

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 308.005.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 20.11.2018 г. протокол № 20.

О присуждении Купалову Дмитрию Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование спектро스코па для атомных стандартов частоты фонтанного типа» по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение» принята к защите 19 сентября 2018 г., (протокол № 18) диссертационным советом Д 308.005.01, созданным на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), подведомственного Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии, адрес: 141570, Россия, Московская область, Солнечногорский район, г.п. Менделеево, промзона ВНИИФТРИ, корпус 11, и утвержденным приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки № 163-69 от 12.02.2010 г. и приказами Министерства образования и науки РФ о внесении изменений в составы диссертационных советов №71/нк (п.44) от 13.02.2013 г., №833/нк (п.30) от 25.11.2013 г., №847/нк от 29.07.2015 г., № 1483/нк от 18.11.2016 г, № 936/нк от 28.09.2017 г. и № 1246/нк от 19.12.2017 года.

Соискатель Купалов Дмитрий Сергеевич, 1987 года рождения, в 2009 году окончил Российский университет дружбы народов по специальности «Радиофизика и электроника», диплом о высшем образовании № ВСГ 3714460,

работает младшим научным сотрудником ФГУП «ВНИИФТРИ». Диссертация выполнена в Научно-исследовательском отделении Главный метрологический центр Государственной службы времени и частоты (ГМЦ ГСВЧ НИО-7) ФГУП «ВНИИФТРИ».

Научный руководитель – доктор технических наук Блинов Игорь Юрьевич, заместитель генерального директора ФГУП «ВНИИФТРИ» - начальник ГМЦ ГСВЧ.

Официальные оппоненты:

Биленко Игорь Антонович - доктор физико-математических наук, профессор физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова,

Мишагин Константин Геннадьевич - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теории колебаний и автоматического регулирования радиофизического факультета Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации (ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России), г. Мытищи, в своём положительном заключении, подписанном Начальником ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России д.т.н. В.В. Швыдуном, начальником 23 отдела, к.т.н. И. Дрига и ведущим научным сотрудником 23 отдела, д.т.н., профессором А. Рыжковым, указала, что: диссертация Купалова Д.С. имеет существенное прикладное значение, как в социально-экономической сфере, так и для области обороны и безопасности государства, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, заключающейся в разработке и исследовании спектроскопа для

атомных стандартов частоты и времени «фонтанного» типа. Диссертация написана самостоятельно, обладает внутренним единством и представляет законченную научную квалификационную работу. По уровню решения важной научно-технической задачи и ее практической значимости диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Купалов Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение».

Соискатель имеет 9 опубликованных работ по теме диссертации, из них 3 работы опубликовано в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ю.С. Домнин, В.Н. Барышев, А.И. Бойко, Г.А. Елкин, А.В. Новоселов, Л.Н. Копылов, Д.С. Купалов Цезиевый репер частоты фонтанного типа МЦР-Ф2 // Измерительная техника, 2012, №10, стр. 26-30.
2. В.Н. Барышев, Д.С. Купалов, А.В. Новоселов, М.С. Алейников, А.И. Бойко, И.Ю. Блинов Малогабаритный квантовый стандарт частоты на рубидиевой газовой ячейке с импульсной оптической накачкой и микроволновым возбуждением по схеме Рэмси // Измерительная техника, 2016, №12, стр. 33-35.
3. И.Ю. Блинов, А.И. Бойко, Ю.С. Домнин, В.П. Костромин, О.В. Купалова, Д.С. Купалов Бюджет неопределенностей цезиевого репера частоты фонтанного типа // Измерительная техника, 2017, №1, стр. 23-27.

Все приведенные сведения о публикациях автора достоверны. В совместных публикациях личный вклад автора диссертационной работы является определяющим.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из 11 организаций: Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП «ЦНИИмаш»), г. Королёв; Акционерного общества «Российский институт радионавигации и времени» (АО «РИРВ»), г. Санкт-Петербург; Акционерного общества «Российские космические системы» (АО «РКС»), г. Москва; Федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), г. Москва; Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Московский инженерно-физический институт), г. Москва; ФГБУН Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЛФ СО РАН), г. Новосибирск; ФГБУН Институт прикладной астрономии РАН (ИПА РАН), г. Санкт-Петербург; Акционерного общества «Морион» (АО «Морион»), г. Санкт-Петербург; Акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения» (АО «НПК «СПП»), г. Москва; Акционерного общества «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва» (АО «ИСС»), г. Железногорск Красноярского края; Республиканского унитарного предприятия «Белорусский государственный институт метрологии» (БелГИМ), г. Минск.

Все полученные отзывы положительные.

