



БОЛЬШАКОВ

Володимир Іванович — доктор технічних наук, професор, ректор Придніпровської державної академії будівництва та архітектури



ДУБРОВ

Юрій Ісайович — доктор технічних наук, професор кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури

ШЛЯХИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АНТРОПОМОРФНИХ СИСТЕМ

У статті розглянуто особливості, загальні для більшості антропоморфних систем, які зумовлюють їх виживання. Наведено приклад конкретного застосування антропоморфної системи, в якій виживання — це адекватний вибір основного критерію з безлічі альтернативних.

Ключові слова: антропоморфна система, складна система, функція виживання, область компромісу, область самоподібності, визначальний параметр.

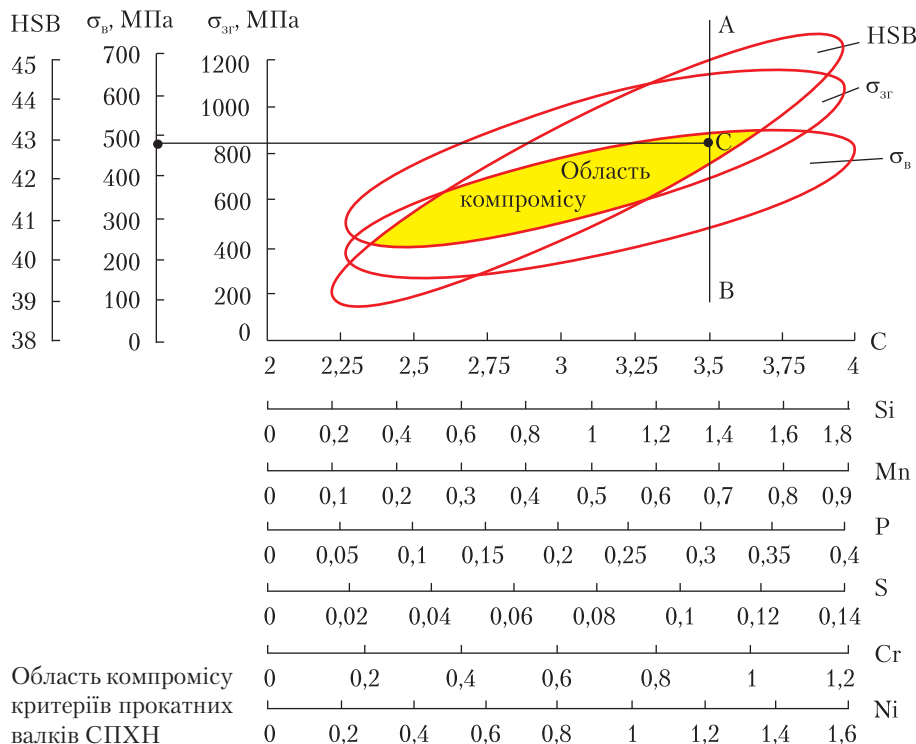
Більша частина створюваних людиною систем, як правило, реалізує антропоморфний принцип, який наближено відтворює ті чи інші функції людського організму. Функції включають цілепокладання, планування ресурсів, побудову стратегії досягнення цілей тощо [1–3].

Оскільки ці принципи відтворюють функції людського організму, виживання¹ є визначальним параметром антропоморфних систем.

Інтелектуальна складова антропоморфної системи проявляється переважно в її багатокритеріальності, яка ініціює вибір на кожному етапі функціонування основного критерію з безлічі альтернативних шляхів, що знаходяться в межах обмежень [2, 5]. Вибір основного критерію, як правило, полягає в дослідженнях моделей, у яких виживання є визначальним параметром, що сприяє визначенню помилкових варіантів вибору. Виживання традиційно моделює настання одиничних і одноразових термінальних подій. При цьому об'єкт дослідження S описується такою функцією: $S(t) = P(T > t)$, де t — час, упродовж якого проводилося спостереження за сукупністю T , що є випадковою величиною, яка позначає момент «залишання» об'єктом S сукупності T , а P — ймовірність «смерті» в заданому часовому інтервалі. Функція виживання описує таким чином ймовірність загибелі об'єкта S через певний час після моменту t .

Припускають, що $S(0) = 1$, хоча це значення може бути і меншим за 1, якщо існує ймовірність негайної невдачі. Після

¹ У медицині виживання — середня для популяції ймовірність збереження особин кожного покоління за певний проміжок часу [4].



ля чого функція виживання набуває вигляду $S(u) \leq S(t)$. Ця особливість впливає з того, що умова $T > u$ означає, що $T > t$. Тут мається на увазі, що виживання для більш пізнього періоду можливе тільки після виживання в більш ранньому періоді. Припускають, що функція виживання $S(t) \rightarrow 0$ при нескінченному зростанні змінної часу ($t \rightarrow \infty$).

Така формалізація дозволяє навести конкретний приклад функціонування антропоморфної системи.

З цією метою приймаємо, що вибір основного критерію на кожному етапі функціонування антропоморфної системи є першочерговою задачею, яку розв'язують, як правило, шляхом прогнозування² [1, 6].

