

Юрий Васильевич Копаев
(к 75-летию со дня рождения)



21 октября 2012 г. исполнилось 75 лет академику РАН, руководителю Отделения физики твердого тела Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, профессору Юрию Васильевичу Копаеву.

После окончания средней школы и техникума легкой промышленности в 1956 г. он поступил в Московский институт легкой промышленности. Здесь, во многом под влиянием замечательного педагога, участника первых работ по исследованию цепных реакций С.С. Васильева, у него просыпается интерес к физике. Тяга к самостоятельной научной работе приводит к переходу в 1959

году в Московский энергетический институт. К периоду обучения в МЭИ относятся первые опыты самостоятельных теоретических исследований. Посланная в печать студентом Ю.В. Копаевым статья попала на рецензию к молодому научному сотруднику ФИАН Л.В. Келдышу, который захотел познакомиться с юным автором. Эта встреча и последовавшее за ней научное сотрудничество сыграли определяющую роль в научной судьбе Ю.В. Копаева. После окончания в 1964 г. аспирантуры МЭИ и защиты кандидатской диссертации (руководитель - Л.В.Келдыш) – работа в Зеленограде в НИИ молекулярной электроники. В 1970 году – переход в теоротдел ФИАН и защита докторской диссертации в 1972 г.. В 1992 Ю.В. Копаев стал руководителем лаборатории физики полупроводников ОФТТ ФИАН, а с 1995 г. – директором ОФТТ ФИАН.

В 1964 году выходит знаменитая работа по теории диэлектрических фазовых переходов (модель Келдыша-Копаева), в которой было показано, что модифицированный формализм БКШ теории сверхпроводимости может быть эффективно использован для описания фазовых переходов металл – диэлектрик в твердых телах. Фазовый переход в модели возникает при сколь угодно слабом межэлектронном взаимодействии и, по аналогии со сверхпроводящим переходом, может быть интерпретирован как бозе-конденсация электрон-дырочных пар (экситонов). Впоследствии диэлектрическая фаза в модели Келдыша-Копаева получила название «экситонного диэлектрика», ставшее общеупотребительным. Модель экситонного диэлектрика Келдыша-Копаева стала, по сути, стандартной схемой описания межэлектронных корреляций в пределе слабого взаимодействия. Ценность модели экситонного диэлектрика во многом определяется тем, что она с единых позиций описывает целую совокупность фазовых переходов с различными типами симметрии упорядоченной фазы. Параметр порядка в этой модели характеризует вклад межэлектронных корреляций в самосогласованный потенциал кристалла, который имеет сложную спиновую и фазовую структуру, определяющую тип упорядочения.

В работах Ю.В. Копаева с соавторами показано, что модель экситонного диэлектрика описывает большое многообразие экспериментально наблюдаемых состояний: волны зарядовой и спиновой (зонный антиферромагнетизм) плотности, слабый ферромагнетизм коллективизированных электронов, сегнетоэлектрическое состояние в неионных кристаллах. Ю.В. Копаевым с соавторами исследованы и различные экзотические состояния, возникающие в модели: состояния с волной спинового и зарядового тока (орбитальный антиферромагнетизм). Последнее состояние интересно тем, что при определенных условиях представляет собой качественно новый тип упорядоченного состояния, параметром порядка в котором служит плотность тороидного дипольного момента (тороидные моменты – третье независимое, наряду с электрическими и магнитными моментами, семейство электромагнитных мультиполей). В настоящее время гипотеза о спонтанных токах, текущих в кристаллах, переживает подлинный ренессанс в связи с открытием нового класса твердых тел - топологических изоляторов. Спонтанный ток (электрический или спиновый) в топологическом изоляторе течет по поверхности материала.

В составе коллектива, представившего работу «Предсказание, обнаружение и исследование бесщелевых полупроводников и экситонных фаз», Ю.В. Копаеву в 1982 г. присуждена Государственная премия СССР.

В 2011 году за цикл работ «Тороидное упорядочение в кристаллах» Ю.В. Копаеву присуждена золотая медаль им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Значительный цикл работ Ю.В. Копаева с соавторами посвящен исследованию неравновесных фазовых переходов в полупроводниках. В частности, Ю.В. Копаевым с соавторами был предложен и подробно исследован электронный механизм лазерного отжига. Разрушение кристаллической структуры связано с возникновением структурной неустойчивости при возбуждении неравновесных носителей заряда (неравновесный фазовый переход) и наблюдается в ряде полупроводников.

Эти работы в цикле «Открытие явления импульсной ориентированной кристаллизации твердых тел (лазерный отжиг)» отмечены Государственной премией СССР 1988 г. (в коллективе). В настоящее время основные теоретические результаты в этой области оказались широко востребованы в связи с активным исследованием нелинейных неравновесных эффектов в микрорезонаторах, создание которых стало возможным благодаря развитию методов нанотехнологии.

