

**№25. «Разработка физико-технологических принципов создания монолитных многоэлементных детекторов для регистрации ядерных излучений на базе кремниевых лавинных диодов» (координатор д.ф.-м.н. О.П.Пчеляков) – руководитель блока д.ф.-м.н. А.И.Непомнящих**

---

- Целью работы было выращивание опытной партии галоидных сцинтилляторов (CsI-Tl, CaF<sub>2</sub>-Eu и др.) необходимых размеров. Разработка вариантов оптического сопряжения сцинтилляционных кристаллов с полупроводниковыми детекторами (ИФП, ИГХ).

Кристалл CsI(Tl) является одним из самых интенсивно светящихся сцинтилляторов. Однако он является относительно медленным – длительность свечения составляет порядка 1 мкс. Поэтому в случае использования этого сцинтиллятора постоянная времени формирования сигнала (shaping time) выбирается порядка 6-10 мкс. Свечение CsI-Tl содержит несколько компонент: быстрая компонента – 0,6 мкс, самая медленная компонента – 3,5 мкс, что значительно ограничивает скорость счета. Спектр излучения CsI(Tl) имеет максимум при  $\lambda = 550$  нм и плохо согласуется с характеристикой стандартного фотокатода S-11. С таким фотокатодом амплитуда сигнала от CsI(Tl) составляет обычно 45 % от амплитуды сигнала, получаемого от NaI(Tl). Для CsI(Tl) более подходит фотокатод типа S-20 (85%). Сцинтилляционная эффективность CsI(Tl) даже несколько выше, чем у NaI(Tl). Иодид цезия имеет чрезвычайно низкий уровень собственной радиоактивности.

Сопоставив спектральную чувствительность лавинного фотодиода и спектры свечения различных сцинтилляторов, мы пришли к выводу, что наиболее подходящим сцинтилляционным кристаллом для калибровки лавинного фотодиода, является CsJ-Tl, максимум полосы свечения которого лежит в области 550 нм, что довольно близко к области максимальной спектральной чувствительности фотодиода [Gramsch et al, 2011<sup>59</sup>]. Выход этого сцинтиллятора при регистрации свечения кремниевым фотодиодом ожидается

---

<sup>59</sup> Gramsch E., Avila R.E. and Ferrer J.// IEEE Transactions on Nuclear science, 2001, V. 48, №4, P. 1211-1214.

0.5-0.6 от максимально возможного за счет потери чувствительности фотодиодом при длинах волн меньше 600 нм [Trefilova L., et. al, 2008<sup>60</sup>].

Кристаллы CsI(Tl) были выращены методом Бриджмена-Стокбаргера в кварцевой ампуле в вакууме. Перед выращиванием производилась просушка сырья при температурах 200-300 °С. Для выращивания кристаллов CsI-Tl использовалось сырье марки ОСЧ. Способ получения CsI-Tl включает плавление шихты, содержащей йодид цезия, добавку активирующего йодида таллия, графита в качестве раскислителя, а также дополнительное введение бромистого цезия в количестве 5 мас.% и таллия в количестве 0,6-1,0 мас.% и последующую направленную кристаллизацию при остаточном давлении в ампуле не более 5 мм рт.ст.

Для проведения измерений были выпилены и отполированы 9 образцов размерам 9×9×1 мм, соответствующие размерам активной области фотодиода. Образцы покрывались тефлоновой пленкой и соединялись между собой так, чтобы каждый из кристаллов соответствовал по размерам активной области фотодиода в линейке. Также был изготовлен образец размерами 10×10×10 мм, который для улучшения светосбора также покрывался тефлоновой пленкой.

Сделан обзор сцинтилляционных материалов перспективных для сочленения с кремниевыми фотоприемниками. Установлено, что кристалл CsI-Tl является оптимальным по своим параметрам сцинтиллятором для сочленения с лавинным фотодиодом.

Собрана и опробована аппаратура для роста методом Бриджмена-Стокбаргера гигроскопичных кристаллов. Произведен рост и обработка кристаллов CsI-Tl для сочленения с лавинным фотодиодом.

Измерены сцинтилляционные характеристики кристаллов CsI-Tl. Установлено, что выращенные кристаллы соответствуют требованиям, предъявляемым к сцинтилляционным кристаллам CsI-Tl.

