

В ПОСЛЕДНИЕ десятилетия в Советском Союзе и за рубежом (особенно в США, Японии, Англии, ФРГ, Швейцарии, Югославии) усилия многих специалистов по физике кристаллов сосредоточены на изучении свойств кристаллов в окрестностях точек фазовых переходов различных типов. К ним относятся магнитное, электрическое и другие виды упорядочения, структурные переходы, сопровождающиеся искажениями решетки и т. д.

Эти работы стимулируются серьезными достижениями последних лет в теории фазовых переходов. Можно предсказать поведение системы вблизи точки перехода, исходя из таких общих ее свойств, как размерность системы, величина дальнего действия сил и «размерность» упорядочивающегося звена системы. Многие, весьма тонкие эксперименты при исследованиях критических явлений ставятся для проверки следствий разработанных теорий. Исследователи часто встречаются с необычными и еще не до конца понятыми результатами, которые стимулируют дальнейшее развитие теории и понимания природы критических явлений. Работы этого плана углубляют знания о природе процессов, приводящих к неустойчивости в таких системах. Одновременно исследуются равновесные и кинетические микросвойства кристалла и характеристики различных его подсистем (фононной, электронной и т. д.) при изменении внешних факторов (давление, температура, внешние поля).

Прикладные исследования этих работ направлены на изучение общего свойства кристаллов — состояния пони-

ваемого типа. Используя принцип симметрии, удалось построить общую схему изменений структуры кристалла при последовательных переходах и предсказать новые варианты возможных искажений, один из которых недавно обнаружен в экспериментах, проведенных в Японии. Параллельно продолжалось развитие теоретико-группового анализа фазовых переходов в таких кристаллах и была построена термодинамическая теория последовательных структурных переходов (к. ф.-м. н. В. И. Зиненко). Результаты работ могут быть с успехом использованы и для других типов кристаллов.

Для ряда сегнетоэлектриков, обладающих фазовыми переходами типа упорядочения, были построены (к. ф.-м. н. В. И. Зиненко) статистические теории переходов и проведены прецизионные эксперименты для проверки теории (И. Н. Флеров). Среди этих работ можно назвать исследования кристаллов семейства дигидрофосфата калия, широко используемых в ла-

рода превращается в переход первого рода с прохождением через критическую точку в районе 1,5 кбар. Во многих кристаллах обнаружены новые фазы высокого давления (к. ф.-м. н. И. П. Александрова). Важно отметить, что мы стараемся проводить исследования комплексно, стремясь получить сведения не только о макросвойствах кристаллов, но и данные об изменениях в его структуре на микроуровне. В этих работах участвуют несколько родственных лабораторий Института.

