

## ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе А.М. Струнина «Спектральная структура турбулентности и турбулентных потоков в конвективных облаках тропической зоны по данным самолетных наблюдений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы».

Задачей диссертации А.М. Струнина являлось изучение спектральной структуры турбулентности в облаках вертикального развития (конвективных облаках или конвективных ячейках) по данным, полученным ранее в Центральной аэрологической обсерватории (ФГБУ «ЦАО») в результате самолетных экспериментов в тропической зоне (над о. Куба). Исследования характеристик турбулентности в конвективных облаках, ее спектральной структуры и турбулентных потоков тепла и импульса представляются крайне важными, так как динамические процессы в облаках тесно связаны с формированием облачных частиц и последующим развитием облаков, возникновением осадков. Знания о спектральной структуре турбулентности и турбулентных потоков в конвективных облаках необходимы для решения целого ряда задач физики облаков, численного моделирования процессов в облаках. Кроме того, турбулентность и воздушные потоки в конвективных облаках представляют опасность для полетов летательных аппаратов и сведения об их структуре необходимы для обеспечения расчетов прочности и систем их управления. Отметим, что сведения о турбулентности в облаках необходимы и для моделирования и оценок воздействий на гидрометеорологические процессы. В то же время имеющихся в литературе данных о турбулентности в конвективных облаках явно недостаточно. Во многом это было связано с экспериментальными трудностями измерений с борта самолета-лаборатории пульсаций скорости ветра и, особенно, температуры воздуха. Необходимо также отметить, что нестационарность динамических процессов, наблюдаемых в конвективных облаках и сильная изменчивость их характеристик, существенно затрудняла изучение структуры турбулентности.

Для решения поставленной задачи А.М. Струнину было необходимо разработать метод учета влияния жидко-капельной водности на показания самолетного датчика температуры и провести анализ данных о турбулентных пульсациях температуры (с учетом поправки) и пульсаций компонент скорости ветра в конвективных облаках тропической зоны. Известно, что облачные капли, попадая на самолетный датчик температуры, сильнее всего искажают его показания, причем величина ошибки могла составлять 1 – 3 °С и более. Разработанный А.М. Струниным метод позволил не только получать корректные спектры пульсаций температуры, но и правильно рассчитывать турбулентные потоки тепла в облаках, что являлось новым словом в изучении термодинамической структуры облаков. Для исследований неоднородных пульсаций скорости ветра и температуры в конвективных облаках А.М. Струнин применил вейвлет-преобразование, которое в настоящее время является одним из наиболее мощных средств анализа различных атмосферных процессов.

На основе тщательного анализа полученных данных А.М. Струнин впервые выявил зависимость спектральных характеристик турбулентности в конвективных облаках от стадии их развития. А.М. Струнин показал, что в конвективных облаках можно выделить квазистационарные стадии развития, причем в качестве параметров для определения стадии развития облака были использованы величина перегрева облака относительно окружающей среды и относительное время жизни конвективной ячейки по данным наземного радиолокатора. А.М. Струнин впервые получил универсальные функции для спектров пульсаций температуры и скорости ветра в зависимости от стадии развития конвективной ячейки и показал их значимые различия. Им были впервые в мире

рассчитаны эмпирические универсальные функции коспектров потоков тепла и импульса для различных стадий развития конвективного облака.

В ходе работы над диссертацией А.М. Струнин выполнил большую работу по анализу опубликованных отечественных и зарубежных данных о турбулентности в облаках и провел их сопоставление с вновь полученными результатами. Им были проведены расчеты коэффициента турбулентного перемешивания для различных стадий развития облаков и показано их значимое различие.

Полученные в диссертации А.М. Струнина результаты и выводы могут быть использованы для построения компьютерных моделей развития конвективных облаков. Универсальные спектральные функции и распределения параметров турбулентности могут быть положены в основу создания эмпирических моделей турбулентности для решения задач физики облаков и обеспечения безопасности полетов летательных аппаратов различных типов.

А.М. Струнин коммуникабелен, отличается активностью, настойчивостью и трудолюбием, стремлением к самостоятельности в решении поставленных задач. Он хорошо владеет современными методами компьютерной и статистической обработки данных. В процессе подготовки диссертации А.М. Струнин освоил специальность бортоператора-испытателя и принял участие в ряде полетов самолета-лаборатории нового поколения Як-42Д «Росгидромет».

Диссертация А.М. Струнина «Спектральная структура турбулентности и турбулентных потоков в конвективных облаках тропической зоны по данным самолетных наблюдений» представляет собой законченную научную работу. Она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и требованиям ВАК, предусмотренных в пп. 9 и 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, в редакции от 30.07.2014 г., а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы».

Научный руководитель:

Главный научный сотрудник ФГБУ «ЦАО»,

д.т.н., к.ф.м.н.

Е.Н. Кадыгров

Подпись Е.Н. Кадыгрова удостоверяю:

Ученый секретарь ФГБУ «ЦАО»,

к.г.н.

Н.А. Безрукова

