

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ  
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
И.С. Серенков

«12» 06 2023

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

**НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО УРОВНЯ**

(наименование темы пишется заглавными буквами, жирным шрифтом, без переносов слов, по центру)

Специальность 1-54 01 01 Метрология, стандартизация и сертификация (по направлениям)

Направление специальности: 1-54 01 01-01 Метрология, стандартизация и сертификация (машиностроение и приборостроение)

Студент группы 11305119

Руководитель


Консультанты:

по основной части


по экономической части

по охране труда


Ответственный за нормоконтроль

  
06.05.2023  
(подпись, дата)


Е.Н. Артюшик

  
(подпись, дата)  
06.06.23


В.И. Соломахов

  
06.06.23  
(подпись, дата)


С.С. Соколовский

  
12.05.2023  
(подпись, дата)

Е.С. Третьякова

  
12.05.2023  
(подпись, дата)

Г.Л. Автушко

  
09.06.2023  
(подпись, дата)

П.М. Самохвал

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – \_\_\_\_\_ страниц;

графическая часть – \_\_\_\_\_ листов;

магнитные (цифровые) носители – \_\_\_\_\_ единиц.

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 111стр, 26 рис., 13 табл., 24 источников, 5прил. и 8 листов графического части формата А1.

ИЗМЕРЕНИЯ, КАЛИБРОВКА, МЕТОДИКА, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ПАРАМЕТР, УРОВЕНЬ.

Целью дипломного проекта является анализ средств и способов обеспечения измерений геометрических параметров объектов с использованием электронного уровня, в частности проектирование методики калибровки.

На данном этапе развития до сих пор остаются проблемы, связанные с обеспечением точности измерения геометрических параметров. В частности, определение погрешности формы и расположения или нормирование отклонений формы и расположения. Так как отличительная особенность нормирования данных параметров заключается в том, что используется принцип прилегающих профилей, прямых и поверхностей.

Проанализировав средства измерения, применяемые для контроля формы и расположения плоских поверхностей, пришли к выводу о том, что уровень может использоваться как универсальное средство при контроле данных параметров.

Результатом дипломного проекта является:

- Анализ средств и способов измерения геометрических параметров объектов с использованием электронного уровня.
- Разработана методика калибровки
- Для подтверждения достоверности методики калибровки построена градуировочная характеристика.

## ABSTRACT

The diploma project contains 111 pages, 26 figures, 13 tables, 24 sources, 5 appendices, and 8 sheets of graphic material in A1 format.

MEASUREMENTS, CALIBRATION, METHODOLOGY, UNCERTAINTY PARAMETER, LEVEL.

The purpose of the graduation project is to analyze the means and methods for ensuring the measurement of the geometric parameters of objects using an electronic level, in particular, the design of a calibration technique.

At this stage of development, there are still problems associated with ensuring the accuracy of measuring geometric parameters. In particular, the determination of the error in shape and location or the normalization of deviations in shape and location. Since a distinctive feature of the normalization of these parameters is that the principle of adjacent profiles, straight lines and surfaces is used.

After analyzing the measuring instruments used to control the shape and location of flat surfaces, we came to the conclusion that the level can be used as a universal tool for controlling these parameters.

The result of the graduation project is:

- Analysis of means and methods for measuring the geometric parameters of objects using an electronic level.
- A calibration technique has been developed.
- To confirm the reliability of the calibration method, a calibration characteristic was built.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## Литература

