

7.12.20 № 30.05-32/79
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Физико-технологического института

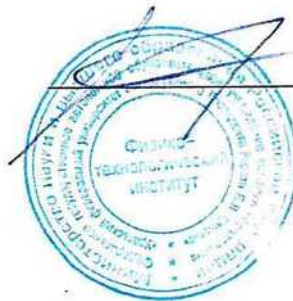
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого

Президента России Б.Н. Ельцина»,

к.ф.-м.н, доцент

Иванов Владимир Юрьевич

« » _____ 2020г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Белякова Дениса Игоревича

«Разработка и исследование методик и средств измерений для расширения
диапазона и функций Государственного первичного эталона ГЭТ12-2011 при передаче
единиц магнитной индукции постоянного поля и магнитного потока вторичным и
рабочим эталонам»

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.11.01 – Приборы и методы измерения по видам измерений (измерения
электрических и магнитных величин)

Актуальность для науки и практики



Диссертационная работа Белякова Дениса Игоревича посвящена разработке методической и аппаратной базы для расширения диапазона и функционала Государственного первичного эталона единиц магнитных величин ГЭТ 12. Расширение диапазона воспроизведения и передачи единицы магнитной индукции постоянного поля в область «гипогеомагнитных» полей является актуальным для сфер медицины и навигации. Расширение диапазона в область «средних» полей востребовано для фундаментальных ЯМР-исследований и для метрологического обеспечения значительного парка магнитометров и тесламетров, работающих на эффекте Холла. Расширение функциональных возможностей ГЭТ 12 в части измерений параметров магнитных материалов в дальнейшем позволит произвести модернизацию методической базы данной области, что является актуальным для энергетики и машиностроения.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения списка использованных источников из 36 наименований и пяти приложений. Общий объем работы составляет 140 страниц машинного текста, включая 35 рисунков и 42 таблиц. Представленные материалы достаточно полно характеризуют результаты проведенных исследований. Порядок изложения материала логичен, применяемая терминология в основном соответствует общепринятой. Объем рассмотренных работ по исследуемой проблеме обеспечивает необходимую глубину анализа состояния вопроса. При использовании результатов работ других авторов в тексте диссертации приведены соответствующие ссылки.

Автореферат диссертации соответствует её содержанию по основным научным положениям, результатам теоретических исследований и проведенных экспериментов, содержанию опубликованных работ.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов

Обоснованность научных положений и выводов, а также достоверность результатов исследования, сформулированных в диссертации, подтверждаются корректным применением методов и средств измерений, учётом современных научных достижений в области магнитных измерений, а также положительными результатами экспериментальных исследований, их публикацией в ведущих научных рецензируемых изданиях, а также их апробацией на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Кроме того, обоснованность и достоверность результатов подтверждается успешным прохождением межведомственных государственных испытаний Государственного первичного эталона единиц магнитных величин ГЭТ 12, модернизированного на базе представленных в диссертации результатов.

Новизна основных научных результатов и их значимость для науки и промышленности

Основные результаты, полученные автором:

- научно обоснован состав, и исследованы метрологические характеристики подкомплекса Государственного первичного эталона, предназначенного для воспроизведения и передачи единицы магнитной индукции постоянного поля в «гипогеомагнитный» диапазон, а также предложен и запатентован способ воспроизведения индукции в данном диапазоне;

- предложена процедура передачи единицы магнитной индукции постоянного поля от ГЭТ 12 в область «средних» полей, научно обоснован состав, и исследованы метрологические характеристики созданного для данных целей эталонного подкомплекса первичного эталона;

- определены коэффициенты преобразования используемого для передачи единицы в диапазон «средних» полей квантового цезиевого магнитометра на разрешенной структуре атомов цезия;

- разработаны методики калибровки квантового цезиевого магнитометра на разрешенной структуре атомов цезия и магнитометров в области «гипогеомагнитного» диапазона;

- научно обоснован состав, и исследованы метрологические характеристики подкомплекса ГЭТ 12 предназначенного для прецизионных измерений параметров магнитных материалов.

Значимость результатов для науки

Научная значимость результатов диссертационного исследования заключается в усовершенствовании Государственного первичного эталона единиц магнитных величин ГЭТ 12 путем разработки эталонных подкомплексов, предназначенных для расширения диапазона и функциональных возможностей ППЭ. Работа является существенным вкладом в проблему обеспечения единства измерений в стране, что влияет, в том числе, на развитие науки и научных исследований.

Практическое значение результатов работы

Полученные при выполнении работы результаты позволили:

- усовершенствовать Государственный первичный эталон единиц магнитных величин ГЭТ 12 путем внедрения в его состав эталонных подкомплексов, позволяющих расширить диапазон воспроизведения магнитной индукции ГЭТ 12 до 10^{-8} – $25 \cdot 10^{-3}$ Тл и функциональные возможности ГПЭ в части прецизионных измерений параметров магнитных материалов;

- разработать новые методики калибровки магнитометров постоянного магнитного поля в диапазоне от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ Тл (СК 03-2205-МК-10-Т), квантового цезиевого магнитометра в диапазоне от 1 до 25 мТл (СК 03-2205-МК-11-С) и тороидальных стандартных образцов магнитомягких материалов (СК 03-2205-МК-14-С);

- определить коэффициенты преобразования квантового цезиевого магнитометра на разрешенной структуре атомов цезия и разработать программное обеспечение для их вычисления;

- разработать программное обеспечение для воспроизведения единицы индукции постоянного магнитного поля в диапазоне 10-1000 нТл на ГЭТ 12 и измерения параметров основной кривой намагничивания и петли гистерезиса стандартных образцов магнитомягких материалов.