В целом авторы отзывов заключают, что автореферат хорошо оформлен и достаточно полно освещает поставленные перед диссертантом задачи, методы их решения и достигнутые им результаты, представленная диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой и соответствует всем требованиям ВАК, автор работы – Купалов Д.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах на автореферат имеются следующие замечания:

1. Неоднозначность в использовании автором терминов и их несоответствие требованиям ГОСТ 8.567-2014.
2. Из материала автореферата, к сожалению, сложно увидеть зависимость и влияние увеличения числа атомов на конечную величину стабильности стандарта частоты «фонтанного» типа.
3. Не указано каким образом и на основе каких методов строится модель СВЧ резонатора.
4. Не указывается погрешность настройки СВЧ резонатора.
5. Не приведены сравнение данных полученных в ходе теоретического расчета, с данными, полученными при макетировании и сравнение полученных в работе результатов с зарубежными аналогами.
6. Не ясно каким образом производится переход от погрешности согласования шкал к требуемой нестабильности хранителя.
7. Отсутствует рассмотрение системы управления и того, как в ней вычисляется разница частот водородного генератора и фонтана.
8. Из текста автореферата неясно, с чем связано ограничение температуры 21-28 °С эксплуатации атомного «фонтана».
9. Из автореферата не ясно, какие требования предъявляются к фазовым шумам источника зондирующего СВЧ сигнала для обеспечения заданной нестабильности частоты «фонтана».
10. Из текста автореферата не вполне ясно, достигнута ли задекларированная цель исследования, и на сколько уменьшена нестабильность частоты квантовых мер на основе фонтанов атомов рубидия.
11. Из автореферата не понятно достигнуто ли атомным фонтаном предельное значение нестабильности частоты обусловленной конструкцией атомного спектроскопа и имеются ли пути дальнейшего уменьшения нестабильности.

12 Из текста автореферата не ясно, каким образом происходит контроль значения собственной частоты СВЧ резонатора в процессе настройки.

13. Недостаточно четко сформулирована научная значимость размещения двух атомных фонтанов в одном помещении.

14. Из автореферата не ясно, почему используется природная смесь изотопов рубидия, а не чистый изотоп рубидия-87.

15. Не приведет ли использование природной смеси изотопа рубидия в работе «фонтана» к увеличению шумов детектируемых атомов по сравнению с чистым изотопом Rb^{87} ?

16. Из автореферата не ясно, насколько ухудшается стабильность частоты резонанса, предложенного СВЧ-резонатора, при изменении атмосферного давления.

17. В обосновании актуальности темы диссертации демонстрируется противоречие между требованиями ФЦП и техническими возможностями ГЭТ 1-2012 (стр. 3), а в описании практической значимости работы и внедрения ее результатов приводится ГЭТ 1-2018 (стр. 8).

18. Возможно ли на основе разработанной конструкции атомного спектрографа создать возимый стандарт частоты фонтанного типа?

В отзывах имеются также замечания по оформлению текста редакционного характера, однако приведенные в отзывах замечания и отмеченные недостатки не снижают научной ценности и практической значимости работы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в научной области темы диссертации, а ведущая организация является компетентной организацией в области метрологии и метрологического обеспечения частотно-временных измерений.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработан и применен в ОКР «Маховик», «Свеча», «Репер-Р» атомный спектроскоп со вспомогательной импульсной магнитооптической ловушкой и перестраиваемым СВЧ резонатором. Разработанный атомный спектроскоп является оригинальной составной частью уникального прибора: хранителя единиц времени и частоты на основе «фонтана» атомов рубидия, входящего в состав государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018, что подтверждено паспортом эталона. Внедрение полученных Купаловым Д.С. результатов позволили повысить точность согласования национальной шкалы времени UTC(SU) с международной шкалой времени UTC, а также внесли значительный вклад в развитие метрологического обеспечения координатно-временных измерений в Российской Федерации.

Научная новизна полученных в работе результатов заключается в следующем:

1. Впервые разработанный спектроскоп обеспечивает нестабильность рубидиевого хранителя единиц времени и частоты фонтанного типа не более 2×10^{-16} за время измерения 16 суток.
2. Впервые предложенный импульсный режим работы вспомогательной магнитооптической ловушки, увеличивает на 20 % число детектируемых атомов по сравнению с непрерывным режимом работы.
3. Впервые разработанный и реализованный перестраиваемый СВЧ резонатор, позволяет адаптировать атомный «фонтан» к эксплуатации в помещениях с температурой воздуха от 21 до 28 °С.

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что разработанный атомный спектроскоп обеспечивает нестабильность рубидиевого хранителя единиц времени и частоты фонтанного типа не более

2×10^{-16} за время измерения 16 суток и входит в состав Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2018), что подтверждено паспортом эталона и протоколом №5: «Исследования метрологических характеристик первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» (Приложения А и Б диссертации).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанный атомный спектроскоп входит в состав государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2018).

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в работе использованы экспериментальные данные, полученные с помощью калиброванных и сертифицированных современных прецизионных средств измерений. Полученные экспериментальные результаты соответствуют предварительно проведенным теоретическим исследованиям.

Личный вклад соискателя состоит в разработке атомного спектроскопа и его внедрении в состав хранителя единиц времени и частоты. Купалов Д.С. принимал непосредственное участие в получении исходных данных и научных экспериментах. Также автор участвовал в различных международных и всероссийских научных конференциях, на которых результаты исследований получили одобрение.

На заседании 20 ноября 2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Купалова Д.С. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, которые установлены Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.

№ 842, и принял решение присудить Купалову Дмитрию Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, из них 10 докторов наук по специальности диссертации, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» - 22, «против» - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета


Некрасов В.Н.

Учёный секретарь диссертационного совета


Балаханов М.В.

«20»  2018 г.

М.П.