

В. Л. Потеха¹
 О. В. Кузнєцова¹
 О. В. Потеха¹
 В. П. Мельник²
 П. М. Турчик³

ЕВОЛЮЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ

¹Гродненський державний аграрний університет (Гродно, Республіка Білорусь);

²Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України;

³Вінницький національний технічний університет

Подано результати еволюційного моделювання системи автоматичного пожежогасіння для автотранспортної техніки. Наведено технічну інтерпретацію основних генетичних термінів, які використовуються у роботі: хромосома, підсистема, ген, матриця у двійковому кодї, кросингвер і мутація. Дослідження дозволило виявити підсистеми, удосконалення яких шляхом використання блокових і елементних інновацій може забезпечити підвищення технічного рівня системи автоматичного пожежогасіння. Залежність зміни значень функції пристосованості по поколіннях хромосом може бути використана для оцінки швидкості еволюції системи автоматичного пожежогасіння.

Ключові слова: еволюційне моделювання, генетичні алгоритми, функція пристосованості, автоматична система пожежогасіння, автотранспортна техніка.

Постановка проблеми

Проблема пожежної безпеки на автомобільному транспорті сьогодні є актуальною для всіх без винятку країн світу [1]. Відповідно до звіту NPFA (Національної асоціації протипожежного захисту), навіть у такій розвинутій в економічному відношенні країні як США в 2013 році зафіксовано 1240000 пожеж, з яких 188000 відбулися за участю автотранспортної техніки. Ці пожежі призвели до загибелі 320 людей, 1050 осіб одержали ушкодження різного ступеня важкості. У США пожежа за участю автотранспортної техніки виникає кожні 167 секунд, а пряий щорічний збиток від пожеж протягом 1980—2013 рр. перевищив 1 млрд дол. США [2].

Використання автоматичних установок пожежогасіння (пожежні роботи) є одним з найефективніших і перспективніших напрямків забезпечення безпеки автотранспортної техніки. Багато в чому це пояснюється тим, що через низку причин (дорожніх умов, важкості ДТП, специфіки перевезених вантажів тощо) водій, а також особи, що його супроводжують або перебувають у транспортному засобі, не можуть взяти участь у ліквідації загорянь або така участь є малоефективною. Крім того, потенційні вогнища загорянь дуже часто перебувають у важкодоступних місцях, і це також істотно ускладнює ліквідацію пожеж [3].

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Автоматичні системи пожежогасіння є унікальною інноваційною технологією, інтенсивний розвиток якої за часом часто пов'язують із однією з головних трагічних подій 20-го століття — Чорнобильською катастрофою. При цьому роботизована система пожежогасіння повинна забезпечувати в автоматичному (без участі людини) режимі виявлення й ліквідацію осередку загоряння [4].

До теперішнього часу накопичено певний досвід створення й практичного використання автоматичних пристроїв пожежогасіння, у тому числі і на об'єктах автотранспортного комплексу [5—10].

Запропоновано методологічні підстави генотехніки, що забезпечують можливість використання еволюційного моделювання для визначення перспективних напрямків удосконалення пожежних робіт [11—14].

На сьогодні науково-дослідні роботи із забезпечення пожежної безпеки на автомобільному транспорті, в основному, орієнтовані на стаціонарні пристрої пожежогасіння, які розташовують на об'єктах автотранспортного комплексу [6, 8, 9]. Дослідження автоматичних засобів пожежогасіння, які встановлюють безпосередньо на автотранспортних засобах, практично перебувають на своїй початковій стадії.

У роботі використовуються терміни з сучасної генетики, частково вже адаптовані у відношенні до технічних систем [11, 13]. Разом з тим, дотепер не зроблена технічна інтерпретація основних генетичних термінів. Це не дозволяє дослідникам коректно планувати й проводити дослідження, інтерпретувати отримані результати, і, природно, стримує прогрес у розвитку сучасних систем автоматичного пожежогасіння (САП).

В статті проведено вдосконалення методичного забезпечення й досліджено еволюцію системи автоматичного пожежогасіння для автотранспортних засобів і її підсистем.