- 1 Рейх Н.Н., Тупиченков А.А. и др. Метрологическое обеспечение / Глушкова О.Г., Медовикова Н.Я., Рейх Н.Н.– М.: Изд–во стандартов, 1987.
- 2 Фомина А.В., Мухин К.Ю. ИНДУСТРИЯ 4.0. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ // ЭВ. 2018. №3 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-osnovnye-ponyatiya-preimuschestva-i-problemy> (дата обращения: 10.03.2023).
- 3 Взаимозаменяемость и нормирование точности: учеб. пособие / Н. В. Мерзликина, В. С. Секацкий, В. А. Титов. – Красноярск: ИПЦ СФУ, 2011. – 178 с.
- 4 Классификация отклонений геометрических параметров [Электронный ресурс]: Электронные данные. – Режим доступа: [https://studopedia.ru/19\\_353738\\_klassifikatsiya-otkloneniya-geometricheskikh-parametrov.html](https://studopedia.ru/19_353738_klassifikatsiya-otkloneniya-geometricheskikh-parametrov.html)
- 5 Нормирование точности и технические измерения: учеб. пособие / В. Л. Соломахо, Б. В. Цитович, С. С. Соколовский. – Минск: Изд–во Гревцова, 2011. – 360 с.
- 6 Измерение отклонений элементов деталей от параллельности [Электронный ресурс]: Электронные данные. – Режим доступа: [https://ozlib.com/850080/tehnika/izmerenie\\_otkloneniya\\_elementov\\_detaley\\_parallelnosti](https://ozlib.com/850080/tehnika/izmerenie_otkloneniya_elementov_detaley_parallelnosti)
- 7 Методы и средства контроля допусков формы и расположения поверхностей [Электронный ресурс]: Электронные данные. – Режим доступа: [http://techliter.ru/news/metody\\_i\\_sredstva\\_kontrolja\\_dopuskov\\_formy\\_i\\_raspolzhenija\\_poverkhnostej/2013-04-04-97](http://techliter.ru/news/metody_i_sredstva_kontrolja_dopuskov_formy_i_raspolzhenija_poverkhnostej/2013-04-04-97)
- 8 Соломахо, В.Л./Координатные измерения и координатная метрология // В.Л. Соломахо: Материалы МНТК «Технология – Оборудование – Качество – Контроль», – Минск, – БНТУ, 2021, – С.149–150.

9 Давлетшина А.Д. История создания и современное производство уровня / Молодой ученый. - 2017. - № 3. - с. 193-197. [Электронный ресурс]: URL <https://moluch.ru/archive/137/38287>.

### **Технические нормативные правовые акты**

10 Положение о метрологической службе, утвержденное постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 29 марта 2021 г. № 27 (Национальный правовой Интернет–портал Республики Беларусь, 15.04.2021, 8/36545).

11 Закон Республики Беларусь от 11 ноября 2019 г. № 254–З (Национальный правовой Интернет–портал Республики Беларусь, 26.11.2019, 2/2692)

12 Постановление Госстандарта от 24.04.2021 №40

13 Постановление Госстандарта от 23.04.2021 №42

14 ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»

15 РМГ 29–2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения»

16 ГОСТ Р ИСО 11095-2007 «Линейная калибровка с использованием образцов сравнения» [Текст] – Введ. 2008-09-01. – Москва: Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2005. – 17с.- (Статистические методы).

17 Рекомендации по метрологии Р 50.2.028-2003 «Государственная система обеспечения единства измерений. Алгоритмы построения градуировочных характеристик средств измерений состава веществ и материалов и оценивание их погрешностей (неопределенностей). Оценивание погрешности (неопределенности) линейных градуировочных характеристик при использовании метода наименьших квадратов»

18 Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» и гигиенический норматив «Показатели микроклимата производственных и офисных

помещений», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.04.2013г. № 33– Введ 30.04.13, Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Минск, 2013. – 20 с.

19 СН 2.04.03-2020 Естественное и искусственное освещение. Мн: Госстандарт, 2020. – 30 с.

20 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы "Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки", утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.11.2011г. № 115– Минск, 2011. – 9 с.

21 Санитарные нормы и правила «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», гигиенический норматив «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.12.2013 г. № 132– Минск, 2013. – 29 с.

22 Санитарные нормы и правила «Требования при работе с видеодисплеями терминалами и электронно-вычислительными машинами», Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.06.2013 г. № 59.

23 ТКП 474 – 2013 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Мн: НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2013. – 42 с.

24 СН 2.02.05-2020 Пожарная безопасность зданий и сооружений. Мн: ТКС "Пожарная безопасность", 2020. – 70 с.