Як показано на рисунку, обмеження, що накладаються на альтернативні критерії антропоморфної системи, утворюють у просторі її станів багатогранник, який представляє об-

ласть компромісу критеріїв [7]. Приймаємо, що вибір на кожному етапі функціонування антропоморфної системи будь-якого критерію за межами області компромісу призводить до її загибелі. Залежно від уподобань до критеріїв антропоморфна система вибирає точку в об'ємі багатогранника, здійснюючи тим самим визначення основного критерію.

Наведемо реальний приклад ідентифікації антропоморфної системи — об'єкта S , функція виживання якого $S(u) \leq S(t)$. Ця особливість впливає з умови $T > t$.

Така антропоморфна система створювалася для керування технологією, в якій необхідно було вирішувати проблему оперативного оцінювання якості масивних металевих виливків, зокрема прокатних валків. Аналіз традиційних методів прогнозу якості, в тому числі неруйнівного контролю, кількісної металографії, аналізу математичних моделей, засвідчив, що ці методи досить затратні і нерідко приводять до результатів, які не відповідають вимогам нормативних документів. Останнє пов'язане

² Прогнозування, яке найчастіше здійснюється екстраполяцією тенденцій розвитку об'єкта ідентифікації.

з тим, що реалізація найочевиднішого детермінованого підходу, який застосовують для прогнозу механічних властивостей валків, неможлива, оскільки технологія їх виробництва є багатопараметричною і багатокритеріальною [8, 9]. До того ж, на якість матеріалу валків значною мірою впливає велика кількість взаємопов'язаних між собою параметрів технології (хімічний склад, легуючі елементи, умови охолодження та ін.). Незначна зміна хоча б кількох параметрів може істотно змінювати властивості металу у відносно широкому діапазоні. Завдання з прогнозування показників якості цільового продукту ускладнюється ще й тим, що за своєю фізичною природою деякі критерії якості часто суперечать один одному в тому сенсі, що, поліпшуючи один критерій, ми нерідко погіршуємо деякі інші. Початкові значення критеріїв визначає замовник. У виробничих умовах валки вибирали з чавуну типу СПХН (леговані чавунні валки з пластинчастим графітом) складу 2,4–3,85 % С; 0,2–1,8 % Si; 0,1–0,9 % Mn; 0,05–0,4 % P; 0,05–0,4 % S; 0,1–0,8 % Cr; 0,2–1,2 % Ni.

З робочого шару бочок валків виготовляли тангенціальні зразки для механічних випробувань. Результати випробувань фіксували у вигляді значень критеріїв: границя міцності на розрив; границя міцності на згин; твердість. При цьому дотримувалися такої структури робочого шару: перліт, графіт, карбіди.

Область компромісу визначали призначенням допустимих величин кожного критерію за заданих значень керованих параметрів (елементів хімічного складу, обмежених ТУ 14-2-111188). Поєднанням графіків залежностей кожного критерію від обраних параметрів було отримано область компромісу (див. рис.).

У разі, якщо одному з компромісних критеріїв надається перевага (наприклад, границі міцності — точка С на рисунку), провівши вертикаль АВ, можна спрогнозувати хімічний склад виробу. Як свідчить наш досвід, такий підхід виявився зручним на практиці при прогнозуванні хімічного складу виробу і його механічних властивостей у виробничих умовах.

Слід зазначити, що в антропоморфних системах можна виділити такі основні випадки, коли надається (чи не надається) перевага тому чи іншому критерію:

- на певному етапі функціонування антропоморфної системи вимоги до критеріїв однакові, жодному з них не надається переваги; у цьому випадку вибір основного критерію серед ряду альтернативних є довільним;
- переваги певних критеріїв визначено замовником;
- якийсь конкретний критерій має перевагу над іншими, оскільки вибір обґрунтовано, наприклад, теоретично.

В останньому випадку однією з передумов такого обґрунтування може бути той факт, що з позицій фрактального формалізму [10–12] кожен критерій асоціюється з властивим йому визначальним параметром [13]. Порівнюючи відносні величини областей самоподібності визначальних параметрів критеріїв, обирають той критерій, у якого область самоподібності визначального параметра відносно більша, ніж у інших критеріїв. Вибір такого критерію як основного забезпечує найбільш стале функціонування антропоморфної системи завдяки відносно більшому діапазону допустимих змін його визначального параметра.

Зокрема, в наведеному прикладі для критерію *границя міцності на розрив* область самоподібності визначального параметра σ_B у межах 200–500 МПа розраховується як

$$K_1 = \frac{\sigma_{B_{\max}} - \sigma_{B_{\min}}}{\sigma_{B_{\max}}} = \frac{\Delta\sigma_B}{\sigma_{B_{\max}}} = \frac{500 - 200}{500} = 0,60$$

Для критерію *границя міцності на згин* σ_{zg} область самоподібності $K_2 = 700/1100 = 0,64$. Для критерію *твердість* HSD $K_3 = 7/47 = 0,15$. Тобто альтернативні критерії за величиною областей самоподібності розподілилися так:

1. Область самоподібності визначального параметра критерію *границя міцності на згин* — 0,64.

