



Развитие и постижения на Централната лаборатория по минералогия и кристалография към БАН за периода 1995-2005 г.

Н. Зидаров

Централна лаборатория по минералогия и кристалография, БАН, 1113 София;
e-mail: nzidarov@clmc.bas.bg

Кратка историческа справка

Централната лаборатория по минералогия и кристалография (ЦЛМК) беше създадена с решение на 72-то заседание на ОС на БАН на 12.12.1994 г. в съответствие с Концепцията и Правилата за реструктуриране на БАН и преустройството на нейните самостоятелни научни звена. Това решение влезе в сила на 01.03.1995 г. и даде на ЦЛМК статут на юридическо лице с отделна банкова сметка, самостоятелен баланс и предмет на дейност „фундаментални и приложни научни изследвания, консултантска, експертна, обслужваща и аналитична дейност, приложение на научните резултати и подготовка на висококвалифицирани специалисти в областта на минералогията и кристалографията, изследване и моделиране на природни и техногенни минерални системи”. На същата дата влезе в сила и решението на ОС на БАН за закриване на Института по приложна минералогия, от който ЦЛМК наследи най-добрите специалисти, най-жизнените научни тематики и наличното оборудване.

Подготовката на това решение УС на БАН възложи на Учредителен научен съвет (УНС) в състав: акад. Ив. Костов, проф. Д. Кожухаров, проф. Д. Ненов и ст.н.с. И. Веселинов (председател), ст.н.с. Г.К. Киров (секретар), ст.н.с. Н. Зидаров (и.д. директор на ИПМ), ст.н.с. Й. Мацичек, ст.н.с. И. Бонев, ст.н.с. М. Господинов и ст.н.с. И. Нишков

В този си състав съветът работи около 2 години (01.07.1993-13.06.1995 г.) като на 21 заседания, в които имаше и остри сблъсъци на мнения, бяха анализирани научното, кадровото и апаратурното състояние и проблемите на ИПМ и бяха определени предметът на дейност на ЦЛМК, националните и международните приоритети, към които следва да бъдат ориентирани

фундаменталните и приложните изследвания в областта на минералогията и кристалографията, нейната структура, кадрови състав на основата на проведен конкурс по документи (66 души от 182 кандидати от ИПМ). Съветът предложи на УС на БАН да избере за директор по обявения конкурс ст.н.с. д-р Н. Зидаров и утвърди ръководителите на научните звена в ЦЛМК (ст.н.с. д-р Б. Зидарова, ст.н.с. д-р О. Петров, ст.н.с. д-р Й. Мацичек и ст.н.с. д-р Л. Константинов), зам.-директор (ст.н.с. д-р Л. Константинов) и научен секретар (ст.н.с. д-р Ст. Василев), състава на Атестационната комисия и др. Отделна комисия под ръководството на проф. Хр. Баларев разгледа възможностите за пълноценно функциониране на наличната апаратура в ЦЛМК за научно и сервизно обслужване на други звена на БАН и набеляза основните правила за работа в това направление, което наложи в структурата на лабораторията да бъде обособен самостоятелен Сервизен лабораторен сектор.

Още на втория месец от създаването си ЦЛМК се сблъска с проблем, поставящ под въпрос нейното съществуване – ПМС №169/12.04.1995 г., с което нейната основна сграда на ул. „Раковски” 92 беше определена за други цели. Въпреки усилията на ръководството на БАН това решение не бе отменено и в продължение на повече от 3 години бяха търсени възможности за осигуряване на подходяща сграда за Лабораторията. От съществуващите многобройни варианти най-удачен за тогавашния момент се оказа този за преместването на ЦЛМК в бл. 107 от Научния комплекс на БАН. За тази цел в продължение на около година бяха изготвени проекти за необходимия ремонт и реконструкция на сградата, които бяха извършени от фирми и организации, ангажирани от Столичната община. В съответствие с подписаното на 09.11.1999 г. споразумение между Председателя на БАН и Кмета на София, основните

разходи за ремонта и преместването на ЦЛМК бяха поети от общината. Преместването беше осъществено през пролетта на 2000 г. с участието на наши специалисти, а монтажът на научните апаратури завърши в средата на годината. Тяхното привеждане в нормално работно състояние бе свързано с продължителни ремонти и профилактика, изграждане на функционираща климатична и охладителна инсталации, получаване на необходимите технически, санитарни, противопожарни и други разрешителни документи.

В крайна сметка в повечето случаи последиците от това „сътресение“ за научната апаратура бяха преодолени (макар някои от тях да оказват влияние и до днес), което направи възможно официалното откриване на новата сграда на ЦЛМК на 7 юни 2001 г. След това с наши сили и средства беше ремонтирана лабораторната ни сграда в Научния комплекс на БАН на 8-ми km и бе облагородено околното пространство.

