

УДК 681.785.64:535.317

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ
НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Панько В. В.¹, Волюнец О. А.², Соколовский С. С.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный институт метрологии

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В докладе дан анализ современной эталонной базы Республики Беларусь в области измерений напряженности магнитного поля в низкочастотном диапазоне, выделены факторы, ограничивающие функциональные возможности существующего национального эталона единицы напряженности магнитного поля и определены основные пути его совершенствования

Ключевые слова: магнитное поле, напряженность, воспроизведение единицы, модернизация эталона.

**ANALYSIS OF THE CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE SYSTEM
OF METROLOGICAL TRACEABILITY IN THE FIELD OF MAGNETIC FIELD STRENGTH
MEASUREMENTS**

Panko V.¹, Volynets O.², Sokolovsky S.¹

¹Belarusian National Technical University

²Belarusian State Institute of Metrology

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The report analyzes the modern reference base of the Republic of Belarus in the field of magnetic field strength measurements in the low-frequency range, identifies the factors limiting the functionality of the existing national standard of magnetic field strength unit and determines the main ways of its improvement.

Key words: Magnetic field, strength, unit reproduction, standard modernization.

Адрес для переписки: Панько В. В., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь

e-mail: pankovladavl@gmail.com

Повсеместное использование электромагнитной энергии в разнообразных областях человеческой деятельности привело к тому, что к собственному электрическому и магнитному полю Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца добавилось электромагнитное поле искусственного происхождения. Источники такого поля, к которым относятся воздушные линии электропередач высокого и сверхвысокого напряжения, технические средства радиовещания, телевидения, радиорелейной и спутниковой связи, радиолокационные и навигационные системы, маяки, средства мобильной связи, бытовые электроприборы существенно повлияли на естественный электромагнитный фон.

Таким образом, необходимость измерения параметров электромагнитных полей возникает практически во всех случаях использования электромагнитной энергии при решении трех следующих взаимосвязанных задач:

- обеспечение функционирования информационно - телекоммуникационных систем и технологий;
- обеспечение электромагнитной совместимости технических средств, использующих электромагнитную энергию;
- обеспечение электромагнитной безопасности окружающей среды для человека.

Всемирной организацией здравоохранения электромагнитные поля признаны самым распро-

страненным неблагоприятным фактором окружающей среды. В связи с тем, что значительные уровни электромагнитного излучения негативно влияют на здоровье человека, разработаны соответствующие технические нормативные правовые акты, в которых регламентированы биологически опасные уровни электромагнитных полей, влияющие на операторов радиотехнических установок, а также санитарные правила и нормы для защиты населения от негативного воздействия электромагнитных полей [1].

Нормирование таких полей осуществляется отдельно по напряженности электрического поля и напряженности магнитного поля или индукции магнитного поля. Из всего вышесказанного вытекает важность обеспечения метрологической прослеживаемости в области измерений напряженности магнитного поля, что должно быть основано на использовании Национального эталона единицы данной величины, удовлетворяющего требованиям практики.

Национальные эталоны единиц величин создаются для воспроизведения, хранения и передачи единиц величин и обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерений до единиц величин Международной системы единиц. Для контроля параметров электромагнитных полей применяются различные средства измерений, которые требуют проведения работ по метрологической оценке.

В 2020 году в рамках программы «Эталонь Беларусь» был введен в эксплуатацию Национальный эталон единицы напряженности магнитного поля НЭ РБ 59-20. Эталон обеспечивает потребность метрологической оценки средств измерений напряженности магнитного поля, напряженности электромагнитного поля, в том числе измерительных антенн. Метрологические характеристики НЭ РБ 59-20:

- рабочий диапазон частот от 5 Гц до 400 кГц;
- динамический диапазон напряженности магнитного поля от 4 до 8000 мА/м;
- оценка случайной погрешности воспроизведения напряженности магнитного поля от 0,04 % до 0,08 %;
- оценка неисключенной систематической погрешности воспроизведения единицы напряженности магнитного поля от 4,3 % до 4,8 % (в зависимости от диапазона частот воспроизводимого магнитного поля) при $P = 0,95$.

Внешний вид Национального эталона единицы напряженности магнитного поля

НЭ РБ 59-20 представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид национального эталона единицы напряженности магнитного поля НЭ РБ 59-20

В состав эталона входят следующие основные блоки и модули:

- полеобразующая система на основе колец Гельмгольца (излучающий блок);
- блок управляемого генератора тока с измерителем (блок генерации и измерительный блок);
- измеритель параметров магнитного поля (компаратор магнитного поля);
- персональный компьютер с установленным специализированным программным обеспечением.

Принцип действия эталона основан на возбуждении однородного магнитного поля в пространстве между катушками полеобразующей системы на основе колец Гельмгольца, входящей в состав излучающего блока. Величина напряженности воспроизводимого оборудованием магнитного поля определяется током через катушки колец Гельмгольца, который создает блок генерации [2].

При воспроизведении напряженности магнитного поля до 0,5 А/м существенное влияние на

воспроизводимое опорное значение напряженности оказывает уровень внешнего магнитного поля, что ведет к увеличению неисключенной систематической погрешности. Для снижения воздействия внешних магнитных полей на полеобразующую систему необходимо магнитное экранирование. Известно, что для низкочастотных магнитных полей, рекомендуется применение специального экрана, изготовленного из материалов с высокой магнитной проницаемостью. На практике определено, что максимальный экранирующий эффект достигают многослойной структурой стен экрана из аморфных сплавов.

В Республике Беларусь существует большой парк средств измерений с диапазоном измерения напряженности магнитного поля на промышленной частоте, превышающим измерительные возможности существующего национального эталона. В то же время на законодательном уровне вводятся обязательные требования по сертификации продукции и аттестации рабочих мест на уровень электромагнитных полей. Предприятиями промышленности, здравоохранения, связи и информатизации, приобретаются приборы для измерения низкочастотных электромагнитных полей, ежегодная поверка которых проводится за рубежом, поскольку в силу ограниченных функциональных возможностей выполнить это на базе существующего национального эталона не представляется возможным. Предприятия несут финансовые потери, связанные с временем нахождения средств измерений в поверке, транспортировкой средств измерений за рубеж. Предлагается следующий выход из этой ситуации.

Для расширения динамического диапазона воспроизведения напряженности магнитного поля на промышленной частоте необходима полеобразующая система, состоящая из двух пар взаимно ортогональных колец Гельмгольца. Принцип действия такой системы основан на возбуждении при помощи управляемого генератора токов однородного магнитного поля во внутреннем пространстве двух пар ортогонально установленных колец Гельмгольца, имеющих общий центр. Векторы напряженности магнитного поля в кольцах Гельмгольца перпендикулярны их плоскостям и сдвинуты по фазе на 90 градусов относительно друг друга, что позволяет получать однородное эллиптически поляризованное магнитное поле с необходимыми напряженностью и коэффициентом эллиптичности, определяемыми величинами токов, протекающих в кольцах Гельмгольца.

Литература

1. Электромагнитное загрязнение [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://emc-e.ru/>.
2. Страхов, А. Ф. Автоматизированные антенные измерения / А. Ф. Страхов. – М. : Радио и связь, 1985. – 136 с.