

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.074.04 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 мая 2016 № 4

О присуждении Казариной Юлии Андреевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование структуры радиоизлучения каскадного ливня от космических лучей высоких энергий в Тункинском эксперименте» по специальностям 01.04.03 – радиофизика, 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 10 марта 2016 г., протокол № 3, диссертационным советом Д 212.074.04 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (г. Иркутск, бул. Гагарина, 20, 664003, приказ Рособрнадзора о создании диссертационного совета №1634-894 от 13.07.2007 г.).

Соискатель Казарина Юлия Андреевна, 1989 года рождения, в 2011 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации по специальности «Радиофизика и электроника», в 2015 году закончила аспирантуру по специальности 01.04.03 - радиофизика на кафедре радиофизики и радиоэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский

государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации. В настоящее время работает в Научно-исследовательском институте прикладной физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации в лаборатории астрофизики элементарных частиц и гамма-астрономии в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена на кафедре радиофизики и радиоэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – Афанасьев Николай Тихонович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры радиофизики и радиоэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Петков Валерий Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, заместитель заведующего Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерных исследований Российской академии наук, заведующий лабораторией подземного сцинтилляционного телескопа, п. Нейтрино.

2. Ильин Николай Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской Академии наук (ИКФИА СО РАН), в своем положительном заключении, подписанном Правдиным Михаилом Ивановичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником ИКФИА СО РАН, заслушанном на заседании Ученого Совета ИКФИА СО РАН и утвержденном Вр.и.о директора ИКФИА СО РАН Стародубцевым Сергеем Анатольевичем, указала, что работа является законченным научным исследованием, выполненным по актуальной тематике. Диссертация соответствует специальностям 01.04.03 – радиофизика, 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц и отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по физико-математическим наукам, а ее автор – Казарина Юлия Андреевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – радиофизика, 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, поставленные задачи успешно решены. Соискатель разработала методику анализа экспериментальных данных для установки Tunka-Rex и получила подтверждение существенного вклада геомагнитного механизма генерации радиоизлучения ШАЛ. Ю.А. Казарина предложила методы восстановления параметров ШАЛ по данным радиоустановки, которые позволяют оценивать энергию первичной частицы и определять глубину максимума ливня. Полученные ею результаты по данным установки Tunka-Rex по этим параметрам показали хорошую корреляцию с измерениями установки Тунка-133. Достоверность основных выводов диссертации Ю.А. Казариной обеспечена использованием современных моделей развития ШАЛ и хорошо апробированных методов моделирования радиоизлучения ШАЛ на основе пакета CoREAS. Результаты диссертации согласуются с данными других мировых установок, регистрирующих радиоизлучение ШАЛ. Научная

ценность работы состоит в том, что разработанные методы будут использоваться в Тункинском эксперименте и могут применяться на других установках по регистрации радиоизлучения ШАЛ.

Соискатель имеет 17 опубликованных научных работ по теме диссертации, из них 6 статей в высокорейтинговых рецензируемых журналах (базы цитирования Web of Science, Scopus), рекомендованных ВАК «Journal of Physics», «Nuclear Instruments and Methods in Physics Research», «AIP conference proceedings», «Journal of Instrumentation», «Physics Procedia», а также 11 работ в трудах и сборниках докладов международных и российских научных конференций.

К наиболее значительным работам автора следует отнести:

1. Schroeder F.G. Tunka-Rex: a Radio Extension of the Tunka Experiment / F.G. Schroeder, **Y. Kazarina** et al. (Tunka-Rex collaboration) // in Proc. of the ECRS.- Moscow, Russia.- 2012.- Journal of Physics: Conference Series 409 (2103) 012076 <http://iopscience.iop.org/1742-6596/409/1/012076>
2. Schroeder F.G. Tunka-Rex: a Radio Antenna Array for the Tunka Experiment / F.G. Schroeder, **Y. Kazarina**. et al. (Tunka-Rex collaboration) // in Proc. of the ARENA.- Erlangen, Germany.- 2012.- AIP Conf.Proc, arXiv: 1301.2555v1 <http://arxiv.org/pdf/1301.2555.pdf>
3. Budnev N. The Tunka - multi-component EAS detector for high energy cosmic ray studies / N. Budnev, **Y. Kazarina** et al. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A.- 2013.- Volume 732.- P. 281–285
4. Budnev N. TAIGA the Tunka Advanced Instrument for cosmic ray physics and Gamma Astronomy - present status and perspectives. / N. Budnev, **Y. Kazarina** et al. // Journal of Instrumentation.-2014, September.-Volume 9.-C09021 doi:10.1088/1748-0221/9/09/C09021
5. Kostunin D. Tunka-Rex: Status and Results of the First Measurements / D. Kostunin, **Y. Kazarina** et al. for the Tunka-Rex collaboration // Published in Nucl.Instrum.Meth.- A742.- 2014.- P. 89-94