Днес ЦЛМК разполага със сравнително добре обзаведени лаборатории и кабинети, библиотека, осигурена с оптичен кабел Интернет-връзка, персонални компютри за всеки научен сътрудник и специалист, което дава възможност за активни комуникации. Научната дейност и постижения се представят пред широката общественост посредством ежегодно издаваните годишни отчети (Annual Reports № 1-10), на уебсайта на ЦЛМК, на периодично провежданите научни конференции и дни на отворени врати и чрез масмедияте (телевизия, радио, вестници и периодични издания).

Приоритетни направления

Приоритетните направления в научноизследователската дейност на ЦЛМК са функция от:

1. Определения от ОС на БАН предмет на дейност.
2. Определената от УНС тематична насоченост: изследване на връзките между състава, структурата, свойствата и генезиса на минералите чрез прилагането на широк интердисциплинарен подход в областта на природните науки.

3. Националните и академичните приоритети:

- Изучаване на Земята;
- Природа и суровинни ресурси на България;
- Околна среда и нейното използване;
- Нови материали и технологии.

Тези приоритети са сполучливо дефинирани от УНС преди 10 години при създаването на ЦЛМК. Те са актуални и днес при формирането на научноизследователската дейност на ЦЛМК в етапа на предстоящото присъединяване на страната към Европейския съюз и са в съзвучие с предизвикателствата на XXI век. Налага се само корекция в акцентите към някои от тях и преподреждането им.

Приоритетите „Изучаването на Земята“ и „Природата и суровинните ресурси на България“ са свързани с минераложките проблеми, решавани в ЦЛМК. Обекти са минералите и минералните тела,

изграждащи литосферата – техния фазов състав, структурни взаимоотношения, процеси на формиране и изменение, закономерности в разпределението им. Моделират се експериментално и теоретично минералообразователни процеси. Това фундаментално в същността си знание е с пряк изход в практиката, доколкото е основа на изграждането на геолого-генетични модели и разработването на критерии, необходими при прогнозирането, търсенето и проучването на находища на минерални суровини.

В рамките на приоритета „Нови материали и технологии“ се работи върху създаването на монокристални материали за нуждите на оптиката и лазерната техника, модифицират се минерали с оглед подобряване на свойствата им като сорбенти и катализатори; синтезират се микропорести материали и нови химични съединения, на които се определят кристална структура и свойства и се търси приложение.

Приоритетът „Опазване и екологосъобразно ползване на околната среда“ е в съответствие с постановката за устойчивото развитие за страната и отделните региони, което е немислимо без използване на постиженията на минералогията и кристалографията. Свързаните с този все по-налагащ се приоритет изследвания са част от научните разработки, касаещи минералогията на околната среда с акцент върху минералогията и геохимията на въглища и продукти от преработката им, трайната имобилизация на радиоактивни отпадъци, както и оползотворяването и обезвреждането на отпадни продукти от преработката на руди.

Важен компонент на този приоритет е изследването и съхраняването на минералното разнообразие на България. В това отношение се извършват прецизни изследвания на минерали от българските им находища, създават се и се попълват тематични научни колекции и се изгражда базова академична колекция „Минералното разнообразие на България“, в която ще бъдат запазени уникални минерални образци.

Структура

Структурата на ЦЛМК включва три научноизследователски секции и Сервизен лабораторен сектор:

Секция „Топографична минералогия“ под ръководството на ст.н.с. д-р Богдана Зидарова работи в две основни направления – природни и техногенни минерални системи. Екипът извършва изследователска дейност в областта на изучаването на минерални обекти, образувани в природни градиентни системи, с оглед разработването на генетични модели и приложението им в практиката. Изследват се фазовия състав, качествените характеристики и разпределението на компонентите в техногенни системи, формирани при усвояването на минералните суровини, както и тяхното въздействие върху околната среда. Създават се и се поддържат минераложки бази от данни. Главни обекти на изследване са минерални системи, включващи моделни обекти от различно йерархично ниво

(минерални индивиди, агрегати и тела), магмени и метаморфни минерални асоциации, нерудни минерализации, полиметални и златорудни находища, минерали от групата на платината, шлихови минерали, минералното вещество във въглищата, както и опадни продукти.

Секция „Експериментална минералогия и кристалография“ под ръководството на ст.н.с. д-р Огнян Петров работи върху синтеза и кристализацията на минерали и материали, както и върху моделирането на природни процеси и системи. Екипът извършва синтез и кристализация на минерали и материали в моделни системи като изследва продуктите и процесите на формирането им. Моделира експериментално природни процеси в градиентни полета. Главни обекти на синтезиране и изследване са: микропорести материали, природни и синтетични зеолити, титаносиликати, цирконосиликати, волфрамови минерали, бентонити, сорбенти на глинеста и зеолитна основа, катализатори, монокристали за лазерната техника.

