

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Ашурова Дениса Абдулвагабовича на тему: «Модальный и немодальный рост возмущений в некоторых гидродинамических течениях» по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Ашурова Дениса Абдулвагабовича посвящена актуальной проблеме гидродинамической устойчивости – исследованию модальных и немодальных механизмов роста возмущений в пограничных слоях с градиентом давления и в круглых затопленных струях. Работа имеет важное значение как для фундаментальной теории ламинарно-турбулентного перехода, так и для практических приложений, связанных с управлением течениями, снижением гидродинамического сопротивления и повышением эффективности смешения. Особый интерес представляет комплексный подход автора, сочетающий современные теоретические методы, подкрепленные численным анализом устойчивости (метод коллокаций на полиномах Чебышёва, решение задач условной оптимизации, резольвентный анализ) с верификацией расчётов и валидацией на экспериментальных данных.

В автореферате последовательно изложено содержание работы. В первой главе приведён обзор литературы по двум направлениям: влияние податливых покрытий на устойчивость пограничных слоёв и немодальный рост в струйных течениях. Вторая глава посвящена исследованию устойчивости пограничных слоев над монолитным вязкоупругим покрытием. Показано, что покрытие позволяет затянуть переход на 32-41% за счёт подавления инкрементов нарастания возмущений, а не за счет изменения критического числа Рейнольдса. В третьей главе выполнен детальный анализ пространственных оптимальных возмущений в струях с профилем Михалке, обнаружены механизмы «shift-up» (азимутальная мода  $m=1$ ) и «lift-up» ( $m \geq 2$ ), а также осцилляции энергии из-за интерференции дискретных мод. В четвёртой главе приведено экспериментальное подтверждение немодального механизма роста в затопленной ламинарной струе, включая образование лепестковых структур, и продемонстрировано количественное согласие с теорией оптимальных возмущений. Пятая глава посвящена резольвентному анализу отклика струи на внешнее гармоническое воздействие; показано, что максимальный отклик достигается на частотах наименее устойчивых собственных мод, доминируют истинные резонансы.

Апробация работы не вызывает сомнений. Результаты докладывались на авторитетных всероссийских и международных семинарах и конференциях. По теме диссертации опубликовано 6 работ, из них 2 работы – в ведущих журналах уровня Q1 (Journal of Fluid Mechanics, Physics of Fluids), одна из которых – без соавторов. Это свидетельствует о высоком уровне работы в целом и определяющем вкладе автора.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. При описании результатов главы 2 при оценке затягивания перехода не указано, как именно выбирался порог  $N$  в  $e^N$ -методе для определения положения ЛТП.
2. В экспериментальной части (глава 4) количественное расхождение между теорией и опытом объясняется неидеальностью генерируемых возмущений, однако не приведена количественная оценка того, насколько именно начальная структура

дефлекторов отклонялась от оптимальной – возможно, это ограничено объемом автореферата.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы. Автореферат написан четким научным языком, хорошо структурирован, рисунки информативны. Исходя из содержания автореферата, диссертационная работа Ашурова Дениса Абдулвагабовича представляет собой завершенное научное исследование, содержащее новые результаты в области гидродинамической устойчивости.

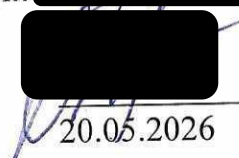
Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Ашуров Денис Абдулвагабович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Копьев Виктор Феликсович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор физико-математических наук, профессор, начальник центра аэроакустики - начальник НИО-9, ФАУ «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», Тел.: [REDACTED] e-mail: [REDACTED]

Копьев Виктор Феликсович

  
20.05.2026

Наименование организации:

Федеральное автономное учреждение «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФАУ «ЦАГИ»). Адрес организации: 140180 Россия, г. Жуковский, Московская область, ул. Жуковского, 1

Подпись Копьева Виктора Феликсовича удостоверяю:

Начальник Московского комплекса ФАУ «ЦАГИ», кандидат экономических наук

 Беляков Александр Владимирович

