

## PERSONALIA

## Владимир Васильевич Железняков

(к семидесятилетию со дня рождения)

28 января 2001 года исполнилось 70 лет академику Владимиру Васильевичу Железнякову — выдающемуся физика и астрофизику.

Работы В.В. Железнякова в области астрофизики, теоретической радиоастрономии и физики космической плазмы принесли ему широкую известность в нашей стране и за рубежом. Ему принадлежат важнейшие результаты в исследовании генерации и распространения электромагнитных волн в астрофизической плазме, в частности, в создании теории спорадического радиоизлучения Солнца, оптического и рентгеновского излучения пульсаров, в исследовании физических процессов в плазме на магнитных белых карликах и в источниках космических гамма-всплесков (гамма-барстеров).

В.В. Железняковым была доказана важная роль, которую играет циклотронный механизм излучения в формировании частотных спектров радиоизлучения Солнца и магнитных Арзвезд, оптического излучения магнитных белых карликов, излучения пульсаров и гамма-барстеров. При разработке циклотронного механизма В.В. Железняковым было указано на существование депрессии циклотронного излучения электрона на гирочастоте в плотной плазме, неустойчивости неравновесной плазмы в области аномального эффекта Доплера, синхротронной неустойчивости, установлено существенное влияние релятивистской зависимости массы электрона от скорости на инкремент циклотронной неустойчивости в слаборелятивистской плазме. Последний эффект нашел важное применение в задачах электроники при создании в Научно-исследовательском радиофизическом институте и Институте прикладной физики АН СССР мазеров на циклотронном резонансе. За цикл работ по циклотронному излучению в астрофизике В.В. Железнякову была присуждена премия им. А.А. Белопольского АН СССР (1984 г.).

Разработанный В.В. Железняковым тепловой циклотронный механизм излучения был успешно применен в теории медленно меняющейся компоненты солнечного микроволнового излучения, которая основана на совместном действии теплового тормозного и циклотронного механизмов в неоднородных магнитных полях активных областей на Солнце и дает единое объяснение наблюдаемых характеристик радиоизлучения: частотного спектра, поляризации и распределения яркости по источнику. В настоящее время эта теория широко используется при обработке данных радионаблюдений Солнца для получения информации о распределении температуры и магнитных полей в активных областях солнечной короны и верхней хромосферы.

Среди работ В.В. Железнякова по плазменному механизму излучения следует отметить первые исследования комбинационного рассеяния (слияния) плазменных волн в солнечной короне с переходом в электромагнитное излучение на удвоенной плазменной частоте. Этот результат позволил решить главную для такого рода механизмов проблему конверсии плазменных волн в электромагнитные в космических условиях. Он лег в основу теории радиоизлучения субсветовых электронных потоков в солнечной короне (солнечных радиовсплесков III и V типов). На этой теории базируются все последующие исследования этого явления в солнечной радиоастрономии. Вместе с тем работа по



Владимир Васильевич Железняков

комбинационному рассеянию плазменных волн явилась одной из первых в серии исследований нелинейных распадных взаимодействий, ведущихся в физике плазмы.

При исследовании распространения электромагнитных волн в космических условиях В.В. Железняковым была разработана теория линейного взаимодействия (трансформации) волн в плавнонеоднородных слабоанизотропных средах, включая магнитоактивную космическую плазму и плазму в намагниченном вакууме в окрестности нейтронных звезд. Эта теория позволила решить проблему "предельной поляризации" при выходе излучения из магнитоактивной плазмы и установить новые типы линейного взаимодействия (например, в нейтральных токовых слоях солнечной короны). В частности, на основе наблюдаемых особенностей поляризации шумовых бурь В.В. Железняковым был сделан вывод о существовании в активных областях короны токовых слоев.

Исследования солнечного радиоизлучения, ведущиеся в настоящее время в нашей стране и за рубежом, в значительной степени стимулируются работами В.В. Железнякова и его сотрудников. Здесь следует отметить, например, обнаружение циклотронных линий в спектре солнечного радиоизлучения, на возможность регистрации которых было ранее указано в их работах.

В.В. Железняковым с сотрудниками был проведен анализ эффективности механизма циклотронного излучения в условиях корон магнитных Ар-звезд. Этот анализ показал, что микроволновое излучение от ближайших звезд этого класса может быть обнаружено современными радиоастрономическими средствами даже в тех случаях, когда плотность корональной плазмы недостаточна для наблюдения ее рентгеновского излучения.

В серии работ В.В. Железнякова, посвященных теории радиопульсаров, исследованы физические условия и процессы в магнитосферах нейтронных звезд, детально разработан синхротронный механизм оптического и рентгеновского излучения пульсара в Крабовидной туманности. В результате было показано, что источник излучения должен располагаться в районе светового цилиндра. Это обстоятельство имеет существенное значение для развития моделей короткопериодических пульсаров.

С начала 80-х гг. круг интересов В.В. Железнякова связан с исследованием белых карликов и нейтронных звезд, обладающих сверхсильными магнитными полями. Оказалось, что в этих экстремальных условиях циклотронный механизм излучения приобретает качественно новые особенности. В частности, доминирующую роль в формировании циклотронного излучения начинает играть резонансное рассеяние на первой гармонике.

В.В. Железняковым заложены основы теории корон у одиночных магнитных белых карликов. Согласно этой теории, короны таких звезд состоят из горячей плазмы с резко анизотропной температурой. Циклотронные спектральные особенности, формируемые в этих условиях, служат более чувствительным индикатором корональной плазмы, чем ее мягкое рентгеновское излучение.

