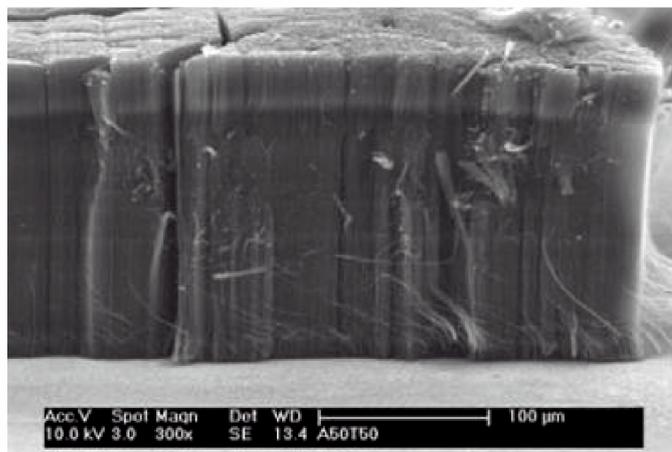
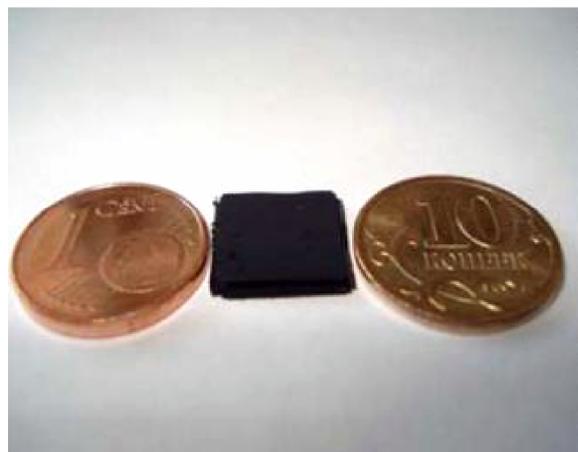
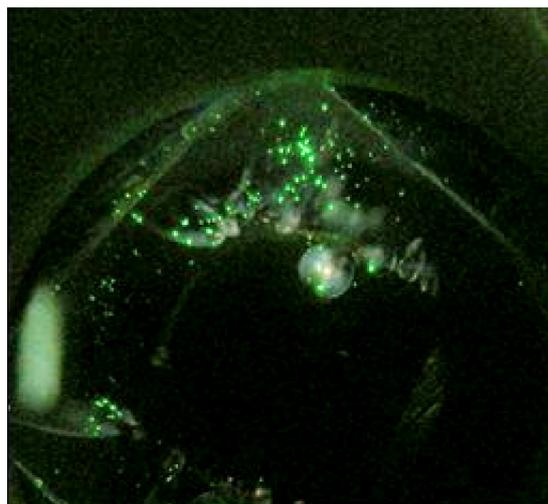
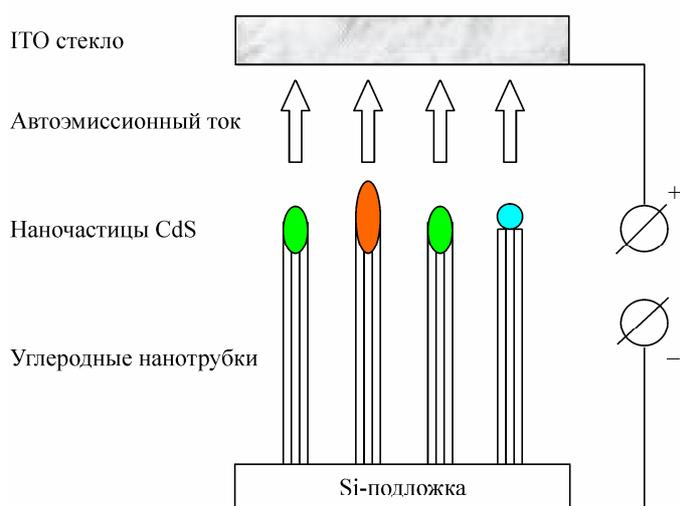


## ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ 5.2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЯ НАНОМАТЕРИАЛЫ

