

вертки для движения с заданной скоростью, выполнение поиска «Нулевых» положений моторов – вертикального с использованием гироскопа, горизонтального с использованием оптического датчика. Блок вертикальной развертки включает в себя электрический шаговый двигатель вертикальной развертки, отсек укладки проводки и обеспечивает сопряжение блоков управления положением с блоком осветителя. Блок осветителя состоит из встроенного источника света на основе СИД белого свечения Cree XLamp XP-G2 на радиаторе, стабилизатора тока питания светодиода, гироскопа системы вертикальной стабилизации. Фокусировка излучения и управление величиной светового потока обеспечивается объективом «Гелиос-103» со встроенной ирисовой диафрагмой.

Сканирование внутренней поверхности шара проводится по сетке размером $5^0 \times 5^0$. В случае работы с узконаправленными лампам возможно

картирование отдельных участков поверхности. Регистрация отраженного от внутренней поверхности шара света осуществляется с помощью фотоприемника на основе трап-детектора SST-Trap C, куда он передается по оптоволоконному кабелю. Электрический сигнал измеряется с помощью мультиметра и преобразуется в программном обеспечении в величину отражающей способности данного сегмента фотометрического шара. На основе полученного массива значений строится матрица распределения относительного отклонения отражающей способности внутренней поверхности фотометрического шара и карта для визуальной оценки неоднородности. Рассчитывается поправочный коэффициент на неоднородность покрытия фотометрического шара $K_{внеш}$

для внешнего источника излучения рассчитывается по формуле:

$$K_{внеш} = \frac{1}{R_{\theta\varphi} \text{ внеш}} \quad (3)$$

где $(\theta_{внеш}, \varphi_{внеш})$ – координаты точки, освещаемой внешним источником излучения.

Поправочный коэффициент на неоднородность покрытия фотометрического шара $K_{вн}$ для внутреннего источника излучения рассчитывается по формуле:

$$K_{вн} = \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M I(\theta_n, \varphi_m) f(\theta_n) \Delta\varphi}{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M R_{\theta_n \varphi_m} I(\theta_n, \varphi_m) f(\theta_n) \Delta\varphi} \quad (4)$$

Заключение. Создан сканер для поверхности интегрирующего шара. Сканер предназначен для оценки относительной отражающей способности внутренней поверхности интегрирующего шара ISP 2000 с целью снижения неопределенности воспроизведения единицы светового потока.

Литература

1. Ohkubo, K. Integrating sphere theory for measuring optical radiation / K. Ohkubo // J. Light Vis. & Env.. – 2010. – Vol.32. – P. 57–68.
2. S Winter, M Lindemann, W Jordan, U Binder and M Anokhin, Convenient integrating sphere scanner for accurate luminous flux measurements - Metrologia 46 (2009) P. 248–251.
3. Y. Ohno, Detector-based luminous-flux calibration using the Absolute Integrating-Sphere Method – Metrologia 35 (1998). – P. 473–478.
4. Y. Ohno, New Method for Realizing a Total Luminous Flux Scale using an Integrating Sphere with an External Source, J. IES 24-1 (1995). – P. 106–115.

УДК 531.711(476)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭТАЛОН ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ-МЕТРА В ОБЛАСТИ БОЛЬШИХ ДЛИН Черепанов А.С., Макаревич В.Б.

Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии»
Минск, Республика Беларусь

Измерение длин линий – одна из технических областей в геодезии, строительстве от уровня развития которой во многих случаях зависит качество создания карт, планов, строительство зданий и сооружений, контроль и наблюдение динамики изменений в геологии и водном хозяйстве.

Для обеспечения национальной безопасности, интеллектуальной независимости, выпуска качественной и конкурентоспособной продукции, бесперебойного оказания метрологических услуг потребителям был создан эталон единицы длины-метра в области больших длин.

Эталон создан и исследован в период II кв. 2016 г. - I кв. 2019 г. в Республике Беларусь, в районе д. Белая Лужа Смолевичского района

Минской области в рамках задания 1.1 подпрограммы “Эталоны Беларуси” ГНТП “Эталоны и научные приборы”, 2016-2020 гг.

Эталон представляет собой комплекс средств измерений и технических средств, в состав которого входят эталонный линейный базис, состоящий из комплекта закрепленных на местности реперных знаков в количестве 9 шт и эталонного оборудования, предназначенного для исследования метрологических характеристик базиса.

