання. Наприклад, модель колективної поведінки, названа «тепловими жуками» (англ. – Heat Bugs) [1]. У дискретному середовищі, розбитому на клітини, рухаються «жуки», що виділяють тепло, яке поширюється в середовищі.

Середовище має такі характеристики:

– тепло поширюється рівномірно у всіх напрямках зі швидкістю, яка пропорційна різниці температур у сусідніх клітках;

– тепло «зменшується» в кожній клітинці пропорційно кількості тепла цієї клітинки.

Кожен «жук» має власну «ідеальну» температуру середовища, в якій він хоче перебувати, і має сенсор, за допомогою якого може визначити, в якому напрямку температура середовища ближче до його «ідеальної» температури. Це дозволяє «жуку» знайти напрямок до клітини з температурою, яка його більше влаштовує.

*Природні обчислення.* Останнім часом у межах концепції багатоагентного моделювання інтенсивно розробляються концепції «природних обчислень» (англ. – Natural Computing), які об'єднують математичні методи із закладеними в них принципами прийняття рішень, які аналогічні природним механізмам. Імітація самоорганізації мурашиної колонії (або колонії термітів) становить основу мурашиних алгоритмів оптимізації [2] одного з перспективних методів природних обчислень, в якому колонія мурашок розглядається як багатоагентна система, де кожен агент функціонує автономно за досить простими правилами. Незважаючи на примітивну поведінку агентів, поведінка всієї системи є дуже складною, наближеною до розумної. Мурашині алгоритми засновані на імітації самоорганізації соціальних комах за допомогою використання динамічних механізмів, що забезпечують досягнення системою глобальної мети в результаті низькорівневої взаємодії її елементів за умови використання елементами системи тільки локальної інформації, виключаючи централізоване управління. За результатами досліджень, доцільно використовувати мурашину оптимізацію для таких складних завдань комбінаторики, як завдання комівояжера, оптимізації маршрутів транспорту, розмальовки графу, оптимізації мережевих графіків, календарного планування, оптимізації процесів у розподілених нестационарних системах, наприклад, трафіку в телекомунікаційних мережах та інше.

*Імітаційні моделі.* Імітаційні моделі, в тому числі і багатоагентні, є зручними для постановки питань типу «що якщо?» [3]. Фактично, завдяки тому, що такі моделі, пере-

важно, містять імовірнісний елемент, то керуючи моделюванням багато разів, часто можна отримати повний розподіл ситуацій, що виникають.

Структура реального процесу певною мірою не залежить від його природи і матеріальної основи. Числа, які одержують у результаті маніпулювання іншими числами за певними абстрактними правилами, можуть точно відповідати числам, що описують конкретні процеси, які відбуваються в реальному світі.

Під час розроблення імітаційної моделі беруться в розрахунок властивості досліджуваного явища, але не на рівні внутрішніх механізмів, які або невідомі, або занадто складні для явного використання, а на рівні загальних характеристик перебігу відповідних процесів.

У плані практичного застосування імітаційні моделі зручні тим, що дозволяють проводити комп'ютерні експерименти, метою яких є вивчення зміни поведінки об'єкта дослідження залежно від змін внутрішніх параметрів та зовнішніх умов. Ці методи дають можливість визначати хід розвитку подій, які з тих чи інших причин неможливо реалізувати в реальному житті. Імітаційне моделювання, за наявності відповідних моделей, дозволяє отримати дані на цілком прийнятному рівні точності.

Побудова імітаційних моделей являє собою достатньо складне завдання, що вимагає, крім знання предметної сфери, ще й високого професіоналізму в галузі програмування [4].

**Мета статті.** Головною метою цієї роботи є реалізація моделі на основі імітаційної багатоагентної системи, за допомогою якої можна імітувати використання наявних ресурсів та темпи нарощування потужностей комп'ютерної системи. Така модель дозволить розраховувати доцільність збільшення наявної потужності системи і прогнозувати навантаження на мережу зі збільшенням кількості користувачів.

Під потужністю системи розуміється здатність виконувати за плановий період максимального можливого обсягу обчислень та надання інших обчислювальних послуг при повному і рівномірному використанні комп'ютерних ресурсів.

Зважаючи на вищесказане, розглянемо можливість реалізації моделі, яка імітує колонію бактерій. Харчі в ній відповідатимуть ресурсам системи, а популяція – кількості користувачів. Як кінцевий результат – система дозволить досліджувати параметри користувачів та середовища, за яких система не лише не втратить життєздатність, а й зможе успішно розвиватися.

