

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

53(047)

К ШЕСТИДЕСЯТИЛЕТИЮ СОВЕТСКОЙ ФИЗИКИ

Встречая 60-летие Великой Октябрьской социалистической революции, советские физики с удовлетворением оглядываются на пройденный путь. С первых лет советское государство приняло энергичные меры для развития фундаментальных направлений физики. Полученные результаты оказались принципиально важными для прикладных исследований. Это обеспечило успешное развитие новых отраслей промышленности, таких, как радиотехника, авиация, оптика. В частности, в те годы был создан Государственный оптический институт и при его непосредственном научном руководстве — отечественная оптическая промышленность, что имело огромное значение для развития приборостроения, в котором нуждались наука, культура и оборона страны. В это же время был создан Ленинградский физико-технический институт, сыгравший большую роль в развитии советской физической науки и подготовке научных кадров.

Заботливое отношение Советского государства к фундаментальным наукам привело к созданию первоклассных научных школ в области теоретической и экспериментальной физики, а также в области химической физики. Это позволило в кратчайший срок в послевоенные годы решить проблему атомного оружия, в котором так нуждалась наша страна в условиях холодной войны и монополии западных кругов на атомную бомбу. Примечательно, что большие усилия с самого начала ядерных исследований были направлены на освоение мирного атома, и первая атомная электростанция заработала в нашей стране, первый атомный ледокол был советским.

Высокий уровень советской физики в последующие годы был продемонстрирован нашими успехами в области освоения космического пространства — запуск искусственных спутников, космических кораблей и т.д. В настоящее время достижения физико-математических наук многообразны и оказывают влияние на самые различные стороны жизни советских людей. Во всех этих областях щедрая помощь партии и государства, новый крупномасштабный подход к организации научных исследований и внедрение их результатов вместе с энтузиазмом научно-технических и рабочих коллективов приводят к быстрому решению поставленных задач.

В 1967 году, отмечая пятидесятилетие Советского государства, наш журнал опубликовал в октябрьском выпуске обширную статью своего главного редактора проф. Э. В. Шпольского «Пятьдесят лет советской физики». В ней дан обстоятельный обзор работ советских ученых во всех важнейших областях физики. Последние десять лет привели к новым значительным успехам.

Для науки десятилетие — характерный этап, за который существенно меняется ее содержание: появляются новые направления, по мере решения отдельных задач изменяется характер научных проблем. Отмечая шести-

© Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», «Успехи физических наук», 1977 г.

десятилетие советской власти, редакция журнала «Успехи физических наук» хотела бы кратко отметить успехи советских физиков за последние десять лет. Эти достижения постоянно находят отражение в обзорных статьях, публикуемых на страницах нашего журнала. Поэтому публикуемая статья в большой степени основана на материалах «Успехов физических наук».

Двадцать лет назад в Советском Союзе был запущен первый искусственный спутник Земли. Это событие явилось началом космических исследований, в развитие которых советская наука внесла существенный вклад. Наиболее яркие фундаментальные исследования советской космической программы связаны с изучением планеты Венера и проводятся с помощью аппаратов серии «Венера». Эта программа дала почти всю известную информацию о нашем соседе — температуру поверхности, давление у поверхности, состав атмосферы, освещенность в нижней части облачного слоя и подоблачной атмосферы, профиль горизонтальной скорости ветра до высоты 50 км и т. д.

В Советском Союзе создана и успешно осуществляется программа по активному эксперименту в ближнем космосе. Эта программа включает в себя создание искусственных плазменных облаков, возбуждение неустойчивостей космической плазмы и создание искусственных полярных сияний электронными пучками. Программа связана также с сильным воздействием на отдельные элементы верхней атмосферы, которое сопровождается временным изменением ее электрических параметров. Важное место занимает исследование нелинейных явлений, возникающих при воздействии на ионосферу радиоволн высокой мощности. В Советском Союзе проводится целенаправленное исследование магнитосферы Земли.

Все указанные программы поставляют богатую научную информацию, которая является основой для создания современных представлений о ближайшей к нам области космоса.

Запуск искусственных спутников дал новые возможности для развития отдельных областей науки и техники. Он привел к созданию внеземной астрономии (гамма-, рентгеновская, ультрафиолетовая, инфракрасная, субмиллиметровая и радиочастотная астрономия).

