

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Российского государственного  
гидрометеорологического университета  
к.юр.н., доцент

 В.Л.Михеев  
«15» декабря 2017 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Российского государственного гидрометеорологического университета»

Диссертация «Методы и алгоритмы обработки гетеродинного сигнала ветрового лидарного профилометра системы метеобеспечения авиационной безопасности» выполнена на кафедре Лазерной техники Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

В период подготовки диссертации с 2006г. по настоящее время соискатель ПЕНКИН Михаил Сергеевич работал в научно-производственном предприятии «Лазерные системы» в должности старшего инженера опытного производства, с 2014 года в должности заместителя директора по производству.

В 2003г. он окончил Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова по направлению «Авиа- и ракетостроение», получив диплом магистра техники и технологий.

С 2003 по 2006 годы обучался в очной аспирантуре БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова по специальности 05.02.08 «Технология машиностроения».

С 2003г. по 2006г. работал в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова на должности инженера кафедры «Лазерная техника».

Сдача кандидатских экзаменов подтверждается удостоверением, выданным в 2015г. в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и справкой, выданной в 2017г. в РГГМУ.

Научный руководитель - кандидат технических наук АХМЕТЬЯНОВ Валерий Равизович. Основное место работы - АО «НПО «ЛЕПТОН», базовая организация кафедры “Системы, устройства и методы геокосмической физики” Московского физико-технического института, старший научный сотрудник.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Диссертация Пенкина Михаила Сергеевича является законченной, самостоятельно выполненной научно-исследовательской работой, посвященной моделям ветровой обстановки в приземном слое атмосферы, а также методам и алгоритмам обработки гетеродинного сигнала ветрового лидарного профилометра системы метеобеспечения авиационной безопасности.

Пенкин Михаил Сергеевич получил следующие результаты, которые выносятся на защиту:

1. Теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение модели локационного сигнала ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием.
2. Методика обработки локационного сигнала ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием.
3. Для обработки спектра локационного сигнала ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием предложено использовать метод деления разрядной сетки при одновременном подавлении импульсных помех и аддитивного шума.
4. Структура программно-алгоритмического обеспечения системы обработки локационного сигнала ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием.
5. Результаты измерения вихревого следа самолета Боинг 737-800 в приземном слое атмосферы с помощью отечественного когерентного доплеровского лидарного профилометра импульсного типа ПЛВ-2000.

Научная обоснованность и достоверность результатов работы определяется тем, что полученные результаты согласуются с теоретическими расчетами и результатами, описанными в литературе. Разработанные методики проверены на практике. Проверка диапазона и погрешности измерения ветровым когерентным доплеровским лидарным профилометром непрерывного типа с коническим сканированием скорости и направления ветра на высотах от 3 м до 300 м с

задаваемой кратностью (10 -100 м) произведена в процессе сертификационных испытаний на базе измерительного комплекса ВММ-310 ФГБУ «НПО «Тайфун». На основании проведенных испытаний Комиссией Межгосударственного авиационного комитета по сертификации аэродромов и оборудования на профилометр ПЛВ-300 выдан сертификат типа оборудования № 544.

**Научная новизна** состоит в том, что **впервые**:

1. Предложена модель локационного сигнала ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием в приземном слое атмосферы, которая учитывает неравномерность спектрального фона.

2. В соответствии с предложенной моделью локационного сигнала разработана методика обработки данных ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием с целью определения сдвига ветра на заданных высотах для использования в системе метеорологического обеспечения авиационной безопасности.

3. Для обработки сигналов ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием на этапе выделения неравномерного спектрального фона использован метод деления разрядной сетки, основанный на одновременном подавлении импульсных помех и аддитивного шума. Данный метод позволяет осуществить вместо последовательной параллельную обработку и тем самым обеспечить повышение быстродействия алгоритма на время, требуемое для подавления отдельно импульсных помех, либо аддитивных шумов.

4. Показано, что разработанное математическое обеспечение в составе ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа с коническим сканированием является подсистемой информационного обеспечения.

5. Впервые в России проведены измерения вихревого следа самолета Боинг 737-800 в районе аэропорта Пулково с помощью отечественного когерентного доплеровского лидарного профилометра импульсного типа ПЛВ-2000. Полученные материалы позволяют усовершенствовать математические модели образования вихревых следов летательных аппаратов в приземном слое атмосферы, а также исследовать динамику их развития и тем самым сформулировать рекомендации по обеспечению требуемого уровня авиационной безопасности.