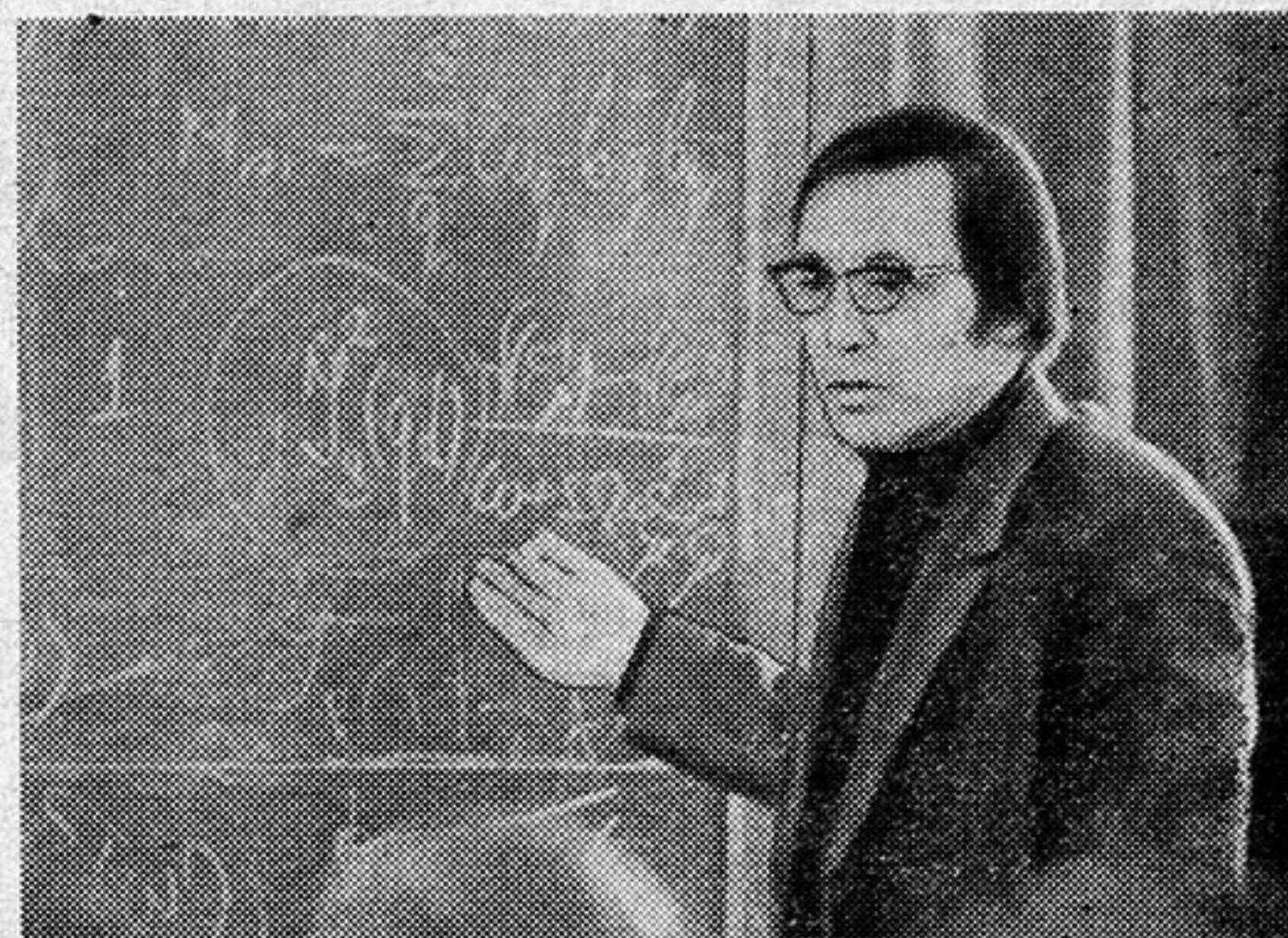
Параллельно и в тесной связи проводятся и исследования материаловедческого плана: поиск новых кристаллов с интересными для практики свойствами, изучение свойств крупных семейств кристаллов для установления взаимосвязей структура—свойство. Наибольшее внимание уделялось изучению оптических, электрооптических и упругооп-

СТРУКТУРНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В КРИСТАЛЛАХ

зерной технике, семейство галогенидов аммония, обладающих последовательными перехода-

тических свойств кристаллов (к. ф.-м. н. А. Т. Анистратов), изучались их нелинейно-оптиче-

