

УДК 004.45:004.942

## МАКСИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕНТРОПІЇ В СИСТЕМАХ З МАРКОВСЬКОЮ ВЛАСТИВІСТЮ

Журавель І.О.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Наумейко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ  
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 953-33-37, email: ihor.zhuravel@nure.ua

Object of research is to model a human-machine systems with protection and recovery in the case of disasters. Purpose of the work is to find the optimal probabilities of states for such a system. Methods of research is modeling by the most general approach – maximizing information entropy. This problem belongs to the class of optimization and control problems of ergatic systems that have Markov properties. The tool for achievement of this aim is the statement of an appropriate optimization problem, its analysis and numerical solution using an adequate method and the «Mathematica» mathematical package. Along with the obvious – the maximum entropy is achieved with the least restrictions on the protection system, obtained and paradoxical – the optimal intensity of work to restore the system in a non-stationary case is less than the intensity of failures.

Максимальна ентропія стала популярною статистичною моделлю в неврології та інших галузях медицини, мережевих, фізичних та економічних системах, може бути інструментом для отримання оцінок взаємної інформації в біологічних системах, лежить в основі багатьох методів машинного навчання. Її використовують для класифікації текстів, таких задач як моделювання тегів, чи сегментація текстів. Доволі часто системи, які досліджуються, представляють за допомогою марковських процесів, та використовують метод максимальної ентропії у випадку недостачі статистичної інформації, або її некоректності для того, щоб знайти такий розподіл ймовірностей, обчислений за певних обмежень, який з найбільшою вірогідністю спостерігатиметься в реальній системі [1, 2].

У цій роботі, яка є початковою частиною кваліфікаційної роботи магістра, поставлено та частково розв'язано такі задачі з моделювання людино-машинних систем (ЛМС).

Метою роботи є математичне моделювання та оптимізація стану технічної системи та її оператора. Для досягнення поставленої мети було виконано наступні завдання:

- провести огляд і аналіз сучасного стану задачі «Застосування методу максимальної інформаційної ентропії для оптимізації марковських систем»;
- проаналізувати структуру та ефективність систем, які самоорганізуються.

На подальше планується змоделювати систему у вигляді марковського

процесу та оптимізувати її за допомогою методу максимальної інформаційної ентропії.

Об'єктом дослідження є система «людина-машина-середовище» та її ефективність.

Предметом дослідження є оптимізація марковських моделей системи за допомогою методу максимальної інформаційної ентропії.

У роботі використовується метод максимізації ентропії, який був строго доведений для замкнутих систем, є адекватним та ефективним для розрахунку широкого класу моделей в різноманітних галузях науки. Спираючись на це, в цій роботі для розрахунку перехідних ймовірностей та ймовірностей станів людино-машинної системи було застосовано саме метод максимізації ентропії [3].

Відомий класичний підхід Гіббса винятково складний. Е. Т. Джейнс запропонував інший підхід, заснований на максимізації ентропії за Шенонем. Ідея Е. Т. Джейнса складається в тім, що система, стан якої неможливо обчислити або виміряти в результаті експерименту, однак кожен стан має певний прояв, значення якого в середньому відомо (може бути визначено), а середній результат цих проявів відомий зі статистичних даних. Тоді найбільш об'єктивними є ймовірності станів, при яких досягається максимум ентропії Шенона при обмеженнях, що накладаються даними про середні прояви станів.

Відповідно, проблема знаходження ймовірностей станів зводиться до проблеми знаходження екстремуму нелінійної функції при заданих обмеженнях.

Відомо, що ентропія це опукла (угнута) догори функція розподілу ймовірностей елементів системи. Тож, постає класична задача опуклої оптимізації, яка буде вирішена у подальшій частині роботи.

Список використаних джерел:

1. Наумейко И. В., & Сердюк Н. Н. (2005). *Марковские модели систем «человек-машина-среда»*. Электроника и информатика, 4, 36–43.
2. Аль-Азави Р. Дж., Наумейко И. В., & Алрефаи В. А. (2013). *Марковская модель ликвидации нестационарного потока аварий при ограничениях на работоспособность оператора*. Восточно-Европейского журнала передовых технологий, 3, 4(63), 20–23.
3. Maron A. (2016). Assessment of service quality for complex technical devices based on the Jaynes' information principle. *Business informatics*, 4, 47–51.