

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования могут быть использованы при разработке интеллектуальных систем управления движением автономно функционирующих андронидных роботов в организованной среде без участия человека-оператора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gulletta G., Araújo S. M., Costa e Silva E., Costa M. F., Erlhagen W., Bicho E. Nonlinear Optimization for Human-like Synchronous Movements of a Dual Arm-hand Robotic System // International Conference on Numerical Analysis and Applied Mathematics, 2014.
2. Hasegawa T., Suehiro T., Takase K. A model-based manipulation system with skill-based execution // IEEE Trans. Rob. and Autom., 1992. No. 5. P. 535–544.
3. Karpushkin V. N., Chernavsky A. V. The reduction of the control of movement for manipulation robots from many degrees of freedom to one degree of freedom // Journal of Mathematical Sciences. 1997. P. 531–533.
4. Ko N. Y., Lee B. N., Ko M. S. An approach to robot motion planning for time-varying obstacle avoidance using the view-time concept // Robotica. 1993. No. 4. P. 315–327.
5. Кобринский А. А., Кобринский А. Е. Манипуляционные системы роботов. М. : Наука. 1985. 343 с.
6. Притыкин Ф. Н. Виртуальное моделирование движений роботов, имеющих различную структуру кинематических цепей: моногр. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. 172 с.
7. Притыкин Ф. Н., Захаров В. А. Исследование манёвренности механизма манипулятора при заданной точности позиционирования // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 3 (109). С. 67–71.
8. Притыкин Ф. Н., Небритов В. И. Исследование размеров и формы области в многомерном пространстве обобщённых скоростей, задающей допустимые мгновенные состояния механизма андронидного робота // Омский научный вестник. 2016. № 5 (149). С. 29–34.

УДК 658.5.012.1

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МИКРОСКОПА Uhl VMM 150

С. В. Такаюк, А. В. Тигнибидин, Е. Б. Чарушина
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен частный случай оценки точности цифрового инструментального микроскопа в условиях метрологической лаборатории в Центре подготовки высококвалифицированных инженерных кадров для ПО «Полет». Цифровым измерительным прибором (ЦИП) называют прибор, в котором измеряемая величина преобразуется в цифровой код и в соответствии с кодом представляется на отсчетное устройство в цифровой форме. Для микроскопа Uhl VMM 150 была проведена оценка погрешности, основанная на проведении многократных измерений.

Ключевые слова: точность, метрология, измерение.

DOI: 10.25206/2310-4597-2019-1-219-223

I. ВВЕДЕНИЕ

Измерительные микроскопы это самые распространенными оптико-механическими приборами на производстве. Их широко применяют в измерительных лабораториях машиностроительных заводов и научно-исследовательских институтов. На них можно проводить измерения линейных и угловых размеров в прямоугольной и полярной системах координат. Инструментальный микроскоп – это профессиональный оптический прибор, который предназначен не только для наблюдений, но и для измерений. Раньше невозможно было приобрести точный измерительный микроскоп с видеозахватом российского производства, но с 2010 года началось производство точных приборов в России. Например, инструментальный микроскоп ИМЦЛ, изготавливаемый Новосибирским приборостроительным заводом, используется на машиностроительных предприятиях для оценки линейных и угловых размеров деталей, валов, фрез, резцов и других элементов сложной техники. Данные микроскопы имеют большие возможности и много особенностей, так как они создаются по точным техническим условиям (АЛ2.787.140 ТУ) и даже внесены в Государственный реестр средств измерения – это действи-

тельно сложные оптико-механические приборы. Все профессиональные инструментальные микроскопы, снабженные отсчетными устройствами для проведения измерений, относятся к классу высокоточной техники.

В последнее время больше выпускают инструментальные оптические микроскопы и профильные проекторы с электронным отсчетным устройством. Так, например, микроскопы марки ETALON моделей TCM50, TCM100 или TCM200 предназначены для бесконтактных измерений линейных размеров и углов, а также для контроля контуров заготовок деталей, обработанных на металлорежущих станках и другом оборудовании. Гнутые и литые детали, штампованные детали, всевозможные пружины, детали двигателей и коробок передач, режущий инструмент, калибровочные пробки, копиры, лекала, электроды электроэрозионных станков, а также детали зубчатых передач и резьбовых соединений могут измеряться на этих микроскопах.

