

ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ISSUES OF METROLOGICAL SUPPORT OF INTELLECTUAL PRODUCTION



Анциферов
Сергей Сергеевич
Sergey S. Antsyferov

Доцент кафедры «Метрология и стандартизация»,
кандидат технических наук, доцент
«МИРЭА - Российский технологический
университет» (РТУ МИРЭА), г. Москва Associate

Associate Professor
Candidate of Technical Sciences
MIREA – Russian Technological University, Moscow



Фазилова
Ксения Наильевна
Ksenia N. Fazilova

Доцент кафедры «Метрология и стандартизация»
«МИРЭА - Российский технологический
университет» (РТУ МИРЭА), г. Москва Associate

Associate Professor
MIREA – Russian Technological University, Moscow

К технологическим процессам предъявляются высокие требования по качеству, которое в значительной степени определяется точностью выполнения технологических операций, объединенных в единый технологический процесс.

В связи с этим актуальной является задача создания инструментария, обеспечивающего контроль качества технологических процессов, в частности, непрерывный их мониторинг. В качестве такого инструментария может служить методика, объединяющая алгоритмы оценки и контроля качества.

High quality requirements are imposed on technological processes, which is largely determined by the accuracy of technological operations combined into a single technological process.

In this regard, the task of creating tools that ensure quality control of technological processes, in particular, their continuous monitoring, is urgent. As such a tool, a methodology combining algorithms for evaluation and quality control can serve.

Ключевые слова: Методика, контроль качества, технологический процесс, технологическая операция, алгоритм, показатель качества, границы области качества, мониторинг

Keywords: methodology, quality control, technological process, technological operation, algorithm, quality indicator, boundaries of the quality area, monitoring

Введение

В настоящее время к наиболее прогрессивным и гибким производственным системам относят так называемые «Умное производство», «Умная фабрика», «Производство 4.0», «Интеллектуальное производство». Интеллектуальные производственные системы предполагают объединение в единую коммуникационную сеть всех операций внутри предприятия по стадиям производства и используют методы и средства мониторинга для контроля качества и получения информационного потока данных, необходимого для адаптации к новым требованиям.

Ближайшей перспективой является создание интеллектуальных машиностроительных производств (ИМП), функционирующих исключительно под управлением искусственного интеллекта. Интеллектуальное машиностроительное производство в своей основе представляет собой совокупность взаимосвязанных технологических процессов (ТП) и машин-роботов, объединенных в сеть для эффективного функционирования и генерации необходимой для аналитики информации. К технологическим процессам предъявляются высокие требования по точности производимых изделий, а также по сверхвысокой точности в области нанотехнологий, что может быть достигнуто путем широкого использования накопленных знаний, их пополнения и эффективного использования. В соответствии с этим каждый технологический процесс (технологическая операция) должен содержать локальную систему знаний, средства накопления и обработки информации, принятия решений, а также интерфейсные средства ввода-вывода и обмена с другими процессами (операциями). Важным аспектом является своевременный доступ и обработка информации о состоянии технологического процесса, мониторинг уровня качества процесса для быстрого, в случае необходимости, его обновления и оперативной переориентации с учетом возможных интенсивных приращений знаний. В свою очередь качество технологического процесса в

значительной степени определяется точностью выполнения технологических операций (ТОп), объединенных в единый технологический процесс [1].

В связи с этим представляется актуальной разработка методики контроля качества технологических процессов с учетом точности выполнения технологических операций, пополнения знаний и их использования.

Методика контроля качества

Основу методики составляют алгоритмы оценки показателей качества и построения границ области качества, разработанных на основании математической модели динамики качества технологических процессов ИМП [2, 3].

Алгоритм оценки реального показателя качества

Алгоритм состоит [8] в определении текущих значений вероятностных точностных оценок технологических операций и соответствующих значений H , \dot{H} (точка показателя качества). В случае «выхода» точки за пределы установленных граничных значений области качества поступает сигнал на блок принятия решений и, в случае необходимости, осуществляется обновление технологической оснастки (рис. 1).