Появление новых методов исследования сопровождалось бурным развитием астрофизики. Так, на спутниках серии «Космос» и «Интеркосмос» выполнены исследования размеров, структуры и локализации рентгеновских вспышек на Солнце. Обнаружена поляризация рентгеновского излучения вспышки, указывающая на доминирующую роль в механизме вспышки направленных пучков ускоренных электронов. Установлено, что рентгеновское излучение короны «спокойного» Солнца имеет тепловую природу. С помощью орбитальных станций получена информация о влиянии солнечной активности на межпланетное магнитное поле.

Все более широкое применение космические аппараты находят в народном хозяйстве. В последние годы в Советском Союзе осуществлен запуск серии метеорологических спутников. Значительно усовершенствованы спутники связи. На кораблях серии «Салют» развита методика многозональной фотосъемки, которая осуществляется одновременно в нескольких частях спектра. Эта методика позволяет получать богатую информацию о состоянии поверхности Земли и протекающих на ней процессах.

Космические исследования открыли уникальные возможности для науки и народного хозяйства. Они привели к возникновению ряда актуальных физических проблем в оптике, радиофизике, геофизике, решение которых дает принципиально новую информацию о Земле и ее атмосфере. Различные применения космических аппаратов опираются на тонкие

физические методы и современную научную аппаратуру. В Советском Союзе космическим исследованиям уделяется серьезное внимание.

Достижения современной астрофизики основаны как на методах внеземной астрономии, так и на уникальной измерительной аппаратуре, отвечающей техническим требованиям сегодняшнего дня. Особое место здесь занимают 6-метровый телескоп БТА, недавно начавший работать в предгорьях Кавказа, а также радиотелескоп «РАТАН-600», который за короткий срок работы позволил получить интересную информацию о флуктуациях реликтового излучения.

Активно развивалась у нас релятивистская астрофизика. Рассматривались наблюдательные аспекты возникновения сверхплотных тел — нейтронных звезд и так называемых черных дыр, предсказано рентгеновское излучение, создаваемое при падении газа в гравитационном поле этих сверхплотных звезд. По мере появления наблюдательных данных о рентгеновском излучении в двойных звездах разработана теоретически и подтверждена наблюдениями картина оптической переменности в такой системе; на этой основе получены данные о массе и природе сверхплотных тел.

Советские ученые внесли большой вклад в разработку космологии. Развита детальная теория спектра реликтового излучения, активно разрабатывается теория образования галактик в ходе эволюции горячей Вселенной, исследовались теоретически явления в сверхплотном состоянии вещества в начале современного этапа расширения Вселенной. Отмечена принципиальная возможность рождения малых первичных черных дыр, исследовано квантовое рождение частиц в сверхплотном состоянии, проведены обширные исследования эволюции нормальных звезд. Обнаружен особый тип компактных галактик. Исследованы колебания Солнца, обнаружен новый долгопериодический тип колебаний, природа которого еще не выяснена.

За истекшее десятилетие значительное развитие в нашей стране получила ядерная физика, где широким фронтом велось как изучение свойств атомных ядер, так и исследования взаимодействий элементарных частиц. Были введены в строй многие уникальные физические установки. Среди них прежде всего следует отметить протонный ускоритель в Серпухове, который до 1973 г. был крупнейшим в мире (энергия протонов до 76 Гэв), а также изохронные циклотроны, линейные электронные ускорители и реакторы для исследований ядерных реакций при низких и средних энергиях. Это позволило успешно вести экспериментальные работы в широком диапазоне энергий. Был открыт ряд новых эффектов как в поведении атомных ядер, так и в свойствах взаимодействия частиц. К ним относятся, например, обнаружение несохранения пространственной четности в ядерных электромагнитных переходах, наблюдение кластерной структуры атомных ядер, идентификация ядер антивещества (антигелия и антитрития), обнаружение изменения характера поведения полных сечений взаимодействия частиц в области энергий серпуховского ускорителя («серпуховский эффект») и выявление кластеризации вторичных частиц, рождающихся в неупругих процессах. Было предложено и развито новое направление — релятивистская ядерная физика.