---

<sup>60</sup> Trefilova L., et al. // IEEE Transactions on Nuclear science, 2008, V. 55, № 3, P. 1263-1269.

---

**№27. «Углеводороды Байкала: условия и механизмы формирования и деградации» (координатор академик М.А.Грачев) –  
руководитель блока к.х.н. Г.В.Калмычков**

---

- Проведено изучение изотопных характеристик и компонентного состава углеводородных газов в местах разгрузки метана смешанного (бактериальный+термогенный) типа. Установлено, что образование этой разновидности байкальского метана происходит при участии процессов биodeградации пропана и бутана.

---

**№29. «Химия и минералогия сподуменового сырья Сибири и новые технологии получения литийсодержащих материалов для электрохимической энергетики» (координатор чл.-к. РАН Н.З.Ляхов, д.г.-м.н. А.Г.Владимиров) –  
руководитель блока д.г.-м.н. В.Е. Загорский**

---

- Определены возрастные рубежи и геодинамическая природа наиболее крупных пегматитовых месторождений лития Сибири. Установлено, что во временном интервале от докембрия до кайнозоя наблюдается тесная связь крупных полей сподуменовых пегматитов с обстановками растяжения континентальной литосферы, которые проявляются либо в виде зон долгоживущих глубинных разломов, ограничивающих троговые (рифтогенные) структуры, либо в виде постколлизийных зон сдвигово-раздвиговых деформаций. Первые характерны для докембрия, вторые – для фанерозоя.

Проведен сравнительный анализ литиевых месторождений и рудопроявлений сподуменовых пегматитов Сибири в целях их разработки и инвестиционной привлекательности для атомной и электрохимической промышленности, военной техники. Выявлены общие и особенные черты геологического строения месторождений, а также особенности вещественного состава литиеносных минеральных комплексов, оказывающих влияние на технологию обогащения и полноту извлечения полезных компонентов из руд.

Установлено, что наиболее перспективными для первоочередного освоения являются пегматиты Восточного Саяна (месторождение Гольцовое). Подчеркивается необходимость проведения дополнительных геолого-разведочных, химико-технологических и ревизионных работ с целью

выделения участков с наиболее богатыми литиевыми рудами в пределах Завитинского месторождения (Забайкалье), а также на Гольцовом, Белореченском и Урикском месторождениях (Восточный Саян), месторождении Тастыг (Тыва). Сделан вывод, что сподуменовые пегматиты Сибири могут служить необходимой и достаточной минерально-сырьевой базой для развития литиевой отрасли России.

---

**№34. «Фундаментальные проблемы роста и исследования физических свойств кристаллов, перспективных для электроники и оптики»  
(координатор академик К.С. Александров) –  
руководитель блока д.ф.-м.н. А.И.Непомнящих**

---

- Разработаны возможные варианты подготовки состава шихты для выращивания монокристаллов  $\text{LiF}:\text{Cu}^+$ . Проведено аналитическое исследование (включая метод ЭПР) полученных составов шихты для выращивания монокристаллов  $\text{LiF}:\text{Cu}^+$ .

Для ростовых процедур была модернизирована серийная установка выращивания монокристаллов РЕДМЕД-10М, для предотвращения восстановления меди исключена восстановительная атмосфера и созданы «инертные» условия выращивания.

Проведен поиск оптимальных условий роста и отработка режимов выращивания монокристаллов  $\text{LiF}:\text{Cu}^+$ . Получены монокристаллы фторида лития, активированные ионами меди. Сделан анализ методом атомно-абсорбционной спектроскопии монокристаллов на наличие вводимых примесей.

Методом оптической спектроскопии были выделены пики одновалентных ионов меди, исследованы дырочные и электронные радиационные дефекты, созданные рентгеновским излучением в монокристаллах  $\text{LiF}:\text{Cu}^+$ .

Квантово-химическими неэмпирическими методами рассчитана структура примесных дефектов, деформация решетки их ближайшего окружения, оценены энергии и вероятности оптических переходов для кристаллов  $\text{LiF}:\text{Cu}^+$  и  $\text{NaF}:\text{Cu}^+$ .

