

## XXI сессия Ученого Совета Объединенного института ядерных исследований

В январе 1967 г. в Дубне состоялась XXI сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований.

С докладом, посвященным памяти академика В. И. Векслера, на сессии выступил И. В. Чувило. Ученый совет отметил большие заслуги В. И. Векслера в организации института, в развитии научных исследований и сотрудничества ученых социалистических стран. Затем Ученый совет рассмотрел отчеты о деятельности института в 1966 г. и утвердил планы научных исследований на следующий год. Директор института академик Н. Н. Боголюбов сообщил о выполнении решений XIX и XX сессий Совета. Ученый совет одобрил мероприятия, проведенные дирекцией в 1966 г., в том числе расширение и развитие вычислительной базы ОИЯИ, а также подготовку к экспериментам на строящемся ускорителе Института физики высоких энергий в Серпухове.

Об исследованиях, проведенных на синхрофазотроне, доложил директор Лаборатории высоких энергий И. В. Чувило. Упругое  $\pi^-p$ -рассеяние в области малых углов изучено по протонам отдачи при импульсах пионов 3,48 и 6,13 Гэв/с с помощью камеры Вильсона, работающей в специальном режиме. Из интерференции кулоновского и ядерного рассеяния была определена вещественная часть амплитуды упругого  $\pi^-p$ -рассеяния. Получены значения  $\alpha = \text{Re}A/\text{Im}A \approx - (0,18 \pm 0,06)$  при импульсе 3,48 Гэв/с и  $\alpha = - (0,22^{+0,11}_{-0,10})$  при 6,13 Гэв/с. Экспериментальные данные согласуются с результатами расчетов на основе дисперсионных соотношений. Закончено исследование упругого рассеяния протонов на дейтонах при энергиях 2; 4 и 10 Гэв, которое велось учеными лаборатории совместно с физиками НРБ, ДРВ, МНР и ЧССР. Впервые показано, что дифракционный конус  $pd$ -рассеяния сужается с ростом энергии. Из данных о рассеянии в области кулоновских углов получены сведения о реальных частях амплитуд  $pd$ - и  $pn$ -рассеяния и проведено сравнение с предсказаниями, вытекающими из дисперсионных соотношений.

С помощью сложной электронной установки исследовалось упругое  $\pi^+p$ -рассеяние назад ( $\theta = 173 \div 174^\circ$ ). Было измерено дифференциальное сечение рассеяния при 13 значениях импульса пионов в интервале 2,06—4,70 Гэв/с. При этом детектировались как протоны отдачи, так и рассеянные назад мезоны. В энергетической зависимости сечения установлено два четких максимума, соответствующих барионным резонансам  $\Delta(2420)$  и  $\Delta(2840)$ . Это дало возможность определить

четности резонансов, которые оказались положительными.

В экспериментах по изучению упругого  $\pi^-p$ -рассеяния на углы, близкие к  $180^\circ$ , при импульсах первичных пионов 4, 5, 6 и 7 Гэв/с использовалась методика бесфильмовых искровых камер. Величина дифференциального сечения процесса при импульсе 4 Гэв/с хорошо согласуется с данными Аргоннской лаборатории (США), однако результаты измерений, полученные в Лаборатории высоких энергий, по-видимому, не подтверждают наличие узкого резонанса в  $\pi^-p$ -системе при 5,1 Гэв/с.

В некоторых работах изучались резонансные явления при взаимодействии частиц. С помощью двухканальной системы совместно работающих искровых камер и черенковских  $\gamma$ -спектрометров измерены сечения рождения  $e^+e^-$ -пар при распаде  $\omega$ -,  $\rho$ - и  $\phi$ -резонансов, образующихся в процессах  $\pi^-p \rightarrow n\omega$  и т. д. Импульс пионов равен 4,0 Гэв/с. В результате обработки около 20 000 фотографий получены оценки парциальных ширин распадов:  $\Gamma(\omega, \rho \rightarrow e^+e^-)/\Gamma_{tot} = (1,2 \pm 0,4) \cdot 10^{-4}$  и  $\Gamma(\phi \rightarrow e^+e^-)/\Gamma_{tot} \leq 0,7 \cdot 10^{-3}$ .