Теоретическая и практическая значимость. Разработанные математическая модель измерительного процесса и программно-алгоритмическое обеспечение ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра непрерывного типа в системе метеорологического сопровождения авиационной безопасности, направленные на решение задачи формирования оперативных сведений о сдвиге

ветра и вихревом следе самолета в приземном слое атмосферы в зоне взлетно-посадочной полосы аэродрома, позволяют повысить эффективность принятия решений авиадиспетчерами командно-диспетчерского пункта аэропорта.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на 5 международных, в том числе на 13-ой и 14-ой международных научно-практических конференциях “Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике” (СПб, 24-26 мая и 4-5 декабря 2012 г.); Международной научной конференции “Лазеры. Измерения. Информация.” (СПб, 5-7 июня 2012 г.); “15<sup>th</sup> International Conference on Laser Optics (LO - 2012)” (St.Petersburg, Russia, June, 25-29, 2012.); Юбилейной XIII Санкт-Петербургской международной конференции “Региональная информатика (РИ-2012)” (СПб, 24 – 26 октября 2012 г.); а также на заседании «Состояние и перспективы лазерной локации атмосферы и подстилающей поверхности» семинара «Дистанционные методы зондирования природной среды» (СПб, ВКА им. А.Ф.Можайского, 16 мая 2013 г.).

По теме диссертационной работы опубликовано 12 работ, включая три статьи из перечня изданий, рекомендованных ВАК, четыре статьи в отраслевых журналах и 5 работ в материалах международных научно-технических конференций.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертационных исследований:

1. Ахметьянов, В.Р., Васильев, Д.Н., Клочков, Д.В., Коняев, М.А., Пенкин, М.С., Орлов, А.Е., Петров, Г.А., Царев, З.С., Шаталов, И.В., Ширяев, И.Ф. Доплеровский лидарный профилометр для измерения параметров ветра //Измерительная техника.-2013-№6.-С. 35-39.

2. Ахметьянов, В.Р., Васильев, Д.Н., Клочков, Д.В., Коняев, М.А., Пенкин, М.С., Орлов, А.Е., Петров, Г.А., Царев, З.С., Шаталов, И.В., Баранов, Н.А., Каневский, М.И., Тезадов, Я.А. Лидарный доплеровский профилометр для измерения параметров ветра в составе наземного комплекса метеорологического обеспечения аэронавигации // Авиакосмическое приборостроение. – 2013. №9. – С. 41-52.

3. Ахметьянов, В.Р., Васильев, Д.Н., Коняев, М.А., Мишина, О.А., Пенкин, М.С., Петров, Г.А., Тезадов, Я.А., Шаталов, И.В., Ширяев, И.Ф. Методы и алгоритмы обработки данных ветрового когерентного доплеровского лидарного профилометра с коническим сканированием // Журнал радиоэлектроники (Электронный). – 2013. №10. – С. 20.

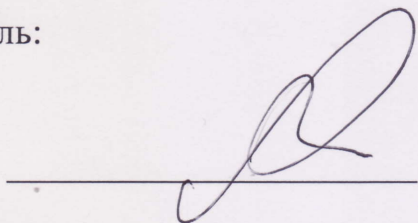
Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.30-метеорология, климатология, агрометеорология.

Диссертация «Методы и алгоритмы обработки гетеродинного сигнала ветрового лидарного профилометра системы метеобеспечения авиационной безопасности» ПЕНКИНА Михаила Сергеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30- метеорология, климатология, агрометеорология.

Заключение принято на научном семинаре кафедры экспериментальной физики атмосферы. Присутствовало на заседании 9 человек. Результаты голосования: «за»- 9, «против» - 0, «воздержались» - 0.

Протокол № 4 от 13 декабря 2017 года.

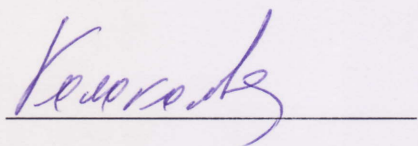
Председатель:



Кузнецов А.Д.

заведующий кафедрой ЭФА,  
д.ф-м.н., проф.

Секретарь



Колоколова О.В.

зав. лаб. кафедры ЭФА

Подписи А.Д. Кузнецова  
О.В. Колоколовой  
зав. лаб. кафедры ЭФА  
Т.И. Мухоморова