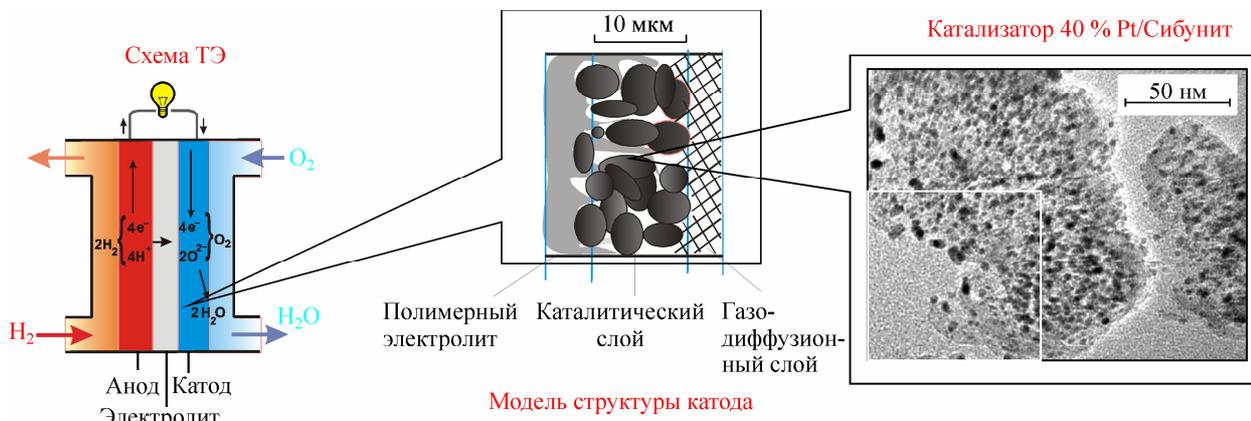
### Программа 5.2.1. Создание нового поколения материалов различного функционального назначения для использования в технике, в медицине, в химической технологии. Химия наночастиц и нанообъектов (координаторы акад. Ф. А. Кузнецов, член-корр. РАН Н. З. Ляхов)

В Институте неорганической химии им. А. В. Николаева разработана методика осаждения наночастиц CdS на поверхности ориентированных углеродных нанотрубок. Изучена зависимость структуры осажденных наночастиц от условий их образования. Обнаружена

электролюминесценция частиц CdS, возникающая в процессе автоэлектронной эмиссии (рис. 14, вверху). Полученный материал может быть использован для создания новых типов светоизлучающих элементов, а также в медицинских и биохимических исследованиях в



**Рис. 14.** Электролюминесцентные свойства — зависимость цветности излучения от размера наночастиц CdS (вверху). Электронная микрофотография массивов углеродных нанотрубок (справа внизу) и фотография образца (внизу, слева).

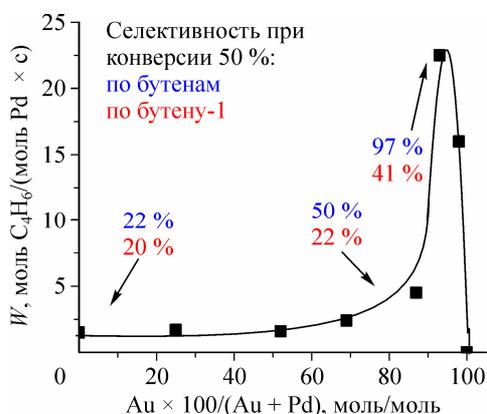


**Рис. 15.** Эффективные электрокатализаторы Pt/Сибунит для катодов  $H_2/O_2$ -топливных элементов с полимерным протонпроводящим электролитом.

качестве сенсоров и люминесцентных меток. Увеличена до 600 Ф/г удельная емкость композиционного материала на основе углеродных нанотрубок, покрытых полианилином (рис. 14, внизу).

В Институте катализа им Г. К. Борескова оптимизированы параметры катодов топливных элементов, такие как структура каталитического слоя и электрохимическая активность. Из отечественных материалов созданы высокоэффективные катализаторы для катодов низкотемпературных топливных элементов (рис. 15). Разработанный катализатор 40 % Pt/Сибунит по активности на единицу массы платины в 2 раза превосходит лучший коммерческий образец благодаря более высокой дисперсности наночастиц нанесенного металла.