Мета дослідження — запропонувати технічну інтерпретацію основних генетичних термінів, дослідити вплив виду мутацій на величину значень функції пристосованості та, з урахуванням отриманих результатів, дослідити еволюцію конкретної САП та її підсистем.

Методика досліджень

Основні етапи методології еволюційного моделювання, використані в цьому дослідженні, викладені в роботах [11, 13, 15].

За об'єкт дослідження вибрано удосконалений пристрій для автоматичного пожежогасіння в транспортному засобі.

Досліджуваний пристрій містить шість основних підсистем, призначених для ліквідації вогнища загоряння в транспортному засобі: 1 — підсистема охолодження; 2 — повітряні ємності під тиском; 3 — виконавчий пристрій (включаючи комунікації); 4 — система кондиціонування; 5 — піропатрон подушок безпеки; 6 — бортовий комп'ютер.

При цьому максимально для цілей автоматичного пожежогасіння використовуються матеріали й підсистеми, що є складовою частиною конструкції сучасної автотранспортної техніки.

Як функцію пристосованості використано аналітичний вираз для S-подібної функції, що найбільш адекватно описує еволюцію технічних систем [13, 15].

Задаємо умову для виконання завдання — завершити зупинку роботи алгоритму після десяти ітераційних циклів розрахунку функції пристосованості. Таким чином, проводяться розрахунки над батьківськими хромосомами та десятьма наступними поколіннями нащадків.

Припускаємо, що в парах батьків реалізується односточковий кросинговер. Мутацію здійснюємо на популяції нащадків, яка отримана в результаті схрещування. Якщо під час вибору точок схрещування та позиції мутації генів вони виходять за встановлені для ділянок хромосом робочі області, то вони не враховуються — не приводять до зміни хромосом.

Матриця у двійковому коді містить десять рядків-хромосом. Це забезпечує багаторазову повторюваність розрахованих значень функції пристосованості та фенотипів підсистем і, отже, вірогідність отриманих результатів.

Ранжування підсистем (порядок їхнього подання в матриці у двійковому коді) здійснюємо на підставі даних, отриманих у результаті експертного опитування. В опитуванні брали участь 8 респондентів (кваліфіковані викладачі НЗ «Гродненський державний аграрний університет» і НЗ «Гродненський державний університет ім. Я. Купали», а також співробітники Установи «Гродненське обласне управління МНС Республіки Білорусь»).

На підставі експертного опитування з використанням двійкового коду задамо підсистемам значення (фенотипи), що характеризують ступінь їхньої складності (досконалості):

- система охолодження — від 0 до 3 (система 1);
- повітряні ємності під тиском — до 7 (система 2);
- виконавчий пристрій (включаючи комунікації) — до 15 (система 3);
- система кондиціонування — до 31 (система 4);
- піропатрон подушок безпеки — до 63 (система 5);
- бортовий комп'ютер — до 127 (система 6).

Основна частина

Одним з найважливіших питань становлення генотехніки як науки є коректність використовуваної термінології. Технічна інтерпретація основних термінів повинна забезпечити не тільки сутнісне розуміння механізму моделювання еволюції техніко-технологічних систем, але й однаковий підхід до методології, а також пояснення результатів досліджень, що були проведені у різних науково-дослідних організаціях.

З урахуванням накопиченого досвіду еволюційного моделювання технічних систем пропонується така технічна інтерпретація основних термінів генетичних алгоритмів, що використані у даній роботі.

Генотехніка — наука про еволюцію техніко-технологічних систем.

У генотехніці під еволюцією розуміють процес, що може привести як до розвитку, так і до деградації досліджуваних об'єктів.

Хромосома — досліджувана технічна система, яка складається з деякого набору підсистем (елементів), що забезпечують виконання всіх покладених на неї функцій.

Підсистема — частина досліджуваної технічної системи, яку представляють у вигляді набору значень у двійковому коді та характеризують кількістю елементів (генів), їхнім розташуванням і чисельним значенням (фенотипом).