2. Область самоподібності визначального параметра критерію *границя міцності на розрив* — 0,60.

3. Область самоподібності визначального параметра критерію *твердість* 0,15.

Як впливає з наведених результатів, для двох близьких за фізичною природою величин σ_{zg} та σ_B спостерігається подібність значень K : 0,64 і 0,60 відповідно. Цей факт свідчить про більш сталий характер функціонування антро-

поморфної системи в разі надання переваги одному з відповідних критеріїв.

Отже, вибір основного критерію стає більш точним у разі його модифікації із застосуванням фрактального формалізму.

REFERENCES

[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Haken H. *Synergetics, an Introduction: Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry, and Biology*. (New York: Springer-Verlag, 1983).
[Хакен Г. *Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах*. М.: Мир, 1985.]
2. Germeyer Yu.B. *Introduction to Operations Research*. (Moscow: Nauka, 1971).
[Гермейер Ю.Б. *Введение в теорию исследования операций*. М.: Наука, 1971.]
3. Dubrov Yu.I., Frolov V.V., Vakhnin A.N. Accounting for the effects of uncontrollable factors in analysis and synthesis of complex systems functioning criterion. *Economics and Mathematical Methods*. 1986. **22**(1): 165.
[Дубров Ю.И., Фролов В.В., Вахнин А.Н. Учет влияния неуправляемых факторов при анализе и синтезе критерия функционирования сложных систем. *Экономика и математические методы*. 1986. Т. 22, № 1. С. 165—170.]
4. Dubrov Yu.I. Information "poverty" of ecological forecasting problems and some ways of its resolution. *Dop. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2000. (1): 191.
[Дубров Ю.И. Информационная «бедность» задач экологического прогнозирования и некоторые пути ее решения. *Доповіді НАН України*. 2000. № 1. С. 191—197.]
5. Khalafyan A.A. *STATISTICA 6. Statistical analysis of the data*. (Moscow: Binom, 2009).
[Халафян А.А. *STATISTICA 6. Статистический анализ данных*. М.: Бином, 2009.]
6. Smirnov N.N. *Ecology of biospheric catastrophe*. (Moscow: Znanie, 1988).
[Смирнов Н.Н. *Экология биосферной катастрофы*. М.: Знание, 1988.]
7. Bol'shakov V.I., Dubrov Yu.I., Volchuk V.M. *Method for determining field of compromise of quality criteria for multicriteria technology*. Certificate of Registration of Copyright of Ukraine. 18.02.2014. № 53769.
[Большаков В.И., Волчук В.М., Дубров Ю.И. Способ определения области компромисса критериев качества многокритериальных технологий: науковий твір. Свідectво про реєстрацію авторського права України на твір № 53769 від 18.02.2014.]
8. Dubrov Yu.I. Multicriteria resolution of metallurgy problems with patchy quality criteria. *Dop. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2004. (11): 95.
[Дубров Ю.И. Решение многокритериальной задачи металловедения с качественно неоднородными критериями. *Доповіді НАН України*. 2004. № 11. С. 95—102.]
9. Dubrov Yu., Bol'shakov V., Volchuk V. *Ways to identify periodic multicriteria technologies*. (Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2015).
[Дубров Ю., Большаков В., Волчук В. *Пути идентификации периодических многокритериальных технологий*. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2015.]
10. Grinchenko V.T., Matsypura V.T., Snarskiy A.A. *Introduction to nonlinear dynamics. Chaos and Fractals*. (Kyiv: Naukova Dumka, 2005).
[Гринченко В.Т., Мацыпура В.Т., Снарский А.А. *Введение в нелинейную динамику. Хаос и фракталы*. К.: Наук. думка, 2005.]
11. Bulat A.F., Dyrda V.I. *Fractals in geomechanics*. (Kyiv: Naukova Dumka, 2005).
[Булат А.Ф., Дырда В.И. *Фракталы в геомеханике*. К.: Наук. думка, 2005.]
12. Dubrov Yu., Bol'shakov V., Volchuk V. *Ways of applying fractal theory*. (Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016).
[Дубров Ю., Большаков В., Волчук В. *Пути применения теории фракталов*. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016.]

13. Bol'shakov V.I., Volchuk V.M., Dubrov Yu.I. Fractal approach to the identification of complex systems. *Dop. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2017. (6): 46.
[Большаков В.И., Волчук В.Н., Дубров Ю.И. Фрактальный подход при идентификации сложных систем. *Доповіди НАН України*. 2017. № 6. С. 46–50.]

Стаття надійшла 02.03.2017.

V.I. Bol'shakov, Yu.I. Dubrov

Prydneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture (Dnipro)

THE WAYS OF ANTHROPOMORPHIC SYSTEMS IDENTIFICATION

The article describes the features that are common to most anthropomorphic systems and determine their survival. An example is given of a specific application of anthropomorphic system in which survival is an adequate choice of the main criterion from a variety of alternatives.

Keywords: anthropomorphic system, complex system, survival function, compromise area, self-similarity area, defining parameter.