В этом же Институте разработан новый способ приготовления нанесенных золотопал-



**Рис. 16.** Зависимость скорости реакции гидрирования дивинила от относительного содержания золота в катализаторе.

ладиевых катализаторов, содержащих однородные по составу частицы твердого раствора одного металла в другом размером 1—6 нм. Исследование синтезированных данным способом катализаторов в реакции гидрирования дивинила показало, что зависимость каталитической активности от состава биметаллических частиц имеет экстремальный вид с максимумом при очень высоком относительном содержании золота (рис. 16). При этом максимальная активность золотопалладиевых катализаторов превосходит активность монометаллического палладиевого катализатора более чем на порядок величины.

В Институте химии твердого тела и механохимии методом гетерогенного допирования синтезирован новый класс материалов — протонные композиционные электролиты в широком диапазоне составов  $(1-x)M_nH_m(XO_4)_p - xA$  ( $M = Cs, Rb, K$  и  $NH_4$ ;  $X = S, P$ ;  $n = 1, 3, 5$ ;  $m = 1, 3$ ;  $p = 1-4$ ,  $A = SiO_2, TiO_2, Al_2O_3$ ). Благодаря высокой протонной проводимости, повышенной термической устойчивости, механической прочности и низкой проницаемости для водорода исследованные электролиты являются наиболее перспективными из известных для использования в качестве мембран среднетемпературных топливных элементов. В композиционных электролитах наблюдается значительный рост низкотемпературной проводимости, исчезновение суперионного фазового перехода (рис. 17), происходит образование разупорядоченных состояний ионных солей при существенном изменении их термодинамических свойств.

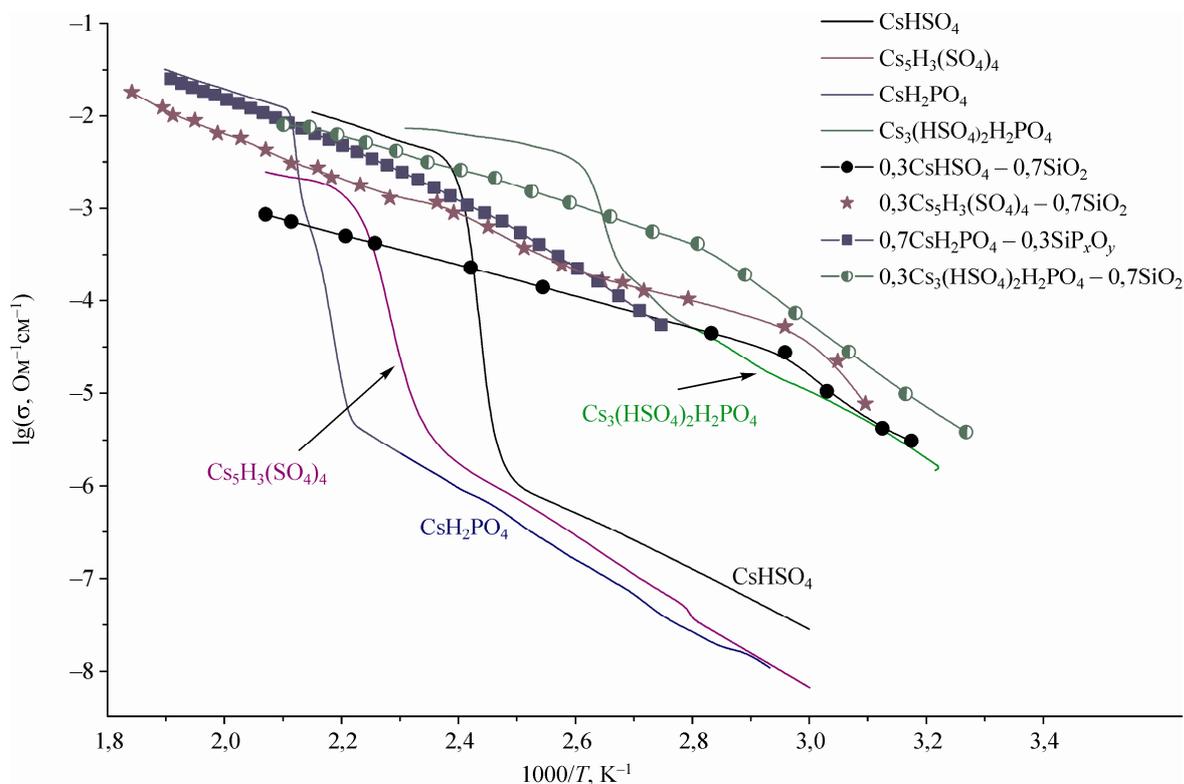


Рис. 17. Температурная зависимость проводимости ряда кислых солей и композитов на их основе.