Фотоинформация



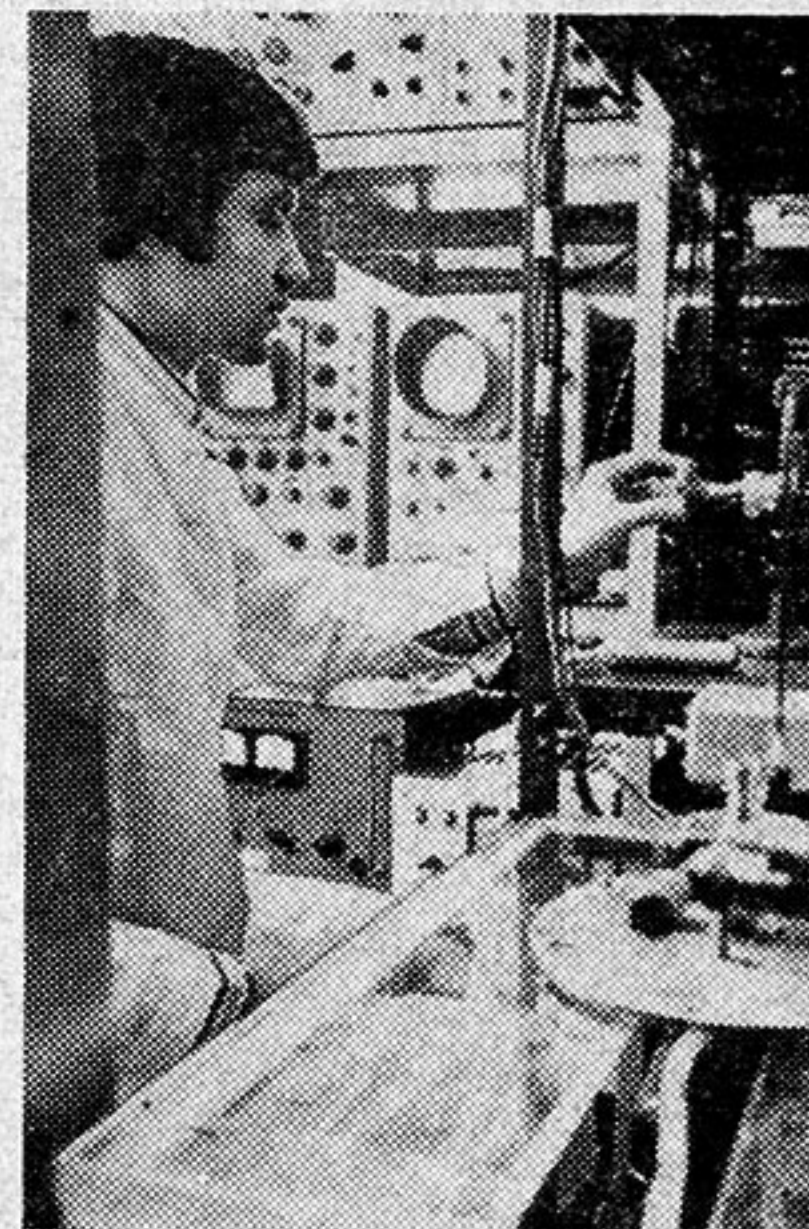
На семинаре теоретического отдела выступает заведующий лабораторией теории нелинейных процессов доктор физико-математических наук Г. М. Заславский (снимок сверху).

В лаборатории магнитоупорядоченных веществ с помощью спектрометра антиферромагнитного резонанса с импульсным магнитным полем исследуются магнитоупругие свойства антиферромагнетиков (справа).

В отделе физики кристаллов синтезируются и исследуются новые кристаллы, используемые для управления лазерным лучом.

НА СНИМКЕ внизу: ст. лаборант А. Замков и мл. научный сотрудник В. Мартынов.

Фото А. Давыдова.



женной устойчивости вблизи точки фазового перехода. Такая система оказывается особенно податливой к внешним воздействиям. Так, сегнетоэлектрический кристалл вблизи точки перехода обладает значительно более сильными электрооптическими и акустооптическими свойствами, что открывает дополнительные возможности для управления лазерным лучом. Таким образом, физическая сторона исследования фазовых переходов в кристаллах тесно связана с материаловедением для современной техники.

В Институте физики им. Л. В. Киренского СО АН СССР в последние годы проведено комплексное исследование механизмов структурных фазовых переходов в кристаллах диэлектриков: сегнетоэлектрический кристалл со сложным строением и переходы типа смещения в кристаллах семейства перовскита.

Часть этих работ проводилась совместно с Институтом кристаллографии АН СССР (д. ф.-м. н. Л. А. Шувалов), Институтом атомной энергии им. И. В. Курчатова (д. ф.-м. н. В. Г. Вакс) и МГУ (к. ф.-м. н. М. А. Симонов).