В результате исследований на уникальном импульсном реакторе ИБР-1 (Дубна) в 1968 г. экспериментально были получены теоретически предсказанные ранее ультрахолодные нейтроны, что открыло новое направление в нейтронной физике низких энергий. В Советском Союзе заложены теоретические и экспериментальные основы методов получения ультрахолодных нейтронов. Методы рассеяния нейтронов широко используются для изучения различных структур.

Советские ученые наряду с американскими являются признанными лидерами в разработке методов получения и исследования ядер сверхтяжелых элементов. В последние годы в Советском Союзе синтезированы элементы с атомными весами 105, 106, 107 и изучены химические свойства элементов от 102 до 105. Синтез новых нейтронно-дефицитных изотопов позволил выявить новую закономерность изменения стабильности тяжелых ядер в зависимости от числа протонов и нейтронов в ядре. Открыт новый класс ядерных реакций — глубоконеупругие передачи нуклонов, совмещающие свойства прямых реакций и распада возбужденного компаунд-ядра. Интересны предсказания теории пионного конденсата в ядрах о возможностях фазового перехода ядер в сверхплотное состояние и, быть может, существования нейтронных ядер. Активно развивалась микроскопическая теория ядер, учитывающая реальное парное взаимодействие между нуклонами и коллективные движения.

На экспериментальные работы по изучению взаимодействий частиц при высоких энергиях существенное влияние оказали идеи инклюзивного подхода. В опытах на серпуховском ускорителе установлена масштабная инвариантность сечений инклюзивных процессов. Обнаружено существование сильной корреляции вторичных частиц в неупругих адронных процессах. Изучение упругого рассеяния протонов на протонах выявило изменение радиуса сильных взаимодействий с ростом энергии, ранее предсказанное теоретически. Накоплен богатый материал о реакциях, инициированных разными начальными адронами, что позволило проводить детальное сопоставление с теоретическими выводами, в частности проверять детальные предсказания реджеонной модели. Получены новые данные по образованию и систематике тяжелых адронов. Открыт $h(2030)$ -мезон, обладающий спином 4 — наивысшим среди известных мезонов. Было предсказано существование связанных и резонансных ядерно-подобных состояний нуклона и антинуклона.

Важный вклад в понимание физики электромагнитных взаимодействий частиц внесли пионерские работы по обнаружению рождения ρ -мезона в e^+e^- -соударениях. Были измерены константы, характеризующие электромагнитные свойства протонов, — коэффициенты электрической и магнитной поляризуемости. Впервые проведены измерения полных сечений фотопоглощения при энергиях до 40 Гэв, что стало возможным благодаря созданию электронно-фотонных пучков на протонном ускорителе в Серпухове. Не менее важное значение для физики слабых взаимодействий имело и создание нейтринного пучка на этом ускорителе в сочетании с искровым спектрометром и одной из крупнейших в мире пузырьковой камеры СКАТ.

Наряду с изучением процессов взаимодействий нейтрино на ускорителях серьезное внимание в Советском Союзе уделялось развитию нейтринной астрономии. Строящаяся нейтринная станция АН СССР представляет собой единственную в мире низкофоновую лабораторию многоцелевого назначения, где намечено изучение проникающей компоненты (нейтрино, μ -мезоны) космического излучения и, в частности, солнечных нейтрино. Вообще, основная тематика ядернофизического аспекта физики космических лучей сейчас связана со сверхвысокими энергиями, не доступными пока самым мощным ускорителям мира. Результаты экспериментов на искусственных спутниках Земли, на горах (в частности, эксперимента «Памир»), а также исследования широких атмосферных ливней показали, что масштабная инвариантность некоторых свойств адронных столкновений справедлива до энергий 10^5 Гэв. При более высоких энергиях происходит заметное изменение характеристик сильного взаимодействия.

Важные результаты получены и по космофизическому аспекту проблемы космических лучей. Ряд существенных результатов связан с изучением внешнего радиационного пояса Земли. Измерены энергетические спектры первичных космических лучей до энергий 10^{19} эв. Исследования одиннадцатилетнего цикла галактических космических лучей помогли обнаружить новые детали происходящих на Солнце процессов. Продолжает успешно развиваться теория происхождения космических лучей, тесно связанная с радио- и гамма-астрономией.