---

**№38. «Минеральные озера Центральной Азии - архив палеоклиматических летописей высокого разрешения и возобновляемая жидкая руда»**  
(координатор чл.-к. РАН Е.В.Скляров, д.х.н. В.П.Исупов) –  
руководитель блока к.г.-м.н. О.А.Склярова

---

- Проведены исследования малых озер Забайкалья и Северо-Восточной Монголии, объединенные в системы, которые в первом приближении можно разделить на два типа. К первому типу относятся озерные системы линейных межгорных впадин: Баргузинская, Еравнинско-Гусиноозерская, Ингодинская. Второй тип представлен озерами ареального распространения на обширных территориях Южного Забайкалья и СВ Монголии со слабо расчлененным рельефом: Онон-Борзинская и Восточно-Монгольская. В пределах систем озера разделены на компактные группы, характеризующиеся общими чертами химического состава и типом геохимической эволюции.

На основании изучения микроэлементного состава озерных (около 200 озер) и подземных (более 100 источников, колодцев и скважин) вод выделены элементы, концентрирующиеся в процессе эвапоритизации озерных вод. Рассмотрены перспективы использования малых озер в качестве «жидкой руды» для промышленного извлечения некоторых металлов (Li, U, REE и др.).

---

**№72. «Характер коренных источников алмазных россыпей Севера и Юго-Запада Сибирской платформы и оценка перспектив коренной алмазности этих регионов»** (координатор чл.-к. РАН Н.П.Похиленко) –  
руководитель блока д.г.-м.н. С.И. Костровицкий

---

- Изучен состав барофильных минералов тяжелой фракции кимберлитов, слагающих трубки Западно-Укукитского, Куойкского и Молодинского полей. Проведенная минералогическая паспортизация трубчатых тел показала наличие в пределах каждого из исследованных кимберлитовых полей разных (специфических для каждого поля) распределений составов того или иного минерала-спутника.

Доминирующая часть выполненных анализов состава Pt в большинстве изученных полей являются низкохромистыми, – на графиках они образуют субгоризонтальный тренд. Графики распределения составов Pt в координатах

MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> демонстрируют для разных полей свою индивидуальность (Рис. 86).

Судя по составу граната, литосферная мантия под северными полями представлена преимущественно породами пироксенит-вебстеритового и эклогитового парагенезисов. Отличительной особенностью разреза литосферной мантии под Чомурдахским, Огонер-Юряхским и частично под Мечимдемским полями является высокое содержание пород, насыщенных TiO<sub>2</sub>. Для гранатов из тяжелой фракции кимберлитов трубок Куойкского поля, в отличие от перечисленных выше полей, весомое значение приобретают средне- и высокохромистые лерцолитовые парагенезисы. Эта важная особенность свидетельствует об определенном сходстве состава отдельных участков литосферной мантии под Куойкским полем с литосферной мантией в южных алмазоносных полях. Характерно, что гранаты из большинства трубок Куойкского поля являются низко-Ti (в основном, до 0,2 % TiO<sub>2</sub>).

Породы алмазоносного дунит-гарцбургитового парагенезиса в разрезе мантии или отсутствуют (в большинстве полей), либо находятся в незначительных количествах. Из числа изученных полей наиболее перспективным на алмазы оказалось Западно-Укукитское поле.

Относительно высокое содержание шпинелидов в тяжелой фракции отмечается только в трубках Западно-Укукитского и Куойкского полей, которые отличаются более высокой магниальностью вмещающих кимберлитов. В остальных изученных полях в составе тяжелой фракции доминирует пикроильменит, шпинелиды встречаются редко. В целом по особенностям распределения составов шпинелиды из Западно-Укукитского и Куойкского полей проявляют сходство со шпинелидами из алмазоносных полей. Для состава шпинелидов характерны широкие вариации содержания Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10-60 и 0-57 мас.% соответственно), относительно низкое содержание TiO<sub>2</sub>.