**Виклад основного матеріалу.** Під живучістю розуміється здатність системи зберігати і відновлювати виконання основних функцій у заданому обсязі і протягом заданого часу в разі зміни структури системи або алгоритмів і умов її функціонування внаслідок несприятливих впливів.

Живучість систем аналізують і оцінюють на різних рівнях проектування, моделювання та функціонування комп'ютерних систем. Під час дослідження функціональної живучості можуть використовуватися теоретико-ігрові, імовірнісні, графові, матричні моделі [5].

На основі теоретико-ігрових моделей досліджують живучість систем, які функціонують в умовах цілеспрямованого впливу противника, зовнішніх і внутрішніх деструктивних впливів, за яких компенсувати нештатні ситуації, потоки відмов і збоїв можливо лише за рахунок внутрішніх резервів системи і впливу на джерело деструкцій.

Дотримуючись концепції багатоагентних систем, агенти повинні мати декілька важливих характеристик:

- автономність: агенти, хоча б частково, незалежні;
- обмеженість уявлення: у жодного з агентів немає уявлення про всю систему, або система занадто складна, щоб знання про неї мали практичне застосування для агента;
- децентралізація: немає агентів, які керують усією системою [6].

Для проведення експериментальних досліджень запропонованої моделі колонії бактерій реалізовано програмне забезпечення для імітації чашки Петрі, на плоскій поверхні якої розлита в'язка живильна рідина. Їжа концентрована по поверхні нерівномірно. Бактерії рівномірно розподілені по поверхні (рис. 1).

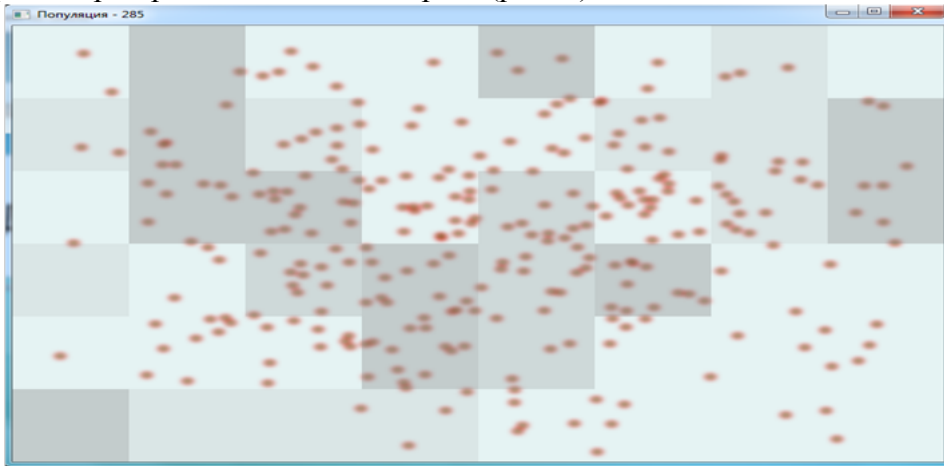


Рис. 1. Моделювання колонії бактерій у чашці Петрі

Поле є замкнутим. Їжа, якою харчується бактерія, вибирається з найближчої клітинки поля. Бактерії отримують енергію з живильного середовища та розмножуються. Накопичена їжа витрачається кожен ітерацію, будь-яка дія (рух, повороти) теж використовує внутрішні ресурси. Бактерії розмножуються безстатевим, простим поділом, після того як досягли певного віку. Крім цього, у бактерії є пункти життя, що зменшуються під час голоду. Вмираюча бактерія залишає після себе певний запас їжі (створюючи «вакантне» місце) (рис. 2).