Значительный прогресс намечился за истекшее десятилетие и в теоретическом понимании процессов взаимодействия частиц при высоких энергиях. Здесь вклад советских физиков весьма значителен. В частности, большое влияние на развитие физики оказали пионерские работы по анализу высших порядков теории возмущений по слабому взаимодействию. В последнее время активно ведутся работы по традиционному направлению — поиску единой теории всех полей, где достигнуты заметные успехи. Найдены и проанализированы специфические классические решения нелинейных уравнений теории поля типа монополей, инстантонов и «пузырей». Предсказано восстановление спонтанно нарушенной симметрии при высоких температурах и указано на космологические следствия, вытекающие из этого предсказания. Предложены и развиты суперсимметричные теории. Большой прогресс достигнут в квантовании полей Янга — Миллса и в понимании весьма нетривиальных свойств этих полей, лежащих в основе так называемого свойства асимптотической свободы.

Советские физики (практически одновременно с рядом зарубежных физиков) выдвинули плодотворную идею о «цвете» кварков, послужившую основой квантовой хромодинамики, в рамках которой получил объяснение целый ряд закономерностей слабых и электромагнитных взаимодействий адронов. Большие успехи достигнуты в построении формального аппарата квантовой теории гравитации, в исследованиях нелокальных теорий поля. Дальнейшее развитие получили составные модели адронов. Широко использовались представления о кварках для описания конкретных процессов (кварковые правила счета, свойства чармония), модели с большим числом кварков и т. п. Кварк-лептонная аналогия была использована для развития гипотезы о двух типах нейтрино и появлении нейтринных осцилляций. Изучена возможность поиска зеркально-нечетных нейтральных токов методами атомной спектроскопии. В теории сильных взаимодействий при высоких энергиях развивалась реджевская схема и была построена реджеонная диаграммная техника. Было дано описание мультипериферических неупругих процессов. Вновь возрос интерес к моделям термодинамического типа, были использованы идеи о кварково-партонной структуре частиц. Советскими учеными проведен анализ космологических следствий гипотезы существования свободных дробнозаряженных кварков, получены важные аргументы в пользу теории невылетаания кварков. Космологические аргументы позволили также сделать выводы о массе мюонных нейтрино и гипотетических новых типов нейтрино.

Весьма перспективны для проблемы ускорения частиц высоких энергий новые методы электронного охлаждения и перезарядной инжекции. В Советском Союзе развиты методы, позволяющие использовать позитроны и мезоны в задачах химии и биофизики, создано новое направление — «мезонная химия».

Большое место в ядерных исследованиях последнего десятилетия занимает использование источников ядерной энергии и ускорительной техники, а также методов ядерной физики в других областях науки и в народном хозяйстве. В Советском Союзе выполнены пионерские работы по использованию синхротронного излучения в отдельных направлениях

биологии и химии. Получил распространение нейтронный активационный анализ, который широко используется в биологии, медицине, химии, а также в прикладной геофизике и геохимии, металлургической и нефтегазовой промышленности. В СССР была успешно разработана технология изготовления с помощью многоразрядных ионов ядерных фильтров, которые оказались чрезвычайно эффективными в химической и электронной промышленности и в медицине. Разработан и внедрен комплекс методов, позволяющих с помощью ориентационных явлений (каналирование, эффект теней) определять структуру тонких поверхностных слоев и распределение примесей в разных материалах. Разработана аппаратура для рентгенорадиометрического многоэлементного анализа вещества.

Ускорители частиц и заряженных ионов нашли применение в народном хозяйстве, в частности, в качестве высокоэффективных дефектоскопов. Облучение полупроводниковых приборов, интегральных схем, конденсаторов ускоренными электронами позволяет стабилизировать их параметры. На таком облучении основаны методы стерилизации медицинских препаратов, инструментов и материалов, оно служит для радиационной обработки ткани, для активационного анализа и многих других целей. Протонные и пионные пучки используются для лечения больных раковыми заболеваниями. Экономический эффект от использования ускорителей в народном хозяйстве составляет десятки миллионов рублей в год. Ядерная физика активно возвращает вложенные в нее средства народному хозяйству.