В сотрудничестве с польскими и венгерскими физиками ведется изучение бозонных резонансов, образующихся при взаимодействиях  $\pi^+$ -мезонов (2,34 Гэв/с с квазисвободными нуклонами в ксеноновой камере. При обработке фотографий с пропановой камеры, облученной  $\pi^+$ -мезонами с импульсами 4, 7, 8 Гэв/с, изучалось рождение  $AK$ -,  $KK$ -пар и  $\Lambda\eta$ -резонанса, обнаруженного здесь ранее. Определен спин резонанса, равный 1/2.

И. В. Чувило сообщил о новых методических разработках в лаборатории. Проведены пуски двухметровой пропановой и однометровой водородной камер. Испытана система проволочных искровых камер с магнетострикционным съемом информации. Изготовлена и запущена система искровых камер, съем информации с которых осуществляется при помощи ферритовых колец. Системы искровых камер непосредственно связаны с электронно-вычислительной машиной.

Директор Лаборатории ядерных проблем В. П. Дженлепов рассказал об экспериментах, выполненных на синхротроне. В соответствии с программой «полного опыта» изучались корреляции поляризаций в  $pp$ -рассеянии поляризованных протонов при энергии 605 Мэв для угла рассеяния  $90^\circ$ . Трудные опыты выполнены впервые, в них использовалась система искровых камер, управляемых сцинтилляционными счетчиками. Получены следующие значения коэффициентов корреляции поляризаций:  $C_{qkn} = 0,92 \pm 0,38$ ;  $C_{nn} = 0,56 \pm$

$\pm 0,18$  и  $C_{kp} = 0,27 \pm 0,18$ . С помощью данных о коэффициенте  $C_{qhn}$  впервые удалось однозначно восстановить амплитуду рассеяния в области, где существенна роль неупругих процессов. Подробный анализ совокупности данных показал, что в широкой области энергий — от 66 до 630 Мэв — спин-орбитальная амплитуда  $pp$ -рассеяния оказывается чисто мнимой. Другие амплитуды во всей изученной области энергий имеют сравнимые по величине мнимые и действительные части. Интересный результат получен при фазовом анализе данных о нуклон-нуклонном рассеянии при энергии 25 Мэв. Установлен единственный набор фаз. При этом оказалось, что коэффициент смешивания  $\epsilon_1$  в данной области энергий отрицателен. Этот результат противоречит имеющимся простым модельным представлениям.

В опытах с нейтронами при энергии 600 Мэв исследовались реакции  $np \rightarrow \pi^+pn$  и  $np \rightarrow \pi^-pp$ . Измерены полные сечения рождения мезонов:  $(1,3 \pm 0,2) \times 10^{-27}$  см<sup>2</sup> для пионов каждого знака. Определены также дифференциальные сечения, измерены энергетические распределения и найдено полное сечение образования пионов в состоянии с изотопическим спином  $T = 0$ . Показано наличие большого вклада (около 30%) нерезонансных переходов в процесс образования пионов при нуклон-нуклонных столкновениях.

С помощью фотоэмulsionной методики получено прямое доказательство образования сверхтяжелого изотопа гелия — He<sup>8</sup> при захвате отрицательных пионов ядрами углерода и кислорода. Масса ядра He<sup>8</sup> составляет  $7481,3 \pm 0,9$  Мэв, вероятность его образования в указанных процессах порядка  $2 \cdot 10^{-6}$ , дефект массы  $M - A = 29,8 \pm 0,9$  Мэв. В целях изучения механизма поглощения  $\pi^-$ -мезонов ядрами He<sup>3</sup> с хорошей точностью впервые измерены относительные вероятности следующих процессов:  $\pi^-He^3 \rightarrow pnn$  (57,8  $\pm$  5,4)%,  $\pi^-He^3 \rightarrow dn$  (15,9  $\pm$  2,3)% и  $\pi^-He^3 \rightarrow dnp$  (3,6  $\pm$  1,2)% от полной вероятности захвата пиона He<sup>3</sup>.

Энергии  $2P - 1S$ -перехода измерены в  $\alpha$ -атомах серы, хлора, аргона, калия, кальция и хрома. Оригинальный метод калибровки энергетической шкалы позволил достичь высокой точности измерений (0,5%). Имеется хорошее согласие с теоретическими расчетами. Исследована также структура  $K$ -серии мезорентгеновского излучения некоторых веществ. При этом установлено, что относительно небольшие изменения в структуре электронной оболочки приводят к сильному изменению в вероятностях переходов мюонов с высоких уровней на основной.

