

13. *Міхалева Марина, Столярчук Петро.* Проблеми нормування якості водних середовищ, стічних вод, апаратне і метрологічне забезпечення системи гідро моніторингу // Вимірювальна техніка та метрологія, №68, 2008. – С. 199 – 203.
14. *Байцар Роман, Ванько Володимир, Ванько Марія.* Матричний метод оцінки питної води на основі чинної нормативно-технічної документації // Вимірювальна техніка і метрологія, №70, 2009. – С. 191 – 195.
15. *Гончарук В.В.* Новая концепция обеспечения населения качественной питьевой водой // Химия и технология воды. – 2008. – 30, №3. –С. 239 – 252.
16. *Гончарук В.В., Гордиенко А.С., Глоба Л.И., Гвоздяк П.И.* Биотехнология в подготовке питьевой воды // Химия и технология воды. – 2003. – 25, №4. – С. 363 – 374.
17. *Сікора Л.С.* Лазерні інформаційно-вимірювальні системи для управління технологічними процесами. – Львів: Каменяр, 1998. – 445 с.
18. *Гульовата Х., Пелешко Д., Цмоць І.* Методи та засоби опрацювання інформаційно-структурних образів води // Комп'ютерні науки та інформаційні технології, № 638, 2009. – С. 218 –223.
19. *Погребенник В.Д.* Гідрохімічні дослідження Шацьких озер. – Львів: Вид-во НУ “ЛП”, 2007. – 63 с.
20. *Юзевич Володимир, Сопрунюк Петро, Підгірняк Ярослав.* Елементи методології вимірювання гідрохімічних характеристик водних екосистем // Вимірювальна техніка і метрологія, №69, 2008. – С. 66 – 70.

Поступила 6.09.2010р.

УДК 656.7.078:629.73(045)

О.В.Самков, д.т.н., Національний авіаційний університет (НАУ), м. Київ
Ю.А.Захарченко, Національний авіаційний університет (НАУ), м. Київ
В.І.Литвиненко, к.т.н., Херсонський національний технічний університет (ХНТУ), м. Херсон

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

The article discussed the issues and features of project management modernization of aviation technics in conditions of uncertainty. A methodical approach to solve this problem based on artificial immune systems and Bayesian networks.

У сучасних умовах модернізація авіаційної техніки (АТ) є пріоритетним направленням для більшості країн світу, у зв'язку з тим, що витрати на неї, зазвичай, не перевищують 10-20% від вартості нової АТ. Її актуальність, у першу чергу, пов'язана з різким зростанням ринкової вартості нової АТ, світовою економічною кризою й безперервним процесом старіння

авіаційного парку.

Під модернізацією АТ розуміється відновлення морально й фізично застарілих зразків АТ на основі заміни конструкції, елементної бази, матеріалів і технологій виготовлення з метою поліпшення їх характеристик і підвищення ефективності застосування.

Значна частина світового парку пасажирських і транспортних літальних апаратів (ЛА) для задоволення все зростаючим вимогам ІСАО постійно проходять модернізацію. Так, наприклад, один з найбільших у світі транспортних літаків відомого у світі конструкторського бюро ім. О.К. Антонова – АН-124 після модернізації значно розширив свої функціональні можливості, виконав вимоги ІСАО по допустимому рівню шуму на місцевості, точності літаководіння, рівню безпеки польотів та ін. У модернізованому варіанті АН-124-100М-150 його злітна маса підвищилася до 402 т, а вантажопідйомність – до 150 т, при цьому значно покращилися тактико-технічні характеристики, у тому числі й надійнісні.

Модернізація АТ передбачає рішення комплексу завдань, пов'язаних з обґрунтуванням її необхідності, визначенням оптимальних варіантів модернізації АТ і формуванням оптимальних планів її проведення.

Рішення даного комплексу завдань модернізації вимагає розробки основних методів рішення й створення комплексного методичного забезпечення, від рівня якого залежить обґрунтованість прийнятих рішень на модернізацію, а також рівня приросту ефективності й витрат на її реалізацію. До складу такого забезпечення крім методів повинні входити методики, алгоритми й критерії.

Розробці методів рішення модернізації АТ присвячений ряд досліджень, у результаті яких отримані наукові й практичні результати [1,2,3]. Однак, їхнім основним недоліком, є, у першу чергу, недостатній облік ризиків від нестачі ресурсів для забезпечення проведення модернізації АТ.