Микроскопы и профильные проекторы используются для контроля образцов и партий изделий на операциях механообработки и литья, а также для входного контроля. Они также предназначены для профессионального обучения персонала, а также для использования в НИИ и КБ, в ПТУ и технических вузах и в испытательных, поверочных и криминалистических лабораториях.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В лаборатории «методы и средства измерения и контроля» в Центре подготовки высококвалифицированных инженерных кадров для ПО «Полет» установлен инструментальный микроскоп Walter Uhl technische Mikroskopie GmbH & Co. KG VMM 150, который подходит для таких отраслей как машиностроение, металлообработка, автомобилестроение, авиационная и космическая промышленность, электроэнергетика, прецизионные механизмы и оптико-механическая промышленность. Технические характеристики представлены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1
ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОСКОПА

Характеристика	Значение
Точность измерительного стола	≤ 2.6 мкм на 150 мм измеряемой длины
Управляемый X/Y стол на специализированных роликах с измерительным диапазоном	150 x 100 мм
Дискретность	0.0001 мм
Опциональная цифровая измерительная система оси Z	150 мм
Абсолютная погрешность	1.8 мкм + $0.005 \times L$ мкм (где L в мм)
Измерительный диапазон	150 x 100 мм

Для проведения оценки точности микроскопа VMM 150 объект-микрометр ОМ-ДТ7.216.009ПС. Было проведено 500 последовательных измерений для оценки точности микроскопа. Технические характеристики объект-микрометра представлены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2
ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОСКОПА

Характеристика	Значение
Длина основной шкалы	1 ± 0.0005 мм
Длина основного деления каждого из интервалов с измерительным диапазоном	$0.005 \pm 0,0003$ мм
Длина 20 делений каждого из интервалов	$0.1 \pm 0,0003$ мм
Ширина штрихов шкалы	$0.002 \pm 0,0005$ мм
Габаритные размеры	80 x 30 x 3 мм
Масса	0.035 кг

III. ТЕОРИЯ

Объект-микрометр предназначен для проведения калибровки системы анализа изображений том случае, если измерения необходимо проводить в реальных единицах. Объект-микрометр представляет собой пластину, в центре которой находится измерительная шкала длиной 1 мм с ценой деления 0,01 мм. Объект-микрометры изготавливаются для микроскопов отраженного и проходящего света. Соответственно они называются объект-микрометр ОМО и объект-микрометр ОМП. Сняв изображение микрометра, при каждом рабочем увеличении микроскопа и рабочем разрешении используемой цифровой камеры и указав известное расстояние в специальной методике Калибровка, Вы можете задать количество точек изображения, которые приходятся на единицу измерения.

На рис. 1 представлена схема инструментального микроскопа. На основании 1 с помощью микрометрических головок 3 перемещается в двух направлениях координатный стол 2, обеспечивая заданные стандартом пределы измерения в продольном и поперечном направлениях. Наклон головки 9 вокруг горизонтальной оси 10 осуществляется маховиком 11 наклона колонки. По колонке 9 с помощью механизма фокусировки 8 перемещается кронштейн, на котором закреплен тубус 5 визирного микроскопа с объективом 4. Сверху к тубусу крепится окуляр 7 визирного микроскопа и отсчетный микроскоп угломерной головки 6.

Питание инструментального микроскопа электрическим током осуществляется через понижающий трансформатор.