В результате спектроскопических исследований, выполненных в лаборатории с помощью прецизионного  $\alpha$ -спектрометра, открыта тонкая структура  $\alpha$ -линий при распаде Dy<sup>153</sup> в Gd<sup>149</sup>. В 1966 г. были открыты новые изотопы: Re<sup>176</sup>, Re<sup>175</sup>, Hg<sup>175</sup>, Hg<sup>180</sup>, Hg<sup>182</sup>, Sm<sup>141</sup> и Sm<sup>140</sup>. Изучены схемы распада некоторых изотопов.

В истекшем году в лаборатории выполнен ряд методических разработок. Создана многослойная цилиндрическая искровая камера диаметром 40 см и высотой 30 см для исследования редких распадов мезонов. Камера помещена в магнитное поле, создано автоматическое устройство для отбора случаев в камере. Продолжались работы по развитию методики стримерных камер. Впервые удалось реализовать в гелии такой режим, при котором получались тонкие яркие следы. Это исключает необходимость применения электронно-оптического преобразователя. Диаметр рабочей области 45 см. Большой успех достигнут в работах по усовершенствованию предложенного в лаборатории

метода получения сверхнизких температур путем растворения He<sup>3</sup> в He<sup>4</sup>. В установке с очень высокой холодопроизводительностью достигнута температура 0,025° К в стационарном режиме.

На ускорителях многозарядных ионов велись работы по синтезу новых изотопов трансурановых элементов и изучению их физических и химических свойств. О них рассказал директор Лаборатории ядерных реакций Г. Н. Флеров. В 1966 г. были закончены исследования свойств некоторых мало изученных изотопов эйнштейния, фермия и элемента 102.

Результаты экспериментов по синтезу изотопа 102<sup>256</sup>, проведенных в Лаборатории ядерных реакций еще в 1963 г., сильно расходились с теоретическими оценками, основанными на данных о свойствах изотопа 102<sup>254</sup>, синтезированного ранее в Беркли (США). В связи с этим в Дубне были предприняты эксперименты по проверке свойств изотопа 102<sup>254</sup>. Детальное изучение вопроса показало, что этот изотоп живет не 3 сек, как считалось ранее, а 70 сек; энергия  $\alpha$ -частиц распада составляет не 8,3, а 8,41 Мэв; на долю спонтанного деления приходится не 30%, а всего 0,06%. Для изотопа 102<sup>255</sup> получены данные, которые также сильно отличаются от ранее опубликованных. Результаты завершенных исследований показывают, что ни один из изотопов с массовыми числами от 252 до 256 не обладает свойствами долгоживущей активности, приписанной элементу 102 в 1957 г. в Нобелевском институте физики (Стокгольм).

В лаборатории проводились химические исследования трансурановых элементов. С помощью разработанного здесь метода экспрессного непрерывного разделения элементов III и IV групп в виде хлористых соединений сравнивали свойства хлоридов курчатовия, гафния, кюрия и калифорния. Полученные данные свидетельствуют о близости свойств хлоридов элемента 104 и гафния и резком отличии свойств этих элементов от свойств кюрия и калифорния. В других опытах установлено, что адсорбционные свойства хлоридов элемента 102 и калифорния очень близки.

Синтезированы новые спонтанно делящиеся изотопы. В реакции U<sup>238</sup> + C<sup>12</sup> обнаружен изотоп с периодом полураспада  $0,8 \cdot 10^{-7}$  сек, принадлежащий, судя по форме функции возбуждения, Cf<sup>246</sup>. В реакциях Th<sup>230</sup> + B<sup>10</sup> и Th<sup>230</sup> + В<sup>11</sup> обнаружены продукты с периодами полураспада 2,6 и 1,4 мин, идентифицированные как Am<sup>234</sup> и Am<sup>232</sup> соответственно. Совместно с румынскими и советскими физиками на циклотроне Института атомной физики (Бухарест) установлен энергетический порог образования изомера Am<sup>242m</sup> в реакции Am<sup>243</sup> ( $n, 2n$ ) Am<sup>242m</sup> ( $E_{\pi} = 9,2 \pm 0,3$  Мэв). Энергия изомерного уровня составляет  $2,9 \pm 0,4$  Мэв.

