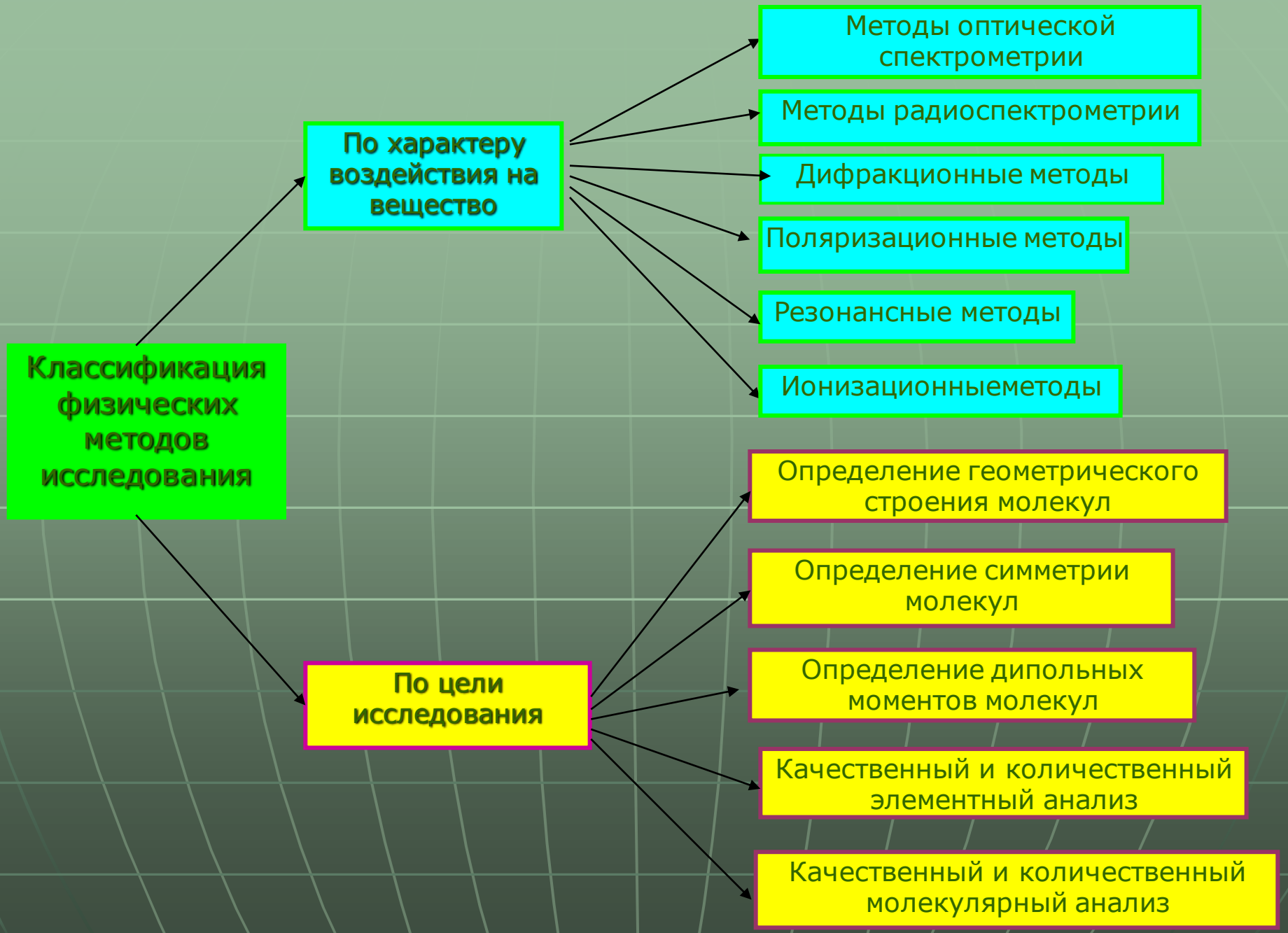
Введение в дисциплину

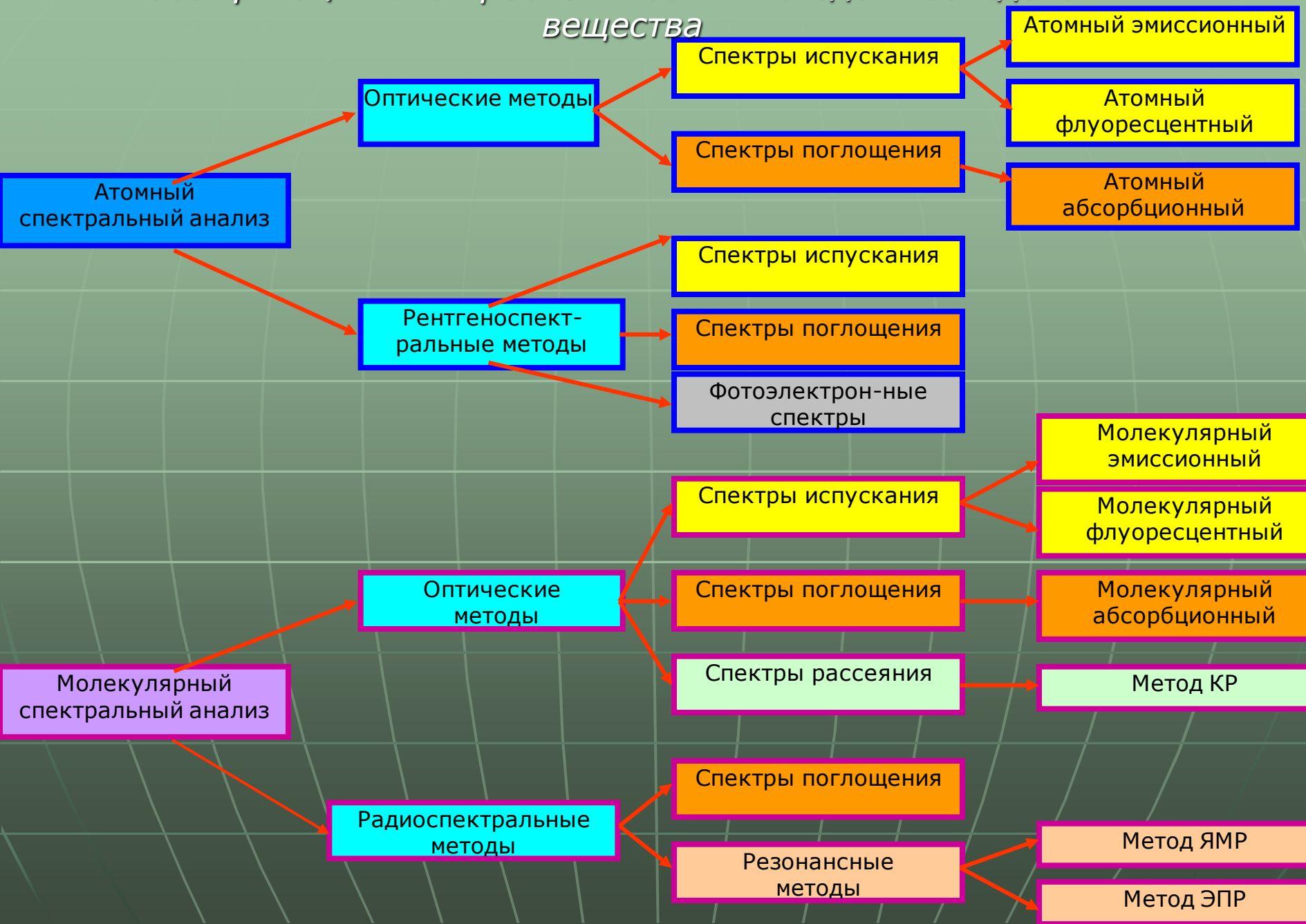
1 Сущность и классификация физических методов исследования вещества

2 Классификация спектроскопических методов исследования

3 Методологическая основа методов исследования


Классификация физических методов исследования
По характеру воздействия на вещество
Методы оптической спектрометрии
Методы радиоспектрометрии
Дифракционные методы
Поляризационные методы
Резонансные методы
Ионизационныеметоды
По цели исследования
Определение геометрического строения молекул
Определение симметрии молекул
Определение дипольных моментов молекул
Качественный и количественный элементный анализ
Качественный и количественный молекулярный анализ

Классификация спектроскопических методов исследования вещества



Основатель направления спектроскопия атмосферы в Институте оптики атмосферы СО РАН

академик Владимир Евсеевич Зуев

на этапе формирования экспериментальных программ сделал выбор в пользу комплексного развития методов лазерной спектроскопии, которые обеспечивали:

- **спектральное разрешение $10^{-2} \div 10^{-4}$ см$^{-1}$;**
- **высокую чувствительность по коэффициенту поглощения до 10^{-9} см$^{-1}$;**
- **высокую скорость регистрации спектров на интервалах времени $10^{-6} \div 10^{-3}$ с;**
- **высокую интенсивность квазимонохроматического излучения, для исследования эффектов нелинейного взаимодействия лазерных пучков с молекулярными газами в задачах нелинейной атмосферной оптики.**

Техника спектроскопии ВР в ИОА им. В.Е. Зуева СО РАН

1970 – 2010 гг.

