

ИХС РАН

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт
химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской
академии наук (ИХС РАН)**



Санкт-Петербург
наб. Макарова, д. 2
тел.: (812)328-07-02
факс: (812)328-22-41
ichsran@isc.nw.ru
www.iscras.ru

Лаборатория химии силикатов, которая имела свои научные задачи и административную самостоятельность, была организована И.В. Гребенниковым в 1936 году.

*В будущем она должна была стать основой Академического Института, обладающего высококвалифицированными кадрами и новейшими исследовательскими приборами, целью которого будет проведение фундаментальных и прикладных научных исследований и разработок в области силикатов. **Институт химии силикатов АН СССР** на базе данной лаборатории был создан Постановлением Президиума Академии Наук СССР 13 марта 1948 года, утверждены профиль и структура Института.*



И.В. Гребенников



Вопросами природы стекла и зависимостей его оптических свойств от состава и технологий производства И.В. Гребенщиков начал заниматься еще во время Первой мировой войны. Под его руководством своего рода «научно-производственный концерн» – Лаборатория химии силикатов в ГОИ и два курируемых им завода в Ленинграде (ЛенЗОС) и в Изюме (ИЗОС) позволили полностью отказаться от импорта оптического стекла.

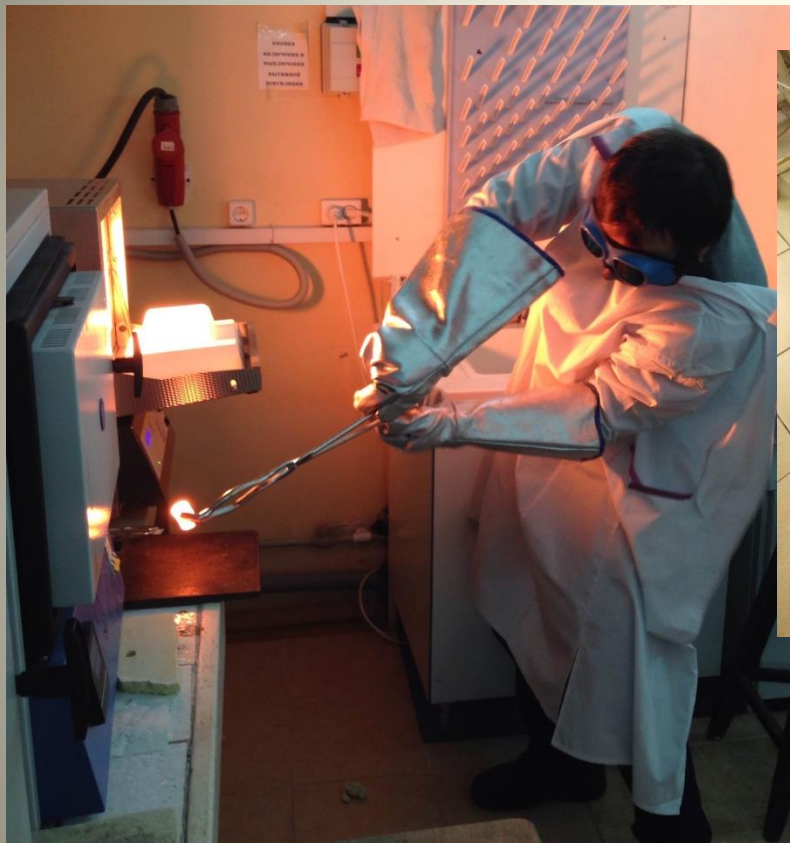


В Институте химии силикатов проводятся исследования, направленные на создание новых материалов и технологий изготовления стекла, керамики, высокотемпературных защитных покрытий для авиакосмической и ракетной техники, глубоководного и надводного флота, строительства, электротехники и микроэлектроники, химической промышленности и других областей народного хозяйства России.

- ❖ развита теория химической устойчивости стекол*
- ❖ решена проблема минералообразования цементного клинкера*
- ❖ созданы новые огнеупорные материалы*
- ❖ открыто явление фазового разделения и микронеоднородного строения стекла (созданы новые оптические материалы).*
- ❖ заложены физико-химические основы градиентной оптики,*
- ❖ развита теория ионообменных процессов в стекле,*
- ❖ разработана теория прочности керамических материалов при интенсивных механических и тепловых нагрузках (созданы первые отечественные броне-конструкции для бронежилетов и машин).*

Впервые синтезировано несколько сот новых химических соединений. Создано новое поколение цеолитов и катализаторов, резисторов и конденсаторов, температуроустойчивых защитных покрытий.