Ген — одинична частина системи (хромосоми), що є елементом досліджуваної підсистеми та характеризується чисельним значенням і місцем розташування (локусом).

Матриця у двійковому коді — матричне представлення статистичної вибірки систем (хромосом) та їх складових елементів (підсистем), що призначене для обчислення значень фенотипів підсистем і функції пристосованості досліджуваної системи.

Кросинговер (схрещування) — процедура статистично обумовленого взаємного обміну частинами двох систем (хромосом) для формування систем нового покоління, що виражається у використанні для їхнього вдосконалення інновацій на наделементному рівні.

Мутація — процедура статистично обумовленої та цілеспрямованої зміни підсистем у досліджуваних системах (хромосомах), обумовлена використанням для їхнього вдосконалення інновацій на рівні одиничних елементів.

Слід зазначити, що дотепер роль мутацій в інноваційному вдосконаленні конструкційно-технологічних систем, включаючи САП для автотранспортних засобів, практично не досліджена.

Одним із завдань дослідження було встановлення впливу виду мутацій на інноваційне вдосконалення САП для автотранспортної техніки. Для шести підсистем САП, які визначені на стадії розробки методики експерименту, оцінювали вплив на значення функції пристосованості мутацій, що мають значення 0,5; 1,0; 2,0 і 4,0. Ці числові значення фактично характеризують ступінь удосконалення підсистем шляхом використання інноваційних елементів у їхніх конструкціях. Використання мутації зі значенням 0,5 припускає, що у двох хромосомах матриці у двійковому коді змінюється один ген (елемент).

При цьому з використанням генератора випадкових чисел з двох хромосом вибирається хромосома, що підлягає модифікації. Значення мутації 1,0 свідчить про те, що в кожній хромосомі модифікується один ген, 2,0 — два гени й т. д.

На рис. 1 показані у відносних одиницях значення функції пристосованості для вихідних (батьківських) хромосом, а також 10 наступних поколінь нащадків. При цьому для всіх використаних мутацій значення функції пристосованості всіх батьківських хромосом береться за 1,0. Такий підхід дозволяє об'єктивніше оцінити зміну значень функції пристосованості і їхню еволюційну динаміку. Крім того, вважається можливим здійснити порівняння еволюції систем з різними значеннями мутацій — інноваційних удосконалень на рівні одиничних елементів.

Найбільші значення функції пристосованості (рис. 1) спостерігаються у разі використання мутацій зі значенням, рівним 1,0. Як випливає з даних, значення функції пристосованості для 6...10 поколінь нащадків більш ніж на 70 % перевищують аналогічні значення, отримані для вихідних (батьківських) хромосом. У цьому випадку отримані значення функції пристосованості можуть бути досить добре описані залежністю, близькою до S-подібної функції. Для інших значень мутацій спостерігається значний розкид значень функції пристосованості без будь-яких явно виражених закономірностей.

Отримані результати свідчать про наявність для дослідженої системи деякого оптимального значення мутації, що забезпечує найефективніше вдосконалення САП.

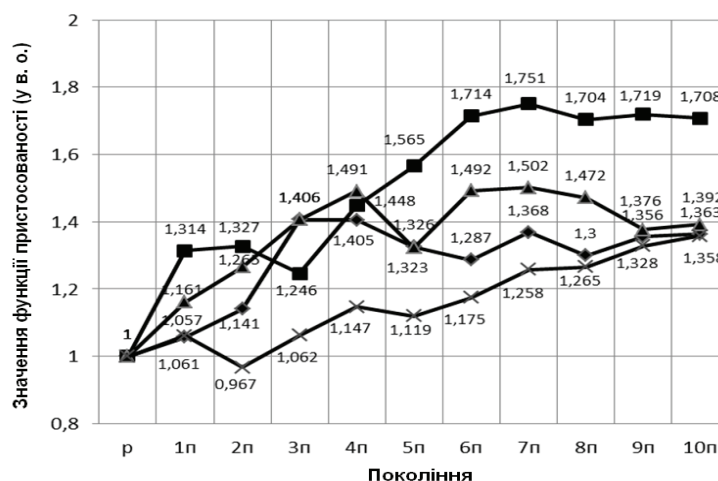


Рис. 1. Еволюційна динаміка зміни значень функції пристосованості (у в. о.) для шести підсистем САП і значень мутації 0,5 (◆), 1,0 (■), 2,0 (▲) і 4,0 (×)

При цьому використання інновацій у вигляді окремих елементів для поліпшення техніко-економічних характеристик САП має залежати також від параметрів системи, що модифікується. Такими параметрами можуть бути кількість підсистем у системі, що удосконалюється, а в самому загальному випадку — кількість елементів, що входять до її складу.

