

ОТЗЫВ

**Кислова Александра Викторовича и Торопова Павла Алексеевича
на диссертационную работу Калмыковой Ольги Вячеславовны «Оценка смерчеопасности
вблизи Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.**

Работа посвящена разработке новой автоматизированной методики оценки риска появления смерчей на Черноморском побережье Кавказа и Крыма. Собран детальный архив черноморских смерчей за период 2014-2018 гг. Синтез наземных, радиолокационных и спутниковых данных позволил впервые предпринять отчасти успешную попытку количественного описания смерчеопасных кучево-дождевых облаков (вертикальной мощности, радио-яркостной температуры и простейших динамических характеристик). Результаты данного этапа исследований могут быть использованы как в задачах прогнозирования смерчей, так и в рамках изучения их физических механизмов и климатологии. На основе натурных данных и результатов численного моделирования выполнена оценка основных прогностических индексов атмосферной устойчивости (CAPE, CIN, NSP, и др.), позволяющих оценивать вероятность формирования смерча. Обосновав целесообразность реализации в черноморском регионе уже известных методов диагноза и прогноза смерчеопасных ситуаций, автор тестирует собственную методику, которая оказывается достаточно успешной. Таким образом, актуальность и ценность выполненной работы не вызывает сомнений.

Общий высокий уровень представленной работы вызвал к ней большой интерес, она была прочитана внимательно, и при этом выявился ряд замечаний.

Во-первых, «Краткое содержание первой главы», приведенное в автореферате, мало информативно. Здесь приводятся в основном самые общие соображения, касающиеся того, что прогноз смерчей базируется на индексах конвективной неустойчивости, или «на комплексном анализе спутниковых и радиолокационных данных». Вместо этих очевидностей следовало бы дать краткие определения используемых индексов (по крайней мере, тех, которые недостаточно часто применяются) и методик, оценок их эффективности по данным других авторов; привести краткие, но четкие определения таких методов, как диаграмма Силады, и самое главное, обосновать, что все существующие на данный момент методы требуют существенной доработки.

Во-вторых, следует обратить внимание на некоторые терминологические шероховатости второй главы. Например, на стр. 11 – что такое конвективные и неконвективные ячейки кучево-дождевых облаков? Или «мезоциклонные» и «немезоциклонные» смерчи? О чем идет речь понятно, однако такого рода формулировки не похожи на строгие термины и выглядят скорее, как сленг. Впечатляет также факт огромного разброса значений радиояркостной температуры, которые свидетельствуют о том, что использовать спутниковые данные об этом параметре в качестве прогностического предиктора практически невозможно (в то время, как автор не акцентирует на этом своего внимания). Также вызывает вопрос объем выборки в архиве, созданном автором – неужели для такого статистически сложного алгоритма, как машинное обучение достаточно 109 случаев смерчей? Автор нигде не обосновывает надежность весьма короткого по продолжительности архива (2014 – 2018 гг.). Примером того, что архив черноморских смерчей за последние 20 лет создать вполне реально, служат, в частности, работы сотрудников ИФА РАН (*Чернокульский А.В., и др.*).

В-третьих, есть ряд замечаний по третьей главе. Приведем их по порядку

1. Прежде всего, автор даже кратко не описывает конфигурацию моделей WRF-ARW и COSMO-RU, которые он использует для прогноза смерчеопасных ситуаций. Вместе с тем, очевидно, что выбор схем параметризаций и разрешения играет решающую роль. Также непонятно, почему «конфигурация модели предусматривает использование в качестве начальных и граничных условий данных GFS» (стр. 12). Это совсем необязательно – WRF-ARW может использовать данные практически любой глобальной модели, это чисто техническая задача. Поэтому возникает вопрос – оценивалось ли качество начальных и граничных условий GFS? Это также играет огромную роль при прогнозировании таких тонких явлений, как системы циркуляции, порождающие смерчеопасные облака. Кроме того, следовало бы аргументировать

выбор шагов сетки материнской и вложенной областей модели WRF-ARW (16 и 4 км) для задачи прогноза смерчей. Очевидно, что с разрешением 4 км можно более или менее хорошо описать атмосферный объект, размеры которого составляют $\sim 20 \times 20$ км. Для того, чтобы описать смерчопасное грозное облако шаг вложенной сетки должен составлять не более 1 км.

2. На стр. 15 автор объявляет индексы «немезоциклонных» смерчей неэффективными, хотя при этом на стр. 13 показывает, что коэффициент ПЯ для индекса NSP составляет 88%, что свидетельствует о весьма высокой эффективности.

3. Формула для индекса NSP (как и для других индексов) приведена без всяких объяснений. В частности, перемноженные величины с размерностью энергии, скорости и завихренности требуют физической интерпретации. Имеет ли знаменатель и числитель одну и ту же размерность?

4. Прогноз на основе индекса WRI, разработанного автором, предполагает, что вклад всех 5 предикторов в вероятность формирования смерча, одинаков (что следует из самой формулы и приведенной ниже области возможных значений индекса [0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 0.1]). Это, видимо, базируется на авторских данных наблюдений, но физическое обоснование было бы желательно.

5. Тестируя и улучшая методику, автор выбрал итоговый вариант разработанного им индекса WRI, изменив пороги чувствительности метеорологических параметров, входящих в индекс. Однако где гарантия того, что на выборке другого объема (например, 2010 – 2014 гг.) пороги останутся такими же? Если они все время меняются, тогда индекс требует серьезной доработки.

6. Вопрос о сохранности значений порогов при переходе к выборке другого объема можно поставить и с точки зрения факта климатических изменений. Можно ли предполагать их одинаковость в разных климатах?

7. В таблице 2 «третьей категории» смерчового риска соответствует вероятность образования смерча, равная 100%. Следует отметить, что в задаче прогноза любого метеорологического явления 100% вероятность не употребляется.

Наконец, в-четвертых, следует отметить, что сравнение результатов моделирования в рамках WRF-ARW и COSMO-RU (глава 4) не совсем правомочно, поскольку пространственные шаги моделей были различны.

В заключении хотелось бы отметить, что ряд замечаний скорее всего был бы снят при более четком и структурированном изложении материала в автореферате. Также следует отметить, что наши замечания скорее представляют собой желание более глубоко вникнуть в результаты работы, поэтому не умаляют ее значимости. Также не вызывает сомнений квалификация соискателя.

Работа прошла требуемую апробацию, уровень и количество публикаций достаточны для защиты кандидатской диссертации. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, а ее автор, Калмыкова Ольга Вячеславовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

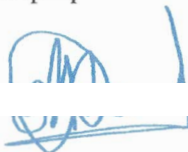
Кислов Александр Викторович
Доктор географических наук
Заведующий кафедрой метеорологии и климатологии
Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

10 февраля 2020 г.

Федеральное государственное научно-учебное учреждение
Московский государственный университет имени М. В.
Ломоносова, Географический факультет

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, ГСП-1
e-mail: avkislou@mail.ru
раб. тел: +74959393043

Я, Кислов Александр Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку
10 февраля 2020 г.




Торопов Павел Алексеевич
Кандидат географических наук
доцент кафедры метеорологии и климатологии
Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

10 февраля 2020 г.

Федеральное государственное научно-учебное учреждение
Московский государственный университет имени М. В.
Ломоносова, Географический факультет

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, ГСП-1
e-mail: tormet@inbox.ru
раб. тел: +74959392942

Я, Торопов Павел Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку
10 февраля 2020 г.



Подписи Кислова Александра Викторовича и Торопова Павла Алексеевича заверяю

Начальник отдела кадров Географического факультета МГУ



Ложникова В.А.