6. Hiller R. Status and first results of Tunka-Rex, an experiment for the radio detection of air / R. Hiller, Y. Kazarina et al. for the Tunka-Rex collaboration // Physics Procedia 61.- 2015.- P. 708 – 713.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

Все отзывы положительные. В отзывах на автореферат имеются замечания:

1. Данилкин Н.П., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией ФГБУ «Институт прикладной геофизики» им. академика Е.К. Федорова:

- калибровка радиоустановки Tunka-Rex выполнена с использованием черенковской установки Тунка-133, которая работает только в безлунные ясные ночи. В тоже время, в дневные часы уровень радиопомех отличается от ночных условий. Поэтому для уверенной круглосуточной регистрации каскадных радиоимпульсов использование установки Тунка-133 в качестве калибровочной не всегда эффективно.

- в работе мало внимания уделяется анализу геофизической обстановке в момент проведения экспериментов. Для интерпретации сверхтонких измерений пространственно-временной структуры радиоизлучения каскадного ливня уже недостаточно знания средних параметров среды. В данном случае необходимо привлекать более точные данные о состоянии нейтральной атмосферы.

- радиоизлучение каскадного ливня от частицы высокой энергии возможно во всем диапазоне электромагнитной шкалы, однако из автореферата не ясно, почему автор основное внимание уделяет частотному диапазону 30-80 МГц.

2. Смольков Г.Я., доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института солнечно-земной физики СО РАН, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник науки и техники РФ:

- из автореферата не всё понятно без объяснений программ, операций, понятных может быть только использующих их, а ссылок на них не мало.

Следовало бы включить ключевые слова и привести расшифровки. Чтобы узнать, кто ещё участвовал в выполнении этих весьма обширных работ и выделить роль и вклад автора диссертации, целесообразно было бы заменить "et al" на полный перечень соавторов. В некоторых предложениях не хватает слов. Но зато имеется повтор целого предложения. Нет учёта изменчивости атмосферы, сезонной и обусловленной внешним воздействием на Землю. В автореферате нет выводов по главам. В подписях к рисункам не хватает полезных разъяснений. Самое существенное: читая автореферат, невольно возникает вопрос - что это за магнитный и даже геомагнитный механизмы радиоизлучения? Открытие или терминологическое недоразумение?

3. Герм В.Э., кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры радиофизики физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета:

- в автореферате отсутствуют сведения об особенностях формирования структуры ШАЛ при вторжении в атмосферу высокоэнергичных частиц различного массового состава. Последнее может оказаться существенным при восстановлении характеристик ливня по его радиоизлучению.

4. Гаврик Л.А., кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории дистанционного зондирования и распространения радиоволн Фрязинского филиала ФГБУН «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова» РАН :

- следует указать на слабое освещение в автореферате вопросов влияния состояния космической погоды на точность метода радиодетектирования космических лучей высоких энергий.

5. Калмыков Н.Н., доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела космических наук НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова:

-имеющиеся в тексте автореферата мелкие погрешности не оказывают существенного влияния на оценку работы в целом.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что доктор

физико-математических наук, профессор Петков В.Б. – известный ученый в физике атомного ядра и элементарных частиц, крупный специалист по методам регистрации частиц высоких и сверхвысоких энергий на экспериментальных установках различного типа, имеет ряд научных публикаций в авторитетных российских и зарубежных изданиях по формированию и эволюции широких атмосферных ливней, вызванных космическими лучами высоких и сверхвысоких энергий. Кандидат физико-математических наук, доцент Ильин Н.В.– признанный авторитет в области радиофизики, является крупным специалистом по методам радиозондирования околоземного космического пространства, его научные статьи по формированию пространственно-временной структуры радиосигналов в неоднородных средах широко известны мировой научной общественности.