У результаті багатьох проектів і програми проведення модернізації АТ були не виконані у зв'язку з нестачею різних видів ресурсів (у першу чергу, фінансових) і, як наслідок, тривалими затримками робіт від їх ненадходження.

Крім того, ряд розроблених методів рішення завдань модернізації АТ орієнтовані тільки на модернізацію самого ЛА, тобто повітряної складової всього авіаційного комплексу (АК) і не враховують його наземну складову. Очевидно, що приріст ефективності функціонування модернізованого АК у цілому може бути значно знижений (або зведений до мінімуму) навіть при наявності однієї застарілої складової комплексу.

Під АК будемо розуміти функціонально взаємозалежну сукупність його повітряної складової – літального апарата й наземної складової: засобів зв'язку й керування, засобів наземного забезпечення й аеродромно-технічного обслуговування, що забезпечують ефективне виконання польотних завдань ЛА (рис.1.).

Якщо для рішення завдань модернізації АК, пов'язаних з

обґрунтуванням її необхідності й визначенням оптимальних варіантів модернізації АК, методичне забезпечення в основному розроблене, то завдання формування оптимальних планів проведення модернізації АК в умовах ризиків (невизначеності забезпечення ресурсами) вимагає свого рішення. Два класи завдань модернізації АТ при різних умовах забезпечення ресурсами представлені на рис.2.



Рис.1. Склад авіаційного комплексу

Відзначене завдання (його ще називають – завданням розподілу ресурсів при модернізації АК, керування проектами модернізації й ін.) на практиці вирішується в різних умовах матеріального й фінансового забезпечення. При цьому можливі випадки достатнього й недостатнього забезпечення ресурсами, а також надходження цих ресурсів в умовах невизначеності.

При цьому існує взаємозв'язок між завданнями визначення оптимальних варіантів модернізації АК і керування проектами модернізації. Важливими результатами рішення таких завдань для різних умов реалізації на етапі планування є визначення оптимальних варіантів модернізації АК, необхідних тимчасових термінів, обсягів фінансування, виробничих ресурсів, а також основних показників проекту модернізації парку АК.

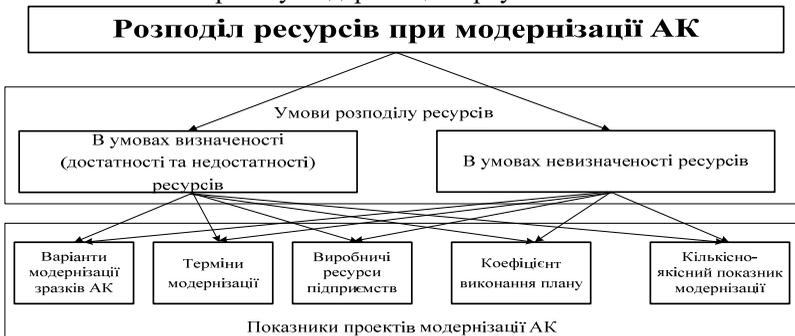


Рис. 2. Два класи завдань розподілу ресурсів при модернізації АТ і їх показники

В умовах прийняття рішень на реалізацію проектів модернізації парку АК (з обліку виділених обсягів фінансування, заданої чисельності АК, які

модернізуються) завдання реалізуєміості проектів модернізації має пріоритет над завданням синтезу й може вносити в її рішення певні корективи (обмеження). Наприклад, за недостатності фінансових ресурсів на реалізацію проекту модернізації АК можливе скорочення кількості модернізуєміх АК, а також вибір варіантів їх модернізації зі скороченим (спрощеним) складом устаткування та ін.

Задача управління проектами модернізації й формування оптимальних (раціональних) планів її проведення є однією з важливих задач модернізації АТ. Від результатів її розв'язання залежать показники ефективності проекту й витрати на її проведення [2]. Рішення даного завдання представляє певну складність, пов'язану з наявністю факторів невизначеності при забезпеченні виконання проекту модернізації АК для різних обсягів і термінів поставки ресурсів (наприклад, фінансових).

Результатом рішення даного завдання є оптимальний (раціональний) розподіл ресурсів між роботами й виконавцями при плануванні й управлінні проектами модернізації АТ. Такий план в умовах невизначеності дозволить вчасно й у повному обсязі забезпечити потреби проекту й задовольняти вимогам критерію «*ефективність – вартість*».

