

## ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертацию **Иваненко Светланы Владимировны**

«Системы регистрации данных для лазерных диагностик плазмы»

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

01.04.01 — приборы и методы экспериментальной физики

Диссертация Иваненко С.В. посвящена разработке многоканальных систем регистрации экспериментальных данных для лазерных диагностик плазмы.

Основная особенность развиваемых автором систем связана с использованием широкополосных средств аналого-цифрового преобразования, методов цифровой потоковой обработки данных в режиме реального времени и контуров локальной обратной связи для стабилизации технологически значимых параметров диагностических трактов и улучшения метрологических характеристик измерительной аппаратуры. Многоканальность, широкополосность, синхронный режим работы и предельно высокие метрологические характеристики – базовые принципы построения рассматриваемых систем.

Основной целью диссертационной работы являлось создание систем регистрации экспериментальных данных для лазерных диагностик плазмы на базе измерительных средств со встроенными быстродействующими узлами аналого-цифрового преобразования и цифровой потоковой обработки данных:

- одно и многоканального (до 16 каналов) измерительных комплексов для дисперсионных интерферометров на основе  $\text{CO}_2$  лазера, позволяющих в режиме реального времени фиксировать текущие значения линейной плотности электронной компоненты плазмы с разрешением не хуже  $10^{13} \text{ см}^{-2}$ ;
- 48-канального прототипа системы регистрации данных для диагностики томсоновского рассеяния диверторной зоны токамака ИТЭР (г. Кадараш, Франция), позволяющего фиксировать на фоне интенсивного паразитного излучения плазмы форму импульсов рассеянного лазерного излучения малой длительности (3-5 нс) с погрешностью менее 0.1% от амплитудной шкалы измерительных трактов.

В измерительном комплексе дисперсионного интерферометра (ДИ) на основе  $\text{CO}_2$  лазера автором впервые реализованы методы искусственной фазовой модуляции одного из зондирующих лучей, цифровой потоковой обработки результатов измерений и реализации локальных контуров стабилизации параметров измерительных трактов, позволившие исключить влияние на результаты измерений текущих значений плотности плазмы вибрации элементов конструкции интерферометра, вариаций интенсивности лазерного излучения,

коэффициентов пропускания оптических трактов, обусловленных образованием поверхностных пленок, эффектами старения и иными факторами. Благодаря высоким метрологическим характеристикам (временное разрешение – 4 мкс, разрешение по  $NL < 10^{13} \text{ см}^{-2}$ ) одно и многоканальные ДИ и их измерительные комплексы в течение многих лет работали на установках TEXTOR (Юлих, Германия) и ГДЛ (ИЯФ СО РАН, Новосибирск). На ГДЛ ДИ является штатным средством измерения плотности плазмы и в настоящее время.

Уникальность измерительного комплекса для диагностики лазерного рассеяния связана с организацией синхронного режима работы его многоканальных измерительных трактов, а также с разработкой для них автором широкополосных средств регистрации данных на основе АЦП с частотой дискретизации 2 ГГц и результирующей погрешностью измерений  $< 0.1\%$  от амплитудной шкалы. В настоящее время 48-ми канальный прототип этого измерительного комплекса находится на этапе ввода в опытную эксплуатацию на установке Глобус-М (ФТИ им. Иоффе, Санкт-Петербург).

Автор указанных разработок, Иваненко Светлана Владимировна, начала свою научную деятельность в ИЯФ СО РАН в 2004 году, будучи студенткой физико-технического факультета Новосибирского государственного технического университета. В 2006 году она успешно защитила квалификационную работу на соискание степени бакалавра, а в 2008 году — магистерскую диссертацию. С 2008 по 2011 год Иваненко С.В. обучалась в аспирантуре ИЯФ СО РАН. Параллельно с учёбой с 2004 года работала в ИЯФ СО РАН лаборантом, в 2006 году была переведена на должность старшего лаборанта, а в 2011 году, после окончания обучения в аспирантуре, на должность младшего научного сотрудника.

Научная деятельность Иваненко С.В. все эти годы была связана с разработкой широкополосных многоканальных систем регистрации экспериментальных данных для диагностического комплекса плазменных установок. В 2006 года Иваненко С.В. начала заниматься разработкой многоканального измерительного комплекса для не имеющего мировых аналогов дисперсионного интерферометра на основе  $\text{CO}_2$  лазера. С 2010 года она работала над созданием прототипа системы регистрации данных для диагностики томсоновского рассеяния в диверторной зоне международного термоядерного реактора ИТЭР (Кадараш, Франция), переданного в настоящее время в ФТИ им. Иоффе для проведения полномасштабных тестовых испытаний на токамаке Глобус-М.

Иваненко С.В. неоднократно занимала призовые места на конкурсах грантов среди молодых ученых ИЯФ СО РАН (в 2008, 2011, 2012 годах), являлась победителем конкурса научно-инновационных работ по физике, проводимом в рамках международного инновационного форума в Сибири INTERRA (в 2011 г.), победителем программы

«УМНИК», реализуемой Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (в 2013 г.), являлась руководителем и исполнителем нескольких проектов РФФИ.

Работы, составляющие материал диссертации, докладывались и обсуждались на научных семинарах в ИЯФ СО РАН. Материалы диссертации были представлены на российских: Всероссийской конференции «Диагностика высокотемпературной плазмы» (г. Звенигород, 2009, 2011, 2015); и международных конференциях: Международной конференции по открытым системам для удержания плазмы (г. Новосибирск, 2010), Международном симпозиуме по ядерной физике (г. Анахайм, США, 2012; г. Сан-Диего, США, 2015), Международной конференции по системам, работающим в режиме реального времени (г. Нара, Япония, 2014). По результатам диссертационного исследования опубликовано 17 работ, в том числе 4 статьи в периодических изданиях, входящих в рекомендуемый перечень ВАК, 5 статей в трудах международных конференций, 8 статей в трудах Всероссийских конференций.

Считаю, что представленная диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, а С.В. Иваненко заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Научный руководитель,  
доктор технических наук



А.Д. Хильченко  
15.04.2016

Ученый секретарь  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Института ядерной физики  
им. Г.И. Будкера  
Сибирского отделения  
Российской академии наук  
к. ф.-м. н.



Я.В. Ракшун