Выбор ведущей организации обусловлен тем, что Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской Академии наук (ИКФИА СО РАН) является ведущим научным учреждением по исследованию космических лучей высоких энергий и широко известен в мире своими достижениями в области детектирования широких атмосферных ливней.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

доказана возможность детектирования космических лучей высоких энергий с энергетическим порогом 10 ПэВ в Тункинской долине путем измерений радиоизлучения ШАЛ в частотном диапазоне 30-80 МГц.

обнаружена асимметрия зарегистрированных событий в направлении север-юг, что подтверждает геомагнитный механизм генерации радиоизлучения ШАЛ.

разработана методика реконструкции основных характеристик первичной космической частицы по данным о пространственной и временной структуре радиовсплесков от ШАЛ, обеспечивающая точность

восстановления энергии первичной частицы 20 % и глубины максимума ливня 50 г / см^2 , что соответствует возможностям ведущих мировых экспериментов по регистрации космических лучей и подтверждает перспективность установки Tunka-Rex.

впервые проведены совместные измерения на установках Tunka-Rex и Tунка-133 радиоизлучения и черенковского света ШАЛ, позволившие выполнить уникальную кросс-калибровку этих двух калориметрических методов исследований.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- развернутая на территории черенковской установки Tунка-133 установка Tunka-Rex регистрирует радиоизлучение широких атмосферных ливней и дает дополнительную информацию для интерпретации наблюдаемых особенностей спектра космических лучей высоких энергий и выяснения вопроса об их галактическом или внегалактическом происхождении;

- разработанный метод параметризации функции пространственного распределения радиоизлучения ШАЛ, позволяет увеличить статистику для событий с энергиями космических лучей близкими к порогу регистрации;

- аналитически и с помощью моделирования показано, что ориентация радиоантенн в месте регистрации ШАЛ существенно влияет на эффективность детектора в зависимости от направления магнитного поля Земли.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- в результате дополнения установки Tунка-133 новыми детекторами радиоизлучения и заряженной компоненты ШАЛ Tункинский Астрофизический центр ИГУ стал единственной в мире установкой, которая позволяет регистрировать максимально возможное количество компонент излучения ШАЛ, что дает возможность получать наиболее точные данные о первичных частицах;

- разработанный радиометод восстановления параметров ШАЛ в Тункинском эксперименте может быть использован для анализа данных действующих и будущих радиоустановок.

- разработанные методики восстановления основных характеристик первичной космической частицы будут использоваться для дальнейших исследований при совместной работе установок Tunka-Rex и Tunka-Grande, что в значительной степени позволит увеличить статистику при регистрации космических лучей высоких энергий и провести поиск гамма – квантов высоких энергий.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что

выводы, полученные в диссертации, обеспечиваются адекватным использованием математического аппарата, совпадением аналитических результатов в предельных частных случаях с известными из литературы. Данные измерений, полученные на установке Tunka-Rex, не противоречат результатам других экспериментов, регистрирующих радиоизлучение ШАЛ.

Личный вклад соискателя:

основные результаты работы получены либо самим автором, либо при его непосредственном участии. Автор принимал участие в развертывании установки Tunka-Rex, в проведении штатных сеансов набора данных на этой установке, в разработке методик выделения радиосигнала ШАЛ, а также в измерениях шумовой обстановки в месте проведения Тункинского эксперимента. Автору принадлежат результаты моделирования, численных расчетов и обработки данных эксперимента Tunka-Rex. Интерпретация результатов измерений проводилась совместно с коллаборацией Tunka-Rex.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Казариной Ю.А. является законченным научным исследованием, выполненным по актуальной тематике. В ней получены результаты, имеющие высокую научную и практическую значимость. Работа соответствует специальностям 01.04.03 – радиофизика, 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц и отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским

