

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе Давида Арменовича Арутюняна «Динамика квазигеострофического эллипсоидального вихря в баротропном и бароклинном потоках», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 Океанология.

Д.А. Арутюнян окончил кафедру термогидромеханики океана физтех-школы аэрокосмических технологий Московского физико-технического института, где получил широкую подготовку в области физики океана и атмосферы. При поступлении в аспирантуру его выбор пал на изучение мезомасштабных вихрей океана под моим научным руководством. За время обучения в аспирантуре он проявил себя способным молодым человеком и к окончанию аспирантуры вырос в способного молодого ученого. В наше время мало кто желает заниматься теорией, ибо это тяжелый труд, не всегда достаточно оплачиваемый. Однако Давид пошел по этому пути и отлично зарекомендовал себя. Сейчас он один из немногих специалистов, владеющих математической и аналитической техникой изучения мезомасштабных вихрей океана. С самого начала он показал уверенное владение навыками программирования и знание методов цифровой обработки полученных результатов. Давид неоднократно успешно выступал на семинарах Института океанологии и в других серьезных исследовательских организациях с научными докладами и сообщениями.

Диссертация Д.А. Арутюняна посвящена изучению сугубо нелинейных явлений – 3D мезомасштабным вихрям по воздействию внешних течений во вращающемся стратифицированном океане. Несмотря на то, что подобная тема возникла в геофизической гидродинамике довольно давно, полного представления о том, как поведут себя вихри в неоднородных бароклиных течениях, до сих пор не было. Д.А. Арутюнян закрыл эту проблему, показав, что при отсутствии вязкости существует всего три различных варианта эволюции вихрей – режим выживания на неограниченном промежутке времени, режим выживания на ограниченном промежутке времени и режим уничтожения вихрей через вытягивание их в вихревые нити по горизонтали. Набор этих режимов в науке геофизической гидродинамика до него известны не были и это является главным достижением диссертанта. Более мелкие результаты также интересны – показана эволюция полной механической энергии вихря (кинетическая плюс доступная потенциальная) при вытягивании вихря, а также эволюция энергии по-отдельности – кинетической и доступной потенциальной как во всем пространстве, так и отдельно в ядре вихря и вне его. При вытягивании вихря в вихревую нить

энергия вихря передается в фоновое течение. Арутюняном показано, что основная механическая энергия вихря сосредоточена вне вихревого ядра.

Все основные полученные свойства являются абсолютно новыми в мировой практике и показаны впервые, так что новизна, а также мировой уровень работ Д.А. Арутюняна продемонстрирован в полной мере. Актуальность изучения вихрей океана также очевидна. В мезомасштабных вихрях содержится приличная доля общей энергии океана, передача энергии по каскаду размеров осуществляется через вихри и их взаимодействие между собой и внешними течениями. Поэтому без учета вихрей невозможно правильно описать эволюцию климата Земли, да просто предсказать погоду тоже нельзя. Наконец, учета подсеточных процессов в геофизической гидродинамике при расчетах течений Мирового океана требует понимания физики мезомасштабных явлений, таких как вихри.

В настоящее время у Д.А. Арутюняна пять научных публикаций и около десятка выступлений на конференциях. В работах, выполненных совместно с научным руководителем и другими соавторами, участие диссертанта и соавторов является паритетным. Все вычислительные части работ проведены Д.А. Арутюняном исключительно самостоятельно, а общее количество расчетов для анализа режимов поведения вихрей в течениях впечатляет – их около 20 тысяч.

Считаю, что Давид Арменович Арутюнян подтвердил свою научную квалификацию. Как научный руководитель рекомендую его диссертационную работу к защите.

Научный руководитель  
член-корреспондент РАН,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
зав. кафедрой термогидромеханики океана МФТИ,  
зав. лабораторией морских течений ИОРАН

29.09.2025

В.В. Жмур