

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Казариной Юлии Андреевны «Исследование структуры радиоизлучения каскадного ливня от космических лучей высоких энергий в Тункинском эксперименте», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика», 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Диссертация Казариной Ю.А. посвящена малоизученной, но важной и актуальной проблеме изучения космических лучей высоких и сверхвысоких энергий по радиоизлучению атмосферных ливней, вызванных этими лучами. При очень высоких энергиях первичной частицы не только невозможна непосредственная регистрация этой частицы, но и затруднена регистрация косвенных проявлений результатов ее реакций. В этой ситуации регистрация в радиодиапазоне электромагнитного импульса, рожденного каскадом вторичных частиц, представляется достаточно перспективным методом исследования космических лучей высоких энергий. Использование этого метода, однако, требует решения ряда задач, а именно, прежде чем решать обратную задачу определения характеристик частицы по радиоимпульсу, необходимо решить прямую задачу, формирования этого радиоимпульса каскадом частиц. При этом возможно большое количество механизмов излучения электромагнитных волн рождающимися, сталкивающимися и распадающимися частицами ливня, что приводит к сложной структуре поля излучения в пространстве и во времени. От структуры поля зависит, естественно, и способ его регистрации, тип и характеристики используемых антенн, способы обработки сигналов, используемая цифровая техника и многое другое. Определению возможностей использования регистрации радиоизлучения ливней на полигоне ИГУ «Тунка» и посвящена диссертационная работа.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 112 наименований, 61 рисунок и 1 таблицу. По теме диссертации опубликовано 17 работ, из них 6 в журналах из списка ВАК.

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируются цели, ставятся задачи и кратко описывается содержание работы.

Первая глава посвящена анализу состояния проблемы регистрации космических лучей высоких и сверхвысоких энергий и возможности их исследования по радиоизлучению широких атмосферных ливней, рожденных высокоэнергетическими частицами.

Вторая глава посвящена описанию и анализу эксперимента по регистрации радиоизлучения ШАЛ на полигоне ИГУ в Тункинской долине. Приведено описание установки, проблемы калибровки, выбор антенн и их ориентации, анализ помеховой

обстановки, описана система мониторинга состояния установки регистрации радиоизлучения ШАЛ.

Третья глава посвящена описанию методики обработки и интерпретации экспериментальных данных по регистрации радиоизлучения ШАЛ.

В заключении приведены основные результаты работы и выражены благодарности соавторам и коллегам.

Диссертация хорошо структурирована, задачи поставлены корректно. Полученные результаты соответствуют поставленным задачам, обладают новизной и практической значимостью.

Результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы как в коллаборации «Тунка» для исследования космических лучей высоких энергий, так и в других организациях, занимающихся изучением космических лучей.

Имеются, однако, и замечания к тексту. Большая часть замечаний касается стиля изложения и терминологии, и не затрагивает сути работы.

Укажем некоторые из них:

Так на 4 странице написано: «регистрируется только заряженная компонента... существенно более точные данные можно получать, используя...радиоизлучение...». На самом деле и черенковское и радиоизлучение дает тоже только заряженная компонента, имеется в виду, конечно, что в первом случае используется непосредственная регистрация частиц.

На 6 с. написано: «разработан метод оптимизации функции пространственного распределения радиоизлучения ШАЛ». Очень странное заявление, поскольку эта функция от нас никак не зависит, собственно ее мы и пытаемся зарегистрировать. В дальнейшем, из прочтения становится ясно, что на самом деле выбрана более удобная параметризация этой функции. Правильнее было бы написать, «оптимизирована форма» или параметризация функции пространственного распределения.

На с. 16 фраза «отсутствие быстродействующих электронных и вычислительных мощностей» выглядит загадочно из-за пропущенного слова «устройств».

Стр. 18 - «направление тока в направлении x » - очевидно, «ток направлен вдоль оси x ».

Стр. 19 «который имеет место быть», слово быть явно лишнее, хотя в устной речи так иногда выражаются.

На стр. 34 в подписи к рисунку 1.16 перепутаны правый и левый рисунок.

Стр. 36 «подхода, заложенного в код Монте Карло» довольно загадочное словосочетание. Существует метод Монте Карло, есть алгоритм, использующий этот метод, но что означает «подход, заложенный в код» - не очень ясно. На самом деле просто жаргонизм, но мне кажется, такого лучше избегать.

Стр.44 – «увеличить эффективное время работы установки», вероятнее всего имеется в виду – увеличить время эффективной работы.

Там же «ограничение сверху обусловлено **характерными размерностями** распределения зарядов». Что имеется в виду – непонятно.

Стр. 47 – «разброс в частотной области составляет до 20%», пропущено, чего собственно 20%.

Стр. 48 – описывается рисунок 2.11, но сам рисунок появляется только на 52 стр.

На этой же странице написано: «с помощью свертки в частотной области», хотя в последующих формулах явно указано произведение в частотной области, что, конечно, соответствует свертке во временной области.

Таких, не очень удачных словесных оборотов можно привести еще много, но, как правило, по контексту можно понять, что автор имел в виду, поэтому смысл не страдает, хотя от читателя требуются дополнительные усилия по расшифровке.

Есть некоторые замечания, относящихся не столько к тексту, сколько к содержанию.

Так, в диссертации несколько раз повторяется фраза о том, что амплитуда электрического поля в радиоволне пропорциональна энергии первичной частицы. Поскольку энергия волны пропорциональна квадрату амплитуды поля, точнее пространственная плотность энергии, не очень ясно, почему энергия радиоволны растет с энергией первичной частицы квадратично. Если это описка, и на самом деле энергия волны пропорциональна энергии частицы, все нормально, но если действительно зависимость квадратичная, это стоило бы осветить более подробно.

Во второй главе, где речь идет о выборе диаграмм направленности антенн, утверждается, что эффективность радиоизлучения зависит от **магнитного склонения** в месте расположения антенн. В формулах же, иллюстрирующих этот факт фигурирует **магнитное наклонение**. Это конечно не принципиально, очень мало людей различают склонение и наклонение, но лучше их не путать.

В параграфе 2.5 описывается измерение шумового фона в месте расположения полигона. Написано, что измерения проводились с 1 по 3 мая. Но в России это, как известно, праздничные дни, и насколько можно делать вывод о том, что в остальные дни ситуация с техногенными помехами будет такой же, сказать сложно. Мне думается, что неплохо бы повторить эти измерения еще и в разные сезоны, поскольку сезонная зависимость у техногенных помех также существует.

И общее замечание: многие вещи изложены слишком компактно и фрагментарно. Конечно, краткость сестра таланта, но местами хотелось бы более пространного и подробного изложения. Лично мне бы хотелось более подробно прочитать о механизмах формирования радиоизлучения каскадом вторичных частиц. Хотя, конечно, это и не являлось задачей диссертанта.

Эти и подобные замечания к диссертационной работе нисколько не умаляют ее достоинств. В работе рассматривается актуальная научная задача, имеющая важное прикладное значение. Полученные результаты и выводы обладают научной значимостью и новизной.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают основное содержание диссертации. Диссертация в целом оформлена хорошо, изложение последовательное, хотя и не везде одинаково детальное. Считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям ВАК России, а ее автору Казариной Юлии Андреевне может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – «Радиофизика», 1.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Официальный оппонент

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник
федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института Солнечно Земной физики СО РАН,
664033, Иркутск -33, а/я 291,
доцент по специальности радиофизика
р.т. (3952)564524
ilyin@iszf.irk.ru

Ильин Н.В.

Подпись официального оппонента заверяю:
Ученый секретарь ИСЗФ СО РАН



Салахутдинова И.И.