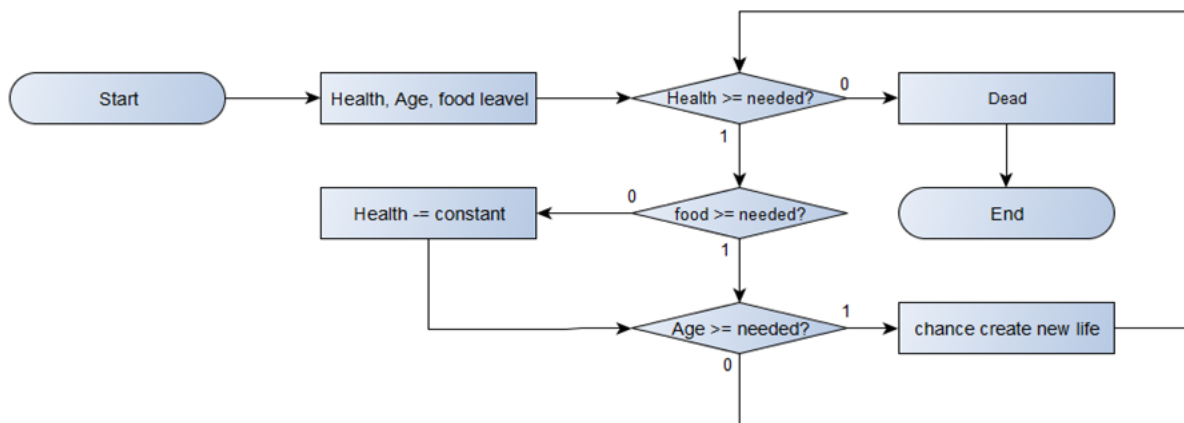


Рис. 2. Алгоритм життєвого циклу бактерії

«Світ бактерій» є динамічним і важко передбачуваним. Наприклад, навіть перебуваючи в клітинці з «ідеальними» умовами, бактерія зменшує ресурси, тому з часом вона може попрямувати в більш комфортну для неї клітинку, оскільки стан середовища змінився.

Анімація моделі «світу бактерій» здійснюється завдяки позначенню рівня харчів у кожній клітині певним кольором. У результаті моделювання видно, що бактерії збираються в групи, у найбільш комфортних для них клітинках. Модель дозволяє простежити поведінку кожної конкретної бактерії, визначити її параметри, координати. Експерименти показують, як зміна локальних параметрів впливає на глобальну поведінку і життєздатність усієї системи.

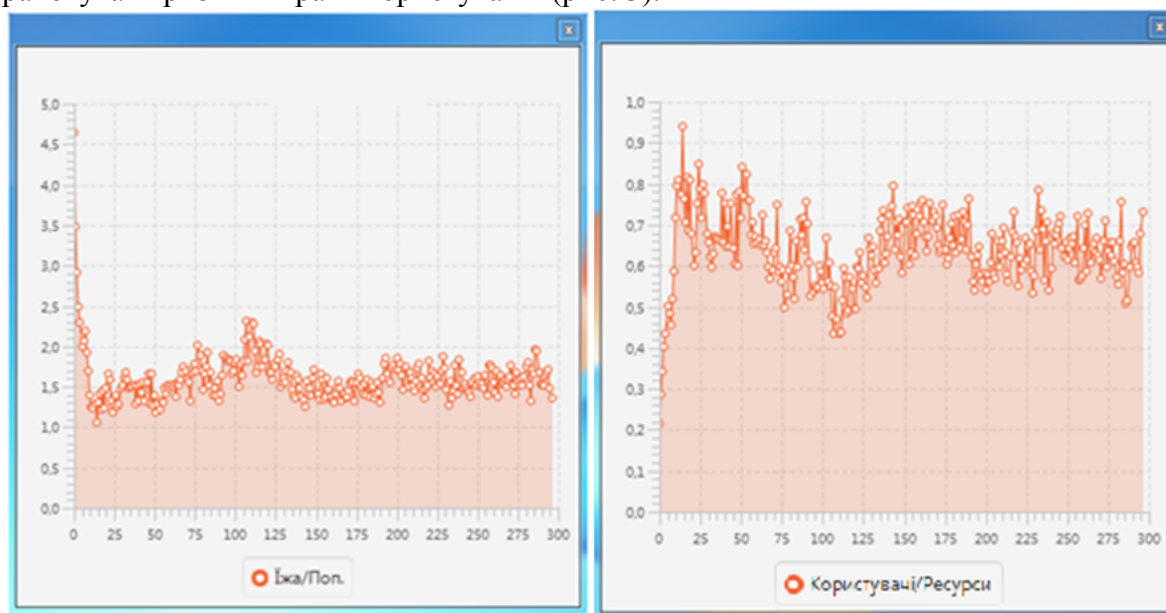
Розроблений додаток дозволяє досліджувати параметри користувачів та середовища, за яких система не втратить життєздатність (табл.).

Таблиця

*Основні характеристики моделі*

Змінні параметри	Характеристика бактерії	Характеристика користувача
Пункти життя	Рівень здоров'я	Рівень обслуговування
Вік	Час життя	Час використання сервісів
Накопичена їжа	Кількість життєвих сил	Кількість потрібних ресурсів
Координати	Місце знаходження	Місце підключення

Модель враховує, що користувач, який не отримує необхідної кількості ресурсів (харчів), буде невдоволений рівнем обслуговування, при тому, що чим більша нестача, тим швидше накопичується невдоволення (зменшуються пункти життя), а отже, користувач швидше відмовиться від обслуговування. І навпаки, користувач, який отримує достатню кількість ресурсу, пробуде в системі максимально довго і з більшою імовірністю буде використовувати додаткові сервіси (бактерія розмножиться). Тобто можливо враховувати ризики втрати користувачів (рис. 3).



