

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПОДОБИЯ В ЗАДАЧАХ НАДЕЖНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ

Чхаидзе Н., Курхули М., Иремадзе И.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Предложены вопросы применения моделей в задачах надежности, резервирования и некоторых вопросах производственных решений повышения качества изделия. Показаны, что при отсутствии исходных математических зависимостей, критерии подобия могут определяться по результатам испытаний, используя π -теоремы на основе учета исследуемых физических явлений. Рассматриваются вопросы при стохастической постановке задачи в случаях, когда параметры и переменные в исходных зависимостях и соответственно, π -критерий являются случайными величинами и случайными функциями.

Ключевые слова: Надежность. Размерность. Критерий подобия. Стохастика.

1. Введение

Известно, что модели теории подобия успешно применяются в задачах надежности и управления [1,2]. А именно, в этой области наиболее часто используются такие классы моделей; линейные функционалы, описывающие зависимость выходного эффекта от изменения состояний изделия; модели резервирования; роста надежности или накопления информации; «нагрузка-прочность», «параметр-поле допуска»; многофакторные регрессионные модели.

При отсутствии исходных математических зависимостей критерии подобия могут определяться по результатам испытания путем анализа размерностей и использования π -теоремы на основе учета сущности исследуемых физических явлений.

2. Основная часть

Доказано, что достаточными условиями подобия рассматриваемых явлений, в данном случае создаваемого и базового образцов, процессов их проектирования и экспериментальной обработки, являются тождественность уравнений, сравниваемых явлений и равенство сходных критериев подобия.

Для однородных функций типа

$$Y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n) = A \prod_{j=1}^n x_j^{a_j} \quad (1)$$

Где a_j – показатель размерности величины, A - некоторая константа, условия инвариантности уравнений к преобразованию подобия записываются в виде

$$\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n) = \lambda(k_1, k_2, \dots, k_n) \varphi(x_1^b, x_2^b, \dots, x_n^b)$$

Функции, которые не удается представить в виде (1), подобны при $k_1=k_2=\dots=k_n$, что означает

полную тождественность рассматриваемых уравнений, когда параметры и переменные можно признать критериями подобия. Большинство моделей, используемых в задачах надежности, которые можно привести критериальной форме путем тождественно подобных преобразований.

Выполнение требований тождественности уравнений, описывающих подобные явления при проектировании и обработке, обеспечивается путем выбора одного определенного типа исходной зависимости отражающей физические особенности создаваемого и базового изделий, процессы их проектирования и испытаний. Критерии подобия будем определять на основе тождественно подобных преобразований исходных зависимостей к виду (1).

Преобразования для построения критериев подобия включают нормализацию или тождественное преобразование уравнения для приведения его к безразмерному виду, а также отбор и группировку преобразованных параметров и переменных в безразмерные комплексы- π -критерий подобия.

В зависимости от вида исходных уравнений иногда достаточна для получения π -критериев нормализации уравнений. Нормализация проводится с использованием базового параметра (переменной) или группы этих величин, в качестве которых выбираются наиболее характерные для рассматриваемого процесса.

В результате тождественно подобных преобразований исходного уравнения осуществляется переход от параметров и переменных x_1, x_2, \dots, x_n к π -критериям

$$\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n) = F(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{n_\pi}) \quad (2)$$

где $\pi_v(x_{v1}, x_{v2}, \dots, x_{vr_v}) = A_v \prod_{t_v=1}^{r_v} x_{vt_v}^{\alpha_{1v}}$ - критерий подобия в виде степенных критериальных комплексов ($v=1, n_\pi$); α_{1v} показатели размерности преобразованных величин; A_v - некоторые константы.

Группировка преобразованных параметров и переменных в критериальные комплексы

$\pi_v = A_v \prod_{t_v=1}^{r_v} x_{vt_v}^{\alpha_{1v}}$ и $v=1, n_\pi$ проводится таким образом, что выполнялось условие

$$\bigcup_{j=1}^n x_j \equiv \bigcup_{v=1}^{n_\pi} \bigcup_{l_v}^{r_v} x_{vl_v}$$

При стохастической постановке задачи параметры и переменные в исходных зависимостях и соответственно π -критерии являются случайными величинами и случайными функциями. Подход к построению π -критериев путем тождественно подобных преобразований исходных зависимостей с целью получения (1), (2) принципиально остается неизменным в детерминированной и стохастической

задачах [3,4]. Однако при применении стохастических моделей, в которых оценки параметров и переменных получаются на основе ограниченных выборок испытаний, необходимо использовать принципы установления стохастического подобия изделий и наблюдаемых явлений.