### Программа 5.2.2. Рост и свойства кристаллов (координатор акад. Ф. А. Кузнецов)

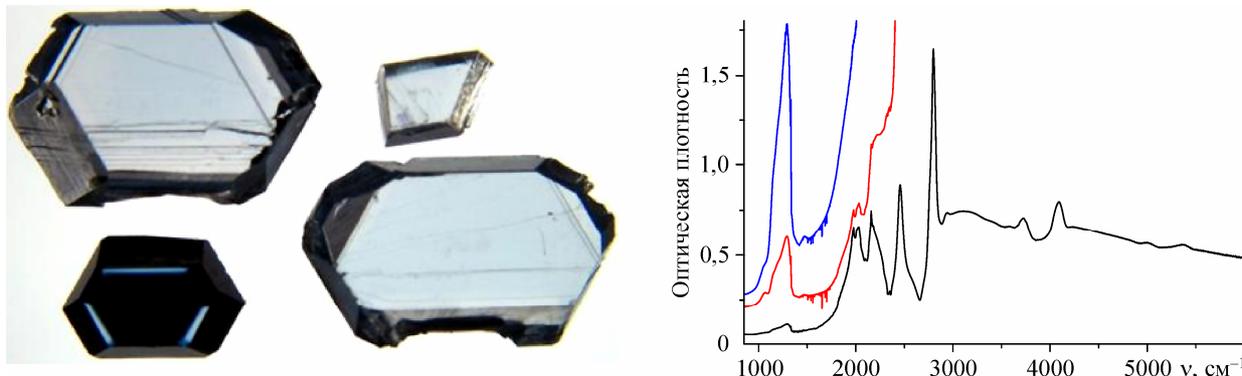
В Институте неорганической химии им. А. В. Николаева для экспериментов по изучению двойного бета-распада впервые успешно выращен моноизотопный по кадмию кристалл  $^{106}\text{CdWO}_4$ . Уникальность задачи заключалась в ограниченном количестве изотопно-обогащенного исходного сырья (265 г в пересчете на  $\text{CdWO}_4$ ), из которого требовалось вырастить кристалл с максимальным коэффициентом использования шихты. Шихта вольфрамата кадмия синтезирована ЗАО «НеоХим» (Москва) из металла  $^{116}\text{Cd}$ , предоставленного Институтом ядерных исследований НАН Украины. При использовании специально изготовленного оборудования из тигля  $\text{Ø}40 \times 100$  мм выращен кристалл  $^{106}\text{CdWO}_4$  весом 230 г, что составляет 87 % от веса исходной шихты (рис. 18, справа). Общие потери исходного материала не превысили 0,8 г. Выращенный кристалл передан в Институт ядерных исследований НАН Украины (Киев). Более полное ис-

следование распада ядер  $^{106}\text{Cd}$  в настоящее время проводится в подземной лаборатории Gran Sasso (Италия).

В Институте геологии и минералогии им. В. С. Соболева для направленного изменения



Рис. 18. Установка для выращивания кристаллов (слева) и моноизотопный кристалл  $^{106}\text{CdWO}_4$  (справа).



**Рис. 19.** Образцы кристаллов алмаза с различным содержанием примеси бора и соответствующие спектры ИК-поглощения.

свойств алмаза при изменении состояния дефектов решетки и примесей разработана процедура отжига при высоких давлениях и температурах ( $P = 6\text{—}7$  ГПа и  $T = 2000\text{—}2200$  °С). Показано, что при этих условиях происходит релаксация дефектов пластических деформаций с образованием азот-вакансионных опти-

ческих центров. Впервые определено влияние отжига при высоком давлении и температурах до 2650 °С на спектроскопические характеристики полупроводниковых кристаллов алмаза, легированных примесью бора (тип IIb) (рис. 19). Установлена высокая стабильность одиночного замещающего атома бора в алмазе.