Алгоритм построения границ области качества

Алгоритм предполагает выполнение следующих операций [2, 3]:

* Установление интервала допустимых вероятностных точностных оценок ТОп $\Delta P = P_{max} - P_{min}$.

* Построение функциональных зависимостей энтропии $H = f(N, P)$ для заданных значений вероятностей (P_{max} , P_{min}) и для установленного числа ТОп (N).

* Определение соответствующего интервала ΔH .

* Построение фазовой диаграммы, описывающей состояние ТП для случая $\Delta I > 0$, $\Delta J > 0$.

* Определение интервальных значений $\Delta \dot{H}$.

На основании данных алгоритмов можно построить систему мониторинга (рис.2), позволяющую определять вероятностные точностные показатели технологических операций P_i , которые далее поступают на вычислитель и блок принятия решений, функционирующие в соответствии с алгоритмом (рис. 1)

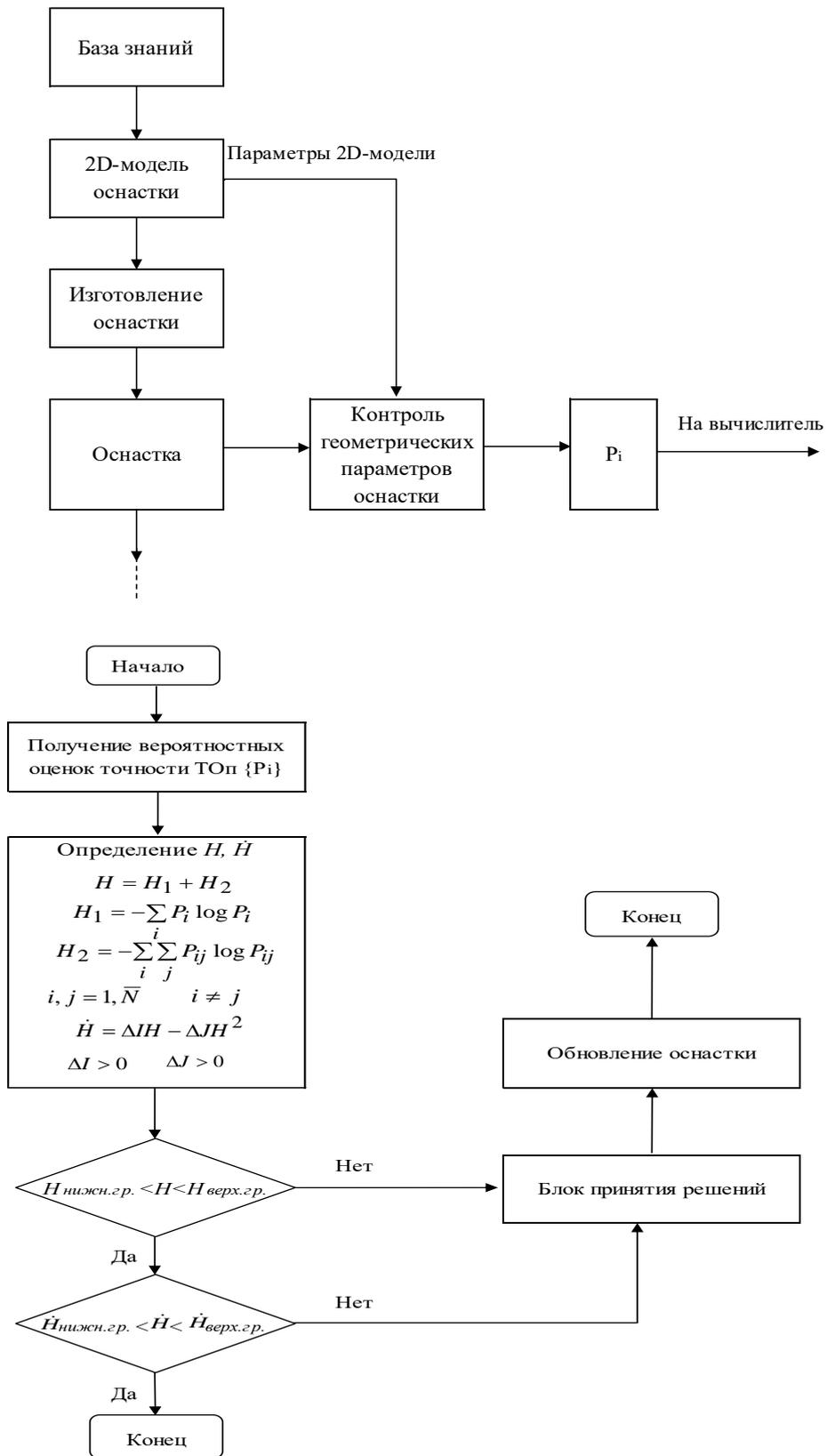


Рисунок 1- Структурная схема алгоритма оценки реального показателя качества

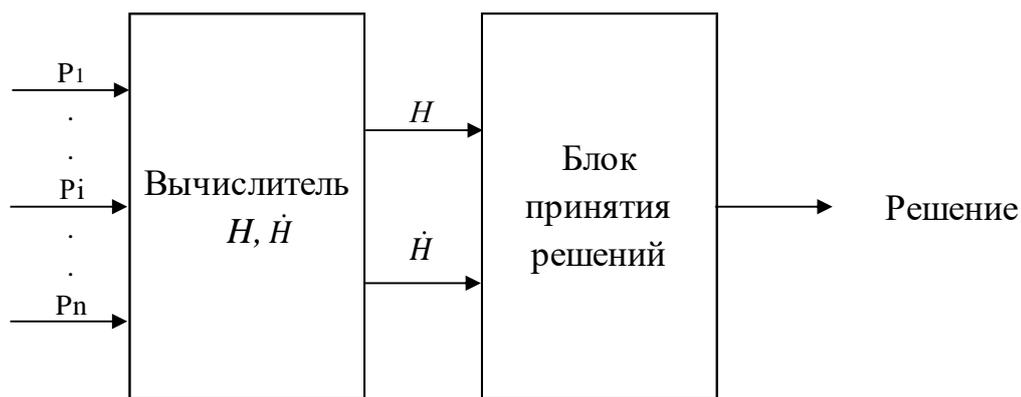
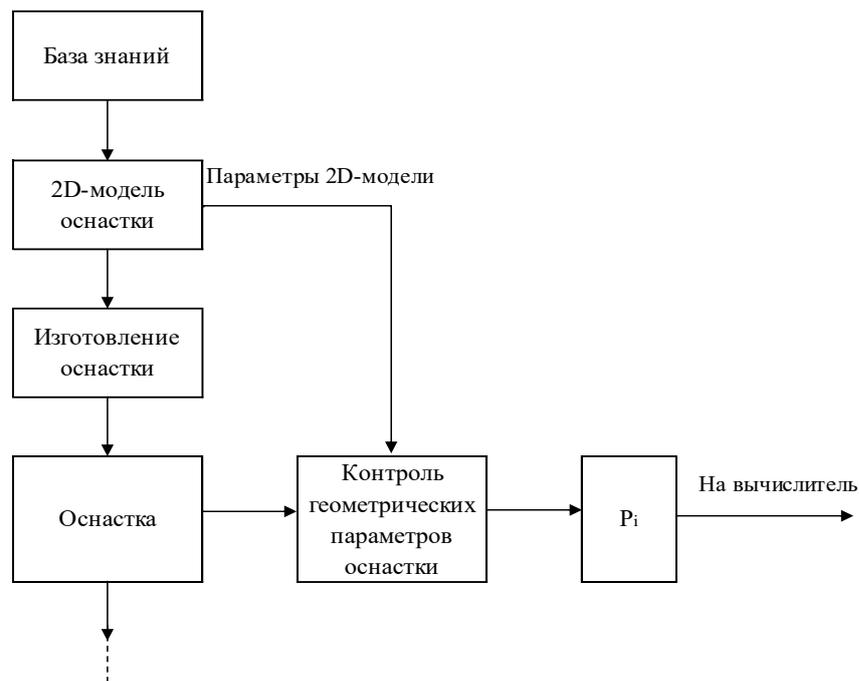


Рисунок 2 - Структурная схема системы мониторинга

Данная система была использована для контроля качества технологического процесса изготовления лопаток газотурбинных двигателей.

