



## ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ОПЕРАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ ДЕТАЛЕЙ

**К. В. Кучугура**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*Выполнен анализ организации передачи измерительных данных при операционном контроле деталей в условиях цифрового производства. Показано, что для обеспечения прослеживаемости результат измерения должен сохраняться вместе со сведениями о детали, операции, средстве измерений, времени контроля и допустимых пределах. Описана проблема различия интерфейсов и форматов при автоматическом сборе данных. На примере контроля диаметра отверстия после сверления предложен минимальный состав цифровой записи измерения и показана логика проверки результата по допуску.*

*Ключевые слова: операционный контроль, измерительные данные, организация производства, машиностроение, средство измерений, цифровое производство.*

**Для цитирования:**

*Кучугура, К. В. Организация передачи измерительных данных при операционном контроле деталей / К. В. Кучугура // Системный анализ и логистика. – 2026. – № 2(50). – с. 106-110. DOI: 10.31799/2077-5687-2026-2-106-110.*

## ORGANIZATION OF MEASUREMENT DATA TRANSFER DURING OPERATIONAL CONTROL OF PARTS

**K. V. Kuchugura**

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The organization of measurement data transfer during operational control of parts in digital manufacturing has been analyzed. It has been shown that, to ensure traceability, a measurement result should be stored together with information about the part, operation, measuring instrument, measurement time and tolerance limits. The problem of differences in interfaces and data formats during automated data collection has been described. Using hole diameter control after drilling as an example, the minimum structure of a digital measurement record has been proposed and the logic of tolerance verification has been shown.*

*Keywords: operational control, measurement data, production organization, machine-building production, measuring instrument, digital manufacturing.*

**For citation:**

*Kuchugura, K. V. Organization of measurement data transmission during operational control of parts / K. V. Kuchugura // System analysis and logistics. – 2026. – № 2(50). – p. 106-110. DOI: 10.31799/2077-5687-2026-2-106-110.*

### Введение

В машиностроительном производстве контроль качества связан не только с готовой продукцией, но и с отдельными операциями технологического процесса. Обычно выделяют входной, операционный и приемочный контроль. В данной статье рассматривается операционный измерительный контроль после обработки детали, например после сверления отверстия в металлическом кронштейне. Такой контроль выполняется до передачи детали на следующую операцию или в сборку.

Для цифрового производства характерно использование производственных данных в текущем управлении процессом: результат операции должен быть связан с контролем и решением о дальнейшем движении детали [1]. Поэтому важно, чтобы сведения о детали, операции и результате контроля поступали в систему без лишнего ручного переноса.

На практике степень цифровизации участков различается: применяются системы управления производственными операциями (MES-системы), электронные журналы контроля и модули сбора данных, но часть результатов все еще фиксируется вручную или в отдельных таблицах [2]. Поэтому актуальной остается задача согласования измерительного прибора,



рабочего места контроля и производственной информационной системы.

В статье проведен анализ передачи измерительных данных из средства измерений в информационную систему при операционном контроле детали. На примере контроля диаметра отверстия после сверления показано, что результат измерения должен быть связан не только с числовым значением, но и с операцией, установленным допуском и дальнейшим маршрутом детали.

### **1. Организация передачи измерительных данных при операционном контроле**

При организации такого контроля необходимо разделять контроль качества детали и метрологическое обеспечение контроля. Решение о годности детали относится к производственному контролю качества, а метрологическое обеспечение связано с применением исправного средства измерения (СИ), корректной единицы величины и сохранением сведений о статусе СИ. Это соответствует назначению метрологического обеспечения, направленного на единство измерений и требуемую точность результатов [3].

С точки зрения системы менеджмента качества результат контроля должен быть связан с процессом, оборудованием и конкретной единицей продукции [4]. Если в системе хранится только число, например 25,08, по нему нельзя определить параметр, деталь, прибор и допуск. Поэтому результат измерения целесообразно оформлять как цифровую запись с производственным и метрологическим контекстом.

В качестве производственной ситуации примем участок изготовления металлических кронштейнов. После операции сверления контролируется отверстие номинальным диаметром 25,00 мм. По техническим требованиям допустимый диапазон составляет 24,95-25,05 мм. Если такая проверка выполняется сразу после сверления, она относится к операционному контролю. Ее результат влияет на дальнейший маршрут детали: передать ее на следующую операцию, направить на дополнительную проверку или оформить несоответствие по принятой процедуре.

На одном участке могут применяться СИ разных производителей и годов выпуска. Одни приборы имеют цифровой выход, другие требуют адаптера, а часть результатов вводится вручную. Поэтому задача состоит не в одновременной замене оборудования, а в приведении результатов к единому виду на уровне модуля сбора данных.

