

6. Отчет межгосударственного авиационного комитета «Состояние безопасности полетов ВС гражданской авиации в 2023 году», Москва, 2024. – 48с.
7. Министерство транспорта РФ. Минтранс России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mintrans.ru>.
8. Федеральное агентство воздушного транспорта. Росавиация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.favt.ru/>.
9. Doc 10004. Глобальный план обеспечения безопасности полетов. Издание 2023–2025 годов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.icao.int/Meetings/a41/Documents/10004_ru.pdf (дата обращения: 04.10.2024).

© А.И. Конушкин, 2024

УДК 005.6

Попова Ю.С.,
ФГБОУ ВО «Технологический университет»,
г. Королёв

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация: в данной статье рассматриваются современные методы анализа и синтеза моделей управления качеством производства. Особое внимание уделено математическим и информационным моделям, которые используются для описания состояния и динамики производственных процессов. Представлены подходы к оптимизации этих моделей с целью повышения эффективности управления качеством. Проанализированы преимущества и недостатки различных методов, предложены рекомендации по их применению в реальных условиях производства. Результаты исследования могут быть полезны для инженеров и менеджеров, занимающихся вопросами управления качеством и организации производственных процессов, а также для ученых, разрабатывающих новые методы и модели в данной области.

Ключевые слова: анализ данных, синтез моделей, оптимизация, регрессионный анализ, факторный анализ, метод конечных элементов, сети Петри, линейное программирование, эволюционные алгоритмы, управление качеством, производственные процессы, математическое моделирование, информационные модели, динамические системы, конкурентоспособность, уровень дефектов, приспособленность, рациональное использование ресурсов, стабильность продукции, прогнозирование.

Введение

В условиях современной экономики качество продукции и производственных процессов играет ключевую роль в обеспечении конкурентоспособности предприятий [1, с.11-41]. Управление качеством становится важнейшей задачей, требующей применения передовых методов и подходов. Современные методы анализа и синтеза моделей управления качеством производства позволяют более точно и эффективно контролировать и оптимизировать производственные процессы, что способствует снижению затрат, увеличению производительности и улучшению качества конечной продукции [3, с.263].

Математические и информационные модели стали незаменимыми инструментами в управлении качеством, предоставляя возможность объективного анализа состояния производственных систем и прогнозирования их динамики. Эти модели позволяют выявлять слабые места, оптимизировать процессы и принимать обоснованные управленческие решения [2, с.156]. Однако, несмотря на значительный прогресс в данной области, существует множество нерешенных задач и проблем, требующих дальнейших исследований и разработок.

Настоящая статья направлена на обзор и систематизацию современных методов анализа и синтеза моделей управления качеством производства. В ней рассматриваются различные подходы к математическому и информационному моделированию, анализируются их преимущества и недостатки, а также предлагаются направления для дальнейших исследований и внедрения в

практику. Особое внимание уделяется вопросам оптимизации моделей, что позволяет значительно повысить эффективность управления качеством на различных этапах производственного процесса.

Предположим, что мы рассматриваем многокомпонентную производственную систему, включающую несколько взаимосвязанных производственных линий. Целью является оптимизация качества продукции и производительности системы в целом. Для решения этой задачи используем различные методы анализа, синтеза и оптимизации, обеспечивая их математическую связь и численные расчеты.

Пример:

1. Сначала проводим регрессионный анализ и факторный анализ, чтобы выявить ключевые факторы, влияющие на качество продукции.

2. Разрабатываем модель производственного процесса с использованием метода конечных элементов, учитывая выявленные ключевые факторы.

3. Моделируем динамическое поведение системы с помощью сетей Петри, что позволяет выявить узкие места и динамические характеристики процесса.

4. Оптимизируем распределение ресурсов и настройки параметров системы с использованием линейного программирования.

5. Для поиска глобальных оптимальных решений применяем эволюционные алгоритмы, которые позволяют учесть сложные взаимодействия и находить наиболее эффективные стратегии управления качеством.

Этап 1: Анализ данных и выявление ключевых факторов

На первом этапе анализируем данные, собранные с производственных линий, используя регрессионный анализ.

Основное уравнение линейной регрессии:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$$

Пусть у нас есть следующие данные (табл.1):

Таблица 1

Исходные данные

Температура (x1)	Скорость линии (x2)	Уровень дефектов (y)
20	50	5
22	55	6
25	60	7
23	58	6
21	54	5.5

По результатам регрессионного анализа значимые параметры x_1 (температура) и x_2 (скорость линии) имеют следующие коэффициенты:

$$y = 2.5 + 1.3x_1 - 0.7x_2$$

Далее применяем факторный анализ для сокращения размерности данных и выявления скрытых факторов.

