

с использованием Real-Time системы генерации управляющих импульсов и графической среды программирования LabVIEW. У данного решения есть несколько существенных недостатков, главными из которых являются стоимость и массогабаритные параметры Real-Time систем и ограничения языка LabVIEW. Графическая среда программирования не позволяет гибко настраивать управление различными приборами, быстро вносить изменения в эксперимент и масштабировать установку. В данной работе предлагается вариант компактной системы управления на основе микроконтроллера и языка программирования Python.

В систему входит графический интерфейс, написанный на языке Python и позволяющий с помощью матрицы моментов времен и состояний настраивать цикл измерений и управлять приборами, и устройство для генерации TTL-импульсов и аналогового сигнала на основе микроконтроллера STM32. В данный момент разработан и испытывается прототип данной системы, позволяющий получить точность синхронизации импульсов на уровне 2 мкс, что достаточно для управления ОСЧ на основе ультрахолодных атомов Sr и Yb.

#### Литература

1. Ultrastable optical clock with neutral atoms in an engineered light shift trap / H. Katori [et al.] // Physical Review Letters. – 2003. – Vol. 91, № 17. – P. 173005.
2. Barber, Z. Ytterbium optical lattice clock. University of Colorado at Boulder, 2007.
3. Jila SrI optical lattice clock with uncertainty of  $2.0 \times 10^{-18}$  / T. Bothwell [et al.] // Metrologia. IOP Publishing, 2019. – Vol. 56, № 6. – P. 65004.

УДК 621.713.12

### ОСОБЕННОСТИ ТРАКТОВКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КООРДИНАТНОГО КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ

Студент гр. 11305121 Сенюта В. В.

Асс. Гомма М. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Существенная часть всех измерений в современном производстве – это линейные измерения. Координатный метод, суть которого заключается в последовательном измерении координат ряда точек поверхности в пространстве и последующем вычислении размеров изделия, стал универсальным средством определения геометрических характеристик. Координатные измерения характеризуются прямым измерением точек поверхности детали и расчетом нормируемых геометрических параметров на основе полученных результатов.

При проведении контроля геометрических параметров детали на базе координатно-измерительных машин возможны случаи неоднозначной интерпретации полученных результатов измерений из-за допустимых вариаций экспериментальных моделей контролируемых деталей и, следовательно, оценка возможных погрешностей метода измерения также может быть неоднозначной.

Существующая процедура измерений разработана таким образом, чтобы избежать всех наихудших вариантов погрешности метода, которые могут возникнуть в отношении размеров, формы и расположения поверхностей. В то же время не используется предварительная информация о характере искажения геометрических параметров реальных деталей, которая может существовать или быть доступной на этапе разработки конкретной методики.

Однако, неоправданное сокращение количества контролируемых точек (сечений) может привести к недостаточности измерительной информации для обеспечения адекватности получаемой экспериментальной модели, соответствующей реальному объекту измерения. В результате могут возникнуть большие методические погрешности измерений контролируемых параметров.

Также, при традиционном методе контроля параметров деталей каждый контролируемый параметр измеряется отдельно, в своей собственной системе координат и ограничен своим полем допусков, не зависящим от полей допусков других геометрических параметров.

Вышеупомянутые особенности традиционного контроля геометрических параметров деталей приводят к результатам измерений, которые не исключают систематических

погрешностей из-за несогласованности систем координат, в которых измеряются различные геометрические параметры деталей, и, как следствие, к увеличению числа неправильно принятых и неправильно забракованных деталей. Поэтому общим недостатком традиционных методов координатного контроля геометрических параметров деталей является отсутствие оптимизации всех контролируемых точек реальной детали относительно ее номинальной системы координат, а также соответствующих полей допусков контролируемых параметров.

#### Литература

1. Гомма, М. А. Анализ особенностей интерпретации результатов координатного контроля геометрических параметров деталей / М. А. Гомма, С. С. Соколовский // Новые направления развития приборостроения : материалы 15-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, Минск, 20–22 апреля 2022 г. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: О. К. Гусев (пред. ред. кол.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 252–253.
2. Тигнибидин, А. В. Определение достоверных методик проведения измерений на координатно-измерительных машинах: Динамика систем, механизмов и машин / Омский государственный технический университет / А. В. Тигнибидин, Л. В. Зайнуллина, В. А. Ромашенко. – Омск, 2018. – Том 6. – № 1.
3. Теория, расчет и проектирование оптимизированных методик координатного контроля в машиностроении / В. Л. Соломахо [и др.]. – Минск: БНТУ, 2012. – 239 с.

УДК 658.516

### **КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАМКАХ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

Магистрант гр. 1-54 80 01 Сильчук В. А., студент гр. 11305121 Троицкая А. Э.

Д-р техн. наук, профессор Серенков П. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Анализ состояния менеджмента качества на промышленных предприятиях Республики Беларусь показал, что наибольший круг первоочередных проблем связан с качеством именно производственных процессов и, в частности, с их планированием, обеспечением, управлением и улучшением. Подавляющее большинство процессов можно по степени определенности отнести к категории «черные ящики». Соответственно на рынке услуг в области управления появилось множество техник, технологий, методов, направленных на статистическое моделирование процессов. Имеет место множество мнений по поводу того, какие методы в современных условиях лучше. Этот вопрос все чаще возникает в рамках дискуссий по поводу использования статистических методов менеджмента качества. В докладе обосновано, что такая постановка вопроса некорректна. Отталкиваться следует от целей и задач управления качеством производственных процессов.

Сформулирован универсальный прагматичный подход к обеспечению качества процессов любой природы: действительные значения параметра качества процесса в условиях воспроизводимости должны укладываться в установленные границы, определяющие понятие «уровень качества».

В докладе сделан анализ типовых задач управления качеством производственных процессов с позиций возможных ситуаций, возникающих на выходе процесса по результатам проверки соответствия:

1) значения показателя качества процесса в условиях воспроизводимости распределены по закону Гаусса. При этом возможны два случая:

- процесс находится в статистически неуправляемом состоянии, индекс воспроизводимости  $C_p \leq 1,33$ , из чего следует, что необходимо кардинальное перепроектирование процесса;
- процесс находится в статистически управляемом состоянии, индекс воспроизводимости  $C_p > 1,33$ , из чего следует, что вмешиваться в управление процессом не следует, следует продолжать мониторинг процесса;

2) значения показателя качества процесса в условиях воспроизводимости распределены по закону, отличному от закона Гаусса, из чего следует, что, один или несколько факторов