Такой подход позволяет совместить разные способы получения данных. Физическое подключение может различаться, но обязательные поля записи остаются одинаковыми: деталь, операция, параметр, значение, единица, допуск, СИ, время и статус результата. Поэтому основным условием совместимости является не способ подключения, а единая структура данных.

В производственных информационных системах эта задача связана с обменом данными между оборудованием, рабочим местом контроля и системой управления производством [5]. Например, Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA) рассматривается как технология, позволяющая передавать данные между промышленными устройствами и информационными системами [6]. В данной статье протокол рассматривается как средство передачи, а не как замена правил формирования записи измерения.

Маршрут передачи результата от СИ к производственной системе представлен на рис. 1. После измерения модуль сбора данных дополняет значение сведениями о детали, операции, рабочем месте, СИ и допустимых пределах. Затем результат сохраняется в MES-системе или электронном журнале контроля и используется для принятия решения по детали.

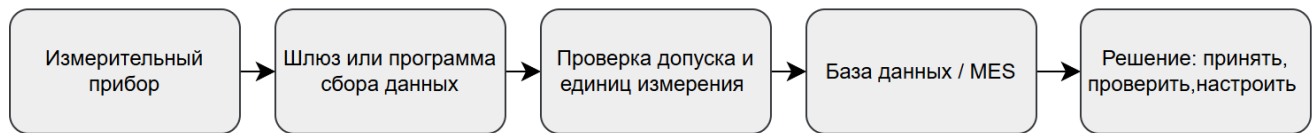


Рис. 1. Передача измерительного результата от средства измерений к производственной системе

Модуль сбора данных выполняет не только техническую, но и организационную функцию: связывает измерение с производственным заданием и справочной информацией. Номер детали может поступать из маршрутной карты или MES, сведения о СИ - из справочника средств измерений, а допуск - из технологической документации.

Единица измерения должна быть явно указана в записи и соответствовать принятому обозначению [7]. Это важно при автоматической обработке: значение 25,08 без указания единицы нельзя корректно сопоставить с допуском, заданным в миллиметрах.

Минимальная цифровая запись измерения для операционного контроля должна включать поля, представленные на рис. 2.

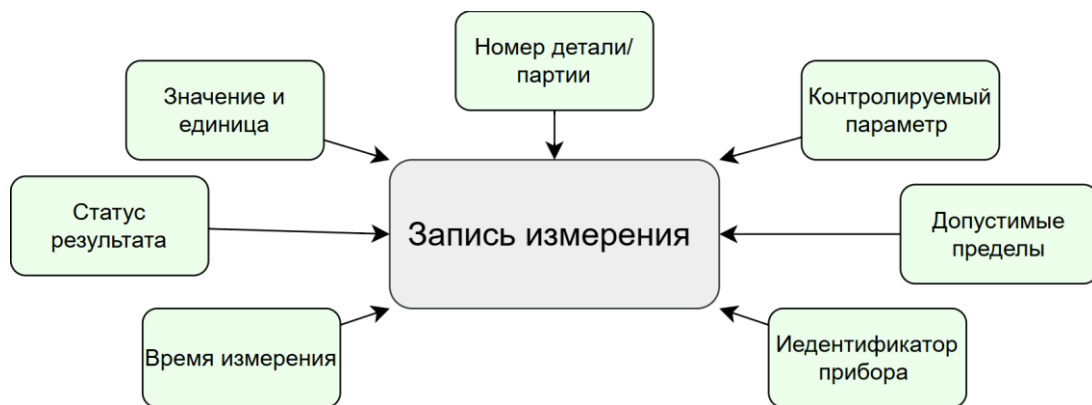


Рис. 2. Минимальный состав цифровой записи измерения

Для кронштейна с отверстием диаметром 25,00 мм запись может иметь следующий вид: деталь D-1025, операция «сверление отверстия», параметр «диаметр отверстия», значение 25,08 мм, допуск 24,95-25,05 мм, СИ CAL-017, статус СИ «поверено», время измерения и итоговый статус «не годен».

На рис. 3 приведена проверка пяти результатов измерения по допуску. Значения D-1021, D-1022 и D-1023 находятся в допустимом диапазоне. Для D-1024 нарушена нижняя граница, а для D-1025 - верхняя. При ручной регистрации такие отклонения также можно обнаружить, но автоматическая передача данных уменьшает задержку между измерением и принятием решения по детали.

