

6. Feldkamp L.A. and Puskorius G.V. Training controllers for robustness: multi-stream DEKF, *Proceedings of International Conference on Neural Networks*, 27 June 27 – July 02, 1994, vol. 4, pp. 2377–2382.

7. Haykin S. *Neural Networks and Learning Machines* (Third Edition), New York, Prentice Hall, 2009, 936 p.

8. Haykin S., *Neural networks: full course*, Moscow, Williams, 2006, 1104 p.

УДК 629.735

Владов С. І., к.т.н.

Шмельов Ю. М., к.т.н.

Матусєв А. О., курсант

Плужник З. І., курсант

Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна

ВИБІР ІНФОРМАЦІЙНОГО КРИТЕРІЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА ТВЗ-117

Відомо, що технічний стан авіаційного двигуна ТВЗ-117 визначається кількістю інформації, одержуваної системою контролю в залежності від смислового призначення цієї інформації.

З розглянутих положень, наукових підходів в теорії інформації, а також видів ентропії, що характеризують основну властивість невизначеності складних систем, до яких належить авіаційний двигун ТВЗ-117, можна виділити три групи ентропії і віднести їх до наступних категорій: термодинамічна, статистична та інформаційна ентропії (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики різних ентропій

№ з/п	Вид ентропії		Придатність для розв'язку поставлених задач
	Найменування	Вираз	
1	2	3	4
1	Класична термодинамічна ентропія Р. Клазіуса	$S = \frac{\Delta Q}{T}$	Можливо використовувати тільки для оцінки стану речовини в різних температурних умовах
2	Ентропія Л. Больцмана	$S_b = k \ln P$	Оцінюється потенційна мінливість об'єкта (системи)

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
3	Ентропія Дж. Гіббса	$S_g = -k \int_{-\infty}^{\infty} f_n(x, t) \cdot \ln f_n(x, t) dx + S_0$	Оцінюється стан об'єкта (системи) в n - вимірному фазовому просторі на основі кореляційного аналізу
4	Ентропія Кульбака	$S_k = kT \int_{-\infty}^{\infty} f(v, t) \cdot \ln \left(\frac{f}{f_0} \right) dv \geq 0$	Оцінюється стан відкритих систем з позицій обміну енергією частинок речовини
5	Ентропія Крилова- Колмогорова- Сіная	$K = \sum_i \lambda_i \ (\lambda_i > 0)$	Служить критерієм динамічної нестійкості руху частинок речовини
6	Інформаційна ентропія К. Шеннона	$H_0 = - \sum_{j=0}^r P(D_j) \cdot \ln P(D_j)$	Служить універсальною мірою для оцінки ступеня невизначеності (впорядкованості) об'єкта (системи)

Дж. Нейман зазначив, що для інформаційного опису двох різних процесів, статистичних та динамічних, потрібні два принципово різні підходи. Однак у реальному світі, а не у світі моделей, строго розмежувати ці два типи процесів неможливо, оскільки це різні способи опису одних і тих самих фізичних об'єктів. Більше чітко цей дуалізм був сформульований ще А. Розенблutom і Н. Віннером, які, запропонували розрізняти функціональний та поведінковий опис відкритої системи, що взаємодіє із зовнішнім світом. При функціональному підході вивчаються внутрішні пристрої системи та з'ясовуються, які функції виконують ті чи інші її підсистеми, а при поведінковому – способи її взаємодії із зовнішнім світом, закономірності її реакцій на ті чи інші зовнішні впливи (тести) [1].

«Класична» шеннонівська теорія інформації дозволяє вимірювати інформацію текстів і повідомлень, досліджувати і розробляти прийоми її кодування в передавачі і декодування в приймачі, вимірювати пропускну здатність каналу зв'язку між ними, вчислити рівень шуму в каналі та мінімізувати його впливу. Розвиток теорії інформації обумовлено представленнями про різні системи як про орієнтовані графи – блок-схеми, що складаються з елементів, об'єднаних між собою стабільними зв'язками; термодинамічна інформація розглядається як «заповнювач» цих блок-елементів. Припускалося, що інформація як універсальна міра складності та гетерогенності будь-яких систем, аналіз кодів, каналів зв'язку та шумів стануть компонентами майбутньої загальнонаукової методології.

