

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научной работе  
и стратегическому развитию  
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский  
федеральный университет»  
доктор географических наук  
профессор



*А.А. Лиховид*  
А.А. Лиховид  
«06» *апреля* 2018 г.

## ОТЗЫВ

**ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» – на диссертационную работу Денисенкова Дмитрия Анатольевича «Метод обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы по оценкам ширины спектра сигнала метеорологического радиолокатора», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология**

### **Актуальность научной работы**

Сдвиг ветра считается одним из опаснейших для авиации явлений погоды. Значительная часть авиакатастроф случилась вследствие попадания самолета в зону со сдвигом ветра на этапе взлета или посадки из-за малого запаса по высоте и скорости. На своевременное обнаружение этого опасного явления тратятся огромные средства, проводятся интенсивные исследования, разрабатывается большое количество различной аппаратуры – все это постепенно сокращает число авиационных происшествий. Несмотря на это, до сих пор имеются трудности по своевременному и точному обнаружению

данного явления. Многие российские аэропорты не имеют специализированных обнаружителей сдвига ветра, но, при этом, оснащены современными метеорологическими радиолокаторами, потенциально способными решать данную задачу. Диссертационная работа Денисенкова Д.А. посвящена разработке метода обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы по оценкам ширины спектра сигнала метеорологического радиолокатора. Исходя из сказанного выше, актуальность темы диссертационного исследования Денисенкова Д.А. очевидна и не вызывает сомнений.

**Научную новизну** диссертационной работы определяют следующие результаты исследования, полученные лично соискателем:

1. Впервые разработана математическая модель пространственного распределения ширины спектра сигнала, принимаемого метеорологическим радиолокатором, при наличии в пограничном слое сдвига ветра. Данная модель связывает параметры распределения вектора скорости ветра по высоте с параметрами пространственного распределения ширины спектра радиальных скоростей гидрометеоров. На её основании выявлено, что различным вариантам вертикального профиля ветра в пограничном слое атмосферы соответствуют свои особенности в распределении ширины спектра радиальных скоростей частиц на карте конического разреза данного параметра. Так же выявлено, что изменение какого-либо параметра вертикального профиля ветра ведет к изменениям характеристик пространственного распределения ширины спектра радиальных скоростей частиц на карте.

2. Разработан метод обнаружения сдвига ветра радиолокационным способом. От существующих методов он отличается тем, что не требует предварительного восстановления вертикального профиля скорости ветра.

3. Разработана методика обработки данных метеорологического радиолокатора для обнаружения сдвига ветра в пограничном слое

атмосферы, отличающаяся тем, что в ней используются оценки ширины спектра радиальных скоростей гидрометеоров.

4. Получены результаты экспериментальных исследований по проверке разработанной методики.

**Практическая и научная значимость** результатов исследований также не вызывает сомнений. Математическая модель, разработанная автором, способствуют более глубокому пониманию особенностей распространения радиоволн в атмосфере, и может быть использована для моделирования взаимодействия радиолокационного сигнала с метеорологическими целями в атмосфере. Разработанная методика дает возможность более полно использовать информацию о ширине спектра радиолокационного сигнала для обнаружения опасных явлений погоды. Реализация разработанной методики в метеорологических радиолокаторах, установленных в аэропортах, позволит оперативно обнаруживать сдвиг ветра в пограничном слое атмосферы, что, безусловно, повысит качество метеорологического обеспечения полетов авиации и увеличит их безопасность.

На защиту автором **выносятся** 4 положения:

1. Модель пространственного распределения ширины спектра сигнала, принимаемого метеорологическим радиолокатором, при наличии в пограничном слое сдвига ветра.
2. Метод обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы по оценкам ширины спектра радиолокационного сигнала.
3. Методика обработки данных метеорологического радиолокатора с целью обнаружения сдвига ветра.
4. Результаты экспериментальной проверки разработанной методики.

**Обоснованность и достоверность** результатов работы определяются тем, что автор, достаточно глубоко проанализировав предшествующие

научные работы в области построения систем обнаружения сдвига ветра, корректно применив современный математический аппарат в сочетании со строгостью принятых допущений и ограничений, получил:

- частные результаты исследований, непротиворечащие результатам, полученным другими авторами;

- высокое соответствие карт ширины спектра радиальных скоростей гидрометеоров, рассчитанных при помощи разработанной модели, картам, полученным с метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С;

- хорошее совпадение данных, полученных в результате обнаружения сдвига ветра в соответствии с разработанной методикой, с данными, полученными по результатам аэрологического зондирования.