Переходы типа смещения в кристаллах связаны с возникновением при некоторых температурах неустойчивости решетки по отношению к одному или нескольким типам ее колебаний. Неустойчивость снимается при небольших искажениях структуры, связанных со смещением атомов обычно на доли ангстрема из своих прежних положений. Некоторые разновидности семейства перовскита имеют целую последовательность структурных превращений. В институте выращено большое семейство галогенидов состава ABX_3 (Б. В. Безносиков) и найден ряд кристаллов, испытывающих такие последовательные структурные переходы. Широкие экспериментальные исследования строения и свойств искаженных фаз этих кристаллов показали, что существует очень ограниченное число типов колебаний, по отношению к которым развивается неустойчивость решетки рассмат-

ми типа ориентационного упорядочения, и кислые сульфаты аммония и рубидия, где появление полярного состояния связано с упорядочением сравнительно тяжелых сульфатных групп.

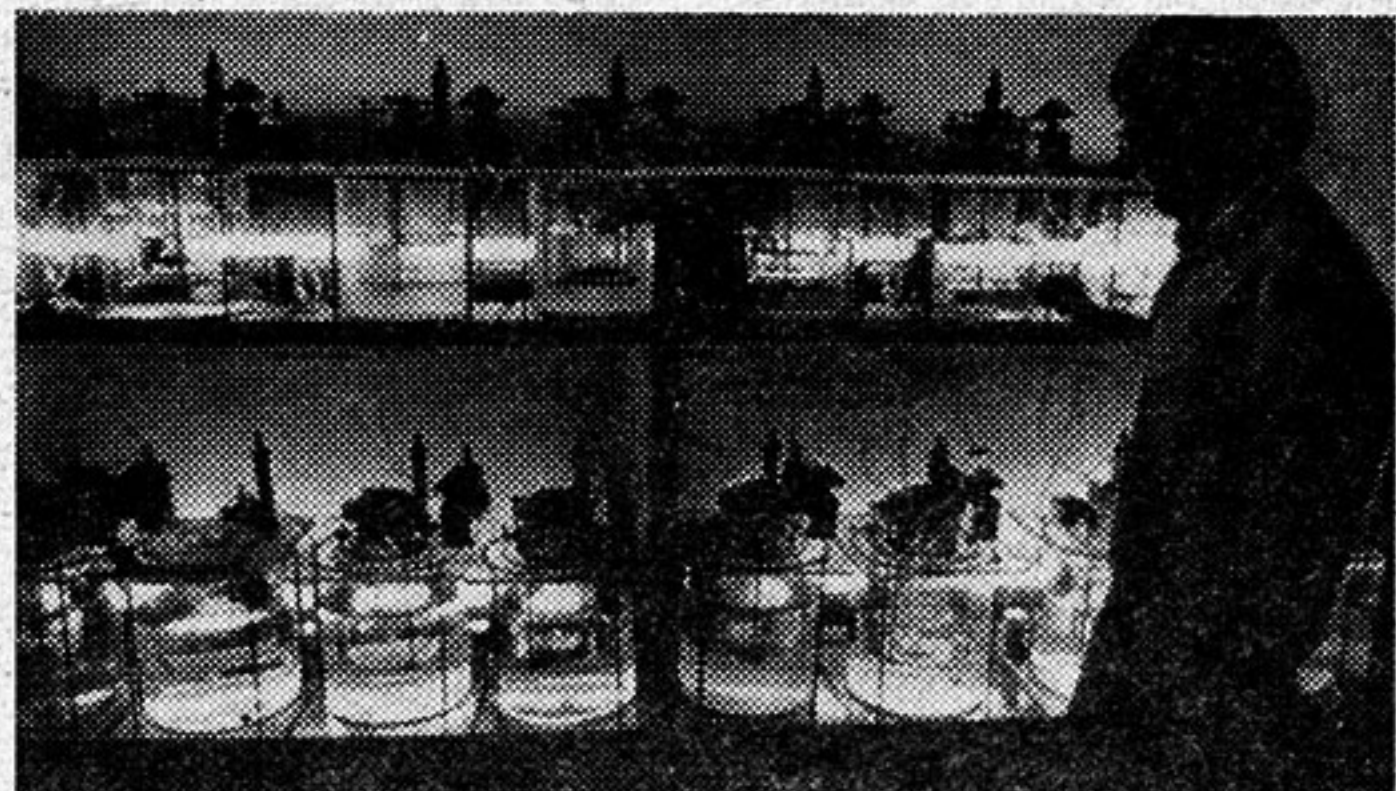
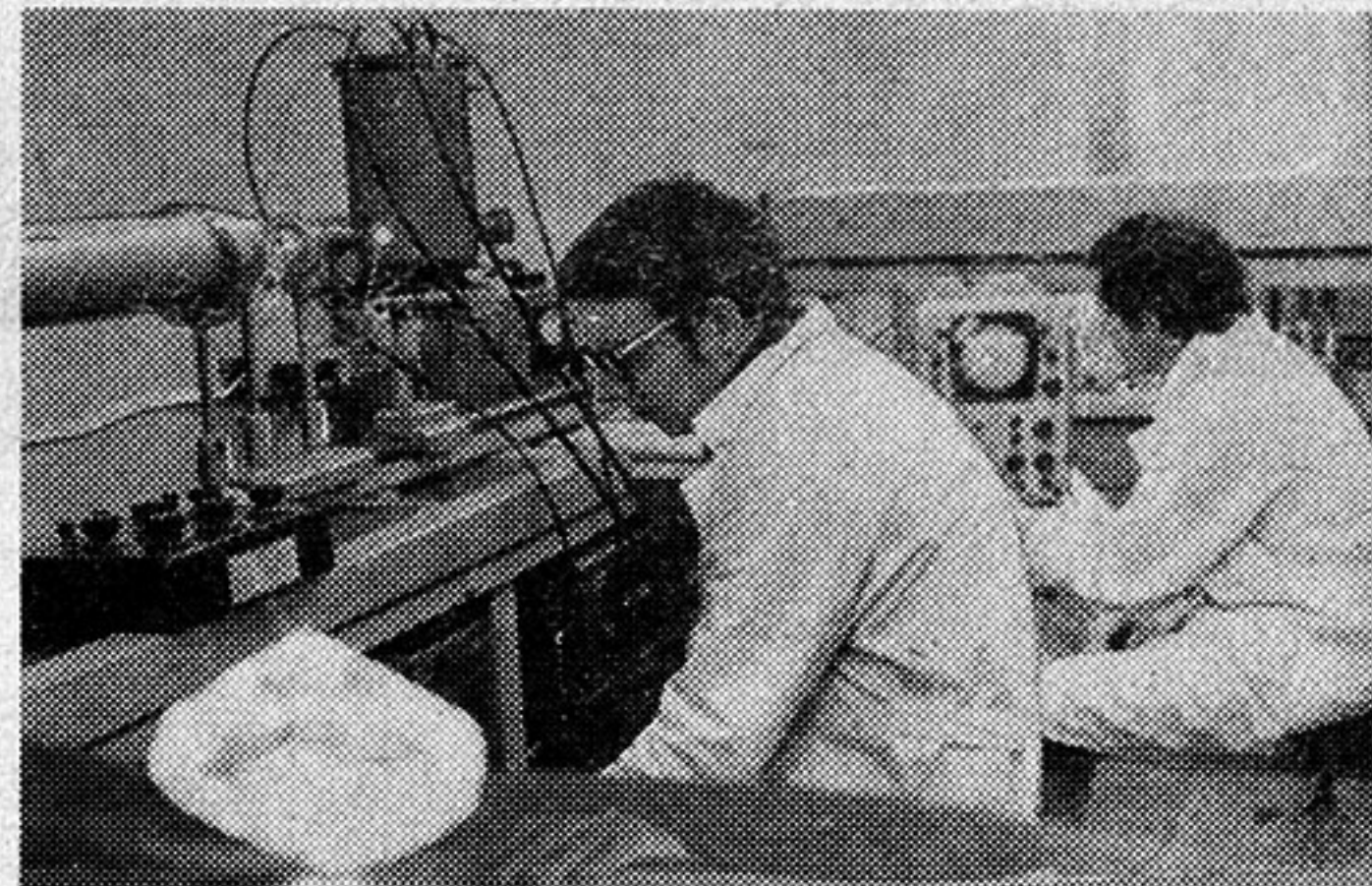
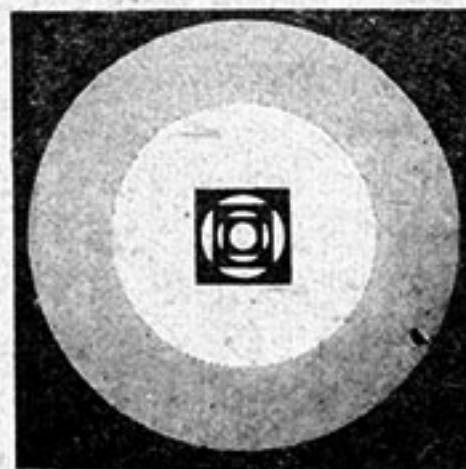
В целом ряде случаев понимание механизма фазового перехода в исследуемом кристалле требует привлечения комплекса тонких методов эксперимента. Так, для изучения кристалла натрия аммоний селената дигидрата ($НАСeД$), кстати говоря, его сегнетоэлектрические свойства обнаружены были впервые, потребовалось привлечение методов дифракционных структурных исследований, ЯМР-спектроскопии и комбинационного рассеяния света. Только после того, как была расшифрована полная структура кристалла в неполярной и полярной фазах (А. И. Круглик), исследованы спектры ЯМР на ядрах Na , H и D (к. ф.-м. н. И. П. Александрова), проведены оптические исследования частот колебаний различных элементов структуры (к. ф.-м. н. В. Ф. Шабанов), удалось выделить основное звено структуры, ответственное за фазовый переход, и выяснить те изменения в ведущем звене, которые приводят к появлению полярного состояния.