СИНТЕЗ СТЕКЛООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОБРАБОТОК

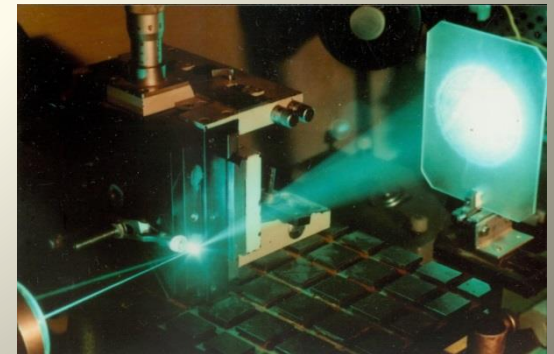
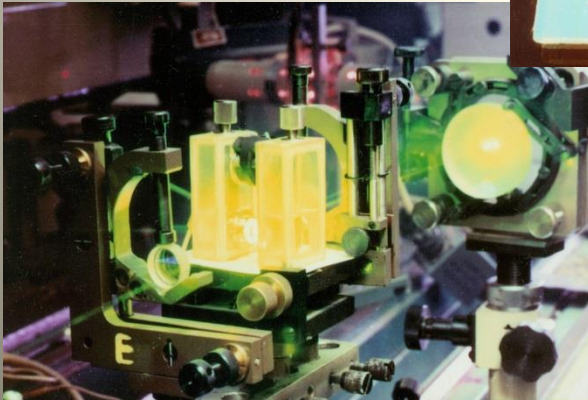
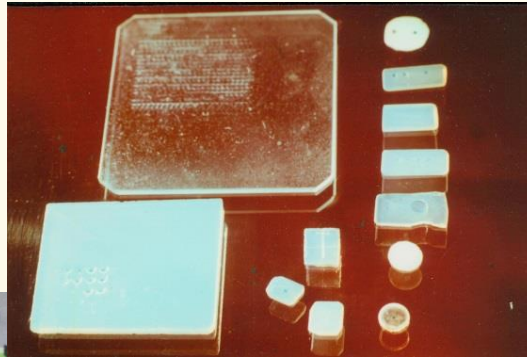


Процесс закалки и варки стекла

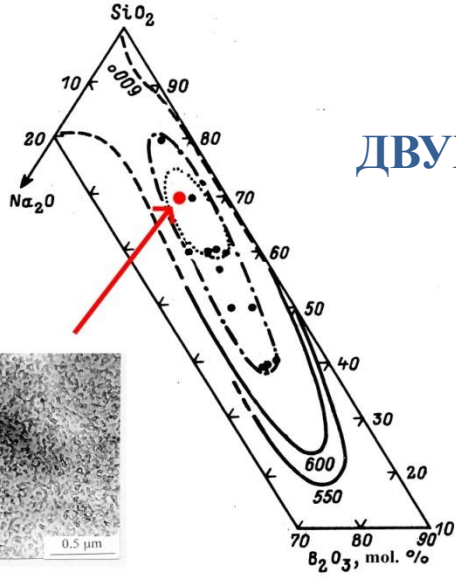
Нанопористые стекла

Применяются как:

- Разделительные мембраны
- Адсорбенты
- Базовые матрицы для композиционных материалов, кварцoidных стекол, лазерных элементов, микроэлементов для создания интегральных оптических схем
- Нанопористые элементы функционального назначения



ДВУХФАЗНЫЕ ЩЕЛОЧНОБОРОСИЛИКАТНЫЕ СТЕКЛА



ПОРИСТЫЕ СИЛИКАТНЫЕ СТЕКЛА (95 – 98 % SiO₂)

Лазерная обработка

Спекание

Импрегнирование

Микрооптические
элементы

Кварцoidные
стекла

Композиционные
стекломатериалы

интегральная
оптика, оптоэлектроника

волоконная
оптика

нано-, микро-
электроника

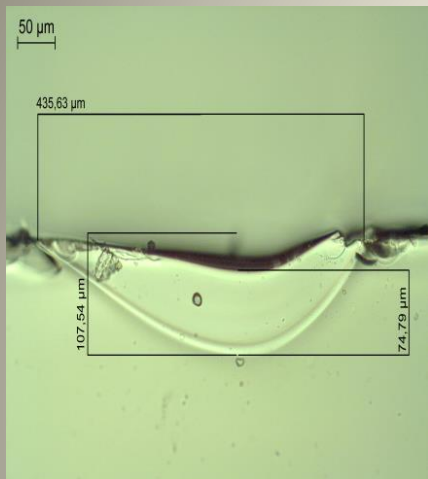
ИХС РАН
(совместно с НИУ ИТМО)

ИХС РАН

ИХС РАН
(совместно с НЦВО РАН)

ИХС РАН

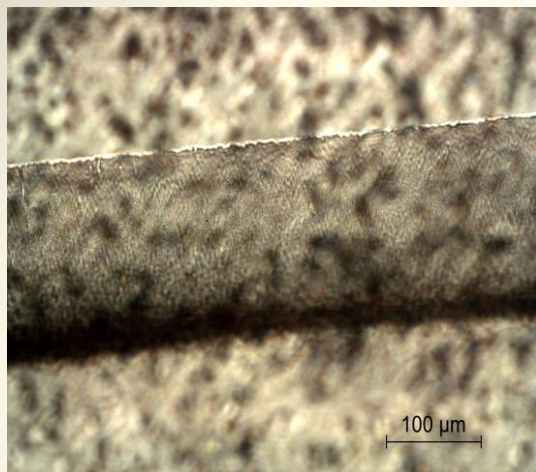
СИЛИКАТНЫЕ СТЕКЛОБРАЗНЫЕ ПОРИСТЫЕ МАТРИЦЫ/ПОДЛОЖКИ ДЛЯ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОПТИКИ И ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ



Боковой торец

Фотография в отраженном свете ПС-подложки с планарным волноводом, сформированным при воздействии излучения CO₂-лазера

Область применения: при изготовлении разветвителей, соединителей, интерферометров и других элементов интегрально-оптических систем, а также элементов фотонных приборов