Значительных успехов достигла советская физика в развитии квантовой электроники, существование которой следует отсчитывать от времени запуска первого молекулярного квантового генератора СВЧ диапазона в 1954 году. Уже в конце 50-х годов в СССР были созданы квантовые парамагнитные усилители СВЧ диапазона, обладающие рекордно низкими собственными шумами и, следовательно, позволяющие принимать предельно слабые радиосигналы.

Особенно бурное развитие квантовой электроники связано с появлением лазеров. Советские физики сыграли важную роль в разработке полупроводниковых, газодинамических, электроионизационных и эксимерных лазеров, лазеров на парах металлов, фотодиссоционных и химических лазеров. В Советском Союзе были предложены и реализованы оптические когерентные генераторы с перестраиваемой частотой — параметрические генераторы и лазеры на красителях, инжекционные полупроводниковые гетеролазеры.

В последнее десятилетие лазеры получили широкое распространение как источники монохроматического излучения, позволяющие проводить тонкие физические исследования. Использование лазеров привело к существенному развитию оптической спектроскопии; в этой области советскими физиками было высказано и реализовано много новых идей. Советские физики внесли большой вклад в развитие нелинейной оптики. В Советском Союзе созданы эффективные умножители частоты в оптическом диапазоне, открыты эффекты самофокусирования и многофокусной структуры, явление обращения волнового фронта света при вынужденном рассеянии. Созданы приемники ИК излучения с преобразованием частоты вверх.

Одно из новых направлений современной спектроскопии — лазерная спектроскопия. Советскими учеными разработаны новые методы лазерной спектроскопии: спектроскопия насыщения, бездоплеровская двухфотонная спектроскопия, метод разнесенных полей. Эти методы обеспечивают наибольшую разрешающую способность при измерении длин волн излучения. Успехи лазерной спектроскопии привели к созданию лазеров стабильной частоты, которые являются наиболее стабильными генераторами излуче-

ния. С использованием лазеров как источников высокотемпературной плазмы связан прогресс в рентгеновской спектроскопии и в спектроскопии многозарядных ионов. Лазеры позволили практически реализовать возможность голографии для получения цветного объемного изображения, для создания систем памяти и для многих других целей. Развита различные методы лазерной технологии, лазерной медицины. В последние годы трудами советских ученых открыты новые возможности применения лазерного излучения для стимулирования химических реакций (лазерная химия), разделения изотопов и получения сверхчистых веществ. Существенны достижения советской физики в области применения лазеров в метрологии, метеорологии, оптической связи. С появлением лазеров возникли новые подходы в различных областях науки, и тем самым лазерная физика стимулировала развитие других областей науки и других направлений физики.

Последние годы связаны с быстрым развитием интегральной оптики. В Советском Союзе созданы стекловолокна, обладающие рекордно малыми потерями, найдены структуры, позволяющие осуществлять реверсивную оптическую запись информации; с помощью полупроводниковых лазеров с электронным возбуждением воспроизводится телевизионное изображение на экране размером до 10 м^2 .

Успешно развивались исследования в области люминесценции. В последние годы были разработаны люминофоры, преобразующие инфракрасное и СВЧ излучение в видимый свет, на основе которых создан прибор «Радиовизор».

Большие успехи достигнуты советскими учеными в области статистической электродинамики. Эти успехи связаны с исследованиями распространения излучения в атмосфере и океане, которые поддерживались практическими задачами подводной и космической деятельности человека, а также экологическими проблемами. Разработана общая теория когерентных свойств излучения во флуктуирующих средах. Электродинамическое осмысление и обоснование фотометрических и лучевых представлений, включая теорию переноса излучения, создали основу для развития теории светового поля в рассеивающих средах (включая ее экспериментальную проверку).

На основе последней выяснены закономерности влияния свойств среды на структуру светового поля и перенос изображения в неоднородных средах. Это позволило, в частности, создать и реализовать новые методы дистанционного оптического зондирования атмосферы и океана, в том числе из космоса (например, в метеорологических целях) и привело к выяснению свойств атмосферного воздуха и природных вод как оптических сред и их оптической структуры.