Для перевірки цієї гіпотези проведено еволюційне моделювання САП, що включає три підсистеми (2, 4 та 6-та із числа визначених на стадії розробки методики), кожна з яких містила по сім елементів. При цьому загальна кількість елементів системи зменшилася у два рази. Розрахунки показали, що для САП, що складається з трьох підсистем, найбільші значення функції пристосованості були отримані при значенні мутації 0,5. При цьому абсолютні значення функції пристосованості для 7...10 покоління нащадків склали 146,7...142,2. Для порівняння відзначимо, що для САП, що складається із шести підсистем, при мутації, рівній 1,0, значення функції пристосованості становили 231,2...225,5.

Таким чином, дослідження дозволили встановити, що інноваційний розвиток підсистем на рівні одиничних елементів залежить від їхньої загальної кількості в досліджуваній системі, тобто від її розмірів. З інженерної точки зору цей факт є досить очевидним. Найцікавішим є те, що у використанні елементних інновацій має місце певна оптимальність, тобто деяке оптимальне з кількісної точки зору число інновацій, необхідне для ефективного вдосконалення системи. Перевищення або зниження числа оптимальних інновацій, що використовуються, призводить до зменшення ефективності інноваційного розвитку системи та, навіть, її еволюційної деградації.

Проведені дослідження дозволили встановити, що для САП, яка складається із шести підсистем, що містять по сім елементів, оптимальним є використання мутацій з числовим значенням, рівним 1.

Подальші дослідження з еволюційного моделювання САП проводили з використанням одноточкових генетичних операторів: кросинговеру та мутацій.

У таблиці 1 подані сформовані з використанням генератора випадкових чисел вихідні (батьківські) хромосоми, відповідні значення фенотипів та розраховані значення функції пристосованості.

Таблиця 1

Результати розрахунку функції пристосованості для батьківських хромосом

1 система	Ф1	2 система	Ф2	3 Система	Ф3	4 система	Ф4	5 система	Ф5	6 система	Ф6	К
0000011	3	0000101	5	0000111	7	0001011	11	0101100	44	1111001	121	176,7
0000010	2	0000100	4	0001100	12	0010010	18	0011011	27	0100010	34	139,3
0000001	1	0000110	6	0000001	1	0011010	26	0000001	1	0011101	29	100,4
0000011	3	0000101	5	0000101	5	0000100	4	0000001	1	0001111	15	11,3
0000010	2	0000001	1	0000001	1	0011110	30	0100101	37	0100001	33	194,5
0000000	0	0000111	7	0000100	4	0000010	2	0000000	0	1001000	72	91,1
0000010	2	0000010	2	0000101	5	0010011	19	0010100	20	0110101	53	134,3
0000010	2	0000001	1	0000000	0	0000100	4	0011011	27	1110101	117	140,0

Продовження табл. 1

1 система	Ф1	2 система	Ф2	3 Система	Ф3	4 система	Ф4	5 система	Ф5	6 система	Ф6	К
000001	1	0000111	7	0001111	15	0000101	5	0001010	10	1111000	120	105,0
0000010	2	0000101	5	0000000	0	0011101	29	0101101	45	1110111	119	227,8
Середні значення	1,8	—	4,3	—	5	—	14,8	—	21,2	—	71,3	132,0

Середнє значення функції пристосованості для хромосом, представлених у таблиці 1, становить 132,0.

