Динамика вязкой жидкости

Руководитель:
Андрей Теймуразович Ильичев

Едва ли не самым важным вопросом при изучении течений вязкой жидкости является вопрос об их динамической устойчивости. В результате потери устойчивости данным течением формируются устойчивые вторичные структуры, которые при дальнейшем изменении физического параметра (или параметров) сами могут стать неустойчивыми и породить новые устойчивые структуры. Последовательность теряющих устойчивость структур приводит к турбулентности – интригующей особенности течений вязкой жидкости.

В данном курсе лекций последовательно излагаются методы теории гидродинамической устойчивости – науки, изучающей устойчивость течений вязкой жидкости и имеющей также обширные приложения в астрофизике, биологии, геофизике, метеорологии, океанографии и физике. Подробно изучается метод нормальных мод, представляющий один из основных математических инструментов линейной теории устойчивости, причем пристальное внимание уделяется очень важному обстоятельству непосредственной связи потери устойчивости и возникновения бифуркации, приводящей к ответвлению вторичного режима от потерявшего устойчивость течения. Вводятся и объясняются фундаментальные понятия конвективной и абсолютной неустойчивости, кратко дается представление о пространственном развитии возмущений, а также рассматриваются основные положения слабо-нелинейной теории, которая учитывает влияние ведущих нелинейных эффектов малых возмущений на экспоненциальный рост возмущений в результате этапа линейной неустойчивости. На примерах задач о неустойчивости Кельвина – Гельмгольца и струи с учетом капиллярных эффектов, конвекции Релея – Бенара, центробежной неустойчивости, теории устойчивости параллельных и почти параллельных течений иллюстририруется приложение методов гидродинамической устойчивости. Дается краткий обзор методов теории развитой неустойчивости, описывающих допустимые и типичные пути к хаосу и турбулентности, с привлечением классических примеров обтекания. Иллюстративный материал дополняется демонстрацией фильмов о гидродинамической неустойчивости разных типов.