В работах В.В. Железнякова была предложена и обоснована модель источника излучения на нейтронной звезде — рентгеновском пульсаре. Согласно этой модели, рентгеновское излучение в континууме и в циклотронных линиях образуется в плотной изотермической плазме атмосферы полярного пятна на поверхности нейтронной звезды. При этом наблюдаемые линии в поглощении обусловлены эффективным циклотронным рассеянием и появляются на фоне континуума, ослабленного вследствие томсоновского рассеяния излучения на свободных электронах. Построению модели рентгеновского пульсара предшествовал проведенный В.В. Железняковым анализ условий распространения рентгеновского излучения и циклотронного поглощения в сильных магнитных полях, когда поляризация нормальных волн определяется намагниченным вакуумом.

В это же время В.В. Железняков начинает исследование физических процессов в источниках космических гамма-всплесков. Он предложил схему формирования аннигиляционных линий в спектрах этих источников, которая позволила объяснить интенсивности аннигиляционных линий, установленные по данным спектральных наблюдений гамма-всплесков на автоматических станциях "Венера-11" — "Венера-14". Позднее в 90-х гг. В.В. Железняковым и его сотрудниками развита теория переноса излучения на циклотронных гармониках в плазме на нейтронных звездах с сильным магнитным полем. Из нее следует, что источники гамма-всплесков, имеющиеся в своих спектрах как первую, так и вторую гармоники гирочастоты, должны быть связаны с нейтронными звездами, расположенными довольно близко (на расстоянии не более нескольких килопарсек) от Земли.

На основе выполненных в конце 80-х гг. расчетов силы давления циклотронного излучения в плазме на вырожденных звездах В.В. Железняков в первой половине 90-х гг. выдвинул и обосновал гипотезу о существовании нового типа астрофизиче-

ских объектов, названных радиационными дисконами. Они представляют собой горячие магнитные вырожденные звезды, окруженные плазменными дисками и оболочками. Последние формируются за счет истечения плазмы с поверхности звезд под действием мощного светового давления на циклотронных частотах и не требуют наличия аккреции. Были указаны первые кандидаты в такие объекты — изолированные магнитные белые карлики, обнаруживающие глубокую депрессию в ультрафиолетовых спектрах.

Работы В.В. Железнякова по физике космической плазмы и астрофизике обобщены в его широко известных монографиях *Радиоизлучение Солнца и планет* (Наука, 1964; Pergamon Press, 1970), *Электромагнитные волны в космической плазме* (Наука, 1977), *Излучение в астрофизической плазме* (Клювер, 1996; Янус-К, 1997), ставших настольными книгами для многих поколений исследователей.

В.В. Железняков с сотрудниками выполнил также ряд работ по нелинейной электродинамике намагниченного вакуума и инвертированных двухуровневых систем. Было указано на возможность существования солитонов и ударных волн в намагниченном вакууме, окружающем нейтронные звезды. В цикле работ по сверхизлучению обращено внимание на возможность существования диссипативной неустойчивости поляритонных мод в инвертированных средах, установлена тесная связь неустойчивости этого типа с эффектом сверхизлучения Дике и предложена новая интерпретация этого эффекта. На основе проведенных исследований была указана и изучена классическая аналогия этого явления — циклотронное сверхизлучение. Эта работа стимулировала изучение сверхизлучательных режимов в электронике, в результате которого этот эффект был обнаружен в эксперименте в ИПФ РАН.

Более 30-ти лет В.В. Железняков преподает в Нижегородском (ранее Горьковском) государственном университете. До сих пор многие выпускники радиофака вспоминают курс лекций "Физика космоса", который профессор кафедры распространения радиоволн В.В. Железняков создал в 1968 г. и читал многие годы, как и спецкурс "Радиоастрономия" для студентов кафедры. Затем он продолжил работу на физическом факультете университета, а в 1991 г. перешел на другой факультет — Высшую школу общей и прикладной физики, где читает курс лекций по астрофизике.

В период с 1992 г. по 1999 г. В.В. Железняков участвовал в становлении Российского фонда фундаментальных исследований будучи членом Совета фонда.

Замечательным творением В.В. Железнякова является руководимый им отдел астрофизики и физики космической плазмы ИПФ РАН — сплоченный коллектив ученых высшей квалификации, объединяющий уже три поколения учеников В.В. Тематика работ отдела включает самые различные аспекты теории взаимодействия излучения с плазмой и плазмopodobными средами в околоземном пространстве, солнечной системе, а также в экстремальных условиях вблизи белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр.

Много сил и времени отдает Владимир Васильевич журналу *Известия вузов. Радиофизика*, главным редактором которого он стал в конце 1998 г. Во многом благодаря его усилиям этот журнал занимает сейчас достойное место среди общероссийской научной периодики.

Коллеги, ученики и друзья поздравляют Владимира Васильевича с юбилеем и желают ему здоровья, благополучия, плодотворной работы, счастья на многие годы.

М.В. Алфимов, А.Ф. Андреев, А.А. Боярчук,  
А.В. Гапонов-Грехов, В.Л. Гинзбург, В.В. Зайцев,  
А.Г. Литвак, Р.А. Сюняев, В.И. Таланов,  
В.Ю. Трахтенгерц, Я.И. Ханин, А.Ф. Хохлов