*Рис. 3. Графіки залежності між ресурсами системи*

За допомогою цієї моделі можна аналізувати збільшення кількості користувачів та, відповідно до результатів аналізу, коригувати плани нарощування потужностей комп'ютерної системи.

**Висновки і пропозиції.** У роботі запропоновано використання алгоритму поведінки бактерій для імітації навантаження на розподілену комп'ютерну систему при різних кількостях і параметрах користувачів.

Показано, що використання запропонованого алгоритму для моделювання навантаження на клієнт-серверну мережу дозволяє аналізувати доцільність збільшення/зменшення кількості ресурсів в умовах зміни кількості користувачів.

Реалізована модель є перспективною для подальших модифікацій. Одним із можливих нововведень є створення бактерій декількох типів. Кожен тип буде відповідати певній категорії користувачів, які можуть відрізнятися величиною необхідного ресурсу або ж орієнтовним часом перебування у системі. Можливе створення спеціального типу бактерій, які будуть вести націлену підривну діяльність. Такі зміни відкривають шляхи для більш гнучкого та глибокого аналізу модельованої системи.

**Список використаних джерел**

1. Борщев А. В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика / А. В. Борщев // ExponentaPro. – 2004. – № 3–4. – С. 38–47.
2. Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы / С. Д. Штовба // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. – № 4. – С. 70–75.
3. Lustick I. PS-I: A user-friendly agent-based modeling platform for testing theories of political identity and political stability // J. Artificial Societies and Social Simulations. – 2002. – Iss. 5, № 3.
4. Ситник В. Ф. Імітаційне моделювання : навч. посіб. / В. Ф. Ситник, Н. С. Орленко. – К. : КНЕУ, 1998. – С. 25–34.
5. Michael Wooldridge, An Introduction to Multi-Agent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002, paperback, 366 p.
6. Liviu Panait, Sean Luke: Cooperative Multi-Agent Learning: The State of the Art. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. – 2005. – 11(3). – P. 387–434.

УДК 621.396.2.019.4:621.391.254

**С.В. Зайцев**, канд. техн. наук

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

**ПАРАМЕТРИЧНА АДАПТАЦІЯ ТУРБОКОДІВ В УМОВАХ АПРІОРНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

**С.В. Зайцев**, канд. техн. наук

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ТУРБОКОДОВ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

**Serhii Zaitsev**, PhD in Technical Sciences

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine

**PARAMETRICAL ADAPTATION OF TURBOCODES UNDER A PRIORI UNCERTAINTY**

*Запропоновано метод параметричної адаптації турбокодів за умов впливу навмисних завад, які призводять до виникнення невизначеності у процесі декодування турбокодів. Сутність методу полягає в адаптивному виборі параметрів турбокоду з використанням апріорної та апостеріорної інформації декодера турбокоду за рахунок мінімізації середнього ризику. Запропоновані результати можна використати для підвищення достовірності систем передачі інформації, які функціонують в умовах впливу потужних навмисних завад.*

**Ключові слова:** турбокоди, адаптація, алгоритми декодування.

*Предложен метод параметрической адаптации турбокодов в условиях воздействия преднамеренных помех, которые приводят к возникновению неопределенности в процессе декодирования турбокодов. Сущность метода заключается в адаптивном выборе параметров турбокода с использованием априорной и апостериорной информации декодера турбокода за счет минимизации среднего риска. Предложенные результаты можно использовать для повышения достоверности систем передачи информации, которые функционируют в условиях воздействия мощных преднамеренных помех.*

**Ключевые слова:** турбокоды, адаптация, алгоритмы декодирования.

*A method of parametric adaptations turbocodes under the effect of jamming, that give rise to uncertainties in the decoding process of turbocodes. The essence of the method lies in the choice of parameters adaptive turbocode using a priori and a posteriori information decoder turbocode by minimizing the average risk. The proposed results can be used to improve the reliability of data transmission systems, which operate under the action of powerful jamming.*

**Key words:** turbocodes, adaptation, decoding algorithms.

**Постановка проблеми.** Основним режимом роботи безпроводових систем передачі інформації спеціального призначення є режим роботи в умовах впливу потужних навмисних завад, які здатні значно знижувати характеристики достовірності передачі інформації. Основними видами завад, які найбільш часто реалізуються в системах постановки навмисних завад, є: шумова загороджувальна перешкода, шумова завада в частині смуги і завада у відповідь, моделі яких представляють обмежений по смузі частот адитивний білий гауссівський шум (АБГШ) [1]. Як метод захисту від навмисних