За результатами розрахунків (1 генерація) з використанням методу рулетки при формуванні 1-го покоління нащадків використано: по три хромосоми № 10; по дві хромосоми № 5, 7 і 8; по одній хромосомі № 6 (таблиця 2). Хромосоми з порядковими номерами 1, 2, 3, 4 і 9 у формуванні наступного покоління нащадків не беруть участі.

Таблиця 2

Результати розрахунку кількості «перемог» хромосом

Характеристика	Хромосоми									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Функція пристосованості	176,7	139,3	100,4	11,3	194,5	91,1	134,3	140,0	105,0	227,8
2. Площа сектора на колі, %	13,38	10,55	7,60	0,86	14,73	6,90	10,17	10,60	7,95	17,25
3. Кількість «перемог» хромосом	0	0	0	0	2	1	2	2	0	3

Із застосуванням генетичних операторів (кросинговеру та мутації) до відібраного в результаті селекції хромосом формується 1-ше покоління нащадків від створених на попередньому кроці алгоритму батьківських хромосом (таблиця 3).

Таблиця 3

Результати розрахунку функції пристосованості для хромосом 1-го покоління нащадків

1 система	Ф1	2 система	Ф2	3 система	Ф3	4 система	Ф4	5 система	Ф5	6 система	Ф6	К
0000010	2	0000001	1	0000001	1	0011110	30	0010100	20	0110101	53	169,4
0000010	2	0000010	2	0000101	5	0011011	27	0100101	37	0100001	33	186,0
0000010	2	0000000	0	0000001	1	0011110	30	0100101	37	1110111	119	220,7
0000010	2	0000101	5	0000010	2	0011101	29	0101101	45	0100001	33	201,6
0000000	0	0000111	7	0000100	4	0000010	2	0000000	0	1001001	73	91,2
0000010	2	0000001	1	0000000	0	0000100	4	0011011	27	1110100	116	139,6
0000010	2	0000000	0	0000000	0	0011101	29	0101101	45	1110111	119	227,6
0000010	2	0000101	5	0000101	5	0010010	18	0010100	20	0110101	53	131,3
0000010	2	0000011	3	0000000	0	0011101	29	0101101	45	1110111	119	227,7
0000010	2	0000100	4	0000000	0	0000100	4	0011011	27	1110101	117	139,8
Середні значення	1,8	—	2,8	—	1,8	—	20,2	—	30,3	—	83,5	173,5

Для 1-го покоління нащадків середнє значення функції пристосованості для вибірки з 10 хромосом становить 173,5. Значення функції пристосованості для 1-го покоління нащадків у порівнянні зі значенням, отриманим для вихідних батьківських хромосом, зросло на 31,4 %. Це свідчить про підвищення інноваційності САП для автотранспортної техніки.

Аналогічним чином продовжуємо дослідження — робимо ітерації з наступною зупинкою розрахункового алгоритму відповідно до умови виконання поставленого завдання. Результати розрахунків показують, що від батьківських особин до десятого покоління нащадків інноваційність системи автоматичного пожежогасіння автотранспортного засобу підвищилася більше, ніж на 70 %.

При плануванні дослідження передбачалося десятикратне повторення генерації хромосом (досліджуваних систем) для наступного розрахунку середніх значень фенотипів систем.

Це дозволило простежити динаміку зміни значень фенотипів підсистем по поколіннях і оцінити закономірності їхньої еволюції (рис. 2).

Як впливає з даних рис. 2, найістотніші еволюційні зміни (зростання значень фенотипів) відбулися в підсистемах 4, 5 і 6: система кондиціонування, піропатрон подушок безпеки та бортовий комп'ютер (підсистема керування). Для всіх зазначених підсистем відмічена стабілізація значень

фенотипів від шостого до десятого покоління нащадків. При цьому для підсистеми 5 (піропатрон подушок безпеки) відмічене збільшення значення фенотипу підсистеми в порівнянні з первинною в 2,5 рази. Еволюційний розвиток 4 і 6 підсистем відбувається в межах від 50 до 90 %, а підсистеми 1 — приблизно 15 % у порівнянні зі значеннями, характерними для вихідних (батьківських) хромосом.