Вид сверху

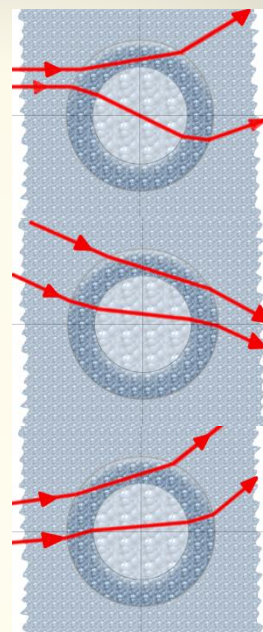
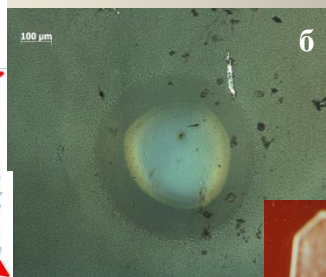
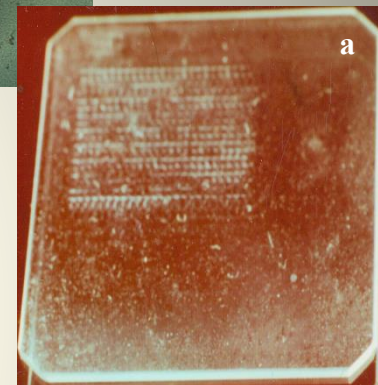


Схема хода лучей параллельные, сходящиеся, расходящиеся

Область применения: в оптоэлектронных устройствах обработки сигнала (фокусировка излучения матриц лазерных источников или светодиодов в матрицу одномодовых волокон или на соответствующий элемент дисплея), в системах построения изображений и в лазерной технике для преобразования лазерных пучков и в системах определения распределения мощности по сечению пучка

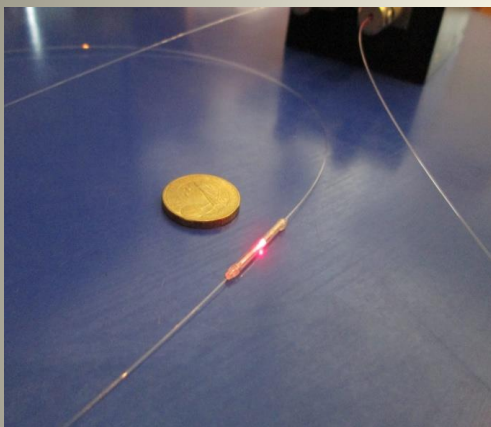


Фотографии микрооптического растра на подложке из пористого стекла (а) и одного из элементов растра (б)



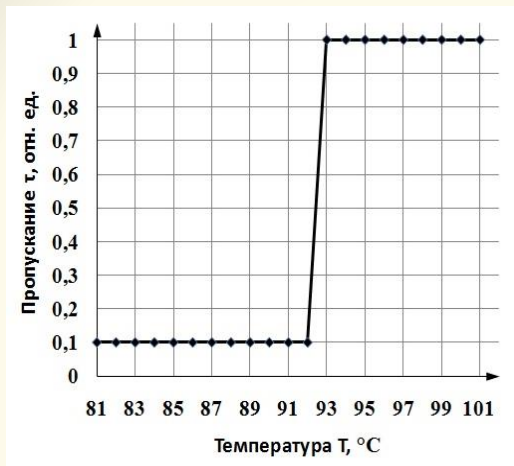
СИЛИКАТНЫЕ СТЕКЛООБРАЗНЫЕ ПОРИСТЫЕ МАТРИЦЫ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕНСОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Волоконно-оптический датчик температуры (ВОДТ)



Чувствительный элемент – пористое стекло, заполненное веществом, температура ФП «Т-Ж» которого отвечает заданной пороговой температуре измерений

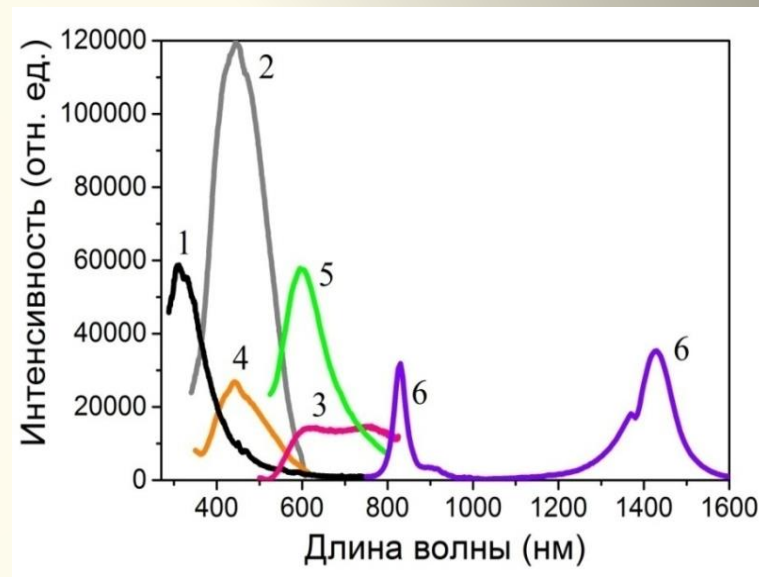
Область применения - мониторинг устройств промышленных систем электроэнергетики (мощных трансформаторов, линий передачи, переключателей, реакторов и др.) в условиях воздействия сильных электромагнитных полей



