

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Торгунакова Романа Евгеньевича

«Разработка и исследование методов измерения электрических полей атмосферы при помощи летательных аппаратов и их применение при анализе данных контроля электрического состояния облаков»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате

Актуальность темы

Диссертация Торгунакова Р.Е. «Разработка и исследование методов измерения электрических полей атмосферы при помощи летательных аппаратов и их применение при анализе данных контроля электрического состояния облаков» посвящена совершенствованию существующих методов измерений электрических полей в атмосфере с помощью бортовых измерителей для уменьшения погрешностей измерений и получение новых данных об электрических полях и заряде самолета в конвективных, слоистообразных облаках.

Электрические явления в атмосфере имеют существенное значение для метеорологических процессов и для практической деятельности человека. Гроза, сопровождающие ее разряды молний и электромагнитное излучение являются крайне опасными явлениями природы, которые могут привести к лесным пожарам, повреждению инфраструктурных объектов, возникновению аварийных ситуаций на воздушном, водном и других видах транспорта. С целью краткосрочного прогноза гроз и изучения физических явлений в атмосфере используются среди прочих наблюдения за напряженностью электрического поля, более детальные измерения которого возможны с помощью специализированных самолетов-лабораторий.

Исследование атмосферного электричества с помощью летательных аппаратов является непростой задачей, поскольку сам летательный аппарат сильно искажает электрическое поле собственным наведенным зарядом. Величина напряженности поля, наведенного зарядом самолета, может на порядки превосходить исследуемую величину напряженности поля атмосферы, поэтому при измерении электрических полей при помощи самолетов в первую очередь стоит задача определения коэффициентов искажения поля. Более точный расчет калибровочных коэффициентов позволит сократить количество специальных дорогостоящих полетов, проводимых для их корректировки.

Получение новых данных о напряженности электрического поля в облаках разных типов, полученных при помощи более совершенной методики, также позволит улучшить понимание фундаментальных физических процессов, протекающих в свободной атмосфере и в облаках.

В связи с вышеизложенным диссертация Торгунакова Р.Е. «Разработка и исследование методов измерения электрических полей атмосферы при помощи летательных аппаратов и их применение при анализе данных контроля электрического состояния облаков» несомненно является актуальной.

Научная новизна

Исследование, проведенное Торгунаковым Р.Е., выполнено на высоком методическом уровне, полученные результаты, выводы и рекомендации оригинальны.

К основным положениям научной новизны представленной диссертационной работы следует отнести:

1. Выявлены недостатки используемых в настоящее время способов определения калибровочных коэффициентов искажения поля самолетом и его зарядом.

2. Разработана методика физико-математического моделирования электростатических полей, использующая правдоподобную трехмерную модель летательного аппарата и позволяющая осуществлять поиск оптимального расположения измерителей на самолете, определять расположение электрических нейтралей, на основе полученных в результате моделирования данных решать задачу определения матрицы калибровочных коэффициентов. Методика была продемонстрирована на примере самолетов Ил-14, Як-42Д, беспилотного летательного аппарата.

3. Исследована возможность применения БПЛА в качестве самолета-лаборатории для исследования электрических полей атмосферы. Выполнен сравнительный анализ результатов моделирования электрического поля при искажении его корпусом и собственным зарядом пилотируемых самолетов, используемых в качестве самолетов-лабораторий, и беспилотного летательного аппарата.

4. При помощи разработанной методики вычислены матрицы калибровочных коэффициентов и осуществлен анализ результатов исследований электрических полей и заряда летательного аппарата, полученных при помощи самолетов Ил-14, Як-42Д «РОСГИДРОМЕТ» и других.

Теоретическая и практическая значимость

В представленной Торгунаковым Р.Е. диссертации поставлена и решена актуальная научная и практическая задача, которая заключается в обосновании и разработке методики физико-математического моделирования электростатических полей, основанной на применении современных вычислительных средств и позволяющей выбирать оптимальную конфигурацию датчиков на летательном аппарате и производить расчет калибровочных коэффициентов.

Повышенная точность расчета коэффициентов даст возможность получать надежные и достоверные данные об электрических полях атмосферы и сократить количество специальных полетов, требующихся для дополнительной калибровки измерительной системы.

Разработанная методика была использована при анализе данных, полученных в ходе летных экспериментов по измерению напряженности электрического поля и собственного заряда самолетов Ил-14 и Як-42Д, а также в ходе выполнения НИР «Предоставление информационно-аналитических данных по структурам электрических полей облаков», выполненной в ГГО им. А.И. Воейкова в 2018 г.

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертация Торгунакова Р.Е. «Разработка и исследование методов измерения электрических полей атмосферы при помощи летательных аппаратов и их применение при анализе данных контроля электрического состояния облаков» состоит из введения, четырех глав, заключения, перечня сокращений и списка используемых источников.

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования; формулируется цель и основные задачи работы; описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация.

В первой главе исследуются литературные данные об источниках и причинах появления сильных электрических полей в атмосфере, проводится обзор методов исследования электрических характеристик атмосферы. Утверждается, что исследование электрических характеристик атмосферы имеет фундаментальное значение для понимания физических процессов, происходящих в атмосфере и в облаках. Рассмотрены основные этапы образования электрической структуры грозового облака. Автором делается вывод, что наиболее перспективным методом для определения калибровочных коэффициентов

при измерении поля специализированными самолетами-лабораториями является использование компьютерного моделирования.