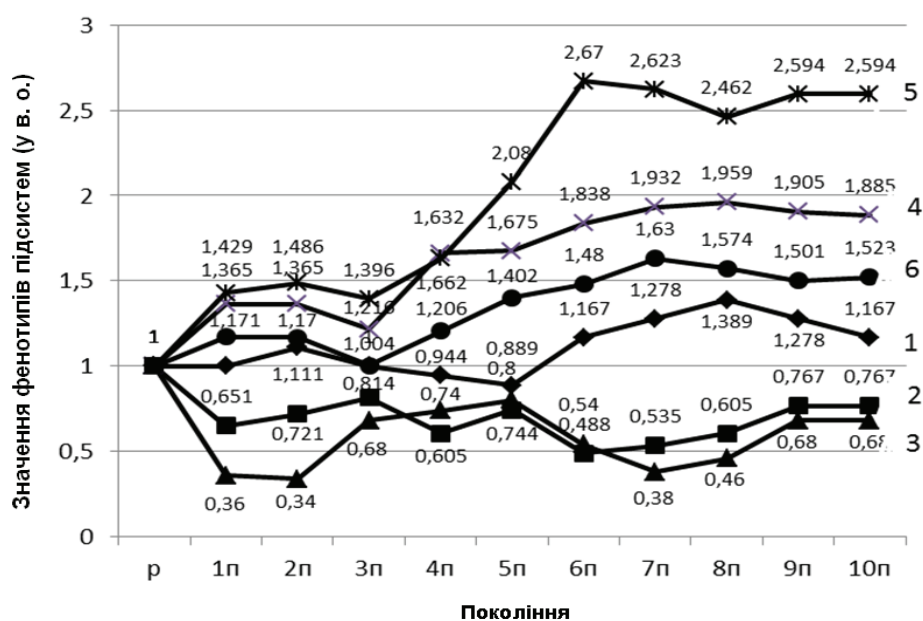


Рис. 2. Динаміка зміни значень фенотипів підсистем за поколіннями: 1 — система охолодження; 2 — повітряні ємності під тиском; 3 — виконавчий пристрій; 4 — система кондиціонування; 5 — піропатрон подушок безпеки; 6 — бортовий комп'ютер

Важливим є факт еволюційної деградації підсистем 2 і 3 (повітряні ємності під тиском і виконавчий пристрій) — приблизно на 25...30 %. Саме ці підсистеми можуть бути «вузьким місцем», що не дозволяє істотно підвищити інноваційність всієї САП.

Найбільші зміни значень фенотипів спостерігаються для розвиненіших у технічному відношенні підсистем 4—6: кондиціонування, піропатрона подушок безпеки та бортового комп'ютера. При цьому зовнішній вигляд кривих для цих підсистем (рис. 2) має помітну подібність із зовнішнім виглядом кривої S-подібної функції, аналітичне вираження якої використано в цьому дослідженні як функція пристосованості.

Висновки

1. Подано визначення генотехніки як науки, а також технічну інтерпретацію її основних термінів: хромосома, підсистема, ген, матриця у двійковому коді, кросингвер і мутація.

2. Встановлено, що інноваційний розвиток підсистем системи автоматичного пожежогасіння на рівні одиничних елементів залежить від їхньої загальної кількості в досліджуваній системі, тобто від її розмірів. При використанні елементних інновацій існує оптимальне з кількісної точки зору число нових конструкційно-технологічних рішень, необхідне для ефективного вдосконалення системи. Перевищення або зниження числа використаних оптимальних інновацій може привести до зменшення ефективності інноваційного розвитку системи й навіть її деградації.

3. Результати еволюційного моделювання еволюції САП показують, що від батьківських особин до десятого покоління нащадків інноваційність системи автоматичного пожежогасіння автотранспортного засобу підвищилася більше ніж на 70 %.

4. Еволюційне моделювання системи автоматичного пожежогасіння для автотранспортного засобу дозволило виявити підсистеми, що визначають інноваційний рівень САП. Для дослідженої САП такими є підсистеми кондиціонування, піропатрона подушок безпеки та бортового комп'ютера. Разом з тим, виявлені підсистеми (2 і 3), які в процесі еволюції деградували й мають бути замінені на інші, досконаліші.