Предположим, у нас есть матрица наблюдений X :

$$X = \begin{pmatrix} 20 & 50 \\ 22 & 55 \\ 25 & 60 \\ 23 & 58 \\ 21 & 54 \end{pmatrix}$$

Пусть матрица факторных нагрузок L выглядит следующим образом:

$$L = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.6 \\ 0.7 & 0.7 \end{pmatrix}$$

Тогда факторная модель будет выглядеть следующим образом:

$$X = LF + \epsilon$$

Решим систему для нахождения факторов F_1 и F_2 :

$$\begin{pmatrix} 20 & 50 \\ 22 & 55 \\ 25 & 60 \\ 23 & 58 \\ 21 & 54 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.6 \\ 0.7 & 0.7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \end{pmatrix} + \epsilon$$

После решения получаем значения факторов F :

$$F = \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.5 & 1.0 \\ 2.0 & 1.5 \\ 1.7 & 1.2 \\ 2.2 & 1.8 \\ 1.8 & 1.3 \end{pmatrix}$$

Этап 2: Синтез моделей для управления качеством

Используем метод конечных элементов для моделирования производственных процессов и оптимизации параметров.

Основное уравнение метода:

$$Ku = f$$

где K - матрица жесткости системы, u - вектор переменных (качество продукции), f - вектор внешних воздействий.

Пусть матрица жесткости K и вектор внешних воздействий f имеют вид:

$$K = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}, f = \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Решим систему для нахождения вектора u :

$$u = K^{-1}f$$

Вычисляем обратную матрицу K :

$$K^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{2}{5} & -\frac{1}{5} \\ -\frac{1}{5} & \frac{3}{5} \end{pmatrix}$$

Тогда:

$$u = \begin{pmatrix} \frac{2}{5} & -\frac{1}{5} \\ -\frac{1}{5} & \frac{3}{5} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2*5-1*3}{5} \\ \frac{-1*5+3*3}{5} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.4 \\ 1.4 \end{pmatrix}$$

Теперь используем модели на основе сетей Петри для анализа и моделирования динамических аспектов системы.

Основное описание сети Петри:

$$PN = (P, T, A, W, M_0)$$

Для построения модели сети Петри определяем следующие элементы:

- Места $P = \{p_1, p_2, p_3\}$ (p_1 — готово к сборке, p_2 — в процессе сборки, p_3 — готово к проверке).

- Переходы $T = \{t_1, t_2\}$ (t_1 — начало сборки, t_2 — окончание сборки).

- Дуги $A = \{(p_1, t_1), (t_1, p_2), (p_2, t_2), (t_2, p_3)\}$.

- Вес дуг $W = \{1, 1, 1, 1\}$.

- Начальная маркировка $M_0 = \{p_1:1, p_2:0, p_3:0\}$.

Эта сеть Петри описывает, что процесс начинается с одного токена в месте p_1 (готово к сборке). При срабатывании перехода t_1 (начало сборки) токен перемещается из p_1 в p_2 (в процессе сборки). После завершения сборки (переход t_2) токен перемещается из p_2 в p_3 (готово к проверке).

Этап 3: Оптимизация производственных процессов

Оптимизируем распределение ресурсов с использованием линейного программирования.

Основное уравнение задачи:

$$\max (10x_1 + 20x_2)$$

при условиях:

$$2x_1 + 3x_2 \leq 100$$

$$x_1 + x_2 \leq 50$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Решаем задачу линейного программирования. Используя симплекс-метод или любой другой численный метод, находим оптимальные значения x_1 и x_2 :

$$x_1 = 20, x_2 = 10$$

Теперь применим эволюционные алгоритмы для дальнейшей оптимизации. Основные этапы включают:

- Генерацию начальной популяции решений.
- Оценку приспособленности каждого решения с использованием функции приспособленности $f(x)$.
- Селекцию лучших решений.
- Кроссинговер и мутацию для создания новых решений.

Пусть функция приспособленности $f(x) = 10x_1 + 20x_2$. Начальная популяция содержит решения (15,10), (20,10), (10,20). Оценка приспособленности:

$$f(15, 10) = 10 * 15 + 20 * 10 = 150 + 200 = 350$$

$$f(20, 10) = 10 * 20 + 20 * 10 = 200 + 200 = 400$$

$$f(10, 20) = 10 * 10 + 20 * 20 = 100 + 400 = 500$$

Лучшее решение (10, 20) с приспособленностью 500. Применяем кроссинговер и мутацию для создания новых решений, пока не найдем оптимальное.

Таким образом, предложенный комплексный подход к анализу, синтезу и оптимизации моделей управления качеством производства является эффективным инструментом для повышения качества и производительности современных производственных систем.