Температурная зависимость пропускания ВОДТ

СИЛИКАТНЫЕ СТЕКЛООБРАЗНЫЕ ПОРИСТЫЕ МАТРИЦЫ ДЛЯ НОВЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ВИСМУТ-СОДЕРЖАЩИХ КВАРЦОИДНЫХ СТЕКЛОЛ (ВКС)

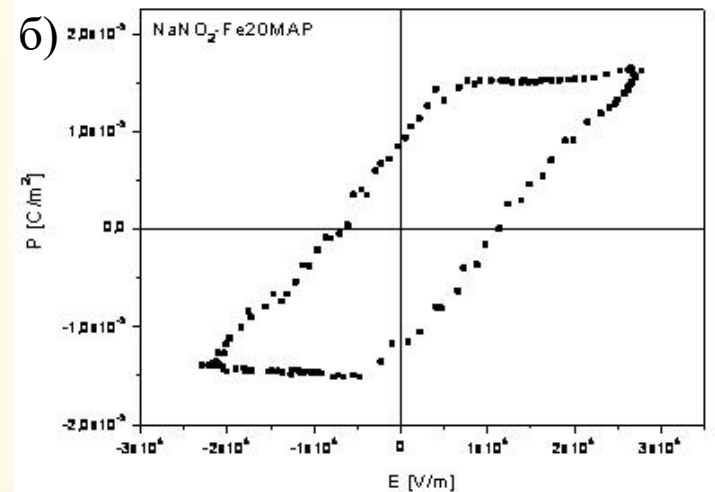
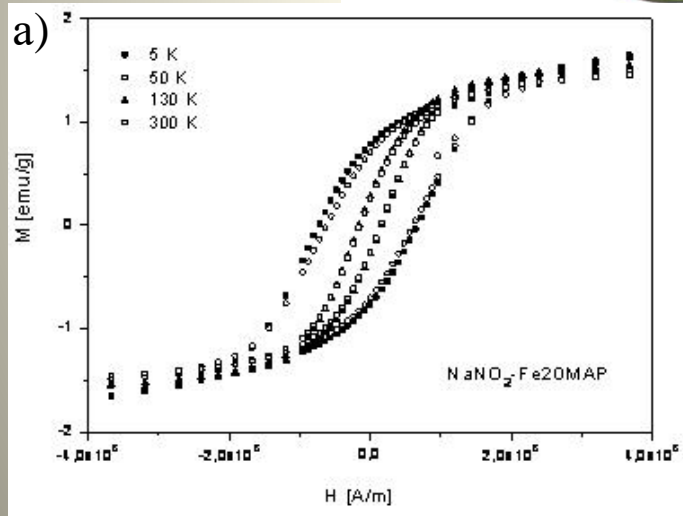
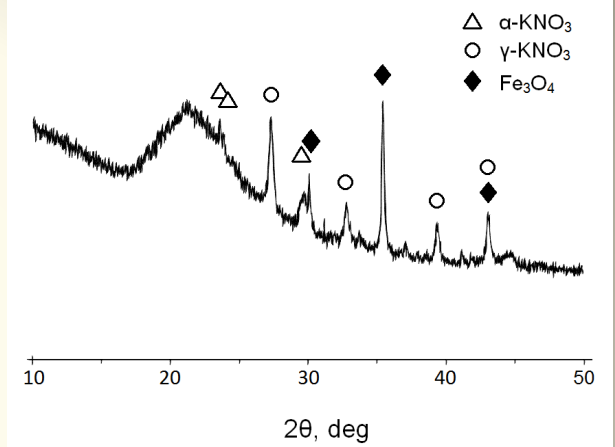
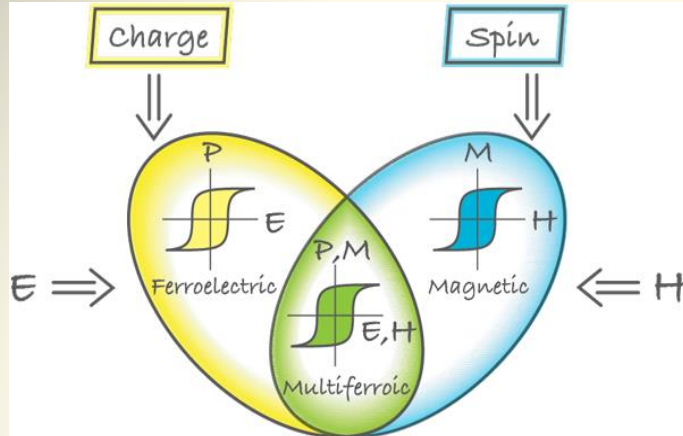
Композиционные материалы



Спектры люминесценции:
ПС-матрица (1), КС (2), ВКС (3-6)

Область применения – заготовки для световодов с лазерной генерацией в инфракрасном спектральном диапазоне и различных устройств на их основе, предназначенных для оптимизации элементов волоконно-оптических линий связи

НАНОПОРИСТЫЕ СИЛИКАТНЫЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИЕ ФЕРРОМАГНИТНЫЕ МАТРИЦЫ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ СТЕКЛООБРАЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ГЕТЕРОГЕННЫЕ МУЛЬТИФЕРРОИКИ) НА ИХ ОСНОВЕ



*Магнитный (а)
и
электрический
(б) гистерезис*

Область применения – микроэлектроника, спинтроника (для создания элементов долговременных носителей информации с высокой стабильностью и надежностью работы (FeRAM, FLESH-памяти), конденсаторов нанометрового размера с высокой емкостью, микроскопических источников питания, интегрируемых с ячейками MEMS и т.п.

ИОНООБМЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СТЕКОЛ С ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

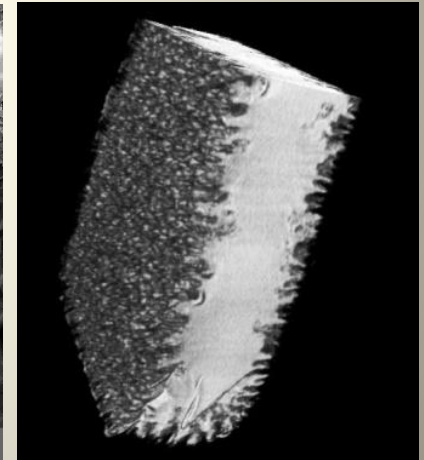
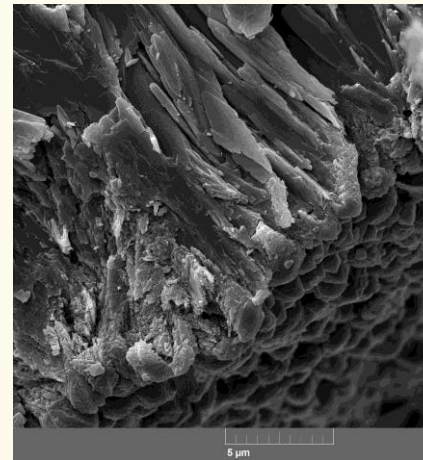
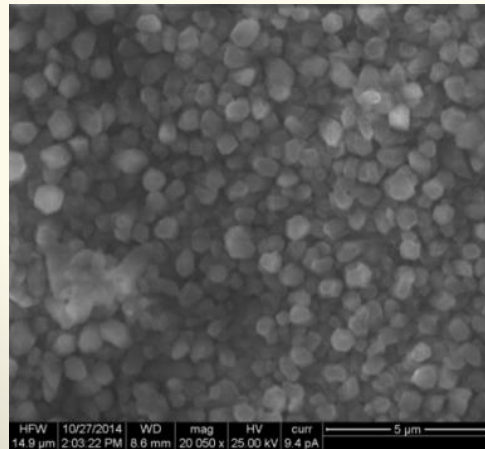
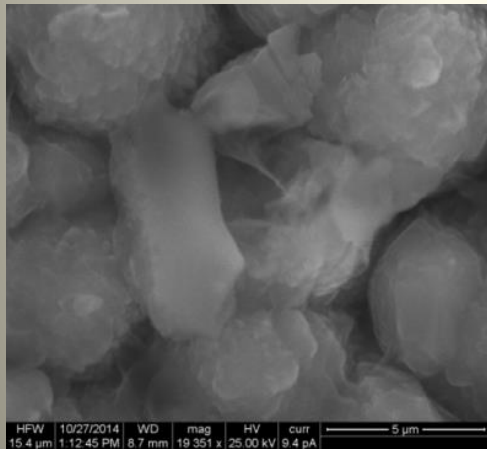
Пористые пластины и гранулы перспективны при создании композитов разнообразного функционального назначения для применения в микроэлектронике, сенсорике, оптике, катализе, медицине и других отраслях науки и техники.

В настоящей работе получены пористые стекла методом ионного обмена между щелочными катионами модельного стекла и расплавом солей.

Установлено, что в стекле $K_2O-BaO-SiO_2$ после ионообменной обработки, формируется пористая структура:

$LiNO_3$ - полимодальное распределению пор по размеру 1,5-3 нм, 10-50 нм и >1000 нм;

$NaNO_3$ - бимодальное распределению пор по размеру от 1,5 до 2 нм и от 500 до 1000 нм.