Исследования по физике твердого тела занимают важное место в современной физике. Эта область физики сильно продвинулась за последнее десятилетие. Важный вклад в ее развитие внесли советские ученые. Изящный эффект, предсказанный и открытый советскими физиками, связан с конденсацией экситонов в капли металлической электрон-дырочной жидкости в полупроводниках. В настоящее время изучением этого эффекта занимаются во многих странах.

Успешно проводились в Советском Союзе теоретические исследования по теории фазовых переходов. Весьма плодотворной оказалась феноменологическая теория подобия, позволившая установить соотношение между температурными зависимостями различных величин в области сильных флуктуаций. Советскими физиками был установлен фундаментальный факт сильного влияния кристаллической анизотропии и сил дальнего действия на поведение вещества в области сильных флуктуаций. В Советском

Союзе развита теория длинных полимерных цепей и фазовых переходов в такой системе.

В последние годы в Советском Союзе интенсивно развивались исследования состояний твердых тел при высоких и сверхвысоких давлениях (~ 1 мегабар) как в статических условиях, так и в динамических (в ударных волнах). Первые успехи в этом направлении связаны с указаниями на переход в металлические состояния при высоких давлениях таких веществ, как алмаз, кремнезем, водород и т. д.

Советские ученые разработали теорию и провели экспериментальные исследования когерентных явлений при взаимодействии резонансного γ -излучения с твердым телом. Обнаружен и исследован целый ряд новых эффектов, связанных с поляризацией ядерных спинов в кристаллах, при оптической ориентации электронов.

В физике металлов у нас развиты методы исследования циклотронного резонанса на неэкстремальных орбитах. Это позволило определить поверхности Ферми для большого числа металлов с высокой степенью точности. Значительный успех достигнут в теоретических расчетах устойчивых структур простых металлов и их фононных спектров.

Важную роль играют выполненные советскими учеными исследования свойств антиферромагнетиков и слабых ферромагнетиков во внешних полях, исследования нелинейных процессов в антиферромагнетиках. Разработан тонкий метод исследования антиферромагнетиков, основанный на двойном лучепреломлении.

У нас было начато изучение гетеропереходов в полупроводниках, обнаружено излучение при пластической деформации полупроводников, был открыт эффект образования диэлектрической экситонной фазы в молекулярных кристаллах и т. д. Большие успехи связаны с использованием достижений физики твердого тела в народном хозяйстве. Создан широкий класс полупроводниковых приборов с использованием гетеропереходов. Более широкое использование в современных приборах получили методы электронного и ядерного парамагнитного резонанса, впервые открытых в свое время в нашей стране.

Советскими физиками впервые была доказана возможность получения методом имплантации полупроводниковых алмазов p - и n -типа, что является основой для разработки полупроводниковых приборов с уникальными свойствами. На основе природного алмаза разработан первый в мире спектрометрический детектор ядерных излучений, применение которого в народном хозяйстве дает большой экономический эффект.

В нашей стране создана передовая школа по изучению сверхпроводящего и сверхтекучего состояния вещества. По хорошей традиции вклад советской школы сверхпроводимости и сверхтекучести в прогресс этих областей физики был существенным и в последнее десятилетие.

Так, создана теория и впервые экспериментально наблюдается динамическое промежуточное состояние сверхпроводника. Предсказано и теоретически изучено явление парапроводимости — рост проводимости нормального металла, связанный со сверхпроводящими флуктуациями при приближении к температуре сверхпроводящего перехода. Развита теория квазидоменного сверхпроводника, являющаяся важным этапом в исследованиях сверхпроводимости при высокой температуре. Широким фронтом ведутся теоретические исследования по проблеме высокотемпературной сверхпроводимости.

Интересные результаты получены при исследовании свойств He^3 , одного из квантовых кристаллов, которые являются принципиально новыми объектами физики твердого тела. Обнаружен эффект охлаждения He^3 при переходе из жидкого в твердое состояние. Этот эффект позволяет

получать температуры до $0,002^\circ \text{K}$. Предсказана сверхтекучесть He^3 , обнаруженная затем американскими учеными. Важную роль имели исследования теплопроводности твердого гелия в Советском Союзе. Продолжение этих исследований в США привело к открытию второго звука в гелии. Советскими физиками создана теория диффузии примесей и вакансий в квантовых кристаллах. Эта теория нашла экспериментальное подтверждение в исследованиях, выполненных для He^3 . Дальнейшее развитие получила теория свойств He^3 вблизи λ -точки.