Для создания и размещения линейного базиса необходимо было провести поиск и анализ конкурентоспособных мест расположения базиса, с учётом предъявляемых к нему технических,

геоморфологических и геологических требований.

Выбор месторасположения базиса осуществлялся с учётом следующих требований:

- рельеф местности должен быть простой, слаборасчленённый, не имеющий препятствий и помех для измерений по трассе базиса в виде оврагов, балок, промоин, рек и т. п. Общий уклон базиса не должен превышать 1/100;

- высота визирного луча над подстилающей поверхностью в средней части трассы должна быть не менее 2 м;

- визирный луч между конечными и любым геодезическим пунктом базиса не должен перекрываться надземными частями створных фундаментальных центров. Между крайними и любым другим пунктом базиса, а также между любой парой смежных пунктов, должна существовать геометрическая видимость непосредственно со столба геодезического центра;

- пункты базиса должны располагаться в створе;

- местоположение базиса должно обеспечивать доступность подъезда к пунктам базиса на автомашине в любое время года.

- грунт в местах закладки геодезических центров должен быть малопучинистым при сезонном промерзании, представлять собой, как правило, фракцию слабо увлажненного крупнозернистого песка или супеси.

- грунтовые воды должны располагаться глубже полуторной глубины закладки геодезических центров базиса и быть неагрессивными к бетону любой марки по водонепроницаемости и слабоагрессивными к арматуре железобетонных конструкций при постоянном погружении.

- геодезические пункты базиса должны располагаться:

- от линий электропередач на удаленности не менее 100 м;

- от шоссе и грунтовых дорог – 15 м;

- от железнодорожного полотна – 100 м.

- по трассе базиса в коридоре 20 м должны отсутствовать какие-либо подземные коммуникации.

На выбранные участки местности устанавливались землепользователь и возможность отвода земельного участка под трассу базиса.

В результате проведённых работ по обследованию и рекогносцировке на местности в районах потенциального расположения базиса и предварительного согласования их мест размещения с субъектами хозяйствования и исполнительными комитетами, из семи конкурентных вариантов для дальнейшего выполнения работ по созданию эталона предпочтение отдано земельному участку в Смолевичском районе Минской области на лесной просеке Смолевичского лесхоза, который удовлетворяет как техническим, так и физико-

географическим требованиям по размещению базиса.

Эталон единицы длины – метра в области измерения больших длин расположен на лесной просеке (вырубке), в Смолевичском районе Минской области, в 1 км к северо-западу от д. Белая Лужа Смолевичского лесхоза. Пункты базиса спроектированы на просеке в лесном массиве. Длина просеки 1,4 км, ширина до 25 м, Рельеф естественный. Общий уклон поверхности наблюдается к центральной части профиля базиса, где наименьшая абсолютная отметка составляет 170,7 м. Поверхность покрыта травянистой растительностью, молодой порослью из ели, березы, сосны. Неблагоприятные геологические процессы не установлены. Условия поверхностного стока удовлетворительны. Ко всем реперным знакам возможен подъезд на автомобиле по проложенной грунтовой дороге.

Эталон представляет собой комплекс средств измерений и технических средств, в состав которого входят:

- эталонный линейный базис, состоящий из комплекта закрепленных на местности реперных знаков в количестве 9 шт;

- комплект из двух эталонных электронных тахеометров Leica Nova TS60;

- комплект из трех метеостанций SIAP+MICROS;

- комплект отражательных призм Leica GPH1P в количестве 3 единиц;

- программное обеспечение;

- комплект высокоточного GNSS оборудования Leica GS14;

- ПЭВМ с периферийными устройствами;

- комплект документации.

Таблица 1

Наименование СИ	Тип/модель	Основные метрологические характеристики
Электронный тахеометр	Leica Nova TS60	Диапазон измерений расстояний в отражательном режиме от 1,5 до 3500 м Среднее квадратическое отклонение измерения расстояния в отражательном режиме не более $S_d = \pm(0,6+1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$, мм, (L – измеренное расстояние, мм)
Метеостанция	SIAP+MICROS	Диапазон измерения давления от 700 гПа до 1100 гПа; $\Delta = \pm 0,2$ гПа; диапазон измерения температуры от -30 °C до +60 °C; $\Delta = \pm 0,1$ °C; диапазон измерения относительной влажности от 0 % до 100 %; $\Delta = \pm 2$ %;
GNSS	GS14	Средняя квадратическая погрешность измерения расстояния в режиме статической съемки $m = \pm(3+0,1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$, мм, (L – измеренное расстояние, км)

Отрезки базиса закреплены реперными знаками специальной конструкции с вмонтированными приспособлениями принудительного центрирования.