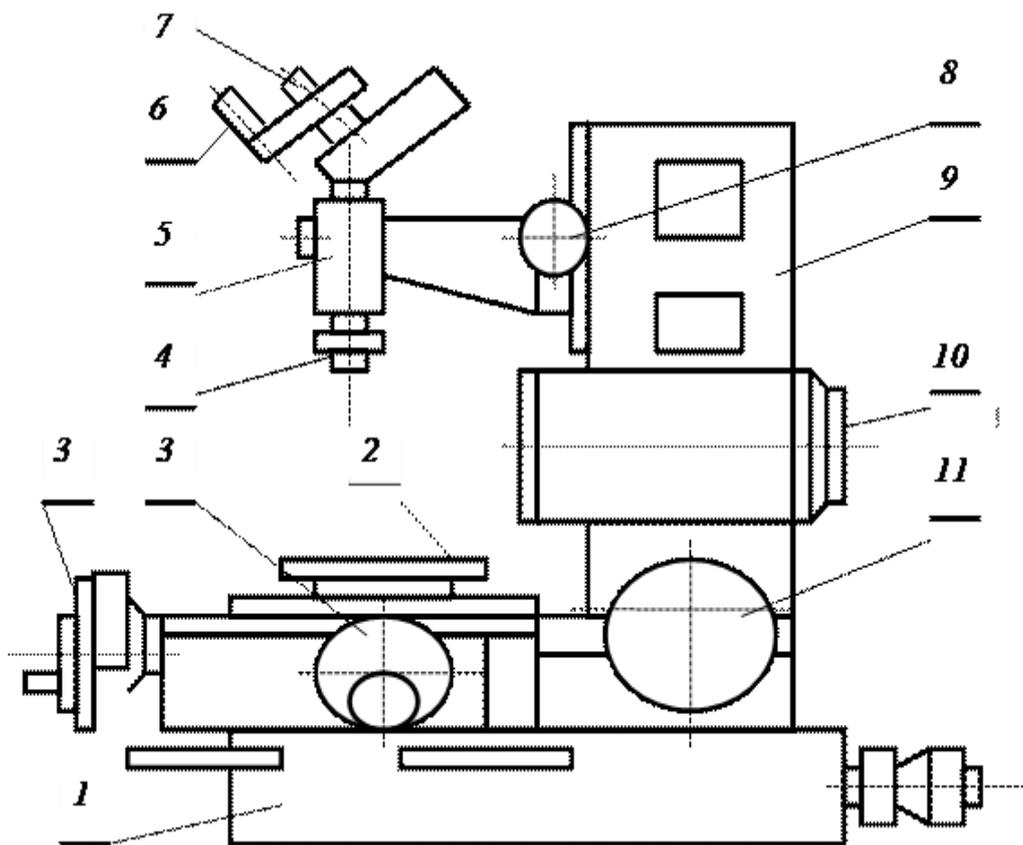


Рис. 1. Схема инструментального микроскопа

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В ходе эксперимента было проведено 50 измерений длины основной шкалы объект – микрометра. Для проведения измерения пользовались следующим алгоритмом:

1. Включить микроскоп
2. Запустить программу «М3»
3. Установить на стекло рабочего стола микроскопа контролируемый объект. Для пленок и бумаги контролировать отсутствие неровности поверхности, при необходимости использовать пресс.
4. По оси Z:настроить фокусировку, поворачивая ручку оси Z до четкого фокуса картинки, необходимой для работы.
5. По оси X и Y: снять ограничители перемещения, при помощи ручек довести до необходимой контролируемой зоны.
6. Выбрать режим работы «Перекрестье».
7. Выбрать режим «Точка», «Неограниченный повтор».
8. Перемещая «Перекрестье» создать облако точек, необходимых для определения геометрического размера.

Результаты занесены в табл. 3. Изображение объект - микрометра в микроскопе измерения показано на рис. 2. Процесс измерения показан на рис. 3.