Заключение

В результате проведенного исследования и предложенного комплексного подхода к анализу, синтезу и оптимизации моделей управления качеством производства, можно сделать следующие выводы:

1. Эффективность комбинированного подхода: Комбинирование различных методов анализа (регрессионный и факторный анализ), синтеза (метод конечных элементов и сети Петри) и оптимизации (линейное программирование и эволюционные алгоритмы) позволяет более полно и точно моделировать и оптимизировать сложные производственные системы. Такой подход обеспечивает всесторонний взгляд на процессы, что способствует выявлению ключевых факторов и узких мест.

2. Повышение качества продукции: Применение предложенных методов позволяет существенно улучшить качество продукции за счет более точного контроля и настройки параметров производственных процессов. Оптимизация производственных линий с учетом ключевых факторов, выявленных при анализе данных, снижает уровень дефектов и повышает стабильность выпускаемой продукции.

3. Оптимизация производительности: Использование методов линейного программирования и эволюционных алгоритмов для оптимизации параметров производственных процессов приводит к более рациональному использованию ресурсов и повышению общей производительности системы. Это позволяет предприятиям снизить затраты и увеличить выход продукции при сохранении высокого уровня качества.

4. Адаптивность и гибкость моделей: Применение сетей Петри для моделирования динамических аспектов производственных систем демонстрирует высокую адаптивность и гибкость подхода. Такие модели позволяют оперативно реагировать на изменения в производственных условиях и корректировать процессы в режиме реального времени.

5. Практическая значимость результатов: Представленные методы и подходы могут быть успешно применены на практике для улучшения управления качеством и организации производственных процессов на предприятиях различных отраслей. Результаты данного исследования предоставляют инженерам и менеджерам инструменты для повышения эффективности и конкурентоспособности их предприятий.

6. Перспективы дальнейших исследований: В будущем возможно дальнейшее развитие и углубление предложенных методов, включая интеграцию с новыми технологиями, такими как искусственный интеллект и машинное обучение. Это откроет дополнительные возможности для автоматизации и улучшения управления качеством производственных процессов.

Таким образом, предложенный комплексный подход к анализу, синтезу и оптимизации моделей управления качеством производства является эффективным инструментом для повышения качества и производительности современных производственных систем.

Список использованной литературы:

1. Тебекин, А. В. Управление качеством: учебник для вузов / А. В. Тебекин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 410 с.
2. Салахов Ф. Н. Современные концепции и модели управления качеством // Вестник Курганского государственного университета. 2005. №2 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-kontseptsii-i-modeli-upravleniya-kachestvom> (дата обращения: 09.10.2024).
3. Ляпунцова Е.В. Современные методы анализа и управления качеством продукции в наукоемком производстве // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-analiza-i-upravleniya-kachestvom-produktsii-v-naukоеmkom-proizvodstve> (дата обращения: 09.10.2024).

© Ю.С. Попова, 2024

УДК 005.6

Попова Ю.С., Реент Е.А.,
ФГБОУ ВО «Технологический университет»,
г. Королёв

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ: РОЛЬ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ ИГР

Аннотация: в статье рассматривается комплексный подход к управлению качеством образовательных систем высшего образования с использованием методов системного анализа и теории игр. Описаны основные элементы образовательной системы и проанализированы их взаимосвязи. Для моделирования стратегических взаимодействий между участниками образовательного процесса использованы матричные игры, равновесие Нэша, смешанные стратегии и обратная индукция. Системный анализ дополняет теорию игр методами анализа зависимости и влияния, стохастического моделирования, линейного программирования и метода Монте-Карло. Представлен пример реализации интегрированной модели с расчетами и оптимальными стратегиями управления. В результате предложенный подход обеспечивает повышение эффективности образовательного процесса и улучшение качества обучения, что является важным условием успешного развития высшего образования в современных условиях.

Ключевые слова: управление качеством, высшее образование, системный анализ, теория игр, матричные игры, равновесие Нэша, стохастическое моделирование, линейное программирование, метод Монте-Карло, оптимизация ресурсов, образовательные системы, взаимодействие участников, стратегическое управление, качество обучения.

Введение

Современное высшее образование сталкивается с множеством вызовов, требующих постоянного повышения качества обучения и адаптации к изменяющимся условиям рынка труда. В условиях усиливающейся конкуренции среди образовательных учреждений использование инновационных методов управления качеством становится не просто желательным, а необходимым [1, с. 79]. Одними из наиболее эффективных методов являются системный анализ и теория игр. Эти подходы, дополняя друг друга, позволяют разработать комплексные стратегии управления качеством в образовательных системах.

Основные понятия системного анализа и теории игр

Системный анализ представляет собой методологию, которая рассматривает образовательную систему как совокупность взаимосвязанных элементов, таких как преподаватели, студенты, учебные материалы, инфраструктура и административные процессы. Теория игр, в свою очередь, фокусируется на стратегических взаимодействиях между этими элементами, моделируя их поведение и выявляя оптимальные стратегии для достижения поставленных целей [1, с. 210].