Для рішення завдання такого типу розроблений метод і моделі рішення завдання управління проектами модернізації АК на основі імунних алгоритмів [2,3]. Застосування даного методу дозволило знизити помилки при плануванні модернізації АТ і підвищити обґрунтованість практичних рекомендацій в умовах невизначеності забезпечення ресурсами.

У зв'язку з наявністю невизначеностей у завданні управління проектами модернізації АК розглянута стохастична постановка наукового завдання досліджень. Вона полягає у знаходженні для певного типу АК такого *i*-го оптимального варіанта модернізації, який забезпечує максимум математичного очікування цільової функції підвищення коефіцієнта потенційних можливостей парку АК після модернізації [2] при наявності невизначеності в обсягах і строках фінансування з урахуванням обмежень на задані строки й бюджет модернізації.

З урахуванням того, що завдання складання розкладу й оптимізації при управлінні проектами є *N*-р складною задачею дискретної оптимізації, для її розв'язання запропонований евристичний метод на базі клонального імунного алгоритму [4,5].

Для побудови клонального імунного алгоритму визначені: вид подання рішення завдання у вигляді антитіл (індивідуумів), функція афінності й процедура репродукції, яка включає оператори відбору, клонування й мутації антитіл [5,6].

Одним з найбільш зручних подань рішення розглянутого завдання є тривимірна матриця, осями якої відповідно є: типи АК, розподілені щодо виробничих потужностей для виконання модернізації; варіанти модернізації кожного типу АК; роботи з виконання процесу модернізації.

Для реалізації алгоритму клонального відбору при розробці плану

модернізації весь перелік робіт з модернізації АК і їх ресурсні обмеження формалізовані у вигляді антитіл. Такий вид формалізації являє собою послідовність плану робіт із вказівкою виконання або невиконання певних робіт на даному етапі проведення модернізації. Загальний вид клонального імунного алгоритму формування розкладів робіт з модернізації АТ наведений на рис.3.

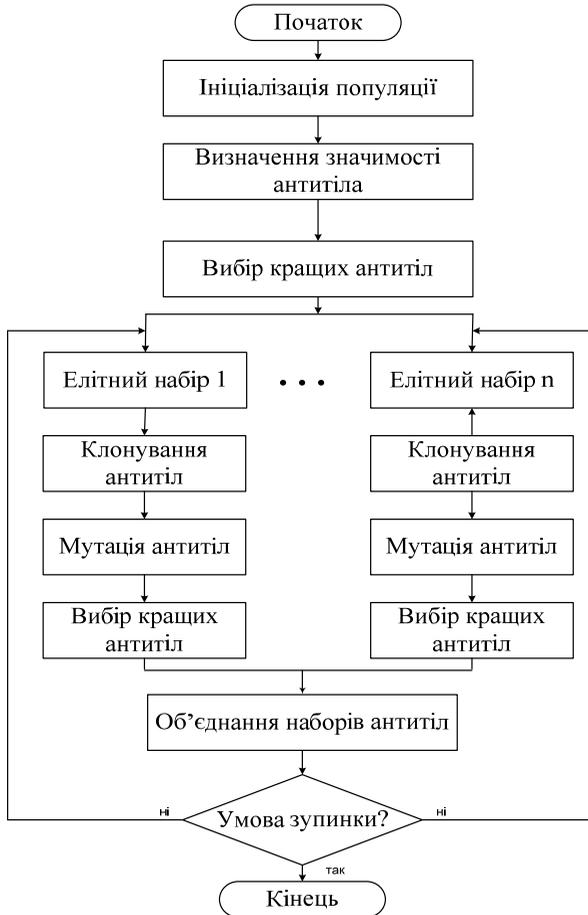


Рис.3. Загальний вид клонального імунного алгоритму для формування розкладів при виконанні робіт з модернізації АТ

На основі оцінки переліків робіт методом неповного перебору формується результуючий календарний план проекту. Важливою умовою такої формалізації є виконання вимоги по забезпеченню унікальності всіх генів антитіла, тобто включення їх у розклад кожної роботи або ресурсу тільки один раз при виконанні всіх робіт проекту модернізації АК.

Однак, застосування даного алгоритму не враховує фактори ризику, неточності вихідних даних і ін., що дозволяє лише частково вирішувати проблеми невизначеності при керуванні проектами модернізації АТ. У зв'язку із чим, для рішення поставленого завдання запропоновано додатково застосувати апарат на основі байєсових мереж довіри (БМД) [8], а також – розробити гібридний підхід, заснований на об'єднанні байєсових мереж і штучних імунних систем, у якому останні відіграють роль ефективного обчислювального засобу для рішення переборних завдань.