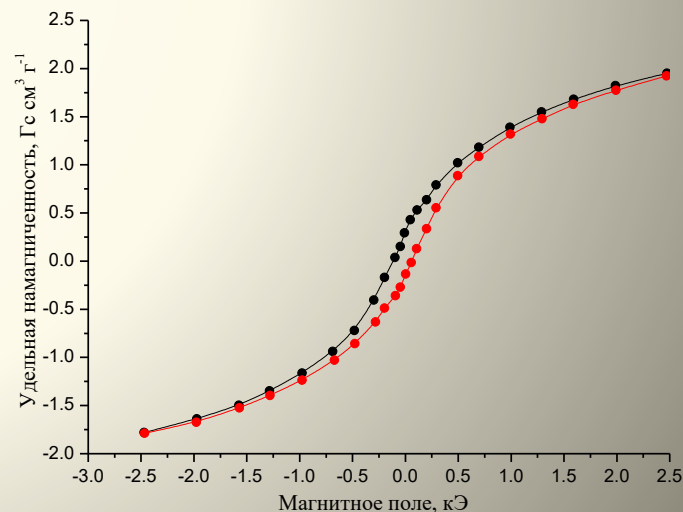
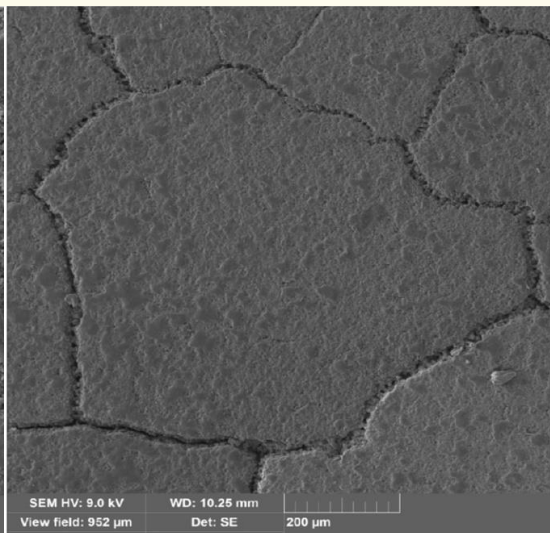
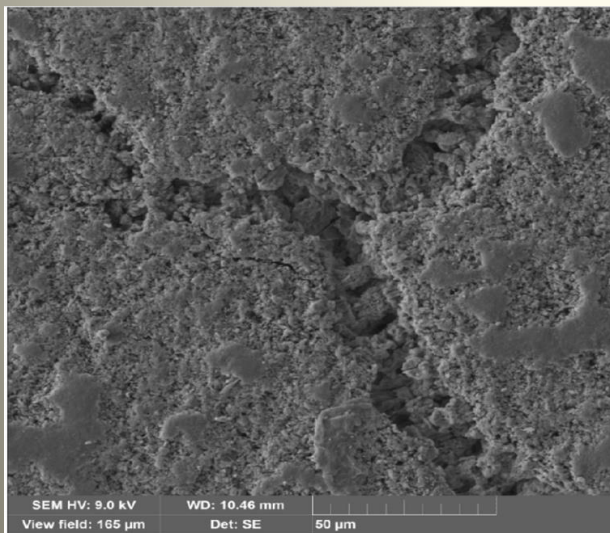
СОЗДАНИЕ МАГНИТНЫХ СТЕКОЛ С ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Ионообменная обработка $K_2O-Fe_2O_3-SiO_2$ стекла в $NaNO_3$ и $LiNO_3$ приводит к формированию пористой структуры:

полимодальное распределению пор по размеру 1-10 нм и >1000 нм;

бимодальное распределению пор по размеру 1-10 нм и от 50 до 100 нм.

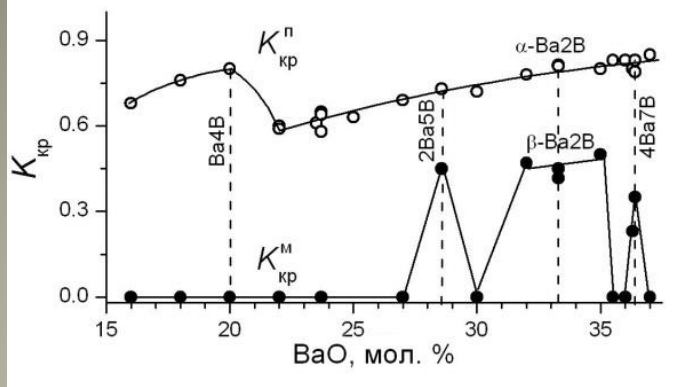
Установлено, что исходное стекло KFeSi является парамагнитным, после проведения предварительной термообработки и ионообменной обработки в стекле отчетливо фиксируется ферромагнитная составляющая (о чем свидетельствует наличие гистерезисной зависимости намагниченности от напряженности магнитного поля). Так же установлено, что величина намагниченности стекло KFS обработанное в $NaNO_3$ наиболее подвержено намагничиванию, удельное соотношение намагниченности данного стекла больше на 18,081% по сравнению со стеклом, обработанным в $LiNO_3$.



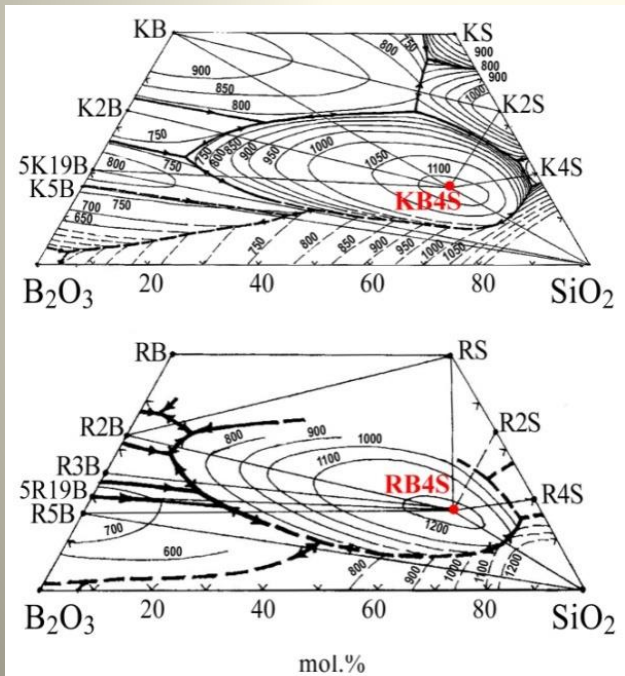
СЭМ-изображение поверхности стекла KFS/ $LiNO_3$