В последние годы в институте развиваются эксперименты, связанные с использованием высоких гидростатических давлений. Уже сейчас есть возможность проводить оптические, ЯМР и ЯКР-исследования до давлений порядка 15 кбар. в широком интервале температур. В этих условиях проведена большая группа экспериментов. Одним из интересных результатов стал эксперимент с тем же кристаллом $НАСeД$, где под влиянием давления фазовый переход второго

порядка характеризуется. В последнее время ведутся работы по изучению нелинейных электро-механических свойств пьезоэлектриков (к. ф.-м. н. М. П. Зайцева). Именно эти свойства определяют механизмы некоторых практически важных явлений в кристаллах, например, фоннное эхо.

На основе проведенных работ определились два направления будущих исследований. Это, во-первых, дальнейшее изучение тонких механизмов структурных фазовых переходов в кристаллах диэлектриков и полупроводников, где можно ожидать получение новых сведений о взаимодействиях подсистем твердого тела (фонно-фоннных, электрон-фонно-фонных и т. д.). Во-вторых, — работы по созданию новых материалов и управлению их свойствами на основе понимания способов формирования заданных свойств. Наибольшее внимание сейчас привлекают материалы, перспективные для использования в оптоэлектронике. Работы этого плана ведутся группой лабораторий Института физики в координации с другими институтами Сибирского отделения и отраслевыми НИИ.

К. АЛЕКСАНДРОВ,
зав. лабораторией кристаллофизики, член - корреспондент АН СССР.



НА СНИМКАХ: выращивание кристаллов из водных растворов.

Фото В. Новикова.