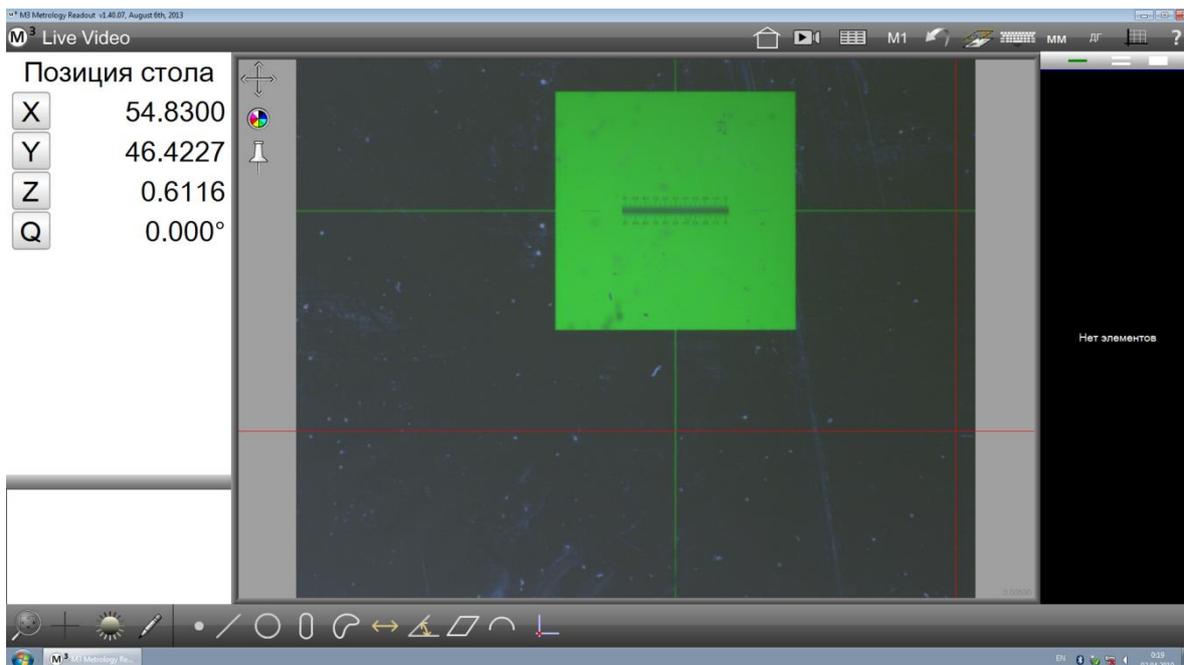


Рис. 2. Изображение объект-микрометра

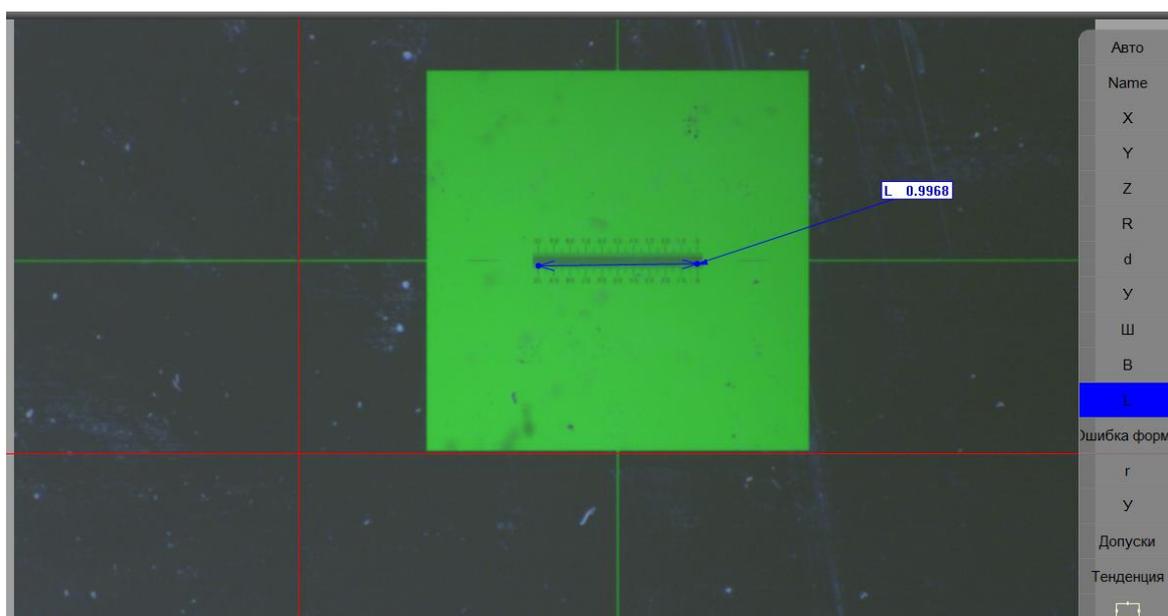


Рис. 3. Процесс измерения объект-микрометра

ТАБЛИЦА 3
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ

0,9968	0,9971	0,9972	0,9985	0,9967	0,9960	0,9971	0,9964	0,9975	0,9968
0,9970	0,9976	0,9970	0,9982	0,9976	0,9987	0,9976	0,9987	0,9976	0,9987
0,9968	0,9973	0,9968	0,9973	0,9973	0,9968	0,9973	0,9968	0,9973	0,9968
0,9986	0,9978	0,9975	0,9972	0,9986	0,9986	0,9986	0,9993	0,9976	0,9986
0,9975	0,9914	0,9975	0,9989	0,9914	0,9975	0,9978	0,9975	0,9978	0,9981

V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

После анализа полученных значений сравниваем их с общей погрешностью микроскопа и объект микрометра, который составляет 0,00076 мм. Результаты занесены в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ

0,0032	0,0029	0,0028	0,0015	0,0033	0,0040	0,0029	0,0036	0,0025	0,0032
0,0030	0,0024	0,0030	0,0018	0,0024	0,0013	0,0024	0,0013	0,0024	0,0013
0,0032	0,0027	0,0032	0,0027	0,0027	0,0032	0,0027	0,0032	0,0027	0,0032
0,0014	0,0022	0,0025	0,0028	0,0014	0,0014	0,0014	0,0007	0,0024	0,0014
0,0025	0,0086	0,0025	0,0011	0,0086	0,0025	0,0022	0,0025	0,0022	0,0019

Согласно этим результатам перед проведением измерений микроскоп VMM необходимо откалибровать.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении же эксперимента с измерением объект - микрометра было установлено, что при условиях в лаборатории «Методы и средства измерения и контроля» перед проведением измерительного процесса на микроскоп Walter Uhl technische Mikroskopie GmbH & Co. KG VMM 150 необходимо проводить процесс калибровки.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ. БЛАГОДАРНОСТИ

Коллектив проекта благодарит за содействие в развитии проекта ректорат Омского государственного технического университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакут П. А., Жулина Ю. В., Иванчук Н. А. Обнаружение движущихся объектов / Под ред. П.А. Бакута. М.: Сов. радио, 1980. 288 с.