В ряде работ исследовались протонно-радиоактивные ядра. Изучение свойств протонного излучателя с  $T_{1/2} = 19$  сек, образующегося в реакции Pd<sup>102</sup> + C<sup>12</sup>, показало, что распад испытывает изотоп Te<sup>111</sup>.

Много экспериментов было посвящено изучению механизма взаимодействия тяжелых ионов с ядрами. Интересные данные получены при исследовании прямых ядерных реакций, в которых происходит передача одного, двух и трех нейтронов, а также ядра He<sup>4</sup>. Измерены сечения деления ядер U<sup>238</sup>, В<sup>209</sup>, Au<sup>197</sup> на три осколка под действием ионов Ar<sup>40</sup> и Ne<sup>22</sup> и энергетические спектры осколков, а также угловые распределения осколков двойного деления ядер В<sup>209</sup>, Au<sup>197</sup> и U<sup>238</sup> ионами C<sup>12</sup>, N<sup>14</sup>, O<sup>16</sup> и Ne<sup>22</sup> различной энергии. Для объяснения результатов тройного деления выдвинута гипотеза о последовательном (каскадном) механизме деления на три осколка.

В работах по спектроскопии изучались кулоновское возбуждение ядер тяжелыми ионами, а также короткоживущие изомеры нейтронодефицитных ядер в области  $Z > 54$  и  $N < 78$ . Среди методических работ докладчик отметил установку на выведенном пучке циклотрона электромагнитного сепаратора изотопов для быстрого анализа продуктов ядерных реакций, работы по созданию измерительного центра лаборатории и другие.

Директор Лаборатории нейтронной физики И. М. Франк доложил о результатах исследований, выполненных с помощью импульсного реактора, системы реактор + микротрон и электростатических генераторов. В истекшем году были улучшены характеристики поляризованной протонной мишени, служащей поляризатором пучка нейтронов от реактора, и создана мишень поляризованных дейтронов. На этих установках измерялось пропускание поляризованного пучка нейтронов через мишень поляризованных дейтронов в энергетическом интервале 0,01—50 эв. В двух сериях измерений — при поляризации дейтронов параллельно и антипараллельно магнитному полю в мишени — определялось относительное изменение пропускания при перемене ориентации спина пучка нейтронов на противоположную. Этот тонкий эксперимент позволил решить, наконец, одну из важных задач, а именно установить, что из двух альтернативных наборов длин рассеяния нейтрона на дейтоне, известных ранее, истинным является набор, в котором кватерная длина больше дублетной.

Создание большого ксенонового сцинтилляционного детектора дало возможность впервые провести исследования трудно наблюдаемой реакции  $(n, \alpha)$  на резонансных нейтронах. Это новое явление — распад резонансных состояний — открывает интересные возможности для изучения атомных ядер. Измерены сечения реакции  $(n, \alpha)$  для изотопов самария и неодима.

В 1966 г. нейтронные резонансы изучались в режиме ИБР + микротрон, что позволило существенно улучшить разрешение и расширить область исследуемых энергий. Завершены исследования резонансов гольмия и некоторых изотопов эрбия и германия. Определены параметры индивидуальных резонансов и средние характеристики: наблюдаемые расстояния между уровнями, средняя радиационная ширина, силовая функция.

Продолжались исследования конденсированных сред. В сотрудничестве с венгерскими, польскими и советскими физиками изучались фазовые переходы в сплаве  $Fe_3Al$  и системе  $FeS_{1+x}$ . На основе мессбауэровских спектров предложена микроскопическая модель поведения  $Fe_3Al$ , объясняющая большую совокупность фактов. Совместно с польскими и советскими учеными выполнены исследования динамики твердых тел и жидкостей, в частности локальных колебаний в металлах с примесным содержанием легкого элемента, динамики атомов в водородсодержащих молекулярных группах некоторых кристаллов и др. Совместно с польскими учеными продолжались нейтронно-дифракционные исследования методом времени пролета.

На электростатических генераторах изучались ядерные реакции с заряженными частицами на легких ядрах:  $C^{12}(He^3, p_0) N^{14}$ ;  $O^{16}(t, p) O^{18}$ ;  $O^{16}(t, \alpha) N^{15}$ ;  $C^{12}(t, n) N^{14}$ ; реакции типа  $(He^3, p)$  и реакция  $Be^9 + T$ .