Секция „Структурна кристалография“ под ръководството на ст.н.с. д-р Людмил Константинов работи в направленията кристалохимия и физика на минералите. Научната ѝ дейност е насочена към определяне на кристалната структура и фазово-химичния състав на монокристали, минерали, кристални и поликристални материали. Извършва се геометрична и кристалохимична интерпретация на кристални структури на базата на развивани в ЦЛМК изчислителни методи в кристалографията. Попълват се кристалографски бази от данни за идентификация на кристални фази. Прилагат се и се разработват физични методи за изследване и характеризирание на минерали и материали. Изучава се фазовия състав на минерални системи и процесите на тяхното изменение и модифициране. Изграждат се спектроскопски бази от данни за минералите. Главни обекти на изследване са оптически материали, нови кристални материали, включително зеолитови тънки филми.

Сервизният лабораторен сектор обслужва както собствената изследователска тематика на ЦЛМК, така и учени от други институти на БАН, университети и външни потребители. На най-високо ниво са изследванията в:

- Лабораторията по Електронна микроскопия, съоръжена с 1 трансмисионен и 2 сканиращи електронни микроскопа „Philips“, снабдени с приставки за микросондов анализ;

- Лабораторията по рентгеноструктурен анализ, с възможности за прахов и монокристален дифрактометричен анализ (Enraf Nonius, Холандия);

- Лабораторията по Термичен анализ, включваща комплекс от диференциално-термичен и термомеханичен анализатори и диференциален сканиращ калориметър (Stanton Redcroft, Англия);

- Лабораторията по Спектроскопия, която е съоръжена със спектrophотометри, покриващи целия вълнов спектър, системи за лазерна диагностика и атомно-абсорбиционен спектrophотометър (Perkin-Elmer);

- Лабораториите по експериментална минералогия, разполагащи с подходящи апаратури за израстване на кристали от топилки (по метода на Бриджмен-Стокбаргер и Чохралски), за хидротермална кристализация, различни пещи, оборудване за дробене, смилане и класифициране на проби, както и за шлифване и полиране на минерали и материали.

Научен персонал

При създаването на ЦЛМК на 01.03.1995 г. в нейния състав преминаха 27 учени от бившия ИПМ – 8 ст.н.с. II ст. и 19 н.с. III–I ст., както и 21 специалисти с висше образование (СВО), заети в науката. От тях с научни звания бяха 1 дгн и 13 доктори (кандидати на науките).

От тези кадри за 10 години през периода 1995-2004 г. израснаха нови 13 ст.н.с. II ст., но същевременно напуснаха 6 ст.н.с. II ст., новоизбрани и повишени в научна степен бяха 23 научни сътрудници (от които СВО-10 души, а напуснали научни сътрудници – 3 души) – вж. таблицата.

Научно-образователната степен „доктор“ защитиха 11 души. Понастоящем трима редовни докторанти са в процес на обучение и подготовка на дисертациите си.

Към 01.01.2005 г. научният състав на ЦЛМК включва 16 ст.н.с. II ст., 11 н.с. I-III ст., и 16 СВО, от които с научна степен дгн – 1, и д-р – 23 души.

Средната възраст на научния персонал при създаването на ЦЛМК бе 36,5 год., докато днес е 47,5 год. По този показател лабораторията попада в групата на средните по възраст постоянни научни звена на БАН, което показва, че има съществен потенциал за развитие.

От представените данни става ясно, че процесът на научно израстване на кадрите в ЦЛМК през годините е бил твърде динамичен. Част от хабилигираните научни

Научно звание	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ст.н.с. I ст.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ст.н.с. II ст.	8	9	9	9	10	7	10	12	14	16
н.с. I ст.	6	4	6	10	11	12	13	10	9	10
н.с. II ст.	8	8	11	9	9	8	3	4	2	-
н.с. III ст.	5	6	4	1	-	-	-	1	1	1
СВО	21	27	24	21	20	17	18	14	16	16
дгн	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
д-р	16	15	19	22	24	20	20	19	22	23

сътрудници и доктори отидоха на работа в престижни научни институти в САЩ и Европа. Бъдещото развитие на лабораторията е свързано не само с израстването на собствени кадри, но и с привличането на нови млади специалисти.

Основни научни проекти и най-значими постижения

Интердисциплинарният характер на научните и научно-приложните изследвания в ЦЛМК през десетгодишния период на нейното съществуване бе подчинен на проектния принцип. Научната специализация на сътрудниците в областта на минералогията, кристалографията, геологията, геохимията, физиката на твърдото тяло и химическите науки бе благоприятно условие за разработката на десетки проекти, които естествено се групират в пет основни направления съобразно националните и международни приоритети на ЦЛМК:

- Изследване на минерални системи;
- Екологична минералогия;
- Минералого-технологични изследвания;
- Моделиране и модифициране на минерални системи;
- Синтез, състав, структура и свойства на минерали и нови материали.