2. Khludnev A. M., Kovtunenکو V. A. Analysis of cracks in solids. Southampton. Boston: WIT Press, 2000. 120 p.
3. Реутов С., Сафронов Е. Комплексные поставки орудий труда как средство создания системы машин // *Вопр. экономики*, 1985. № 1. С. 57–67.
4. Khludnev A. M., Kovtunenکو V. A. Analysis of cracks in solids. Southampton // *Eur. J.* 2017. Vol. 2. P. 1–3.

УДК 004.932.4

АЛГОРИТМ ПОВОРОТА ИЗОБРАЖЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГИСТРАЦИОННОГО ЗНАКА АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЕГО РАСПОЗНАВАНИЯ

А. А. Томилов, Л. А. Денисова

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен алгоритм поворота изображения государственного регистрационного знака автомобиля, позволяющий устранить искажения и решить задачу распознавания его символов с помощью сверточных нейронных сетей. Предложенный алгоритм производит первичную обработку исходных изображений с целью формирования на их основе обучающего и тестового наборов данных (откорректированных изображений и соответствующих значений углов поворота). Данный алгоритм характеризуется простотой дополнения массива исходных изображений новыми элементами, благодаря чему возможно варьирование качества и количества исходных изображений и повышение точности результата распознавания.

Ключевые слова: *изображение, угол поворота, распознавание, государственный регистрационный знак автомобиля.*

DOI: 10.25206/2310-4597-2019-1-223-228

I. ВВЕДЕНИЕ

Для повышения безопасности дорожного движения и борьбы с нарушителями установленных правил используются камеры видеонаблюдения, позволяющие получить изображение автомобиля и его государственного регистрационного знака (ГРЗ) в момент нарушения (например, при превышении допустимой скорости). Для