Необхідно зазначити, що дослідження в області створення інноваційних робототехнічних систем з використанням технології еволюційного моделювання на сьогодні є одними з найперспективнішими.

вніших. На думку професора Фумія Ііда (Fumiya Iida) з інженерного відділу Кембриджського університету робот цілком може стати винахідником і створювати те, що людина сьогодні не вміє робити [10, 16].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Брушлинский Н. Н. Человечество и пожары / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, П. Вагнер. — М. : ООО ИПЦ Маска, 2007. — 142 с.
2. Fires in the U.S. [Електронний ресурс] // National Fire Protection Association. — Режим доступу: <http://www.nfpa.org/research/reports-and-statistics/> (дата звернення 23.07.2015). — Назва з екрана.
3. Потеха В. Л. Инфракрасная термография — перспективное направление повышения надёжности и безопасности автотранспортной техники / В. Л. Потеха, Е. В. Кузнецова // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. — 2014. — № 2 (175). — С. 102—109. — (Техніка).
4. Потеха А. В. Пожарные роботы. Основные термины и определения / А. В. Потеха, В. Л. Потеха // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. — 2007. — Т. 2, № 2. — С. 60—68.
5. Патент 5350 U Республика Беларусь, МПК7 А 62 С 35/00. Роботизированный пожарный комплекс / Потеха А. В. и др. ; заявитель и патентообладатель Гродненский государственный университет им. Я. Купалы ; заявл. 07.07.2008 ; опубл. 30. 06.2009.
6. Потеха А. В. Перспективы использования пожарных роботов в автотранспортном комплексе / А. В. Потеха, В. Л. Потеха, И. А. Пахомова // Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса : I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием : материалы / под общ. ред. И. А. Якубович. — Магадан : изд-во СВГУ, 2011. — С. 272—274.
7. Потеха А. В. Размещение роботизированных пожарных комплексов на одно- и многоэлементных одноуровневых объектах / А. В. Потеха, В. Л. Потеха // Пожежна безпека: теорія і практика : зб. наук. пр. — 2011. — № 8. — С. 80—87.
8. Потеха А. В. 3D-моделирование процесса расстановки пожарных роботов в цехах по ремонту и обслуживанию автомобилей / А. В. Потеха, Н. Л. Мышковец, И. А. Пахомова, А. С. Синкевич // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. — 2011. — № 2 (6). — С. 21—27.
9. Потеха В. Л. Роботизированные системы пожаротушения в Республике Беларусь / В. Л. Потеха, А. В. Потеха, Г. Н. Здор // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2013. — № 13. — С. 106—115.
10. Роботизированные системы пожаротушения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.rffs.org. (дата обращения: 25.07.2015). — Название с экрана.
11. Потеха А. В. Методические особенности использования генетических алгоритмов для прогнозирования развития пожарных роботов / А. В. Потеха, Г. Н. Здор // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы, 2014. — № 2 (175). — С. 50—56. — (Техніка).
12. Здор Г. Н. Использование генетических алгоритмов для определения перспективных направлений совершенствования пожарных роботов / Г. Н. Здор, А. В. Потеха // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы, 2014. — № 2 (175). — С. 41—49. — (Техніка).
13. Потеха А. В. Методология генотехники // Роботизированные системы пожаротушения : I Междунар. научно-практ. конф. : сб. докл. / редкол. [В. Л. Потеха и др.]. — Гродно: ГГАУ, 2014. — С. 55—66.
14. Здор Г. Н. Определение перспективных направлений совершенствования пожарных роботов с использованием метода генетических алгоритмов / Г. Н. Здор, А. В. Потеха, Ю. С. Иванов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. — 2014. — Вып. 1 (35). — С. 105—118.
15. Потеха, А. В. Моделирование эволюции систем пожарных роботов // Чрезвычайные ситуации: Теория и практика : Междунар. науч.-практ. конф., (Гомель, 21 мая 2015 г.) : матер. / М-во по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь, Гомел. инженер. ин-т. — Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. — С. 239—240.
16. On the origin of (robot) species [Electronic resource] / University of Cambridge. — Access mode: <http://www.cam.ac.uk/research/news/on-the-origin-of-robot-species>. (дата обращения: 14.08.2015). — Name of the screen.

