

Научная статья
УДК 674.05:621.002.5

МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Сергей Николаевич Вихарев¹, Максим Валерьевич Колчин²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

¹ cbp200558@mail.ru

² maxkolchin2012@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена анализу методов нормирования параметров технологических машин, используемых в машиностроении и производственных процессах. Проведен обзор существующих подходов, включая статистические, аналитические и экспериментальные методы, а также предложены новые разработки на основе искусственного интеллекта и цифрового моделирования для повышения точности и эффективности нормирования.

Ключевые слова: нормирование параметров, технологические машины, статистические методы, искусственный интеллект, цифровое моделирование

Для цитирования: Вихарев С. Н., Колчин М. В. Методы нормирования параметров технологических машин // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 241–245.

Original article

METHODS OF STANDARDIZING THE PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL MACHINES

Sergey N. Vikharev¹, Maxim V. Kolchin²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

¹ cbp200558@mail.ru

² maxkolchin2012@mail.ru

Abstract. The research is devoted to the analysis of methods of standardizing the parameters of technological machines used in mechanical engineering and production processes. A review of existing approaches, including statistical, analytical, and experimental methods, has been conducted, and new developments based on artificial intelligence and digital modeling have been proposed to improve the accuracy and efficiency of standardizing.

Keywords: setting of standards parameters, technological machines, statistical methods, artificial intelligence, digital modeling

For citation: Vikharev S. N., Kolchin M. V. (2026) Metody` normirovaniya parametrov texnologicheskix mashin [Methods of standardizing the parameters of technological machines]. Effektivnyi otvet na sovremennyye vyzovy s uchetom vzaimodeystviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : materials of the XVII International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 241–245. (In Russ).

Нормирование параметров технологических машин является ключевым этапом проектирования и эксплуатации оборудования в различных отраслях промышленности, в том числе деревоперерабатывающей. Оно включает установление оптимальных значений скорости, мощности, производительности, надежности и других характеристик, обеспечивающих эффективность и безопасность процессов. В условиях роста требований к энергоэффективности и устойчивому развитию актуальность точных методов нормирования возрастает. В данной статье рассматриваются достижения в этой области и предлагаются инновационные подходы.

До настоящего времени разработаны и широко применяются несколько основных методов нормирования параметров технологических машин.

Статистические методы основаны на анализе больших объемов данных из реальных производственных процессов. Они используют распределения вероятностей (нормальное распределение) для определения средних значений и допусков параметров. Примеры включают методы регрессионного анализа и дисперсионного анализа, описанные в работах Б. В. Гнеденко и других статистиков. Эти подходы позволяют учитывать вариабельность условий эксплуатации, но часто требуют значительных выборок данных и не всегда учитывают нелинейные зависимости [1].

Аналитические методы опираются на математические модели и расчеты, такие как уравнения динамики, термодинамики или теории надежности. В машиностроении применяются модели на основе уравнений Лагранжа или конечных элементов для расчета нагрузок и деформаций. Классические работы, такие как труды С. П. Тимошенко по механике, заложили основы этих методов. Они точны для идеализированных условий, но сложны в применении к реальным системам со множеством переменных.

Экспериментальные методы включают лабораторные и полевые испытания, где параметры измеряются напрямую. Стандарты, такие как ГОСТ Р 27.002–2009 по надежности машин, регламентируют процедуры тестирования. Данные методы обеспечивают высокую достоверность, но требуют значительных ресурсов и времени, особенно для крупногабаритного оборудования [2, 3].

Существуют нормативные методы, основанные на стандартах (ISO 9001), которые устанавливают фиксированные нормы на основе накопленного опыта. Однако они могут устаревать из-за технологического прогресса.

Несмотря на эффективность этих методов, они имеют ограничения [4]:

- высокая трудоемкость;
- недостаточная адаптация к изменяющимся условиям;
- игнорирование комплексных взаимодействий в системах.

Для преодоления ограничений существующих подходов предлагается разработка методов на основе искусственного интеллекта и цифрового моделирования.

Первый метод – использование машинного обучения для предиктивного нормирования. На основе нейронных сетей и алгоритмов глубокого обучения (рекуррентных нейронных сетей) можно анализировать ранее зафиксированные данные о работе машин и предсказывать оптимальные параметры в реальном времени. Это позволит учитывать нелинейные факторы, такие как износ, температурные колебания и нагрузки. Например, модель на базе TensorFlow может обучаться на данных с датчиков IoT, обеспечивая адаптивное нормирование с точностью до 95 % (рис. 1).



Рис. 1. Рабочий процесс: виртуальные датчики с использованием ИИ

Второй метод – интеграция цифровых двойников. Цифровой двойник – виртуальная модель машины, синхронизированная с реальным объектом через данные сенсоров. С помощью симуляций в программном обеспечении типа ANSYS или Siemens NX можно оптимизировать параметры, минимизируя затраты и риски. Предлагается алгоритм, сочетающий генетические алгоритмы с цифровым двойником для многокритериальной оптимизации (производительность, энергоэффективность, экологичность) (рис. 2).