Кривая намагниченности
стекла KFeSi

ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И ЛИКВАЦИЯ

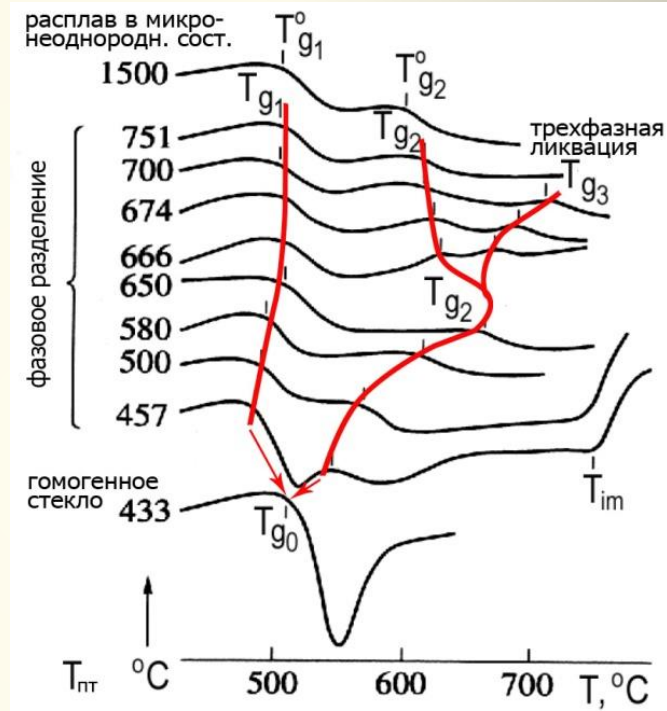


*Кристаллизация стекол
в двойных системах*



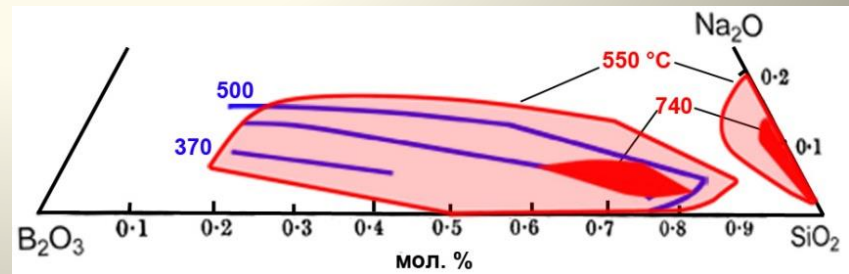
*Фазовые диаграммы тройных систем
 $K_2O-B_2O_3-SiO_2$ и $Rb_2O-B_2O_3-SiO_2$*

Нижняя граница купола ликвации $Na_2O-B_2O_3-SiO_2$



*Кривые ДТА
стекол,
выдержанных
при разных
температурах
от 2 до 2000 ч*

Изотермы верхней и нижней поверхности области ликвации системы $Na_2O-B_2O_3-SiO_2$



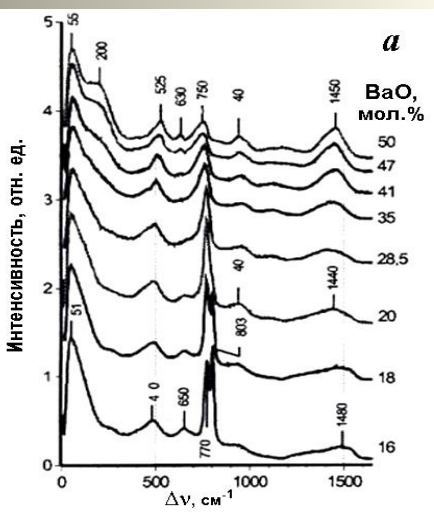
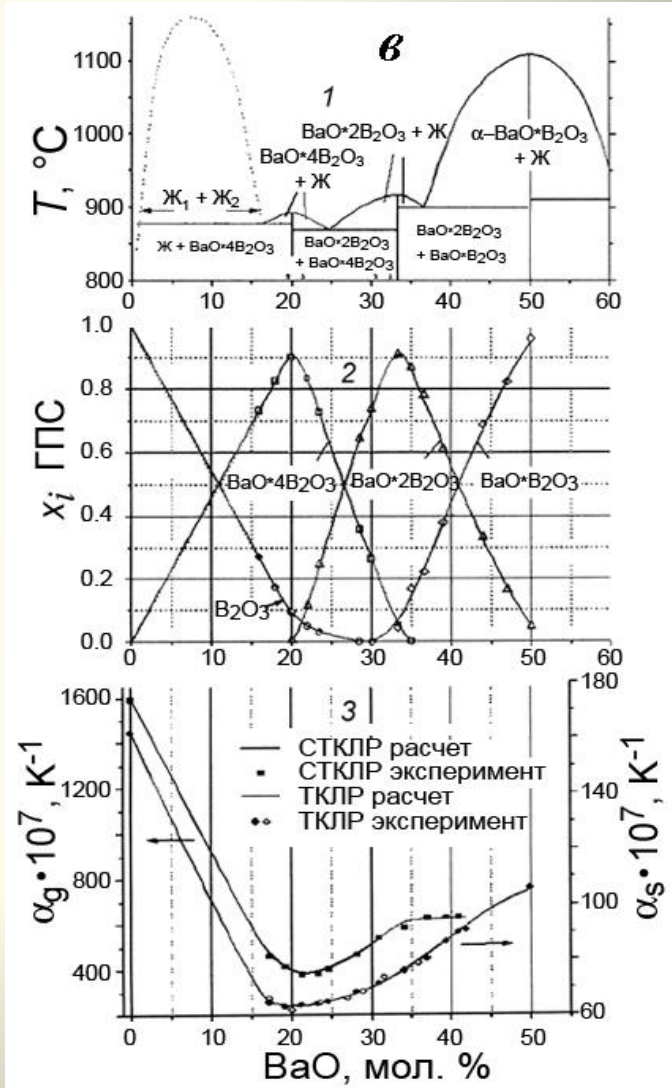
ВЫДЕЛЕНИЕ ГРУППИРОВОК ПОСТОЯННОЙ СТЕХИОМЕТРИИ (ГПС), ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СВОЙСТВА ОКСИДНЫХ СТЕКОЛ, НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ BaO-B₂O₃ МЕТОДОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