Научные результаты и выводы, сформулированные в диссертационной работе, внедрены в деятельность ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», АО «НИИ СТТ» и ООО «Геодавайс», что подтверждается соответствующими актами и говорит о высокой практической ценности выполненной работы. Использование разработанных Беляковым Д.И. методик и средств метрологического обеспечения поверки средств измерений, применяемых в сферах геологоразведки, навигации, медицине, машиностроения и энергетики, скажется не только на качестве продукции, но и на экономической эффективности применяемых технологий.

Соответствия содержания диссертации паспорту специальности

По поставленным целям, задачам исследования, содержанию и полученным результатам диссертационная работа Белякова Д.И. соответствует областям исследований паспорта специальности 05.11.01- Приборы и методы измерений (по видам измерений (измерения электрических и магнитных величин)) по следующим пунктам: 1. Создание новых научных, технических и нормативно-технических решений, обеспечивающих

повышение качества продукции, связанных с измерениями электрических и магнитных величин; 2. Совершенствование научно-технических, технико-экономических и других видов метрологического обеспечения для повышения эффективности производства современных изделий, качество которых зависит от точности, диапазонности, воспроизводимости измерений электрических и магнитных величин, а также их сохраняемости на заданном промежутке времени; 5. Разработка или совершенствование существующих методов и способов обеспечения единства измерений в области измерений электрических и магнитных величин; 6. Разработка и внедрение новых эталонов единиц величин, относящихся к измерениям электрических и магнитных величин.

Полнота опубликованных результатов работ

По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 4 в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий ВАК, утверждено три нормативных документа, а также зарегистрирован патент на способ воспроизведения магнитной индукции «гипогеомагнитного» диапазона. Основные результаты и положения, выносимые на защиту, достаточно полно отражены в опубликованных работах.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

Результаты диссертационного исследования Белякова Д.И. рекомендованы для использования во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» при дальнейшем совершенствовании ГПЭ единиц магнитных величин, а также в региональных центрах стандартизации, метрологии и испытаний РФ и производственных предприятиях, работающих с рассматриваемыми в диссертации магнитными измерениями.

Считаем целесообразным дальнейшее развитие направления работы, связанного с совершенствованием Государственного первичного эталона единиц магнитных величин.

Личное участие автора в получении результатов диссертации

Автор корректно обосновал необходимость разработки и создания подкомплексов ГЭТ 12 предназначенных для расширения диапазона ГПЭ в область «гипогеомагнитных» и «средних» постоянных магнитных полей и для прецизионных измерений параметров магнитных материалов.

Автором разработаны методика, программное обеспечение и структура средств измерений для воспроизведения и передачи единицы магнитной индукции постоянного поля в «гипогеомагнитном» диапазоне. На основании теоретических и экспериментальных исследований автор построил бюджет неопределенности и определил относительные расширенные неопределенности воспроизведения единицы магнитной индукции ГЭТ 12 в диапазоне 10-1000 нТл.

Автором предложена процедура передачи единицы магнитной индукции постоянного поля в диапазон «средних» полей. Проведено исследование используемого для этих целей квантового цезиевого магнитометра на разрешенной структуре атомов цезия, определены коэффициенты преобразования прибора. Разработаны методика и программного обеспечения для расчета неопределенности передачи единицы Тл в рассматриваемую область.

Автором была предложена структура и разработана программное обеспечение эталонного подкомплекса для прецизионных измерений параметров магнитных материалов. Разработана методика и построен бюджет неопределенности измерений параметров петли гистерезиса и основной кривой намагничивания.

Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Общие замечания и рекомендации

По результатам рассмотрения диссертации и автореферата можно выделить следующее:

1. Отсутствуют результаты по контролю гипогеомагнитного и нулевого поля с помощью стандартных феррозондовых магнитометров, в частности, широко используемых в практике геомагнитных обсерваторий, например, теодолитных феррозондовых DIFLUXE магнитометров с немагнитным теодолитом THEO-010. Методически в этом нет необходимости, но уверенность в прямом контроле нулевого магнитного поля снимет некоторую неуверенность у экспериментаторов.

2. Не ясно проводилось ли непосредственное сравнение результатов по методу формирования гипогеомагнитного диапазона со стандартным в точках перекрытия диапазонов.

3. Описанная процедура передачи единицы магнитной индукции постоянного поля является обоснованной с точки зрения метрологии, но вместе с тем достаточно трудоемкой.

Не ясно существует ли теоретическая возможность как-то упростить и ускорить предлагаемую процедуру.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку выполненной работы.

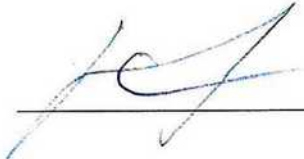
Заключение

Диссертация Белякова Дениса Игоревича является законченной научно-квалификационной работой и выполнена на высоком научном уровне, позволяя решить актуальную научно-техническую задачу совершенствования обеспечения единства измерений магнитных величин в Российской Федерации.

Считаем, что диссертационная работа Белякова Д.И. «Разработка и исследование методик и средств измерений для расширения диапазона и функций Государственного первичного эталона ГЭТ12-2011 при передаче единиц магнитной индукции постоянного поля и магнитного потока вторичным и рабочим эталонам», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, полностью отвечает требованиям пунктов 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Беляков Денис Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.01 – Приборы и методы измерений (по видам измерений (измерения электрических и магнитных величин)).

Отзыв на диссертацию и автореферат обсуждены на заседании Ученого совета Физико-технологического института ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» 18 ноября 2020 года.

Председатель Ученого совета
Физико-технологического института
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»,
к.ф.-м.н, доцент


В.Ю. Иванов

Ученый секретарь,
к.ф.-м.н., доцент


О.В. Рябухин

Адрес: 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 21