Във всяко направление са обособени по няколко по-големи проекта, включващи отделни тематично свързани задачи. Резултатите от работата по тези проекти по-обстойно ще бъдат представени по-нататък в настоящия сборник. Те са реферирани в издаваните ежегодно годишни отчети на лабораторията (Annual Reports № 1-10). Затова ще бъдат представени само се най-важните научни и научно-приложни постижения.

Основен проект по първото направление е „**Минерални системи – състав, условия и процеси на възникване, трансформация и взаимодействие**”, ръководен от Н. Зидаров, а от 2003 г. – от Б. Зидарова. Предмет на проекта са моделни обекти от основните ендо- и екзогенни минерални системи, а целта му е създаването на частни и общи генетични модели за различни системни обекти посредством изследването на минерални индивиди и асоциации, изграждащи минерални тела от различен ранг. Това фундаментално в същността си знание е с пряк изход в практиката, доколкото е основа за подбора на критерии при прогнозирането, търсенето, проучването и оценката на минерални суровини.

Изследванията по проекта позволиха да бъде изучен минералният състав, особеностите и процесите на формиране на редица находища на минерални суровини и геоложки тела, както следва:

- Създаден е общ геолого-генетичен модел на флуоритовата формация на примера на разработените частни модели за промишлените флуоритови находища у нас – Михалково, Славянка и Чипровци, позволяващ даването на прогнозни оценки за тях (Б. Зидарова, Н. Зидаров);

- Разработен е геолого-генетичен модел за образуването на баритови минерализации в карбонатна среда в находище Кремиковци и са изяснени основните източници на рудно вещество и рудообразуващи разтвори за отлагане на първичните руди в находището, което разширява значително неговите перспективи (Ж. Дамянов);

- На примера на волфрамовото находище Грънчарица (Западни Родопи) са моделирани и експериментално потвърдени условията на химичната и структурната еволюция на волфрама в зоните на окисление на волфрамовите находища. Моделът има важно значение при технологичното третиране на окислените волфрамови руди от находище Грънчарица (М. Тарасов);

- Определени са минералният състав, физикохимичните условия на формиране, изотопната възраст и геоложкото положение на редица тела от магмени, ефузивни и метаморфни скали от Огражденския и Беласишкия блокове на Сръбско-Македонския масив в ЮЗ България с оглед установяването на геодинамичната история на този регион и връзката между магматизма, метаморфизма и рудообразователните процеси (Н. Зидаров и др.);

- Изучени са детайлно минераложките особености на самородни метали и сплави от металоносни седименти от Източно-Тихоокеанското издигане и Срединно-Атлантическия хребет и е обоснована хипотезата, че самородното минералообразуване е елемент от магмено-тектонското развитие на съвременните океански рифтови зони (Ж. Дамянов и др.);

- Определен е минералният състав и условията на формиране на рудните минерализации, включващи благородни метали в ултрабазити и листовенити от Източните Родопи и Ихтиманска Средна гора, както и фазовият състав на минералите от групата на платината в седиментите на Благоевградския, Кюстендилския, Гоцеделчевския и Стралджанския грабени, терасите на р. Искър и нейните притоци (З. Цинцов и др.);

- Изотопно-геохимично и геохронологично е изследвана еволюцията на магматизма и орудяванията в медно-златорудните находища от Централното Средногорие – (Елаците, Челопеч, Елшица, Влайков връх, Асарел и Медет), като е установена пространствено-времевата последователност и връзката на магматичната активност с хидротермалните системи, позволяващи геодинамични реконструкции и предлагането на модел за обяснение на миграцията на магматичната активност през горната креда (И. Пейчева и др.);

- Дефинирана е хипотеза за физичен процес на дифузия на златни атоми в скалите от земната кора при наличие на термоградиентно поле и е създаден т. нар. „термогрансфузионен модел”, описващ закономерното изменение на съдържанието на злато в пробите и симетрия на златните аномалии спрямо топлинния източник;

- Изучава се минералното разнообразие на България, като над 50 минерала и минерални разновидности

са били обект на модерни изследвания и съответни публикации. Нови за страната са следните 18 минерала и разновидности: ругениридоосмин, мертиет II, кашинит, купродисит, сперилит, рустенбургит (Здр. Цинцов); бертиерин, глаукот, норсетит, Mg-шамозит (Ж. Дамянов); коркит (Я. Цветанова); кобалтов герсдорфит, антимонов герсдорфит (Е. Тарасова); пирофанит, манганов илменит (Е. Тарасова и М. Тарасов); стронциев хабазит (Г. Каменов и др.); коесит (Н. Зидаров и др.); 3-Г фенгит (Л. Мачева);

- Създадена е база данни с всички резултати от шлихоминераложките картировки на България за периода 1945-2000 г. в обем от 134 000 проби, съдържащи информация за 72 минерални вида. Тази информация е обработена и са изготвени шлихоминераложки карти на България в различни мащаби, прогнози за търсене на злато и други суровини за цялата страна. За регионите западно от Струма, Кюстендилско, и за Източни Родопи са извършени детайлни шлихоминераложки оценки и прогнози (О. Витов и др.);

- Изградена е библиографска база данни за откритите и описани в периода 1844 - 2003 г. български минерали, която обхваща 3200 заглавия (Н. Зидаров и др.);

- Създадена е база данни с резултатите от литохимичните снимки по вторични ореоли на разсейване западно от р. Струма и Радомирско, като за двата региона е извършено геохимично райониране, съставени са прогнозни карти за търсене на полезни изкопаеми, изчислени са геохимични ресурси от злато и са оценени потенциалните природни замърсители на околната среда с токсични елементи (О. Витов, И. Маринова).