**Личный вклад автора.** Основные представленные в диссертации результаты получены автором лично. Автор произвел разработку модели пространственного распределения ширины спектра сигнала, принимаемого метеорологическим радиолокатором, при наличии в пограничном слое сдвига ветра, метода обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы по оценкам ширины спектра радиолокационного сигнала и методики обработки данных метеорологического радиолокатора с целью обнаружения сдвига ветра, осуществил экспериментальную проверку разработанной методики. Принимал активное участие в постановке задачи и выборе методов исследования.

**Апробация работы.** Результаты диссертационной работы неоднократно докладывались на всероссийских научно-технических конференциях, а также научных семинарах.

По теме диссертации автором опубликовано 15 работ, из которых 8 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов (2 из них в журналах, индексируемых Scopus).

## Структура и объем диссертации

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемой литературы, содержащего 146 ссылок (из них 38 на зарубежные источники). Общий объем диссертации – 139 страниц, включая 4 таблицы и 63 рисунка.

Тема и содержание диссертации соответствует специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология (физико-математические науки).

В диссертационной работе выявлены следующие **недостатки**:

1. Автор при решении обратной задачи (гл. 3) из трех параметров пространственного распределения ширины спектра, заметно реагирующих на изменения вертикального профиля ветра, выбрал максимальное значение ширины спектра радиальных скоростей, как наиболее удобный для практического использования в задаче обнаружения опасного сдвига ветра, отметив по поводу двух оставшихся, что они могут использоваться, как источники дополнительной информации. При этом автором не раскрыто, какую конкретно дополнительную информацию можно извлекать с их помощью и проводились ли какие-либо исследования в этом направлении.

2. В диссертации не рассмотрена возможность применения разработанной методики обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы в других метеорологических радиолокаторах (не ДМРЛ-С).

3. В диссертации не раскрывается вопрос, имеются ли какие-либо ограничения по месту установки радиолокатора для возможности применения разработанного метода.

4. Не ясно, почему автором при проведении эксперимента (гл. 4) в качестве критерия применимости разработанного метода была взята величина средней радиолокационной отражаемости равная 10 дБZ.

5. При проведении эксперимента (гл. 4), из всей выборки радиолокационных данных автором были отобраны только 19 карт для

обнаружения сдвига ветра. Величина статистической выборки в данном случае не позволяет однозначно утверждать о репрезентативности полученных результатов.

6. Присутствуют опечатки в тексте автореферата: стр. 5: сдвига (... обнаруживать сдвига ветра ...); стр. 22: пропущено слово что (... позволило выдвинуть гипотезу о том, параметры указанного распределения ...); диссертации: стр. 24: дифференциальная; стр. 50: метеорологических радиолокторов.

7. На стр. 13 автореферата в тексте поясняется, что карта, представленная на рисунке 7 а, получена в результате моделирования для случая метеообстановки, называемого автором «скачком» ветра по величине. В тексте диссертации (стр.70) данный рисунок (рис. 2.13 а) приведен, как результат моделирования для случая метеообстановки, названного «скачок ветра по направлению».

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. В нем последовательно и логично изложены все положения, выносимые на защиту, представлены теоретическая и практическая значимость работы, сделаны обоснованные выводы.

Отмеченные недостатки не снижают ценность и общую положительную оценку представленной работы.

### **Вывод:**

Диссертация Денисенкова Д.А. является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему. в которой автором разработан новый метод обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы по оценкам ширины спектра сигнала метеорологического радиолокатора, имеющий значительную научную и практическую значимость в области обеспечения безопасности полетов авиации.

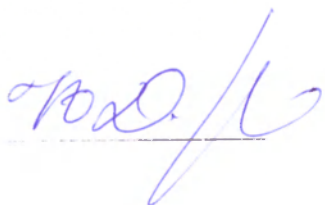
Диссертационная работа удовлетворяет требованиям пунктов 9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Денисенков Дмитрий Анатольевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Отзыв подготовлен профессором кафедры общей и теоретической физики института математики и естественных наук, доктором физико-математических наук, профессором Закиняном Робертом Гургеновичем.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры общей и теоретической физики, протокол № 11 от 2 апреля 2018 года.

Присутствовало на заседании 32 чел. В обсуждении приняли участие: 10 чел.

Результаты голосования: «за» – 32 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.



Ю.И. Диканский  
доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий кафедрой общей  
и теоретической физики



Диканский Юрий Иванович,  
доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой общей и теоретической физики ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»  
355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1  
e-mail: dikansky@mail.ru  
тел. 8 (905) 498-82-06