В области развития физических основ наноэлектроники Ю.В.Копаевым с соавторами разработаны новые принципы обработки и преобразования информации, основанные на управляемой перестройке когерентных состояний квантовых гетероструктур, содержащих туннельно-связанные квантовые ямы, и предложены новые типы функционально-интегрированных логических квантовых элементов. Им в соавторстве с В.Ф. Елесиным разработана микроскопическая кинетическая теория квантового каскадного лазера и предложены варианты конструкции, обеспечивающие снижение критических токов и повышение рабочей температуры.

Значительная часть научной деятельности Ю.В. Копаева связана с изучением физики сверхпроводящего состояния. Многие из этих исследований были выполнены во время его работы в Отделе теоретической физики ФИАН, куда он был приглашен В.Л. Гинзбургом в группу высокотемпературной сверхпроводимости. Задолго до обнаружения высокотемпературной сверхпроводимости купратов, являющихся легированными диэлектриками, Ю.В. Копаевым исследована возможность конструктивной интерференции диэлектрических и сверхпроводящих корреляций. Впервые было показано, что частичная диэлектризация электронного спектра может приводить к значительному увеличению температуры сверхпроводящего перехода и изменению структуры факторов когерентности. Кинетические характеристики в такой системе могут существенно отличаться от модели БКШ, а изотопический эффект в сверхпроводнике с диэлектрическими корреляциями может быть в

значительной степени подавлен. Большая часть этих исследований была опубликована в широко известной коллективной монографии «Проблема высокотемпературной сверхпроводимости», изданной в 1977 году под редакцией В.Л.Гинзбурга и Д.А. Киржница, а затем практически немедленно переведенной на английский язык и изданной в США.

В последние годы Ю.В. Копаевым с соавторами предложен и разработан новый механизм сверхпроводимости, который учитывает особенности электронной структуры ВТСП купратов, допускающие сверхпроводящее спаривание с большим суммарным импульсом пары при экранированном кулоновском отталкивании. Исследование конкуренции и сосуществования сверхпроводящего и диэлектрических состояний в ВТСП купратах привели к выяснению нетривиальной импульсной зависимости сверхпроводящего параметра порядка, а также к качественному объяснению фазовой диаграммы и ключевых физических свойств купратов.

Много времени профессор Ю.В. Копаев уделяет научной подготовке молодых специалистов. Вот уже 38 лет он преподает в Московском государственном институте электронной техники. Им прочитаны курсы «Физики твердого тела», «Физики полупроводников», «Физическая природа биологических полей», «Неупорядоченные полупроводники», «Кинетические процессы в полупроводниках», «Физические основы нанoeлектроники», «Топологические изоляторы». Живые, всегда содержательные и нетривиальные лекции Ю.В. Копаева стали событием для многих студентов, которым они открыли дверь в науку. Под его руководством защитились 15 кандидатов наук, 5 из которых впоследствии стали докторами наук. По инициативе Ю.В. Копаева, предвосхитившего многие идеи Федеральной программы «Интеграция», в 1994 году был организован Научно-образовательный центр ФИАН и МИЭТ «Квантовые приборы и нанотехнологии», в котором он является председателем совета директоров. Этот научно-образовательный центр объединил научный потенциал Отделения физики твердого тела ФИАН в области физики твердого тела и

полупроводников и опыт ученых МИЭТ в области разработки и проектирования полупроводниковых приборов и интегральных схем. В НОЦ разрабатываются и создаются квантовые приборы, работающие на новых физических принципах, выполнен ряд важных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области нанoeлектроники и ведется совместная подготовка специалистов по этим направлениям. В 2003 г. Ю.В. Копаеву присуждена Премия президента Российской Федерации в области образования.

Ю.В. Копаев – заместитель главного редактора журнала "Журнал экспериментальной и теоретической физики", член редколлегии журналов "Кристаллография" и «Известия Высших учебных заведений «Электроника», член Ученого совета Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, член Специализированных Ученых советов ФИАН, ИОФАН и МИЭТ, председатель секции «Теория конденсированного состояния» при Президиуме РАН, председатель экспертного Совета по физике и астрономии РФФИ и член комиссии по нанотехнологиям при Президиуме. В течение многих лет Ю.В. Копаев организует и проводит ежемесячные заседания научных сессий Отделения физических наук РАН по фундаментальным проблемам физики и выполняет обязанности Председателя Международной конференции "Фундаментальные проблемы сверхпроводимости".

За научные заслуги Ю.В. Копаев награжден Орденом «Знак почета».

Мы от всей души поздравляем Юрия Васильевича с Юбилеем и желаем ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

*Ж.И.Алферов, А.Ф.Андреев,
А.Л.Асеев, С.Н.Багаев, В.И.Белявский,
А.А.Горбацевич, В.Ф.Елесин,
Л.В.Келдыш, О.Н.Крохин, Г.А.Месяц,
Н.Н.Сибельдин, Ю.А.Чаплыгин*