Минералого-технологичните изследвания засягат главно поведението на минералите в процеса на преработка на рудните и нерудните полезни изкопаеми с цел получаване на концентрати, съдържащи индустриални минерали и метали.

През десетгодишния период такива са изследванията на шлаковите продукти от обогатителната фабрика на „Юнион минер“ на рудите и продуктите от обогатяването на обогатителните фабрики „Елаците-мед“ и „Кремиковци“ АД, на отпадъчен клинкер от КЦМ–Пловдив, възлагани от „Металко“ ЕООД, „Нипорурда“ АД, както и суровините от редица чуждестранни находища на рудни и нерудни полезни изкопаеми (Ив. Дончев и др.).

Изследванията на технически продукти – керамични изделия и суровини за тях, поргланциментови клинкери и други свързващи вещества, металургични отпадъци, прахове и други сродни продукти, имат пряко отношение към производството и оползотворяването им в практиката – хидро- и пирометалургията, керамиката, циментовата промишленост и др. Такива са изследванията на металургични отпадъци от КЦМ, пепели от ТЕЦ за производство на поргланцимент и на пепелно-циментни смеси и шлаки от медодобивно производство (И. Дончев и колектив).

В направлението „*Екологична минералогия*”,

свързано с приоритета за опазване и екологосъобразно ползване на околната среда, основните научни и научно-приложни постижения са резултат от работата по проекта „**Минералогия и геохимия на въглища и продуктите от тяхното изгаряне и пиролиза**” с ръководител Ст. Василев. Научни постижения са установяването и характеристиката на минералния, фазовия и химичния състав на: въглища от 53 световни находища; твърди отпадни продукти от тяхното изгаряне в лабораторни условия и ТЕЦ; каталитични сорбенти от въглищен кокс; гориво, получено от пиролизата на твърди битови отпадъци, с което е поставена научна основа за тяхното комплексно, безотпадно и екологосъобразно оползотворяване. Установени и систематизирани са: формите на присъствие на 67 химични елемента във въглищата и техния ранг, пепелно съдържание и топимост; фазовите трансформации, които протичат в неорганичното вещество на въглищата при изгаряне; механизма за формиране на отпадните продукти от ТЕЦ. Научно-приложни постижения са установяването на причините и компонентите, които водят до замърсяване на околната среда (въздух, води, почви и растителност) в районите на ТЕЦ. Извлечени са 6 полезни продукта от пепели от ТЕЦ с цел разнообразното им приложение в индустрията. Създадени и предложени са: ефективни минерални сорбенти за пречистване на отпадни води от ТЕЦ; технологични решения за инертизиране на токсичните тежки метали при изгаряне на кокс от твърди битови отпадъци; евтини каталитични сорбенти за редуциране на промишлени NOx газове, които се базират на въглищен кокс, импрегниран с преходни метали от петролни отпадъци.

В това направление е и работата по проекта „**Синтез, структурна характеристика и изследване на свойствата на кристални матрици тип Синрок**” (Ив. Дончев и др.). Това са перспективни материали, състоящи се от различни титанатни, алуминатни и цирконийсъдържащи минерали, които приемат в кристалните си решетки радионуклиди и са стабилна среда за дълговечно имобилизиране на радиоактивни отпадъци поради по-високата си устойчивост в агресивни среди. Синтезирана е матрица, състояща се от перовскит, цирконолит и холандитоподобен минерал с инкорпорирани в тях стронций и редкоземни елементи – Nd и Sm. Завършени са експерименти по изследване на устойчивостта на матрицата в кисела и алкална среда при стайна и висока температура и налягане.