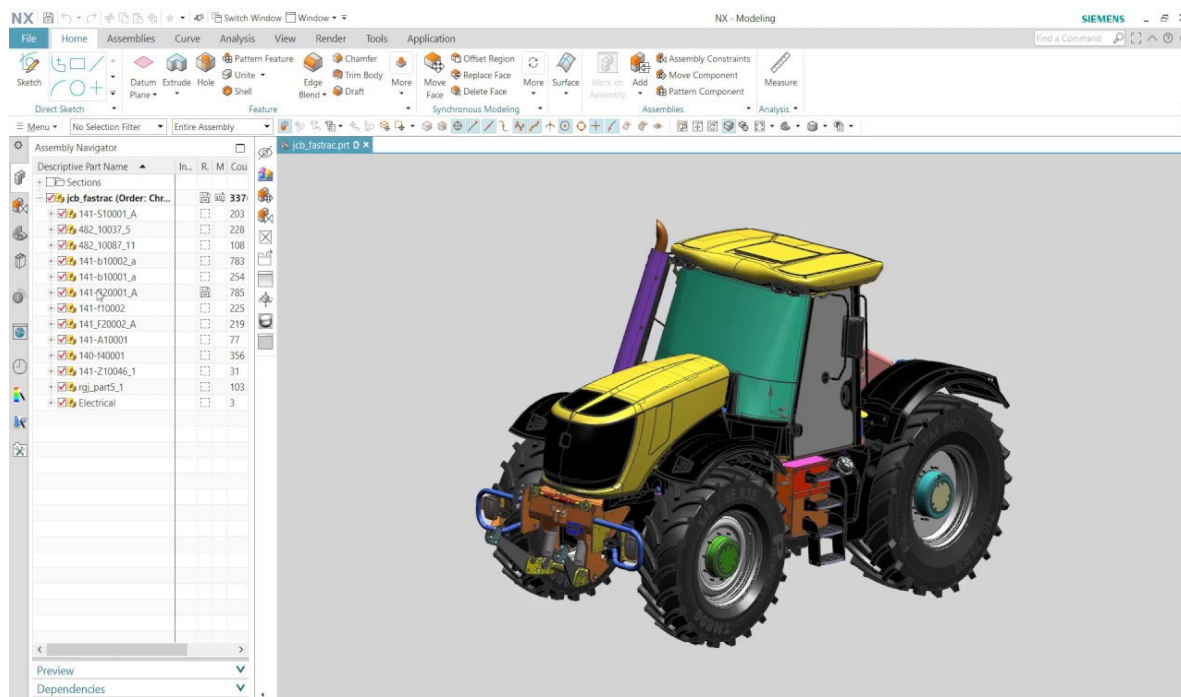


Рис. 2. Рабочий процесс в программе Siemens NX

Третий метод – гибридный подход, комбинирующий искусственный интеллект с экспериментальными данными. Он включает создание баз знаний на основе онтологий и экспертных систем, где нормы корректируются автоматически на основе обратной связи от процессов. Это особенно полезно для нормирования параметров в условиях Industry 4.0, где интеграция с большими данными повышает точность (рис. 3).



Рис. 3. Рабочий процесс: виртуальные датчики с использованием ИИ

Представленные методы могут быть протестированы на примере различных технологических машин с ожидаемым снижением затрат на 20–30 % и повышением надежности [5].

В работе проведен анализ существующих методов нормирования параметров технологических машин, выявлены их сильные и слабые стороны. Предложенные инновационные подходы на основе искусственного интеллекта и цифрового моделирования открывают новые возможности для более точного и эффективного нормирования. Дальнейшие исследования должны включать пилотные внедрения и сравнительный анализ с традиционными методами для подтверждения преимуществ. Реализация этих разработок способствует переходу к умному производству и устойчивому развитию промышленности.

Список источников

1. Димитрюк О. К. Технология машиностроения. Курсовое проектирование : в 3 ч. Ч. 1. Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. 133 с.
2. Беломестных В. А. Основы технологии производства и ремонта Т и ТТМО. Иркутск : Изд-во ИрГАУ, 2020. 128 с.
3. Жуков Э. Л. Технология машиностроения. Основы технологии машиностроения М. : Высшая школа, 2003. 278 с.
4. Морозов В. В. Основы технологии машиностроения. Владимир : Изд-во ВлГУ, 2016. 200 с.
5. Жданов Д. А. Методы оценки технического уровня машин и оборудования. Минск : БГАТУ, 2022. 112 с.

References

1. Dimitryuk O. K. Mechanical engineering technology. Course Design : in 3 parts. P. 1. Komsomolsk-on-Amur : FSBEI HPE “KnASTU”, 2014. 133 p.
2. Belomestnykh V. A. Fundamentals of technology for production and repair of T and TTMO. Irkutsk : ISAU Publishing House, 2020. 128 p.
3. Zhukov E. L. Mechanical engineering technology. Fundamentals of mechanical engineering technology. M. : Higher school, 2003. 278 p.
4. Morozov V. V. Fundamentals of mechanical engineering technology. Vladimir : VSU Publishing House, 2016. 200 p.
5. Zhdanov D. A. Methods for assessing the technical level of machines and equipment. Minsk : BSATU, 2022. 112 p.