

PERSONALIA

Памяти Юрия Сергеевича Сигова

21 февраля 1999 года умер талантливый физик, специалист в области вычислительной физики плазмы Сигов Юрий Сергеевич. Ему довелось создавать эту науку, героически преодолевая трудности идущих первыми. Он внес заметный вклад в развитие теории умеренной турбулентности в плазме, обогатил отечественную и мировую фундаментальную науку исследованиями самоорганизации материи, которые имеют непреходящее значение.

Ю.С. Сигов родился 9 июля 1934 года в пос. Красный Луч Луганской области. Он получил образование физика-ядерщика в стенах Московского университета, жил в общежитии, пользовался всеобщей любовью сокурсников, был именованным стипендиатом, закончил физфак с отличием в 1958 году. Это счастливое время, полное юмора и интеллектуального общения, сформировало многие замечательные стороны характера, подарив ему запас оптимизма, научную смелость и независимость. Сердечным, светлым и очень молодым душой человеком запомнят Юрия Сергеевича его современники, его коллеги и ученики. Более чем сорок лет проработал Юрий Сергеевич Сигов в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша Академии наук. Он с блеском защитил кандидатскую (1965 г.) и докторскую (1980 г.) диссертации, стал профессором (1989 г.) и главным научным сотрудником Российской академии. Он создал научную школу, которая не ограничивается рамками сектора "Кинетические модели плазмы и конденсированных сред", которым он руководил в течение последних 10 лет. Ю.С. Сигов стал основоположником вычислительного эксперимента в физике плазмы в нашей стране и в мире, получив на отечественных электронно-вычислительных машинах, ставших мощным инструментом современных научных исследований, первоклассные результаты в области космической аэродинамики (1964–1967 гг.), УТС (1972–1990 гг.) и синергетики.

Так, уже в 60-х годах им были обнаружены в следе за обтекаемым плазмой спутником страты плотности заряда, которые явились следствием формирования стоячей ионно-звуковой волны в космической среде.

Создание сложных кинетических кодов на основе уравнений Власова–Максвелла сделало возможным получение принципиальных результатов в теории параметрического нагрева плазмы и в кинетических численных моделях плазменной турбулентности. Уже в начале 70-х годов Ю.С. Сиговым были заложены основы дискретного моделирования плазмы макрочастицами (1974 г.), что и нашло применение в изучении сильной ленгмюровской турбулентности (СЛТ) методами кинетической теории (1975 г.). Именно численные экспери-



Юрий Сергеевич Сигов
(09.07.1934 – 21.02.1999)

менты по параметрическому нагреву плазмы (1974–1977 гг.), осуществленные в Институте прикладной математики, подтвердили предсказания теоретиков (1964–1972 гг.), касавшихся роли модуляционной неустойчивости плазмы в генерации ее электростатической турбулентности.

Кроме того, механизм бесстолкновительного поглощения высокочастотной энергии плазмой на основе концепции ленгмюровского коллапса и явление коротковолновой перекачки плазмонов по спектру в 70-х годах были впервые расшифрованы благодаря расчетам Ю.С. Сигова, и из их анализа следовала превалярующая роль затухания Ландау в этом механизме. Степенной характер ленгмюровских спектров и экспоненциальная форма электронных хвостов функции распределения

также вытекали из уникальных вычислительных экспериментов.

В численных экспериментах (1976 г.) Ю.С. Сиговым были получены принципиальные результаты, вошедшие в докторскую диссертацию: обнаружена генерация коротковолнового ионного звука на кинетической стадии коллапса в неизотермической плазме, что открывало возможность дополнительного канала бесстолкновительной диссипации волновой энергии в режиме СЛТ-конверсии плазмонов на коротковолновых флуктуациях ионной плотности, а также открыто явление вынужденного (форсированного) коллапса (квазиколлапс) одномерной ионной каверны (ямы плотности заряда).

Исследование в 80-х годах встречных плазменных потоков и токовых систем позволили обнаружить в "открытых плазменных системах" генерацию нестационарных двойных слоев, рождение которых связано с развитием нелинейной стадии бунемановской неустойчивости в плазме. Измерениями в лабораторных экспериментах вскоре эти результаты были подтверждены проф. Й. Такеда (Y. Takeda). Был расшифрован механизм термализации электронов в зоне перемешивания потоков. Юрий Сергеевич считал вышеупомянутые результаты исключительно важными и принципиальными. Результаты актуальны и сегодня в современных астрофизических и космических исследованиях.

При исследовании умеренной турбулентности (1977–1997 гг.) в вычислительных экспериментах последних лет Ю.С. Сиговым была открыта корреляционная неустойчивость высокотемпературной плазмы, установлено, что она обусловлена когерентными процессами и изучены закономерности их проявления. Классическая задача исследования бесстолкновительной релаксации нерелятивистского "размытого" электронного пучка, непрерывно инжектируемого в полупространство, занятое первоначально невозмущенной плазмой с максвелловским распределением частиц по энергиям, обнаружили ряд принципиальных эффектов. Корректное решение этой фундаментальной проблемы тесно связано с применимостью квазилинейной теории для описания неравновесных плазменных систем, точнее с ее неприменимостью для "открытой системы".

На основе численного решения полной системы уравнений Власова–Пуассона были прослежены принципиальные отличия картины самосогласованной релаксации частиц пучка и плазмы и возбуждаемых в описанной "открытой системе" волн в рамках уравнений квазилинейной теории:

корреляция флуктуаций поля и движения частиц приводит к формированию волновых пакетов, состоящих из коррелированных мод и образующих на фазовой плоскости упорядоченную ячеистую структуру, характерную для умеренной турбулентности;

захват интенсивными когерентными волновыми пакетами частиц пучка приводит к изменению "медленного" диффузионного характера релаксации в фазовом пространстве "быстрым" конвективным, при этом инкременты гармоник, формирующих пакеты, превышают соответствующие квазилинейной теории величины;

волновые пакеты вносят существенный вклад в энергетический баланс, который определяется захватом и баллистическим ускорением частиц фоновой плазмы;

когерентность составляющих волновой пакет мод приводит к специфическим проявлениям модуляционной неустойчивости, возникающей на поздней стадии релаксации пучка с образованием и последующим (форсированным) коллапсом каверн ионной плотности. Эти результаты были отмечены Главной премией МАИК "Наука" как одна из лучших публикаций в России по естествознанию в 1997 г.

Эти выводы, как и многие другие, были получены Ю.С. Сиговым благодаря колоссальной интуиции этого замечательного физика-теоретика, с утратой которого невозможно смириться. Человек, обладавший обостренным чувством собственного достоинства, он был преданным другом тех, кому посчастливилось завоевать его уважение. Сохраним добрую, благодарную память об этом замечательном ученом и благородном человеке наших дней.

*Е.П. Велихов, А.А. Галеев, Н.С. Ерохин,
Г.И. Змиевская, В.И. Карась, Ю.Л. Климонтович,
Д.П. Костомаров, А.А. Самарский, В.Б. Розанов,
А.А. Рухадзе, Я.Б. Файнберг, В.Д. Шафранов*