

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертации Павленко Антона Владимировича «Многофункциональные цифровые интеграторы для прецизионных измерений магнитных полей в элементах ускорителей», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

В практике магнитных измерений элементов ускорителей индукционный метод является, пожалуй, наиболее распространённым. Обладая уникальным сочетанием характеристик по быстродействию, точности, динамическому диапазону, этот метод позволяет определить важнейшие параметры полей в магнитах. Именно его уникальными возможностями объясняются активно проводимые во многих ускорительных лабораториях работы по созданию и усовершенствованию аппаратуры и методик, основанных на индукционном принципе. Интерес к таким работам и заметное их количество, регулярно представляемое на ускорительных конференциях и «Магнитных совещаниях» International Magnetic Measurement Workshop свидетельствует об их востребованности и, соответственно, актуальности и настоящей диссертации.

Целью работы А. Павленко было создание такой многофункциональной, использующей индукционный метод аппаратуры, которая позволила бы с высокой точностью измерять широкий набор характеристик полей как в импульсных магнитах, так и в магнитах с постоянным полем. Мотивацией для данной работы послужили предложения и опытные разработки, представленные в докторской диссертации научного руководителя диссертанта. Сразу следует отметить, что уже на начальном этапе этих работ А. Павленко принимал в них активное участие и является соавтором в самых первых публикациях. В настоящей диссертации работы, направленные на создание многофункциональных цифровых интеграторов, получили дальнейшее развитие как в теоретическом плане, так и в проведённых экспериментальных исследованиях.

В диссертации рассматривается широкий круг вопросов, имеющих научную и практическую ценность. В первую очередь хочу отметить проведённое теоретическое

исследование современных цифровых методов интегрирования сигналов. Результатом этого исследования, использующего теорию сигналов с её математическим аппаратом, стало получение соотношений, определяющих методические, т.е. принципиальные погрешности цифрового интегрирования. Подобный строгий анализ ранее в литературе не встречался.

Заметных усилий и высокой инженерной квалификации потребовали поиск и исследование схемотехнических решений цифровых интеграторов. Найденные решения определили важнейшие параметры устройств: зависимость величины шума от времени интегрирования, линейность, абсолютную погрешность интегрирования и т.п. Сравнение созданных А.Павленко приборов с аналогичными изделиями ведущих приборостроительных компаний мира демонстрирует лидерство разработок диссертанта.

Существенна практическая ценность работы. Экспериментальным производством ИЯФ разработанные диссертантом интеграторы VsDC2 и VsDC3 (Volt-second-to-Digital Converter) изготовлены в больших количествах. Ими оснащены стационарные системы контроля импульсных магнитов на комплексах ВЭПП-2000, ВЭПП-3 и в канале К-500 (ИЯФ), в каналах впуска/выпуска 3 ГэВ бустера в Brookhaven National Laboratory. На базе цифровых интеграторов создан ряд стендов, которые активно используются в институте для разработки и производства магнитных элементов ускорителей. Отмечу, что в стенде для измерения мультипольных компонент магнитных линз, применявшимся при изготовлении квадрупольных линз основного кольца комплекса NSLS-II, получено недостижимое ранее как в отечественной, так и, по-видимому, в мировой практике качество измерения гармоник.

Отдельно хочу остановиться на финальной части работы. В ней исследуется влияние шума сигнального тракта интеграторов на их наиболее важную характеристику – зависимость шума интеграла от времени интегрирования. Это исследование развивает теорию цифрового интегрирования, и, что особенно важно, намечает пути дальнейшего улучшения широко применяемых в ускорительной технике интегрирующих устройств.

Представленный в диссертации материал вполне обоснован. Результаты диссертации докладывались и обсуждались на семинарах в ИЯФ СО РАН на российских и международных научных конференциях, опубликованы в трех рецензируемых научных журналах. Дополнительным свидетельством обоснованности являются отмеченное выше успешное практическое использование результатов работы

В заключение отзыва следует сказать, что многофункциональная электроника для магнитных измерений – не единственная выполненная А.Павленко работа, хорошо известная и применяемая в институте. Ещё в студенческие годы он разработал

электронные блоки, описанные в его магистерской диссертации, на основе которых построена система синхронизации линейного индукционного ускорителя ЛИУ-2, созданного в ИЯФ и работающего ныне во ВНИИТФ в г. Снежинске. Этот факт лишний раз демонстрирует широту кругозора диссертанта и его высокий профессиональный уровень.

Подводя итог сказанному, можно утверждать, что в результате работы А.В.Павленко детально исследованы теоретические аспекты метода цифрового интегрирования сигналов, что позволило разработать многофункциональные интеграторы, нашедшие широкое практическое применение в прецизионных измерениях импульсных и постоянных магнитных полей. Важным представляется и то, что сформулированы направления дальнейших разработок.

Считаю, что диссертация Павленко Антона Владимировича **«Многофункциональные цифровые интеграторы для прецизионных измерений магнитных полей в элементах ускорителей»** полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Научный руководитель:
доктор технических наук,



А.М. Батраков

Учёный секретарь
Института ядерной физики им. Г.И. Будкера
кандидат физ-мат. наук



А.В. Васильев