Развитието на направлението „**Моделиране и модифициране на минерални системи**”, респ. едноименния проект, ръководен от О. Петров, е насочено от една страна към експерименталното и теоретичното моделиране на природни процеси, а от друга – към получаването и изследването на нови материали с предварително прогнозирана структура или модифицирането на минерални суровини с оглед разкриването на

техни свойства и качества, интересни за практиката. Обекти на изследване са микропорести и слоисти минерали и синтетичните им аналози, хидроталкитови фази, природни сорбенти и др. Най-важните резултати от изследванията могат да бъдат систематизирани както следва:

а) Микропорести минерали:

- изучена е термичната стабилност на клиноптилолита от Изт. Родопи (О. Петров);

- изследвани са енталпиите на хидратация на природен Na-, K-, Ca-, Mg-обменен клиноптилолит и H-форми на зеолита, което позволи намирането на подходящи топлинни обменници (Н. Петрова);

б) Микропорести синтетични аналози (О. Петров, Вл. Костов, Ст. Фердов):

- посредством прилагането на нискотемпературен хидротермален синтез са получени редица микропорести титано- и цирконосиликати в системите $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ и $\text{Na}_2\text{O}-\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$, за които е изучено влиянието на различните физикохимични параметри върху вида на получените фази, размера, ориентацията, морфологията и структурата на крайните продукти, полетата на тяхната кристализация и термична стабилност. В титановите системи са синтезирани 10 натриеви, калиеви и натриевокалиеви титаносиликатни фази, с или без природни аналози, на 4 от които е извършено прецизно индексирание и уточняване на параметрите на елементарната клетка. В циркониевата система са синтезирани 7 съединения. Синтезиран е и първият известен досега Na-Ва цирконосиликат (без минерален или структурен аналог), чиято структура е решена.

в) Катализаторни системи върху микропорести материали (Ю. Кълвачев):

- изследван е ефектът на CuKMo-катализатори (нанесени върху зеолити чрез импрегниране) по отношение пречистването на отпадни газове от азотни оксиди;

- синтезирани са златни катализаторни системи върху различни титаносиликати, изследвана е адсорбцията на азотен оксид върху така получените катализатори и е проследено влиянието на температурата и времето върху стабилността на тези комплекси;

г) Слоисти минерали и аналози:

- създаден е модел на подпрян с хром-оксидни подпори монтморилонит и е симулиран образ на електронна дифракция (А. Илиева, В. Димов);

- създаден е структурен модел на Al_{13} -подпрян монтморилонит (А. Илиева, В. Димов);

д) Калциево-фосфатни биокерамики:

- с комплекс от химични и физични методи е осъществен контрол на възпроизводимостта при получаването на бифазни биокерамични материали, използвани като костни заместители в клиничната имплантация. Контролиран е фазовият състав и структурата на получаваните синтеровани биоматериали (О. Петров);

е) Хидроталкит и хидроталкитови метафази (Н. Петрова):

- изучени са кристалохимичните, термичните и

сорбционните особености на хидроталкит и хидроталкит-подобни съединения, имащи приложения като катализатори, йоннообменници и сорбенти;

- изследвани са сорбционните характеристики на нискотемпературни хидроталкитови метафази, като е установен нов перспективен сорбент за топлинно-помпни системи;

ж) Природни сорбенти (Б. Василева, О. Петров):

- изследван е сорбционният ефект на природни зеолити (клиноптилолит и негови йонообменни форми), монтморилонит (бентонит), вермикулит и техните комбинации спрямо йони-замърсители във водни разтвори;

- разработени са различни комбинирани филтри, имащи значителен сорбционен ефект към йоните на NH_4 , K, Ca, Cu, Zn, F и Cl с оглед моделирането на системи за пречистване на замърсени и отпадни води.

С моделирането на природните процеси е свързан проекта за изследване на „**Масотранспортни процеси в силикатни стопилки под въздействие на външни полета**” (Н. Зидаров, Й. Муховски, М. Тарасов, Н. Зотов). В съответствие с получените експериментални данни е създаден модел за едномерен масотранспорт в базалтови стопилки, подложени на постоянно електрично поле, обясняващ определящата роля на йонния транспорт за обогатяване с Fe и Mg на краевите области на магматичните камери.

В направление „**Синтез, състав, структура и свойства на минерали и нови материали**” и съответния проект с ръководител Ив. Дончев най-важните резултати са свързани с:

- термохимични и механохимични изследвания за получаване на екологично балансирани минерални торове, като са проучени възможностите за преработка и определяне на структурните и фазови изменения, които настъпват при механохимичната активация на смеси от природни фосфати и амониев сулфат (В. Петкова и др.);

- получаването на полезни крайни продукти (сорбенти, оксиди, сулфати, торови компоненти) при преработване на технологични отпадъци и суровини (пиритни концентрати, пепели от ТЕЦ, технически $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, чрез използване на термични и механохимични методи (В. Петкова и др.);

- изследването на термичната стабилност и структурните характеристики на полимер-силикатни нанокомпозити (В. Петкова и др.);

- оптимизирането на технологията за израстване на калциево-стронциеви флуоридни кристали с високо качество, подходящи за приложение в микролитографията (Й. Муховски);

- разработването на технологии за нуждите на лазерната техника и извършването на синтези на голямогабаритни кристали от K-титанилфосфат, неодимов, литиев и цезиев борати и др. (Д. Шумов и др.);

- извършването на синтез, структурно и фазово охарактеризиране на амониеви и метални соли на етилфосфонати, като перспективни активни компоненти

на фитофармацевтични препарати (Кр. Косев и др.).