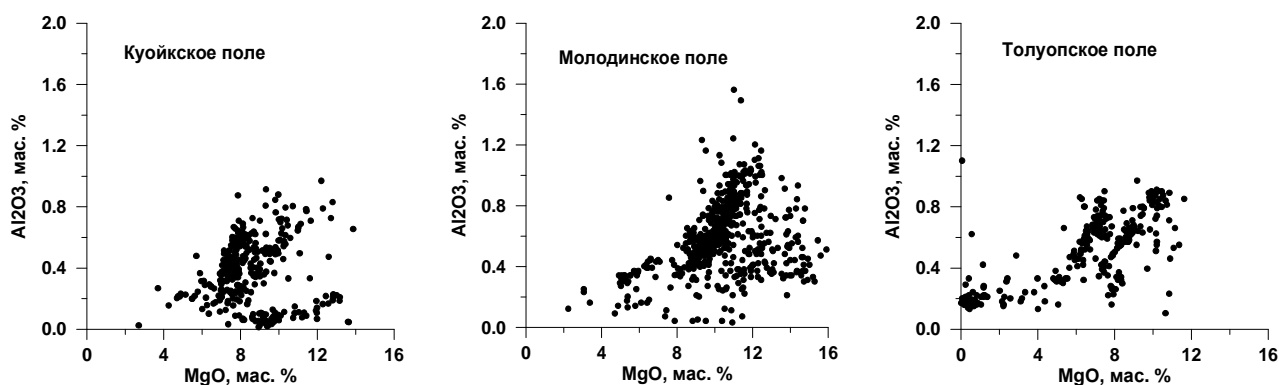


Рис. 86. Обобщенные корреляционные графики MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для Ptm из разных полей.

---

**№92. «Прогноз изменений климата Центральной Азии на основе анализа ежегодных записей в озерных осадках, древесных кольцах и ледниках региона» (координаторы д.г.-м.н. И.А.Калугин, к.г.н. Д.В.Овчинников) – руководитель блока к.г.-м.н. В.А.Бычинский**

---

- Выполненные исследования показали, что состав минералов и их кристаллохимические свойства являются чувствительными индикаторами изменения водного баланса определяемого климатом региона. Изучение болотных и озерных отложений южного и восточного побережий Байкала свидетельствуют о раннем (около 14 тыс. лет назад) наступлении условий, благоприятных для биогенного осадконакопления. Планктоногенный сапропель, формирующийся в ультрапресном озере Очки в предгорьях Хамар-Дабана, в геохимическом отношении резко отличается от органогенных отложений озер Западной Сибири, где определяющими являются гидрокарбонатный кальциевый класс вод, и интенсивное развитие водной растительности в прибрежной мелководной части озер. Дефицит подвижных щелочных и щелочноземельных элементов Na, Mg, K, Ca в сапропеле оз. Очки не восполняется вкладом через планктонный канал и подпиткой термальными водами, благодаря чему в минеральной составляющей сапропеля повышается доля малоподвижных в водной среде Al, Sc, Ti, Cr, Ni. Из приведенных данных следует, что основную палеоклиматическую нагрузку несут тонкодисперсные иллит-сметиты (сметитовые слои и порядок их чередования в структуре). Обнаружение признаков химического выветривания в ледниковые периоды имеет ранг небольшого открытия.

---

**№120. «Кoeволюция климата, природной среды и человека в плейстоцене и голоцене Сибири» (координаторы академик А.П.Деревянко, академик Е.А.Ваганов, академик М.И.Кузьмин) –  
руководитель блока академик М.И.Кузьмин**

---

- В 2011 г. планировалось провести новый этап бурения донных отложений оз. Котокель для получения новых осадочных разрезов с мощностью кернов 15-18 м и ожидаемым возрастом отложений свыше 50 тыс. лет.

1. Из-за длительной процедуры растаможивания ввозимого из Китая оборудования нам не хватило времени для бурения, поскольку у китайских и немецких коллег, которые должны были сами проводить бурение, истекли сроки виз. Однако, мы провели геофизическое изучение мощности донных осадков оз. Котокель, заложив 7 непрерывных продольных и поперечных профилей и измерили батиметрию озера в 2200 точках. Результаты обрабатываются немецкими и китайскими коллегами. В начале 2012 года будет подготовлена совместная публикация этих результатов.

2. Получен и исследован методами пыльцевого, радиоуглеродного анализов керн торфяных отложений из болотного массива у пос. Черемушки, вблизи южного берега озера Котокель. Керн получен с южной окраины верхового болота. Возраст отложений составил более 6 тысяч калиброванных лет, среднее временное разрешение полученной палинологической информации оказалось 150 лет.

Новые детальные датированные палинологические записи среднего – позднего голоцена могут инициировать новый этап геоархеологических исследований в регионе для лучшего понимания взаимосвязи природной среды и социокультурных изменений в регионе.