

- IEC 62717:2014-12+AMD:2015. Требования к характеристикам светодиодных модулей для общего освещения.
- IEC 62778:2014. Оценка опасности синего света всех светотехнических изделий.
- IEC 13032-1:2004, IEC 13032-2 и IEC 13032-4:2015. Свет и освещение – светораспределение и световой поток.

Требования к характеристикам СОП для систем освещения напрямую связаны с требованиями на светодиодные модули. Поэтому при оценке систем светодиодного освещения также необходимо учитывать стандарт на светодиодные модули: IEC 62031:2020. Светодиодные модули для общего освещения.

Стандарт ANSI/IES LM-79-19 «Метод: оптические и электрические измерения твердотельных осветительных приборов» регламентирует методы определения и измерения основных характеристик твердотельных осветительных приборов.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках гранта по договору № 11-48/54 от 14.03.2024.

#### Литература

1. LED in Global Market Overview 2023–2027. Market Overview Report – August 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.reportlinker.com/market-report/Lighting>.

УДК 621.382

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОУПРОВОДНИКОВОЙ ТЕХНИКИ В БНТУ С УЧЕТОМ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Студент гр. 11312123 Борбат М. С., гр. 11312120 Сороко Ю. Д.

Кандидат техн. наук, доцент Тявловский А. К., д-р техн. наук, профессор Гусев О. К.  
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Регулярный обзор общемировых тенденций в развитии полупроводниковой техники публикуется Институтом инженеров электротехники и электроники (*IEEE*) в виде Международного плана по развитию устройств и систем (*The International Roadmap for Devices and Systems*). Согласно данным последнего выпущенного на сегодняшний день издания *IRDS* [1], за последние два десятилетия доля полупроводниковых компонентов в составе электронных устройств выросла практически вдвое, с 18,8 % в 1999 г. до 33,2 % в 2021 г. Линейное продолжение такого роста прогнозируется и в ближайшие 5 лет. К настоящему времени в мире практически прекращен выпуск механических устройств, не использующих электронную систему управления. В большинстве случаев такие системы строятся на базе микроконтроллеров, при этом для связи непосредственно с исполнительными устройствами (электроприводами), сенсорами и другими устройствами ввода-вывода информации используются специализированные микросхемы более низкой степени интеграции. Таким образом, параллельно с переходом на все более высокие технологические нормы (по оценкам ряда специалистов, до 3 нм в ближайшей перспективе) [2], в мире в целом имеет место устойчивый рост потребности в интегральных схемах низкой и средней степени интеграции, доступных для производства на оборудовании отечественных предприятий, в частности, ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «Интеграл». Еще одной тенденцией, прогнозируемой на ближайшую пятилетку, является расширение производства и создание новых типов гетерогенных структур типа «кремний-на-диэлектрике» [1]. Как для создания таких структур, так и для повышения качества производства традиционных структур на монокристаллическом кремнии, особую важность имеет контроль качества поверхности, на которой формируются приборные структуры по планарной технологии. НИЛ полупроводниковой техники БНТУ обладает необходимыми компетенциями и опытом работы по созданию средств неразрушающего контроля прецизионных поверхностей на основе методов зондовой электрометрии, соответствующие исследования и разработки в ближайшую пятилетку могут быть выполнены и для контроля новых перспективных материалов, таких как кремний-на-диэлектрике, наноструктурированный анодный оксид алюминия и др. в интересах отечественных производителей изделий микроэлектроники и сенсорики. Также, в соответствии с упомянутыми тенденциями в использовании электронных устройств для управления механиче-

скими системами и имеющимися компетенциями в следующие 5 лет в НИЛ полупроводниковой техники предполагается выполнение заданий ГНТП и хозяйственных договоров по созданию научного и научно-учебного оборудования, а также аппаратно-программных комплексов для контроля свойств материалов и изделий, основными элементами которых будут являться электронные системы управления на базе микроконтроллеров.

#### Литература

1. The International Roadmap for Devices and Systems: 2022 Edition Executive Summary. – IEEE: 2022. – 86 p.
2. Van den Brink M. Continued scaling in semiconductor manufacturing enabled by advances in lithography // 2019 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM). – IEEE, 2019. – С. 1.2.1–1.2.5.

УДК 681

### МИКРОМЕТРЫ С ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ В ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ КОНТРОЛЕ

Студенты гр. 11312121 Винник К. В., Козлов А. С.

Ст. преподаватель Куклицкая А. Г.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Микрометр это измерительный прибор, предназначенный для измерения линейного размера. Широко используется в визуально-измерительном контроле из-за своей низкой погрешности измерений. Цифровая индикация в современных инструментах позволяет проводить измерения с высокой точностью и скоростью за счет понижения шанса случайной погрешности

Цель: обоснование выбора микрометра с цифровой индикацией в визуально-измерительном контроле.

Пример микрометра с цифровой индикацией представлен на рис. 1.



Рис. 1. Микрометр компании MITUTOYO QuantuMike series 293

Микрометр MITUTOYO QuantuMike series 293 представляет собой профессиональный измерительный инструмент. Микрометр оснащен микрометрическими винтами с шагом 2 мм, что обеспечивает в 4 раза более быстрое перемещение по сравнению с обычными микровинтами. Благодаря крупной резьбе микровинт подается на 2 мм за 1 оборот барабана, обеспечивая быстрые измерения. Прибор обладает высокой точностью. Инструментальная погрешность составляет  $\pm 1$  мкм. Двойная функция трещотки на барабане и ускорителе обеспечивает простоту работы одной рукой или на стойке. Защита от воды и пыли (класс защиты IP65) позволяет использовать микрометр в условиях механообработки с применением СОЖ. Цифровая индикация позволяет использовать прибор в условиях недостаточной освещенности. Высокая надежность, проверенная годами на предприятиях Республики Беларусь. Микрометр предложенной фирмы включен в ГосРеестр и поверяется на территории Республики Беларусь.

Методика применения микрометров с цифровой индикацией включает следующие этапы: установка измерительного прибора на объект, считывание цифровых значений с экрана, анализ данных.

Таким образом, образец микрометра с цифровой индикацией предложенной фирмы обеспечивает высокую надежность измерений объектов контроля.