Широким фронтом в Советском Союзе ведутся исследования свойств плазмы. В первую очередь эти исследования связаны с программой управляемых термоядерных реакций. Советские ученые внесли существенный вклад в развитие физики коллективных явлений, неустойчивости и турбулентности плазмы. Их усилия привели к созданию современной физики горячей плазмы.

Успешно развивается советская программа термоядерных исследований. Наиболее перспективная система термоядерного реактора «Токамак» родилась в Советском Союзе. В нашей стране построен один из самых больших представителей токамаков — Т-10. Программа исследований на Т-10 явится важным этапом на пути решения термоядерной проблемы.

В последнее десятилетие успешно развивается лазерный термоядерный синтез — новое направление в достижении управляемой термоядерной реакции, основанное на использовании лазерного излучения. Существенный вклад в эти исследования вносят советские ученые, которые впервые выдвинули идею лазерного синтеза и выполнили пионерские работы (теоретические и экспериментальные), доказавшие жизнеспособность нового направления. В Советском Союзе впервые была создана мощная лазерная установка с энергией 10^3 Дж для сферического облучения термоядерных мишеней, разработана технология изготовления таких мишеней, проведены первые эксперименты по лазерному сжатию вещества и получены термоядерные нейтроны.

В Советском Союзе родилось еще одно направление в программе термоядерного синтеза — инициирование термоядерной реакции под действием релятивистских электронных пучков. Важным успехом в этом направлении явилось получение нейтронов, возникающих в результате термоядерной реакции, которая протекает под действием электронного пучка.

Развитие физики плазмы привело к пониманию различных явлений, происходящих в космической плазме. В последнее десятилетие на основе достижений физики плазмы построена общая картина активности солнечной плазмы (протуберанцы, гранулы, солнечный ветер, магнитосфера Земли), образования межзвездных облаков, взаимодействия космических лучей с плазмой и т. д. Теория лабораторных магнитных ловушек используется при создании теории радиационных поясов. Идеи коллективных явлений плазмы позволили дать объяснение радиоизлучения Солнца и других источников космического радиоизлучения, в частности пульсаров. Распространение идей коллективных взаимодействий на гравитирующие системы привело к появлению новых представлений о динамике звездных систем и Галактик. Советские ученые внесли большой вклад в развитие этих областей физики.

Плазменный образ мышления в терминах самосогласованных полей и коллективных явлений был перенесен на смежные области физики. Последнее десятилетие знаменовалось быстрым развитием физики плазмы твердого тела. Важное место в этой области занимают работы советских ученых, трудами которых создана картина волновых свойств плазмы твердого тела во внешнем поле.

Плазменные подходы успешно используются в сильноточной электронике, где существенно взаимодействие потоков заряженных частиц с собственными электрическими и магнитными полями и плазма используется либо для компенсации заряда, либо как замедляющая среда для генерации волн. Этот образ мышления привел к созданию принципиально новой техники. В последние годы на принципах использования мощных электронных пучков в Советском Союзе были созданы сверхмощные СВЧ генераторы (до 1 Гвт в импульсе). Разработана физика мазеров на циклотронном резонансе, созданы мощные электронные ускорители и источники электронных пучков.

Развитие фундаментальной физики плазмы благотворно отразилось и на состоянии прикладных направлений физики плазмы. Плазма находит разнообразные применения в процессах плавки и сварки металлов, а также в качестве источника излучения. В последнее десятилетие получили дальнейшее развитие идеи магнитогидродинамического преобразования энергии. В Советском Союзе функционирует самый мощный в мире МГД-генератор открытого типа (20 Мвт), разработаны и успешно используются — как импульсные источники электрической энергии — взрывные МГД-генераторы, которые развивают мощность до сотен мегаватт и находят применение в геофизических исследованиях. В последнее десятилетие приобретает практическое использование плазмохимия. Разработаны надежные плазменные двигатели, использующие в качестве реактивной струи поток плазмы. Эти двигатели развивают тягу в несколько грамм и находят применение на космических аппаратах и в технологических целях.