БМД є одним з найбільш широко розповсюджених методів подання знань із невизначеністю [8]. У загальному виді БМД це спрямований граф, що не містить спрямованих циклів, який складається з вузлів і дуг. Вузли являють собою випадкові змінні, які можуть бути дискретними або безперервними. Дуги являють собою причинно-наслідкові зв'язки між змінними, завдяки чому БМД ще іноді називають причинно-наслідковими мережами. Основне призначення БМД – одержання інформації про недоступні для спостереження змінні за допомогою інформації, що приходить у спостережувані змінні й зв'язків між ними.

Імовірнісні розподіли для всіх змінних мережі при керуванні проектами модернізації АТ можна визначити на основі застосування теореми Байєса й двох правил обчислення ймовірностей. Основними перевагами використання БМД у порівнянні зі звичайними математичними моделями є: інтуїтивно зрозуміле й обґрунтоване подання взаємозв'язків аргументів; можливість існування змінної, як у вигляді аргументу, так і у вигляді шуканого об'єкта в рамках однієї структури; можливість поширення інформації в обох напрямках байєсової мережі [8].

Застосування апарата на основі БМД дозволило розробити модель модернізації парку АК з урахуванням невизначеностей, у якій на вхід подаються дані про ресурси модернізації й проводиться оцінка потреб у цих ресурсах.

На наступному етапі на основі імунних алгоритмів вирішується завдання оптимального розподілу ресурсів для виконання модернізації АК, формується набір календарних планів і із цього набору вибирається кращий. Алгоритм формування планів модернізації АК в умовах невизначеності на основі гібридного підходу представлений на рис.4.

Таким чином, на основі формалізації й рішення завдання дослідження, розроблені: концептуальний підхід до рішення завдань модернізації АТ і структурно-функціональна модель рішення завдання управління проектами модернізації АТ на основі алгоритмів штучних імунних мереж і байєсових мереж довіри (рис.4). Застосування запропонованої моделі дозволяє одержати календарний план виконання модернізації парку АК з урахуванням усіх зазначених умов і обмежень.

На рис. 5 залежно від кроку ітерації модифікованого імунного алгоритму (вісь X) і часу, за який досягається оптимальне рішення для завдання планування (вісь Y), наведена швидкість збіжності алгоритму залежно від розміру початкової популяції. З аналізу графіків випливає, що найшвидша збіжність виходить при розмірі популяції більше, ніж 100 особин (варіантів плану). Знаходження найбільш оптимального варіанта розкладу за часом також відповідає початковим популяціям, які включають 100 і більше антитіл.

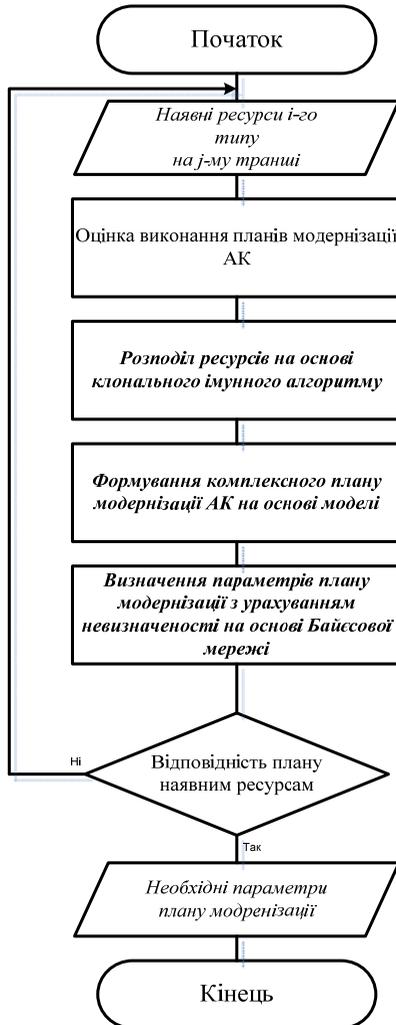


Рис. 4. Алгоритм гібридного підходу для формування планів модернізації АК в умовах невизначеності