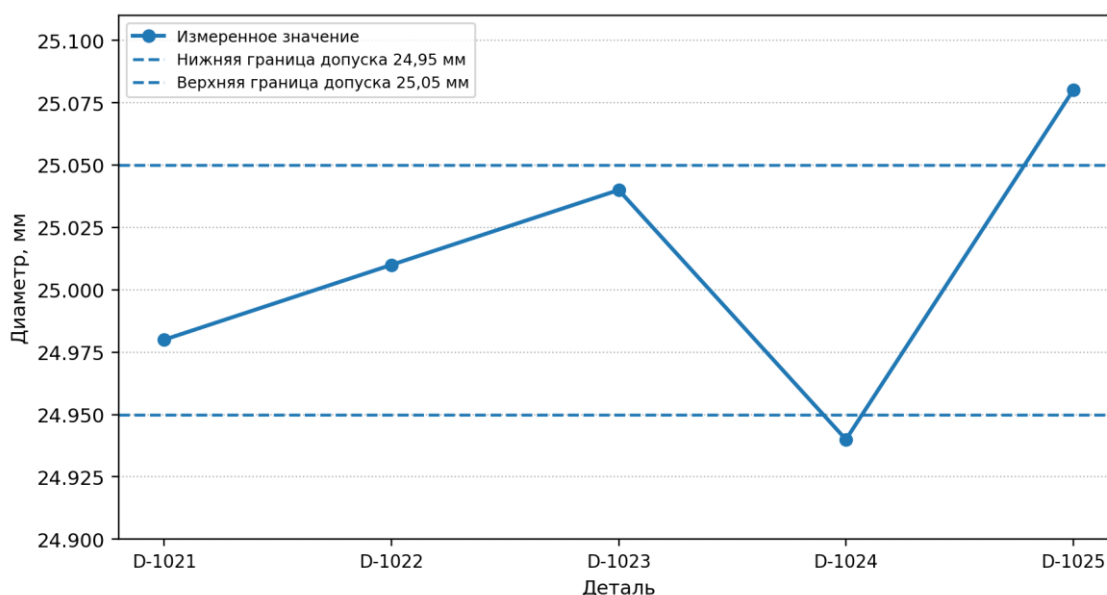


Рис. 3. Проверка результатов измерения диаметра отверстия по допуску

Статус результата формируется по простому правилу: если значение находится в диапазоне 24,95-25,05 мм, деталь может быть передана дальше; если значение выходит за границы, она направляется на дополнительную проверку или оформляется как несоответствующая по принятой процедуре.

Предложенная схема не устраняет все технические ограничения, но позволяет организовать передачу данных поэтапно. Если СИ имеет цифровой выход, модуль сбора данных получает результат автоматически. Если такой возможности нет, результат может вводиться оператором в электронную форму с обязательными полями записи. В обоих случаях сохраняется единый принцип организации данных: значение измерения фиксируется вместе с номером детали, операцией, единицей измерения, допуском, сведениями о СИ и итоговым статусом. Поэтому проблема решается не только технически, но и организационно - через установление единого порядка регистрации измерительных результатов [8].

Таким образом, организация передачи измерительных данных находится на стыке производства, качества и метрологии. Производственная служба определяет маршрут детали, служба качества - порядок принятия решения по результату контроля, а метрологическая служба - пригодность СИ и корректность измерительной информации.

### Заключение

Организация передачи измерительных данных при операционном контроле должна строиться не вокруг отдельного прибора, а вокруг производственного маршрута детали. Измерение становится полезным для производства, когда оно связано с операцией, рабочим местом, допуском, СИ и дальнейшим решением по детали.

На примере контроля диаметра отверстия после сверления показано, что единая цифровая запись позволяет сократить ручной перенос данных и сохранить производственный контекст результата. При этом не требуется одинаковый физический интерфейс всех СИ: достаточно, чтобы модуль сбора данных приводил результаты к согласованной структуре.

В результате цифровизация операционного контроля должна сопровождаться организационными правилами: кто формирует исходные данные, откуда берутся сведения о детали и допуске, как проверяется статус СИ, и кто принимает решение по несоответствующей детали. Без этих правил автоматическая передача данных остается техническим обменом, а не элементом организации производства.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution / K. Schwab. – Geneva: World Economic Forum, 2016. – 172 p.
2. Абдрахманова, Г. И. Индикаторы цифровой экономики: 2024: статистический сборник / Г. И. Абдрахманова [и др.]. – М.: Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2024. – 274 с.
3. ГОСТ Р 8.820-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 44 с.
5. ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014. Интеграция систем управления предприятием. Часть 1. Модели и терминология. – М.: Стандартинформ, 2016. – 73 с.
6. IEC 62541-1:2025. OPC Unified Architecture – Part 1: Overview and concepts. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2025. – 60 p.
7. ГОСТ 8.417-2024. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – М.: Российский институт стандартизации, 2024. – 24 с.
8. ГОСТ Р ИСО 10012-2008. Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию. – М.: Стандартинформ, 2009. – 26 с.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Кучугура Кристина Владимировна**

Студент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А

E-mail: kuchugura01@bk.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Kuchugura Kristina Vladimirovna**

Student

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: kuchugura01@bk.ru

Дата поступления: 26.05.2026

Дата принятия: 03.06.2026