Відомо, що у теорії зв'язку використовуються два визначення К. Шеннона поняття «інформація». Одне з них збігається з ентропією Больцмана і є фактично мірою невизначеності системи при статистичному описі. Друге виражається через різницю значень безумовної та умовної ентропії [2–4]. Конкретизація другого визначення дозволяє ввести міру інформації для авіаційного двигуна ТВ3-117 в залежності від значень керуючих параметрів. Для оцінки інформативності конкретної діагностичної ознаки необхідно зробити вибір інформаційного критерію з урахуванням зміни ентропії розглянутої системи (табл. 2).

Таблиця 2 – Вибір інформаційного критерію

Інформаційний критерій	Розрахункова формула (символ)
Діагностична ознака (параметр) K , при зміні якої можна зробити припущення про стан системи (поставити діагноз)	K
Статистична вага P – число можливих перетинів станів системи (способів існування)	$P = m^n$
Діагностична вага Z – інформація про стан, якою володіє конкретна ознака K_j	$Z = \log_2 \frac{P(k_j/D)}{P(k_j)}$
Діагностична цінність обстеження Z_D – кількість інформації, що вноситься обстеженням в систему діагнозів	$Z_D(K_j) = \sum_{i=1}^n P(D) \cdot Z_{D_i}(k_j)$
Ентропія Шеннона H – ступінь невизначеності системи або ступінь її потенційної інформації	$H_0 = - \sum_{j=0}^r P(D_j) \cdot \ln P(D_j)$
Обсяг інформації ознаки I – кількість інформації, що вноситься ознакою в систему діагнозів	$I_i = H_0 - H(\xi)$

Міра, запропонована К. Шенноном для аналізу повідомлень, що передаються по каналах зв'язку, надзвичайно зручна через простоту її обчислення, адитивності по відношенню до повідомлень, що послідовно надходять, і подібністю з важливою фізичною величиною – термодинамічної ентропією. Стосовно до авіаційного двигуна ТВ3-117 вона стає єдиною і універсальною мірою кількості інформації.

Однак поняття статистичної ентропії Больцманавтрачає первісний зміст, характерний для класичної термодинаміки. В інформаційних процесах авіаційного двигуна ТВ3-117 цей параметр може бути використаний в дещо іншій якості, не стільки в якості жорсткого обмеження, скільки в якості оціночного параметра, а саме, ентропія К. Шеннона (інформаційна ентропія) може бути використана для оцінки відносної міри впорядкованості технічних станів авіаційного двигуна ТВ3-117 в процесі льотної експлуатації повітряного судна.

Список літератури

1. Lotfi F. H., Fallahnejad R. Imprecise Shannon's entropy and multi attribute decision making, *Entropy*, 2010, vol. 12, pp. 53–62.
2. Dong D. Quantum control and quantum information technology. *The scientific world journal*, 2013, vol. 2013, 13 p.
3. Chakrabarti C. G., Chakrabarty I. Boltzmann entropy: probability and information. *Romanian journal of physics*, vol. 52, no. 5–6, 2007, pp. 525–528.
4. Jona-Lasinio G. Large deviations and the Boltzmann entropy formula. *Brazilian journal of probability and statistics*, vol. 29, no. 2, 2015, pp. 494–501.

УДК 629.765

Владов С. І., к.т.н.

Шмельов Ю. М., к.т.н.

Назаренко Н. П., викладач

Донченко Я. В., курсант

**Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету
внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна**

**ЩОДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНТРОПІЙНОГО ПІДХОДУ
ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА ТВЗ-117**

При виборі проектних рішень, що реалізуються на рівнях організації, координації та виконавчому рівні інтелектуальної системи управління авіаційного двигуна ТВЗ-117, необхідно використовувати формалізовану процедуру структурної оптимізації. При оцінці ефективності проектного рішення доцільно скористатися теоретико-інформаційним підходом, що базується на використанні поняття ентропії[1].

У теоретико-інформаційних дослідженнях можна виділити два підходи щодо визначення поняття цінної (корисної) інформації, тобто інформації, що допомагає досягненню мети. Якщо ймовірність досягнення мети велика, то цінність інформації визначається за критерієм мінімізації витрат на її отримання. Якщо ж досягнення мети мало ймовірно, то мірою цінності (корисності) інформації може служити деяка функція відношення ймовірностей досягнення мети після і до отримання інформації.

Вважається, що у процесі діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВЗ-117 спостерігають ознаки B , що визначають його стан A . Відомо, що у статистичній теорії відкритих систем [2] ентропія є однією з найважливіших характеристик і може грати три різні ролі: служити мірою невизначеності при статистичному описі; мірою відносної міри впорядкованості нерівноважних станів відкритих систем; мірою різноманітності в інформаційному потоці.