По реальному значению точки показателя качества (H, \dot{H}) в пределах установленной области качества технологического процесса (рис. 3) может приниматься, в случае необходимости, решение об обновлении технологической оснастки до выхода ее из строя. Такой контроль позволяет снизить себестоимость изготовления оснастки на 15% за счет увеличения ее срока службы.

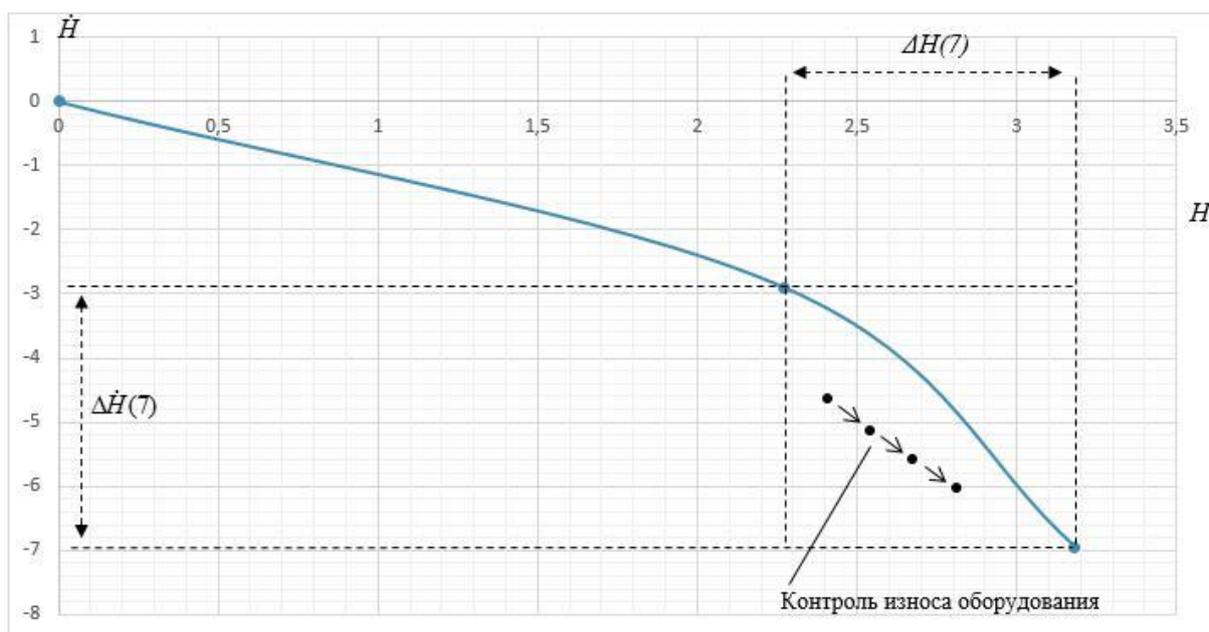


Рисунок 3 - Контроль качества оснастки технологического процесса

Заключение

Практическая апробация предлагаемой методики показала высокую эффективность используемых в ней алгоритмов, что указывает на возможность ее применения для контроля качества широкого класса технологических процессов интеллектуального машиностроительного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Antsyferov S.S., Fazilova K.N., Rusanov K.E. Algorithms for monitoring the functioning of nonequilibrium information processing systems. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021. – V. 2094. – P. 022024.
2. Antsyferov S.S., Fazilova K.N., Rusanov K.E. Modeling of control processes of nonequilibrium systems functioning. *AIP Conference Proceedings*. – 2021. – V. 2402. P. 050006.
3. Анцыферов С.С., Фазилова К.Н. Контроль качества функционирования интеллектуальных производств // *Качество и жизнь*. – 2022. – Т. 34, № 2. – С. 11-13.