О работах теоретиков рассказал директор Лаборатории теоретической физики Д. И. Блохинцев. Наиболее важные результаты в изучении свойств симметрии элементарных частиц были получены при релятивистском обобщении групп  $SU(3)$  и  $SU(6)$ . В частности,

одной из возможностей является объединение групп внутренних симметрий с группой Пуанкаре или с другими группами, включающими в себя группу Пуанкаре. При этом для описания элементарных частиц используются некомпактные группы. Была развита новая техника построения унитарных представлений некомпактных групп и показано, что теория симметрии с бесконечными мультиплетами несовместима с локальностью и аналитичностью в случае взаимодействующих полей.

Исследовались различные способы получения массовых формул в теориях с высшими симметриями. На основе рассмотрения некомпактной группы внутренней симметрии  $U(6,6)$  получены массовые формулы для интенсивных мезонов и барионов и, кроме того, предсказано существование скалярного нейтрального мезона с массой 1000  $M_{\text{эв}}$ . Недавно стало известно, что в экспериментах, выполненных в Брукхейвене (США), такой мезон действительно был обнаружен как резонанс в системе двух  $K^0$ -мезонов. Его экспериментально измеренная масса  $1068 \pm 10 M_{\text{эв}}$  близка к предсказанной.

Получены интересные следствия в обобщении группы  $SU(6)$ . Построен релятивистский вариант группы  $SU(6)$  для бинарных реакций общего типа. Новая группа  $SU_{\alpha}(6)$  основана на спиновых преобразованиях, она оставляет инвариантными свободные уравнения и дает непротиворечивые ограничения их амплитуды. Важные результаты для процессов сильного взаимодействия были получены при объединении группы  $SU(6)$  с дисперсионными соотношениями. Продолжались исследования по применению кварковых моделей для описания различных физических моделей. Разработана модель кварков, обладающих собственным мезонным полем. Объяснены и предсказаны некоторые экспериментально наблюдаемые эффекты электромагнитного взаимодействия.

Рассмотрены возможные применения поляризованной протонной мишени в физике высоких энергий. Предложен общий метод определения спинов и четностей нестабильных частиц и резонансов, основанный на изучении поляризационных характеристик. Метод применим к любой реакции и, в частности, может быть использован для определения спина и четности  $\Omega$ -гиперона.

Среди фундаментальных вопросов теории элементарных частиц большой интерес представляют исследования возможностей выхода за рамки современной квантовой теории поля. К ним относятся работы по изучению основных постулатов теории. Было исследовано условие макропричинности для матрицы рассеяния и дан пример унитарной, но нелокальной матрицы, удовлетворяющей условиям макропричинности. Интересны исследования нелинейных уравнений. Была решена задача рассеяния двух плоских волн в электродинамике Борна — Инфельда. Ведутся работы по изучению связи теории элементарных частиц с теорией гравитации. В Лаборатории теоретической физики выдвинута гипотеза об элементарных частицах предельно больших масс — максимонах.

В работах по теории ядра изучались нечетные деформированные ядра в областях  $151 < A < 189$  и  $A > 231$ . Рассмотрено взаимодействие квазичастиц с фонами, получены энергии коллективных неротационных состояний и их структура. Расчеты хорошо согласуются с экспериментальными данными. Совместно с сотрудниками Математического института СССР им. В. А. Стеклова исследовались  $E2$ - и  $E3$ -переходы в нечетных деформированных ядрах, в настоя-

щее время изучается роль спиновых взаимодействий в коллективном движении в деформированных ядрах. Из других теоретических работ следует отметить исследование ядерных реакций, некоторые вопросы теории легких ядер и  $\mu$ -захвата, расчеты свойств легких ядер по усовершенствованной модели Бракнера и приложенные задачи многих тел к изучению конденсированных сред.

В 1966 г. в ОИЯИ была создана Лаборатория вычислительной техники и автоматизации. О задачах лаборатории и выполненных работах доложил ее директор М. Г. Мешеряков. В качестве основных направлений деятельности лаборатории он отметил эксплуатацию базисных электронно-вычислительных машин, эксплуатацию и развитие измерительных центров в лабораториях, разработку различных автоматических сканирующих устройств, обработку फिल्मовой экспериментальной информации, решение математических задач, связанных с физическими исследованиями, а также с математическим обслуживанием вычислительных машин. В вычислительном центре лаборатории в истекшем году велась работа по созданию программ и организации счета, по модернизации вычислительных машин и повышению надежности их работы. В мае запущена машина БЭСМ-3М и произведена ее модернизация для работы на линии с искровыми камерами и с полуавтоматами для обработки फिल्मовой информации. Сотрудниками лаборатории проводились разработки методов решения нелинейных задач путем введения параметра и теоретико-вероятностных методов, моделирование физических процессов методом Монте-Карло, исследование новых методов минимизации функционалов и др.

