

АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ ВЫРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИХ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ.

Загребельный Георгий Юрьевич

Студент 4 курса,

Кафедра «Металлорежущие станки»

Московский Государственный Технический Университет

Научный руководитель: А.Г. Ягопольский,

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»

На рис. 1 представлена обобщённая структурная схема системы автоматического контроля, которая иллюстрирует путь прохождения измерительной информации и управляющих воздействий. Схему можно условно разделить на два основных контура:

1. Контур формирования и подачи испытательного воздействия (управление). Начинается с электронно-вычислительной машины (ЭВМ), где формируется цифровая команда на проведение измерения, которая через интерфейсные схемы обмена поступает на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).
2. Контур сбора и обработки измерительной информации (данные). От объекта контроля отклик через устройства коммутации контролируемых сигналов поступает на измерительные преобразователи, преобразуясь в сигнал, который поступает в блок аналогово-цифрового преобразователя, далее через интерфейсные схемы обмена данные передаются в ЭВМ.

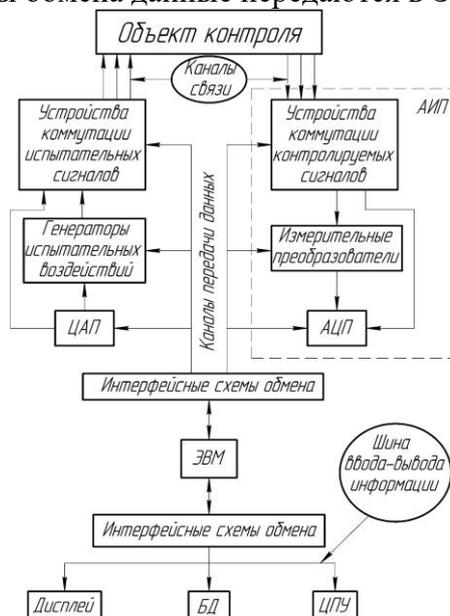


Рис. 1. обобщённая структурная схема системы автоматического контроля

На основе практических требований к контролю сменных многогранных пластин (СМП) можно выделить следующие ключевые группы критериев эффективности автоматизированных измерительных систем (АИС):

1. **Метрологическая эффективность.** Определяет соответствие измеряемых параметров пластин, установленных НТД;

2. **Операционная эффективность.** Определяет пропускную способность;
3. **Эксплуатационная эффективность.** Гарантирует непрерывность работы;
4. **Функциональная эффективность.** Позволяет системе быстро адаптироваться к выпуску новых типоразмеров, геометрий и материалов пластин;
5. **Эргономическая эффективность.** Снижает время обучения оператора, минимизирует вероятность, ускоряет интерпретацию результатов;
6. **Экономическая эффективность.** Обеспечивает окупаемость инвестиций в АИС и получение прямого экономического эффекта от ее внедрения.

На основе приведённой схемы (рис. 1) и критериев эффективности АИС сформулированы критерии оценки эффективности функциональных блоков применительно к контролю СМП.

1. **Объект контроля (СМП).** Критерий: стабильность параметров объекта.
2. **Измерительные преобразователи.** Критерии: а) метрологические характеристики; б) стабильность показаний во времени.
3. **Устройства коммутации испытательных/контролируемых сигналов.** Критерий: стабильность генерируемого сигнала.
4. **ЦАП, каналы связи, интерфейсные схемы обмена.** Критерии: а) верность передачи данных; б) пропускная способность.
5. **ЭВМ.** Критерии: а) вычислительная производительность; б) надёжность программного обеспечения.
6. **База данных и дисплей.** Критерии: а) скорость доступа к данным; б) информативность визуализации.

Для повышения комплексной эффективности АИС контроля СМП в структурную схему целесообразно интегрировать следующие дополнительные блоки:

- 1) Модуль анализа геометрии и износа для сравнения с САД-моделью.
- 2) Модуль статистического анализа.
- 3) Система обратной связи с оборудованием для доводки/фасовки.
- 4) Блок системы дополненной реальности.

Введение этих блоков позволит оценивать АИС не только как измерительный комплекс, но и как активный элемент автоматизированной производственной ячейки.

На основе проведенного анализа критериев оценки эффективности, автоматизированной системы контроля сформируем сводную таблицу 1.

Таблица 1. Сводная таблица критериев оценки эффективности АИС

Группа критерия	Критерий	Измеряемый параметр
Метрологические	Точность	Суммарная погрешность измерения, мкм, угл. сек.
	Достоверность	Вероятность пропуска брака / ложного брака
Временные	Быстродействие	Время цикла контроля одной пластины, с
	Производительность	Количество контролируемых пластин в час, шт/час
Надёжности	Коэффициент готовности (K_r)	$K_r = T / (T + T_v)$, где T – наработка на отказ, T_v – время восстановления
	Среднее время восстановления	$T_{ср в}$, час
Эксплуатационные	Универсальность	Время переналадки на новый типоразмер, мин
	Уровень автоматизации	Доля ручных операций в цикле, %
Экономические	Стоимость владения	Затраты на калибровку, ремонт, расходники в год
Информационные	Глубина протоколирования	Объём сохраняемых данных по одной пластине

Проведённый анализ показал, что формирование требований к разработке структуры АИС должно базироваться на комплексной системе критериев, охватывающих метрологические, временные, эксплуатационные и экономические аспекты.

Литература

1. *Воронцов Л. Н., Корндорф С. Ф.* Приборы автоматического контроля размеров в машиностроении: Учеб. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.
2. *Мальшев В. М., Механников А. И.* Гибкие измерительные системы в метрологии. [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 176 с.
3. *Пронякин, В. И.* Цифровая трансформация метрологии и метрологическое обеспечение в промышленности / В. И. Пронякин, А. С. Комшин / Станкоинструмент. – 2022 № 4(29). С. 68-75. – DOI 10.22184/2499-9407.2022.29.4.68.74. – EDN OCACLO.
4. *Синица, М. О.* Разработка технических средств контроля геометрии изделий общего и тяжелого машиностроения / М. О. Синица, Т.А. Осипов, А. С. Комшин // Приборы. – 2022. – № 11(269). – С.14-21. – EDN SYVMBR.
5. *Смирнов, Ю. А.* Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Основы метрологии и автоматизации: учебное пособие для СПО. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 240 с.