

Препринт

Тема: Метрологическая экспертиза технологических процессов в авиационной промышленности: принципы, порядок проведения и интеграция в систему менеджмента качества

Автор: Кручинкина Лилия Раисовна / КНИТУ-КАИ

Дата: Декабрь 2025 г.

Ключевые слова: метрологическая экспертиза, технологический процесс, авиационная промышленность, метрологическое обеспечение, контроль параметров, прослеживаемость, безопасность полетов, ГОСТ РВ, AP, AS.

Аннотация

В препринте рассматривается критически важная процедура метрологической экспертизы технологических процессов (ТП) в авиационной промышленности. Обосновывается ее роль как ключевого элемента обеспечения безопасности, надежности и функциональной пригодности авиационной техники. Предлагается структурированный порядок проведения экспертизы, прослеживаемости измерений и анализа влияния метрологических факторов на качество конечного продукта. Особое внимание уделяется соответствию требованиям национальных (ГОСТ РВ, ГОСТ Р) и международных (AS9100, ASME) стандартов.

Введение.

Актуальность проблемы Авиастроение предъявляет исключительные требования к точности, стабильности и воспроизводимости технологических операций. Неопределенность измерений на каждом этапе ТП (от входного контроля материалов до финальной сборки узлов). Метрологическая экспертиза (МЭ) служит системным инструментом превентивного выявления и минимизации метрологических рисков на стадии проектирования и валидации ТП, что предотвращает дорогостоящие доработки на этапе производства и, главное, потенциальные дефекты в эксплуатации.

Цель и задачи

Цель: Обеспечение соответствия ТП метрологическим требованиям, гарантирующим достижение заданных точностных и качественных параметров изделия при минимальных производственных издержках.

Задачи:

- Анализ полноты и корректности контролируемых параметров в ТП
- Оценка соответствия методов и средств контроля (испытаний, измерений) характеру контролируемых параметров, требованиям точности и условиям применения.

- Проверка обеспеченности ТП стандартными образцами и эталонами. Анализ условий выполнения измерений и их влияния на результат.

- Оценка соответствия требований к квалификации персонала, выполняющего измерения.

- Проверка правил обработки, представления и документирования результатов измерений.

Оценка рисков, связанных с метрологической неопределенностью на каждом этапе ТП.

Порядок проведения метрологической экспертизы

Подготовительный этап: Формирование приказа о проведении МЭ и утверждение состава комиссии. Определение объекта и целей экспертизы. Сбор и изучение входных данных.

Аналитический этап: Анализ норм точности. Анализ цепи прослеживаемости. Соответствие методики измерений стандартизованным или аттестованным методикам. Оценка влияния дестабилизирующих факторов (температура, вибрация и т.д.). Анализ пригодности СИ и ИО. Анализ требований к персоналу. Оценка неопределенности измерений.

Заключительный этап: Формирование Акта (Заключения) метрологической экспертизы, включающего. Рекомендации по устранению замечаний. Вывод о принципиальной метрологической реализуемости ТП. Утверждение акта руководством. Контроль выполнения рекомендаций. Экспертиза считается завершенной после устранения всех критических замечаний.

Заключение и перспективы.

Разработанный порядок проведения метрологической экспертизы ТП обеспечивает системный подход к управлению метрологическими рисками в авиастроении. Его внедрение позволяет снизить брак, повысить стабильность производства и гарантировать соответствие изделий самым строгим требованиям. Перспективным направлением является цифровизация процесса МЭ через интеграцию с CAD/CAM/CAE-системами и PLM-платформами для автоматизированного анализа измерительных цепей и моделирования неопределенностей.

Список литературы

1. ГОСТ Р 8.563-2009 «ГСИ. Методики измерений».
2. ГОСТ РВ 15.203-2001 «Система разработки и постановки продукции на производство. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации».
3. Стандарты серии АП (Авиационные правила).
4. AS9100D:2016 «Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations».
5. Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3: Руководство по выражению неопределенности измерения».