В това направление следва да бъдат отбелязани и синтезите и изследванията на тънки слоеве от микропорести материали върху различни неорганични подложки чрез разработен оригинален метод с приложение за създаване на сензори за газове и течности (В. Вълчев, Св. Минтова и др.).

Постиженията ни в областта на **структурната кристалография** са свързани с няколко проекта, по които бяха проведени изследвания по синтез и структурна характеристика на нови фази с потенциално практическо приложение (Й. Мащичек, О. Ангелова, Р. Петрова, Т. Тодоров, Н. Зотов, Вл. Костов, Д. Нихтянова, В. Димов и др.). Подробно и систематично са изучени фази от различни тройни системи, включващи неорганична сол, органична молекула и вода – (съединения на перрениевата киселина), съединения на квадратната киселина, карбамиди и тиокарбамиди, магнезиев хлорат, органични кристали с потенциално нелинейни оптични свойства, синтезирани монокристали от $PbMoO_3$, нелинейни боратни кристали, легирани с хром $NaAl(WO_4)_2$ монокристали, порьозен силиций, хлор и антимон-съдържащи сулфосоли. Като резултат от изследванията са синтезирани над 100 нови фази и са определени кристалните структури на над 70 от тях.

По проекта **„Вибрационни и електронни състояния в неподредени и дефектни многокомпонентни материали”** с ръководител Л. Константинов е разработена оригинална компютърна програма за пресмятане на вибрационните състояния в кластери от сравнително малък брой атоми с наложени подходящи гранични условия. Чрез съвместното интерпретиране на вибрационни, оптични и рентгеновемисионни спектри в подобен кластерен подход е определено влиянието на различни дефекти и степента на подреденост в широк кръг материали – монокристални и поликристални образци, керамики и стъкла.

По проекта **„Локална структура и фонони аномалии в наноразмерни области във функционални материали”** с ръководител Б. Михайлова чрез комбинирано прилагане на дифракционни и спектроскопски методи са анализирани аномалиите във фононните състояния на кристалната решетка на новосинтезирани функционални материали (релаксорни фероелектрици, притежаващи уникални диелектрични свойства, и микропорести материали, използвани като сорбенти и катализатори). Получена е важна информация за прекурсорните кластери и атомната подредба в пространствени области до няколко нанометра, което позволява дизайн на нови материали чрез вариране на параметрите на синтез.

Два свързани проекта с фундаментална насоченост – **„Геометризиране на основите на химията”** и **„Геометризиране на езика на минералогията”** с ръководители съответно В. Пенев и Н. Зидаров, имат общата цел да бъде поставено началото на качествено нов, по-

висш еволюционен етап в развитието на езиците на химията и минералогията. И двата проекта формулират и обосновават проблема за геометризирането на тези научни езици и очертават пътя за решаването им.

Международно сътрудничество

Най важните резултати от международното ни сътрудничество са следните:

- По съвместен проект с Института по химия и технология на природни продукти в Палермо, Италия е установено, че природните стъкла от Източни Родопи и Липарските острови (Италия) са структурно и химически подобни, което позволи синтез на паладиеви катализатори върху тях чрез нискотемпературна редукция на паладиевоорганометални прекурсори. Пригответе катализаторни системи дават добри резултати при катализа на стирен;

- По съвместен проект с Университета „Бен Гурион” в Израел е установена възможност за контролиране размера на индивидуалните нанокристали при синтеза на зеолит Бета (минимален размер 10 nm) и получаването на образци с хомогенно разпределение на частиците, като е доказано, че намаляването на размера им има съществен каталитичен ефект;

- По съвместен проект с Университета в Пардю, САЩ, са израснати тънки слоеве от алуминиев фосфат върху сензори с акустични вълни чрез микровълнова обработка на алумофосфатни прекурсори (патентовано в САЩ) и е установен механизма на зародишообразуване и растеж на наноразмерни кристали на зеолит А, който е важен микропорест материал за каталитични и йонообменни процеси;

- Най-важните научни и научно-приложни постижения в резултат от международното ни сътрудничество с Университета на Горен Елзас, Мюлюз, Франция, и Института по физикохимия, Университет „Людвиг Максимилиан”, Мюнхен, Германия, са свързани с изследването на широк клас от неорганични материали и минерали с помощта на спектроскопски, рентгенодифракционни, електронномикроскопски и термохимични методи и получаването на нови данни за техния синтез, свойства и приложения. Синтезирани са аморфни и кристални силикатни микроструктури с голяма повърхност и сферична морфология, както и дискретно количество зеолит-Бета, и са изследвани възможностите за подготовка на тънки микропорести слоеве. Моделирана е подготовката за зеолитни покрития от наноразмерни кристали. Синтезирани са цирконосиликатни материали със зеолитни свойства;