Рекомендована кафедрою екології та екологічної безпеки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 9.03.2016

Потеха Валентин Леонідович — д-р. техн. наук, доцент, завідувач кафедри технічної механіки і матеріалознавства, e-mail: potekha_vl@mail.ru;

Кузнецова Олена Валерійвна — асистент кафедри технічної механіки і матеріалознавства;

Потеха Олексій Валентинович — асистент кафедри технічної механіки і матеріалознавства.

Гродненський державний аграрний університет, Республіка Беларусь;

Мельник Валентин Павлович — старший викладач кафедри пожежно-профілактичної роботи.

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України;

Турчик Павло Миколайович — асистент кафедри екології та екологічної безпеки, e-mail: trp1983@ukr.net.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

V. L. Potiekha¹
O. V. Kuznietsova¹
O. V. Potiekha¹
V. P. Melnyk²
P. M. Turchyk³

Evolutionary Modeling of Automatic Fire Fighting System for Automotive Materiel

¹Grodno State Agrarian University;

²Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of
National University of Civil Defense of Ukraine;

³Vinnytsia National Technical University

The results of evolutionary modeling of automatic fire fighting system for automotive materiel are presented. Technical interpretation of the basic genetic terms such as chromosome, subsystem, gene, binary matrix, crossover and mutation used in the work is provided. The research has revealed subsystems that could be improved by using unit and element innovations to increase technical level of automatic fire fighting systems. Dependency of changing fitness function values for chromosomes generations can be used to estimate the rate of automatic fire fighting system evolution.

Keywords: evolutionary modeling, genetic algorithm, fitness function, automatic fire fighting system, automotive materiel.

Potiekha Valentyn L. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Engineering Mechanics and Materials, e-mail: potekha_vl@mail.ru;

Kuznietsova Olena V. — Assistant of the Chair of Engineering Mechanics and Materials;

Potieha Oleksii V. — Assistant of the Chair of Engineering Mechanics and Materials;

Melnyk Valentyn P. — Senior Lecturer of the Chair of Fire Prevention Work;

Turchyk Pavlo M. — Assistant of the Chair of Ecology and Environmental Safety, e-mail: tpm1983@ukr.net

В. Л. Потеха¹
Е. В. Кузнецова¹
А. В. Потеха¹
В. П. Мельник²
П. Н. Турчик³

Эволюционное моделирование системы автоматического пожаротушения для автотранспортной техники

¹Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Республика Беларусь;

²Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля
Национального университета гражданской защиты Украины;

³Винницкий национальный технический университет

Представлены результаты эволюционного моделирования системы автоматического пожаротушения для автотранспортной техники. Приведена техническая интерпретация основных генетических терминов, используемых в работе: хромосома, подсистема, ген, матрица в двоичном коде, кроссинговер и мутация. Исследование позволило выявить подсистемы, совершенствование которых путём использования блоковых и элементных инноваций может обеспечить повышение технического уровня системы автоматического пожаротушения. Зависимость изменения значений функции приспособленности по поколениям хромосом может быть использована для оценки скорости эволюции системы автоматического пожаротушения.

Ключевые слова: эволюционное моделирование, генетические алгоритмы, функция приспособленности, автоматическая система пожаротушения, автотранспортная техника.

Потеха Валентин Леонидович — д-р. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технической механики и материаловедения, e-mail: potekha_vl@mail.ru;

Кузнецова Елена Валериевна — ассистент кафедры технической механики и материаловедения;

Потеха Алексей Валентинович — ассистент кафедры технической механики и материаловедения;

Мельник Валентин Павлович — старший преподаватель кафедры пожарно-профилактической работы;

Турчик Павел Николаевич — ассистент кафедры экологии и экологической безопасности e-mail: tpm1983@ukr.net