- Исследовано более 30 стеклообразующих систем.
- Выделение ГПС позволило:
- рассчитывать свойства стекол
- предсказывать кристаллические соединения

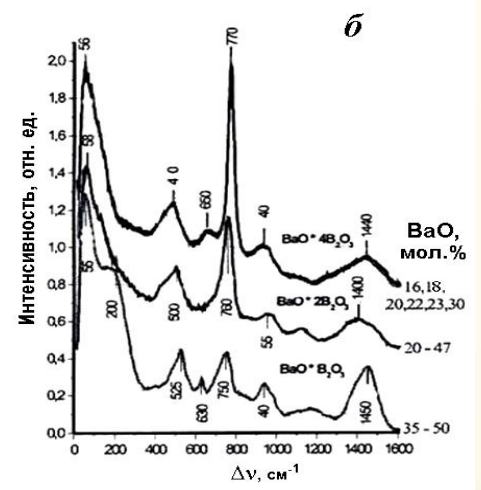
Фазовая диаграмма системы BaO-B₂O₃

Группировки постоянной состава (ГПС)

Расчет свойств стекол на основании выделенных ГПС



Спектры КР стекол системы BaO-B₂O₃

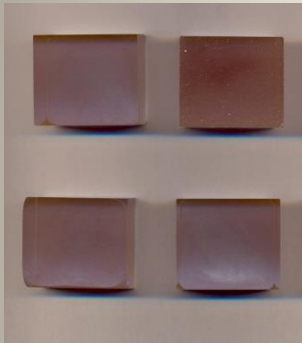


Выделенные из спектров КР постоянные спектральные формы

ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СТЕКЛА И ФОТОСИТАЛЛЫ

В ситаллах - стеклокристаллических материалах, изготовленных из фоточувствительных стекол, получают непрозрачные белые или цветные трехмерные изображения. Различная растворимость кристаллической и прозрачной стекловидной фаз открывает возможности получения выпуклого изображения и производства из фотоситаллов технических изделий с сеткой прецизионно выполненных отверстий любого сечения

а)



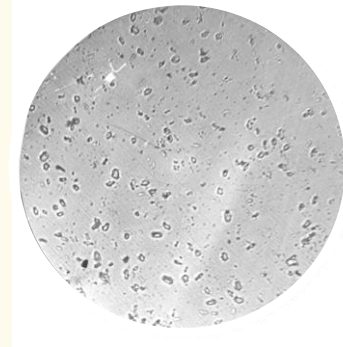
б)



с)



д)



**Закристаллизованные
золотосодержащие
стекла**



*Внешний вид исходных (а) и облученного и закристаллизованного образцов стекла (б)
Режим термообработки 450 °С 24 часа (зарождение) и 600 °С 10 мин (проявление)*

Фотографии кристаллов в стеклах после термообработки: с) в облученной части и д) в необлученной части стекла (Увеличение 150х)

Сегодня, разработанные сотрудниками ИХС РАН, фотоструктурированные серебро- и золотосодержащие стекла на основе литиевосиликатной системы широко используются для создания микро-электро-механических устройств, элементов микрофлюидики и лабораторий на чипе. Это обусловлено тем, что в фотоструктурированных стеклах можно локально управлять структурно-фазовыми изменениями посредством фотооблучения, термической обработки и химического травления



ИХС РАН совместно с Российской академией наук с января 1975 г. является учредителем журнала «Физика и химия стекла» (ISSN: 0132-6651, издательство НАУКА), входящего в число лучших журналов Отделения химии и наук о материалах по уровню цитируемости. С 1992 г. выходит в свет англоязычная версия журнала «Glass Physics and Chemistry» (ISSN: 1087-6596, издательство Springer). В журнале публикуются обзорные и оригинальные статьи, посвященные вопросам неорганической и физической химии, неорганических материалов, стекла и керамики, высокотемпературных оксидов

покрытий, наночастиц, наноструктур и нанокompозитов. Журнал индексируется в РИНЦ и международных реферативных базах данных и системах цитирования Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, Springer, Academic OneFile, ChemWeb, Chemical Abstracts Service и т.д. Он входит во II квартиль в базе цитирования Web of Science.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН)

<http://www.iscras.ru>

Постоянно действующий научно-практический семинар "Физикохимия стекла и стеклокристаллических материалов"