Реперные знаки имеют внешнее оформление в виде металлических оград и опознавательных столбов, глубина залегания базисного центра составляет три метра, и в его основании расположена бетонная подушка в виде квадрата со стороной 2,5 м.

Принцип действия эталона основан на сравнении измеренного с помощью исследуемого дальномерного прибора расстояния с действительным значением расстояния, воспроизводимым эталоном. Действительное значение расстояния определяется между закрепленными на местности реперными знаками, расстояние между которыми известно с высокой точностью.

В состав национального эталона единицы длины-метра в области измерений больших длин входят два эталонных электронных тахеометра Leica TS 60, которые применяются в качестве эталонов сравнения при проведении международных сличений, а также для исследований метрологических характеристик эталона в период между сличениями.

При помощи электронного тахеометра проводят измерения наклонного расстояния между каждым реперными знаками, входящими в состав эталонного линейного базиса.

При измерении больших длин существенным фактором, влияющим на точность измерений, являются метеорологические параметры, такие как температура воздуха, относительная влажность воздуха и атмосферное давление. Поэтому для контроля этих параметров обязательно используют метеостанции, которые позволяют в автоматическом режиме собирать информацию и передавать ее пользователю для дальнейшей обработки.

Исследование случайной составляющей погрешности эталона проводилось с помощью электронных тахеометров при измерении расстояния между девятью реперными знаками эталонного линейного базиса.

УДК 621.315.592

ПРИРОДА СТАБИЛЬНЫХ ПАРАМАГНИТНЫХ ЦЕНТРОВ В ИМПЛАНТИРОВАННЫХ ИОНАМИ P⁺ И V⁺ ПЛЕНКАХ ПОЗИТИВНОГО ФОТОРЕЗИСТА ФП9120

Бринкевич Д.И.¹, Лапчук Н.М.¹, Оджаев В.Б.¹, Олешкевич А.Н.¹, Просолович В.С.¹, Янковский Ю.Н.¹, Черный В.В.²

¹Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Ионная имплантация широко используется в современной электронике и позволяет с высокой точностью управлять концентрацией легирующей примеси в полупроводниковых материалах.

Систематическая погрешность эталона была определена расчетным методом.

По результатам проведенных исследований установлены метрологические характеристики эталона.

Таблица 2

Диапазон значений величины, воспроизводимый эталоном	Характеристики точности при воспроизведении единицы величины	Характеристики точности при передаче размера единицы величины
от 20 м до 1350 м	Неисключенная систематическая погрешность $\theta = (0,3 + 0,3 \cdot L)$ мм, где L - км	Случайная погрешность S = 0,20 мм Погрешность передачи размера единицы величины $S_{\Sigma} = 0,30$ мм

Эталон предназначен для:

- воспроизведения, сохранения и передачи единицы длины метра в диапазоне измерений больших длин;
- проведения государственных приемочных и контрольных испытаний высокоточных приборов для измерения больших длин: лазерных дальномеров, тахеометров и GNSS-приемников;
- метрологической аттестации, поверки и калибровки геодезических средств измерений;
- определения и контроля приборных поправок геодезических приборов.

Наличие эталона обеспечит требуемую точность в данном виде измерений, тем самым способствуя, с одной стороны, самостоятельности и независимости эталонной базы республики, с другой - адаптации ее в европейскую и мировую системы обеспечения единства измерений. Предполагаемые потребители - БелГИМ, Государственный комитет по имуществу, кадастровые агентства по государственной регистрации и земельному кадастру, Академия наук, Государственное предприятие «Белгипродор», РУП «Белгеодезия», предприятия «Белгипрозем» и другие предприятия, использующие прецизионные дальнометры, тахеометры, GNSS-приемники.

В качестве масок в процессах субмикронной и нанолитографии важную роль играют диазохинон-новолачные резисты, представляющие собой композит из светочувствительного О-нафтхи-