Во второй главе описана математическая модель измерений напряженности электрического поля и заряда летательных аппаратов при помощи системы из установленных на борту самолетов-лабораторий приборов напряженности поля. Приведена оценка погрешностей измерения, вызванная погрешностями измерителей и несовершенством методов определения калибровочных коэффициентов. Разработана общая схема алгоритма моделирования электростатических полей с целью определения и уточнения матрицы калибровочных коэффициентов, даны рекомендации по расположению датчиков на борту самолетов-лабораторий. Приведены результаты моделирования и расчет калибровочных коэффициентов самолетов Ил-14 и Як-42Д. Автором утверждается, что погрешности ранее используемого метода определения коэффициентов формы путем масштабного моделирования при большом заряде самолета и малых электрических полях служат источником значительной погрешности измерений, поэтому калибровочные коэффициенты следует определять более точными методами, например, при помощи компьютерного моделирования.

В третьей главе проводится оценка возможности применения бесплотных летательных аппаратов для измерения напряженности электрического поля атмосферы. Выполнен анализ результатов моделирования искажений электрического поля фюзеляжем и собственным зарядом, проведено сравнение с результатами моделирования пилотируемых самолетов. Проиллюстрирован процесс выбора оптимальной схемы расположения датчиков, измеряющих напряженность электрического поля, осуществлен расчет калибровочных коэффициентов.

В четвертой главе исследуется напряженность электрического поля и заряда самолета в облаках различных форм на основе данных самолетов-лабораторий Ил-14, Ан-12, Ту-104, Як-42Д. Для проведения анализа электрических характеристик облаков была проведена статистическая обработка данных, при которой использовались калибровочные коэффициенты, полученные Торгунаковым Р.Е. с помощью метода компьютерного моделирования. Были определены средние значения и максимумы напряженности поля и заряда самолета. Данные сгруппированы по типам облаков.

В заключении автор делает выводы, соответствующие цели и задачам диссертационного исследования. Практические рекомендации вполне обоснованы и вытекают из результатов работы.

Список литературы обширен, он включает 116 источников, в том числе 54 на иностранном языке и 14 за последние пять лет.

Диссертация изложена на 138 страницах машинописного текста, включает 78 рисунков и 24 таблицы. Иллюстративный материал представлен в высоком качестве, дает представление о проведенных исследованиях. При изложении материала автор ссылается на рисунки и таблицы.

В целом диссертация представляет собой завершенное научное исследование.

Замечания по работе

В формуле (29) поверхностная плотность заряда обозначена буквой Q (зарядом), следует заменить на используемую в диссертации σ .

В таблицах с 3 по 7, с 9 по 10 и с 12 по 14 приведены матрицы калибровочных коэффициентов системы измерителей. Необходимо указать в подписях к таблицам, что это матрица **В**. Столбец «Компоненты электрического поля и заряд», а также строки «Значения выходных сигналов измерителей», « $a_1, a_2, \dots$ » неуместны, коэффициент 10^{-9} в нижней строке следует внести в матрицу.

Автор отмечает, что распределения на рис. 40-41 не отвечают нормальному распределению, но не проверяет на другие виды распределений. По виду они похожи на логнормальные.

Выборка гистограмм на рис. 55-58 слишком мала, чтобы говорить о статистических характеристиках.

На рис. с 46 по 52 желательно увеличить размер шрифта.

В тексте диссертации имеется небольшое количество ошибок и опечаток.

Хотелось бы узнать, не увеличится ли погрешность определения калибровочных коэффициентов при уменьшении размеров летательного аппарата (при использовании БПЛА).

Оптимальное положение датчиков рассчитывается исходя из направления поля, направленного вдоль одной из осей самолета. Не значит ли это, что в реальных полях положение датчиков будет уже не оптимальным?

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования Торгунакова Р.Е.

Общее заключение

Основные результаты диссертации опубликованы в 9 научных работах, в том числе 4 научных статьи в рецензируемых журналах, включенных ВАК в перечень ведущих периодических изданий.

Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на нескольких конференциях и научных семинарах.

Работа базируется на достаточном числе исходных данных и расчетов, написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. В заключение каждой главы сделаны четкие и обоснованные выводы.

Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, характеризуют результаты проведенных исследований.

Уровень решаемых задач представляется соответствующим требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Диссертационное исследование Торгунакова Романа Евгеньевича «Разработка и исследование методов измерения электрических полей атмосферы при помощи летательных аппаратов и их применение при анализе данных контроля электрического состояния облаков» является завершенной научно-квалификационной работой, которая по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов соответствует пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Диссертант Торгунаков Роман Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Официальный оппонент,

ведущий инженер, учебная лаборатории радиофизики, отделение по направлению физика, управление технического обеспечения образовательных программ, ректорат, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, г. Санкт-Петербург,

Университетская набережная, д. 7/9,
336-60-00, доб. 9156,
igor_yusupov@mail.ru
кандидат физико-математических наук



Юсупов Игорь Евгеньевич

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.htm>