- По съвместни проекти с Националния център за научни изследвания в Египет е конструирана ефективна филтърна система за пречистване на замърсени води чрез използването на бентонит от находище Ел-Фаюм, Египет, в комбинация с клиноптилолит от Източни Родопи. Определени са кристалните структури на нови органични бази с потенциално приложение във фармацията;

- По съвместен проект с Университета в гр. Гент, Белгия, финансиран по научната програма на НАТО, са синтезирани златни катализаторни системи върху микро- и мезопорести титаносиликати. Те са ефективни за окисление на алифатни въглеводороди при много меки условия. Методът е евтин и екологично чист в сравнение с използваните понастоящем в промишлеността;

- По съвместни проекти с Института по изотопна геология и минерални ресурси – ЕТН – Цюрих (Швейцария), и СУ „Св. Кл. Охридски“ с използване на прецизни изотопно-геохимични изследвания (U-Pb възраст по циркони) е датиран рудоносният магматизъм в медно-рудните находища Челопеч, Елшица, Влайков връх, Медет и Асарел, за които е определен смесен коровомантиен източник. Датирани са и редица тела от метакристални гранитоиди, разкриващи се в ЮЗ България. Изследвани са изотопни системи в тези тела и флуоритовата минерализация в находище Чипровци.

- По съвместни проекти с Института по геология на УрО РАН – Сиктивкар (Русия), са получени нови геохимични данни за Rb-Sr изотопна система в метакристални гранитоиди, гранитоиди, базични скали и еклонити от планините Огражден и Беласица;

- По съвместен проект, финансиран от програмата на НАТО с университета „Хаджеттепе“, Анкара, Турция, и с Института по науките за Земята, Барселона, Испания, е охарактеризиран фазово-минералогичният и химичният състав на въглища, сгурии и пепели от турски ТЕЦ и е поставена основа за тяхното комплексно и екологосъобразно оползотворяване.

Основните научни и научно-приложни постижения на сътрудниците и специалистите са докладвани на престижни международни и наши научни форуми и са публикувани в реномирани международни списания, като: *Science, Am. Mineral., Eur. J. Mineral., Phys. Chem. Minerals, Clays u Clay Minerals, J. Non-Cryst. Solids, J. Crystal Growth, Thermochimica Acta, Molecular Eng., J. Thermal Analysis and Calorimetry, Oceanologica Acta, N. Jb. Miner. Mh./Abh., Zeolites, Fuel, Fuel Process. Technol., Int., J. Coal Geol., J. Phys., Condens. Matter, Z. Kristallogr., Optics & Laser Technol., Powder Diffraction, Acta Crystal., J. Mater. Res. Bull.* и др.

Общият брой на отпечатаните научни издания е 515, от които:

- монографии - 1 бр.
- статии в международни списания - 266
- статии в български списания - 145

- доклади в пълен текст на международни форуми - 60
- доклади на български научни форуми - 31
- автореферати на дисертации - 12

Както се вижда, научната продукция на ЦЛМК като качество е на високо международно ниво, а като количество е представителна за десетгодишния период.

Перспективи на ЦЛМК

Бъдещето на лабораторията е тясно свързано с националната стратегия за развитието на научните изследвания в нашата страна, което от своя страна е обусловено от пътищата за развитие на нейната икономика, респективно от финансирането на приоритетните отрасли. Тази стратегия все още е в процес на обсъждане, но е ясно, че тя в голяма степен ще отговаря на европейската и световна практики, особено след влизането ни в Европейския съюз. А правилата се задават посредством конкурсите за участие в Рамковите програми на ЕС. Финансират се проекти с широко международно участие и формулирани свежи идеи в приоритетни направления, партньорите са оборудвани с адекватна материална база, а екипите са формирани и ръководени от изтъкнати учени.

Ако мислим за следващите пет години, в които се планира 3% от БВП да бъдат заделяни за наука, можем да помечтаем за цялостно обновяване и допълване на апаратурния ни комплекс, така че да бъде използваем за целеви научни изследвания, както и за въвеждане на ясна държавна политика, подкрепена от съответните финансови инструменти, които да стимулират задържането и възпроизвеждането на способните научни кадри, завръщането на емигриралите в чужди научни центрове наши учени и създаването на мотивация в младото поколение. В противен случай ще бъдем обречени.

Затова нашата работа, както и досега, би следвало да се развива в руслото на избраните научни приоритети, като се акцентира върху участието ни в национални програми, кооперирането ни с европейски научни центрове и групи, генерирането на проекти с европейско значение. А междувременно ще ремонтираме и поддържаеме материалната си база, ще се опитваме да мотивираме младите специалисти да се занимават с наука, ще се стремим да привличаеме клиенти и инвеститори и най-важното - ще растем в науката, създавайки висококачествени и конкурентноспособни научни продукти.