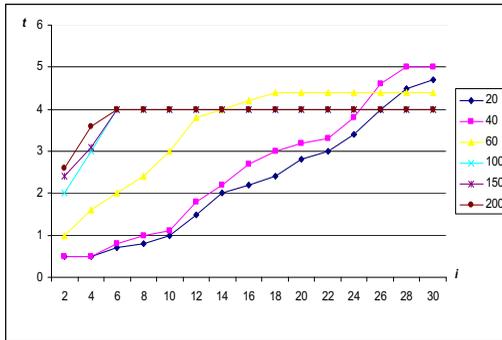


Рис. 5. Швидкість збіжності алгоритму залежно від розміру початкової популяції

Для порівняльної оцінки різних алгоритмів при рішенні завдання планування модернізації АК проведена їхня оцінка на швидкість збіжності. Порівнювалися три алгоритми: простий імунний алгоритм клонального відбору, генетичний алгоритм і модифікований імунний алгоритм для рішення завдання календарного планування процесу модернізації АК.

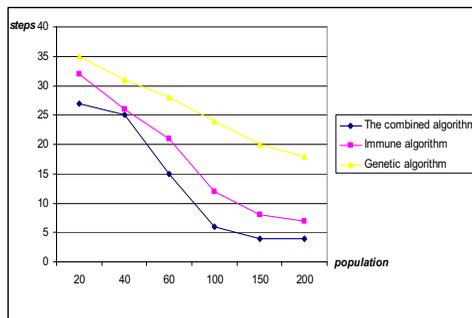


Рис. 6. Швидкість збіжності різних алгоритмів

З аналізу отриманих результатів (рис. 6) випливає, що найбільш високу швидкість збіжності показують імунний алгоритм і модифікований імунний алгоритм.

Таким чином, у результаті проведених досліджень розроблена концептуальна модель побудови планів модернізації АК і запропоновані методи рішення завдання на основі гібридного підходу комбінованого використання алгоритмів штучних імунних систем і байсових мереж довіри. Їхнє застосування дозволяє розв'язати завдання керування проектами модернізації в умовах невизначеності вступу ресурсів.

Застосування даного методичного підходу на практиці дає можливість забезпечити необхідний рівень вірогідності результатів планування при обґрунтуванні планів модернізації в умовах невизначеності надходження ресурсів і мінімізувати необґрунтовані витрати ресурсів.

1. Самков О.В. Методичні складові щодо вирішення задач модернізації парку авіаційної техніки в сучасних умовах//Вісник НАУ.– 2008.– №1.– С.22–25.
2. Самков О.В., Литвиненко В.І., Ломавацький І.С., Захарченко Ю. А. Оптимізація розподілу фінансів між проектами на основі клонального імунного алгоритму// Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали наук.-практичної конференції. – Євпаторія: ХНТУ.– 2008. – Т. 3. – С.182–189.
3. Ю.А. Захарченко, С.Ю. Качур, О.В. Корнієнко та ін. Методика вирішення завдань управління проектами модернізації авіаційної техніки// Вестник Херсонського національного технічного університету, №1(34), 2009. С. 42–46.
4. Mori K., Tsukiyama M., Fukuda T. Immune algorithm and its application to factory load dispatching planning// 1993 JAPAN – USA Symp. On flexible Automation, 1994. P. 1343–1346.
5. Doyen A., Engin O., Ozkan C., “A New Artificial Immune System Approach to Solve Permutation Flow Shop Scheduling Problems”, Turkish Symposium on Artificial Immune Systems and Neural Networks TAINN’03, 2003.
6. de Castro Leonardo N and Timmis Jonathan. Artificial Immune Systems: A new computational intelligence approach. – Great Britain, 2002. – 357 p.
7. Hart E. and Ross P.. An immune system approach to scheduling in changing environments. In GECCO-99: Proceedings of the Genetic and Evol. Comp. Conference. Morgan Kaufmann.
8. Heckerman D. A tutorial on learning with Bayesian Networks. _ Microsoft Tech. Rep. _ MSR_TR_95_6, 1995.

Поступила 13.09.2010р.

УДК 621.3

М.Мельник, М.Лобур

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ШУМОЗАХИСНИХ БАР’ЄРІВ

Розроблено метод підвищення точності розрахунку ефективності шумозахисних бар’єрів. Даний метод реалізований у системі автоматизованого проектування шумозахисних бар’єрів, яка дозволяє автоматизувати процес оцінки шумового забруднення та визначати геометричні розміри шумозахисних бар’єрів для забезпечення утримання рівня шуму в допустимих межах.

The method to improve the accuracy of noise barrier efficiency calculation was developed. This method is implemented in noise barrier CAD system that automates the process of assessing noise pollution and determines the geometrical dimensions of noise barriers for keeping noise levels within acceptable limits.