



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Маргариты Шульги  
«Представление озер в моделях погоды и климата: внешние параметры, объективный анализ температуры поверхности воды и верификация»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Диссертация М. Шульги посвящена проблеме параметризации озер в моделях прогноза погоды и в климатических моделях. Основное внимание уделено развитию глобальной базы данных, содержащей информацию о глубинах озер. Данные о глубинах озер необходимы для генерации полей внешних параметров, которые используются в моделях прогноза погоды и в климатических моделях для описания взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью. Кроме того, по данным измерений проведено исследование статистической структуры полей температуры поверхности озер (результаты этого исследования помогают улучшить качество исходных полей температуры для инициализации схемы параметризации озер), а также проанализированы ошибки озерной температуры, рассчитанной с помощью схемы параметризации озер FLake, в годовом цикле (т.е. в разных режимах, например, конвективное перемешивание, ветровое перемешивание при усилении или ослаблении ветра, возникновение и разрушение зимнего профиля температуры и т.д.).

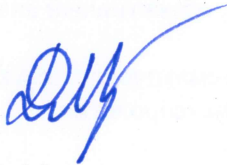
Работа представляет особый интерес в связи с быстро растущей мощностью компьютеров и, как следствие, с постоянным увеличением пространственного разрешения моделей атмосферы. При увеличении пространственного разрешения атмосферных моделей описание (параметризация) некоторых физических процессов на подсеточных масштабах заметно упрощается. Это верно, например, для глубокой конвекции, параметризация которой при уменьшении шага сетки не требует высокой точности (а при очень малых шагах сетки может вообще не потребоваться). Однако требования к точности описания взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью как на сеточных, так и на подсеточных масштабах повышаются. Ключевую роль здесь играют поля внешних параметров (в том числе глубина озер), качество которых сильно влияет на точность расчета потоков количества движения, тепла и массы на подстилающей поверхности, а значит, и на качество описания структуры пограничного слоя и атмосферы в целом.

На основе анализа геологического происхождения озер в различных районах Земли соискателем получены оценки глубины большого количества озер, глубина которых никогда не измерялась *in situ*. С использованием этих оценок соискателем сгенерирована новая, улучшенная база данных (данные о глубине озер покрывают весь Земной шар и имеют высокое пространственное разрешение, равное 30-и угловым секундам). Проведены численные эксперименты со схемой параметризации озер FLake, и проанализированы ошибки расчета озерной температуры при разных глубинах исследуемого озера. Проведена классификация ошибок в зависимости от сезона и режима перемешивания. На основе анализа эмпирических данных получены новые автокорреляционные и структурные функции полей температуры поверхности озер.

Основной заслугой соискателя, на мой взгляд, является то, что ей удалось довести свои изыскания до конечного продукта, который уже нашел широкое применение в метеорологии. Поля внешних параметров (глубина озер, озерная маска), сгенерированные на основе улучшенной озерной базы данных, используются в ряде климатических моделей, а также практически во всех моделях прогноза погоды Европы. При этом в моделях ICON (глобальная модель Немецкой

Службы Погоды, используется также для моделирования климата), COSMO (региональная модель, используется в ряде стран Европы, в том числе в России, для оперативного прогноза погоды), HIRLAM (региональная модель, используется в ряде стран Европы) и IFS (глобальная модель Европейского Центра Среднесрочных Прогнозов Погоды) последний вариант базы данных, разработанный М. Шульгой, используется оперативно. Внедрение новой базы данных позволило значительно улучшить качество прогнозов ряда метеорологических величин во многих областях Земного шара. На мой взгляд, значение озерной базы данных в моделировании атмосферы трудно переоценить, а результаты, полученные М. Шульгой, достойны самой высокой оценки.

Работа отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соискатель, Маргарита Шульга, безусловно заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.



Д. В. Миронов

к.ф.-м.н.

Служба Погоды Германии,

Отдел Исследований и Развития,

Секция Параметризации Физических Процессов,

Оффенбах на Майне, Германия

Email: dmitrii.mironov@dwd.de

(Division of Research and Development,

Physical Parameterization Section,

German Weather Service,

Offenbach am Main, Germany)