При проектировании и экспериментальной обработке изделий не всегда возможна постановка задачи выбора технических решений относительно базового образца при условии равенства сходственных критериев подобия $(\pi_v = i, v=1, \overline{n_\pi})$. Чаше приходится рассматривать приближенное подобие реального и базового явлений. В этом случае целесообразно ввести меру неподобия χ и управление качеством, тогда будет состоять в минимизации неподобия траекторий реального и базового процессов.

В связи с тем, что объемы испытаний при экспериментальной обработке изделий когда измерение параметров и переменных невелико, управление качеством по производным высших порядков, характеризующим степень отклонения реальной и базовой траекторий, нецелесообразно из-за малой точности исходных данных. Поэтому управление качеством ставится как задача минимизации отклонений траектории создания изделия от базовой по величине и скорости изменения отклонения.

Специальные подходы к использованию этих принципов вырабатываются при исследований конкретных объектов.

3. Заключение

В задачах надежности и управления часто ставятся вопросы повышения качества изделия, путем применения соответствующих моделей, решавших производственные задачи повышения качества выпускаемых изделий. В статье показаны, что при отсутствии исходных математических зависимостей, критерии подобия могут определяться по результатам испитании, используя π -теоремы на основе учета исследуемых физических явлении. Рассматриваются вопросы при стохастической постановке задачи в случаях, когда параметры и переменные в исходных зависимостях и соответственно π -критерии являются случайными величинами и случайными функциями.

Литература:

1. Nata M. On the Structure of Self-Similar Sets. Japan- Jrn.of Applied Mathematics. 2(2), 381-414, 1985
2. Надежность технических систем. Под ред. И.А.Ушакова. М., Связь, 1985
3. Седов Л.И. Методы подобия и разьерности в механике. М., Наука, 1981
4. Квейд Э. Анализ сложных систем М.,Наука, 1969
5. Time Redudancy Probablity characteristic in Semi – Markovian Walk problems. Bull. Georg. Acad. Sei., 161, #3, 2000;
6. Чхаидзе Н.З. О выборе показателей функциональной надежности сложных систем. Инженерные новости Грузии. №3, 2003

7. Чхаидзе Н.З., Гурцкая П.А. О приложениях некоторых функций случайных аргументов в задачах математического моделирования. Науч.конф. «Информационные технологии в проектировании и производстве». №1, Москва, 2003.

მსგავსების მოდელების ზოგიერთი გამოყენება საიმედოობისა და მართვის ამოცანებში

ნიკოლოზ ჩხაიძე, მარინა ქურხული, ია ირემაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

წარმოდგენილია მსგავსების მოდელების გამოყენების საკითხები საიმედოობის, რეზერვების და მართვის ზოგიერთ ამოცანებში, აგრეთვე ნაკეთობათა ხარისხის გაუმჯობესების შესაძლებლობების საწარმოო გადაწყვეტილებები. ნაჩვენებია, რომ საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულება A არსებობის პირობებში, მსგავსების კრიტერიუმები შესაძლოა განისაზღვროს გამოცდების π -თეორემის გამოყენებით გამოსაკვლევი ფიზიკური მოვლენების გათვალისწინების საფუძველზე. განიხილება საკითხი ამოცანების სტოქასტურად დაყენების დროს, იმ შემთხვევაში, როდესაც პარამეტრები და ცვლადები საწყის დამოკიდებულებებში და შესაბამისად π -კრიტერიუმები, წარმოადგენენ შემთხვევით სიდიდეებს და შემთხვევით ფუნქციებს.

THE : SOME APPLICATIONS OF SIMILARITY MODELS IN THE PROBLEMS OF RELIABILITY AND CONTROL

Chkhaidze Nikoloz, Kurkhuli Marina, Iremadze Ia
Georgian Technical University

Summary

The issues of using of similarity models in some reliability, backup and control problems and production solutions of product quality improvement are proposed. It is shown that in the case of absence of initial mathematical relation the similarity criteria can be determined by the results of testing π -theorems considering the researched physical phenomena. The problems are considered at stochastic statement of the problem when the parameters and variables in initial dependences and, respectively, π -criteria are random values and random functions.