На полуавтоматах, разработанных в ОИЯИ, велось измерение треков. Продолжались работы по дальнейшей автоматизации этого процесса и решению конкретных методических задач по обработке данных. Многие работы связаны с созданием электронных схем, обеспе-

чивающих автоматизацию экспериментов и связь физических установок с вычислительными машинами.

В докладе вице-директора ОИЯИ А. Хрынкевича сообщалось, что за последние четыре года число исследований, выполняемых ОИЯИ совместно с лабораториями стран-участниц, возросло почти в пять раз. В истекшем году проведено 10 научных совещаний. Институт совместно с АН УССР провел Международную весеннюю школу по физике элементарных частиц в Ялте, куда были приглашены многие ученые из разных стран. Успешно прошла Международная конференция в Дубне по физическим исследованиям с тяжелыми ионами. В Дубне, в Болгарии, Польше и Чехословакии проведены научно-организационные заседания комитетов ОИЯИ (камерного, фотоэмulsionного, ядерной физики и нейтронной физики). Планом 1967 г. предусматривается проведение 10 научных и методических совещаний, а также 12 заседаний комитетов.

Постоянными стали научные связи ОИЯИ с ЦЕРНОМ и Институтом Н. Бора. В порядке обмена в этих центрах ежегодно работает несколько ученых из Дубны. Ученые ОИЯИ работают также во Франции.

Ученый совет утвердил представленный дирекцией ОИЯИ план научных исследований и план международного сотрудничества на 1967 г. На сессии состоялись очередные выборы директоров и заместителей директоров лабораторий ОИЯИ. 16—18 января в Дубне проведены заседания Комитета полномочных представителей государств — членов института. Комитет одобрил деятельность института в 1966 г. и утвердил бюджет и штаты ОИЯИ на 1967 г. В связи с окончанием срока работы в ОИЯИ профессора И. Угелгы комитет избрал новым вице-директором ОИЯИ монгольского ученого члена-корреспондента АН МНР профессора Соднома Намсарайна.

В. ВИРЮКОВ

## VII Международный конгресс кристаллографов

В июле 1966 г. в Москве проходили VII Международный конгресс кристаллографов, VII Генеральная ассамблея и Симпозиум по росту кристаллов с участием ученых из 34 стран. Одновременно была организована международная выставка кристаллографической аппаратуры, на которую фирмы стран — участниц конгресса представили приборы, аппараты и синтетические кристаллы.

В программу конгресса, на первом заседании которого была прочитана лекция академика А. В. Шубникова об антисимметрии, входило обсуждение пяти пленарных и более 800 секционных докладов. Работало 17 секций по различным направлениям, в том числе по теории структурного анализа; теории дифракции рентгеновских лучей, нейтронов и электронов; динамике кристаллической решетки, теории силового поля; структуре металлов и сплавов; типам нарушений идеальной кристаллической структуры (включая дислокации); структуре и свойствам кристаллов в области фазовых переходов; аппаратуре и методике кристаллографических исследований и пр.

На симпозиум по росту кристаллов было представлено около 150 докладов; работали четыре секции,

причем большое внимание было уделено обычному и эпитаксиальному выращиванию полупроводниковых кристаллов, а также влиянию на процессы роста кристаллов различных примесей.

На конгрессе существенный интерес представляли работы по исследованию структуры различных органических и неорганических кристаллических материалов, необходимых для работ в области ядерной физики и других областях науки и техники; по изучению дефектов, возникающих в кристаллах под действием ионизирующих излучений; по связи химического строения кристаллических материалов с их свойствами, а также по методам и приборам, применяемым при изучении кристаллов.

Большое число работ посвящено исследованию структуры кристаллических соединений электронографическим и нейтронографическим методами. О физических основах электронографического структурного анализа, задачах, решаемых этим методом, о перспективах его развития и областях применения рассказал З. Г. Пискер (СССР). Теория диффузного рассеяния электронов в приближении  $n$  пучков была изложена Дж. Каули и др. (Австралия). А. В. Колпаковым