Современная физика плазмы — это широко разветвленная, обширная и бурно развивающаяся область физики наших дней. Она создала представления, которые оказались весьма плодотворными для смежных разделов физики. Советские ученые занимают ведущее положение во многих разделах современной физики плазмы и своими трудами способствуют развитию как фундаментальных физических исследований в этой области, так и их многочисленных технологических и прикладных применений.

Развитие прикладных исследований, таких, как газовые лазеры и термоядерная плазма, а также научных исследований верхней атмосферы и космоса требуют новой информации по процессам столкновения и взаимодействия атомных частиц. Это привело к быстрому развитию многих направлений атомной физики, вклад советских ученых в которые весьма существен. Одно из современных направлений физики атомных столкновений, связанное с процессами при пересечении переходов на энергетических уровнях внутренних электронных оболочек при столкновении атомов и ионов, было начато исследованиями советских ученых. Большой вклад советские ученые внесли в развитие теории атомных столкновений, элементарных процессов соударения атомных частиц и физической кинетики слабоионизированной плазмы.

Дальновидная политика партии и Советского государства, серьезное внимание, которое всегда уделялось с их стороны фундаментальным наукам, является причиной того, что в настоящее время советская физика занимает достойное место на мировой арене. Высокий уровень физики важен и для других наук, прежде всего в двух отношениях. С одной стороны, использование методов и подходов физики как точной науки в соседних и пограничных науках всегда стимулировало развитие этих наук. С другой стороны, новые приборы и принципиально новая техника, рождающиеся в недрах физики, открывают новые возможности для этих наук и стимулируют их развитие.

Для советской физики стало традиционным вести совместные исследования с участием физиков стран социалистического лагеря, а также

Франции, США и других капиталистических стран. Такие международные научные связи не только позволяют сохранить средства и человеческие усилия, но служат также лучшему взаимопониманию между учеными различных стран. Тем самым международные связи советской физики, которые растут год от года, являются ярким проявлением миролюбивой политики Советского государства.

Развитие фундаментальной физики оказало решающее воздействие на создание передовой техники в нашей стране. В последнее десятилетие получила четкие очертания конкретная линия партии по стратегическому использованию науки как производительной силы. В постановлении XXV съезда КПСС «Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг.» в специальном разделе «Развитие науки» советская наука нацеливается на «дальнейшее развитие исследований, открывающих принципиально новые пути и возможности для преобразования производительных сил страны, создания техники и технологии будущего».

Задачей физических наук является: «развивать теоретические и экспериментальные исследования в области ядерной физики, физики плазмы, твердого тела, низких температур, радиофизики и электроники, квантовой электроники, механики, оптики, астрономии в целях ускорения научно-технического прогресса, в особенности термоядерной энергетики, совершенствования существующих и разработки новых способов преобразования энергии, создания и широкого внедрения принципиально новой техники, новых конструкционных, магнитных, полупроводниковых, сверхпроводящих и других материалов, технически ценных кристаллов».

На новом этапе развития науки решающее значение приобретает проблема эффективности труда ученых, его научная организация. Выдвигается задача сквозного планирования развития науки, включающего доведение ее результатов до практической реализации в народном хозяйстве. Разрабатываются долгосрочные комплексные программы исследований по наиболее важным научно-техническим и фундаментальным проблемам современной физики. Отыскиваются и реализуются в широких масштабах эффективные формы связи большой науки с различными областями народного хозяйства. Поднимается роль Академии наук СССР как центра теоретических исследований, координатора всей научной работы в стране.

К шестидесятилетию Советского государства советская наука приходит в полном расцвете сил. Ее потенциальные возможности велики. Программа ее развития становится более целеустремленной. Формы ее организации нацеливаются на достижение оптимальной эффективности. Научная общественность горячо откликнулась на призывы партии. Нет сомнения, что советская наука — и среди них физика — достигнет новых еще более высоких рубежей и выполнит поставленную перед ней историей и партией задачу — в эпоху зрелого социализма стать мощным орудием преобразования производительных сил общества.

Редакционная коллегия