- Лазерные спектрофотометры с перестраиваемыми лазерами видимого и ИК-диапазона
- Внутрирезонаторные лазерные спектрометры
- Оптико-акустические лазерные спектрометры

2007 – 2010 гг.

- Фурье-спектрометры высокого разрешения

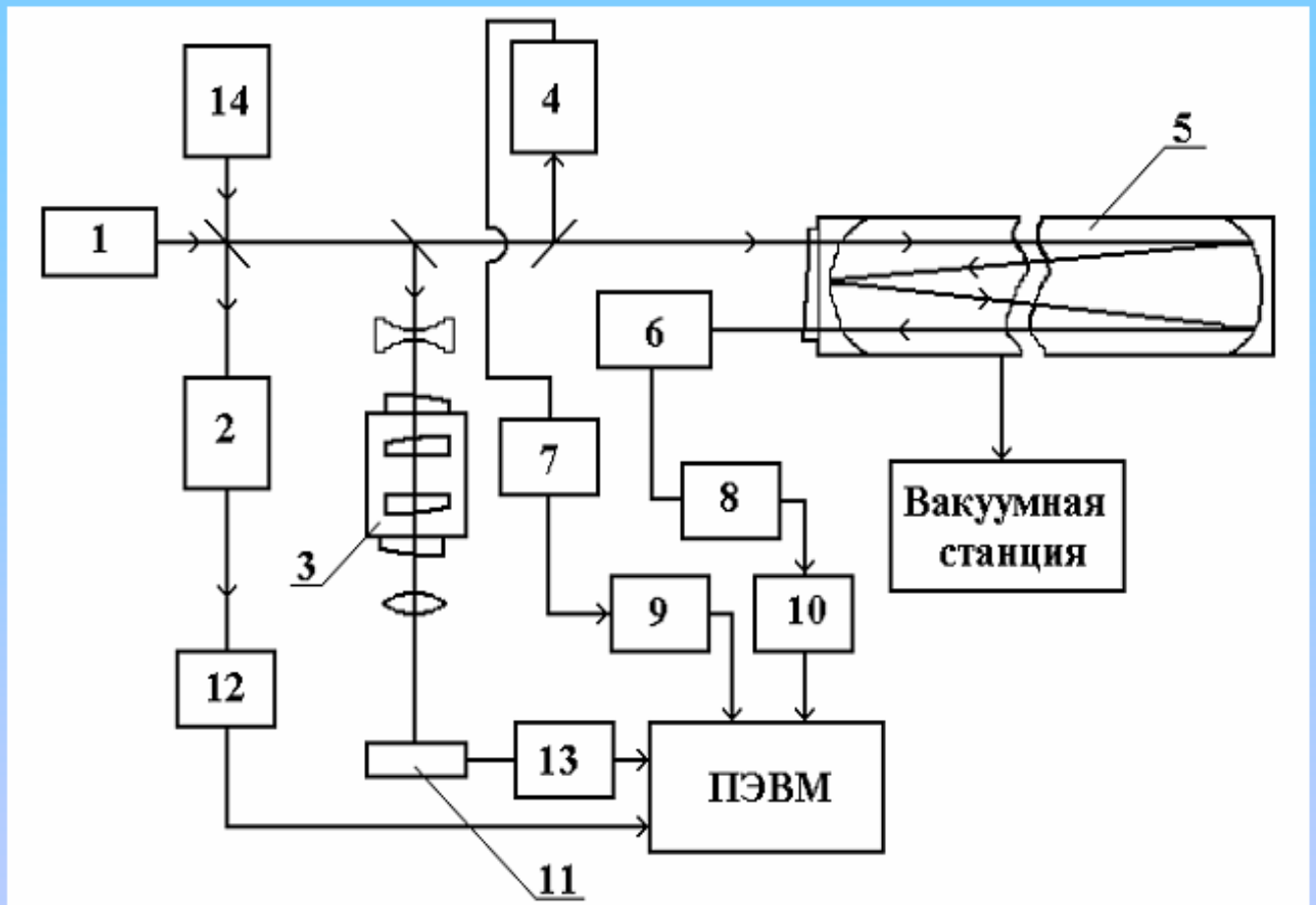
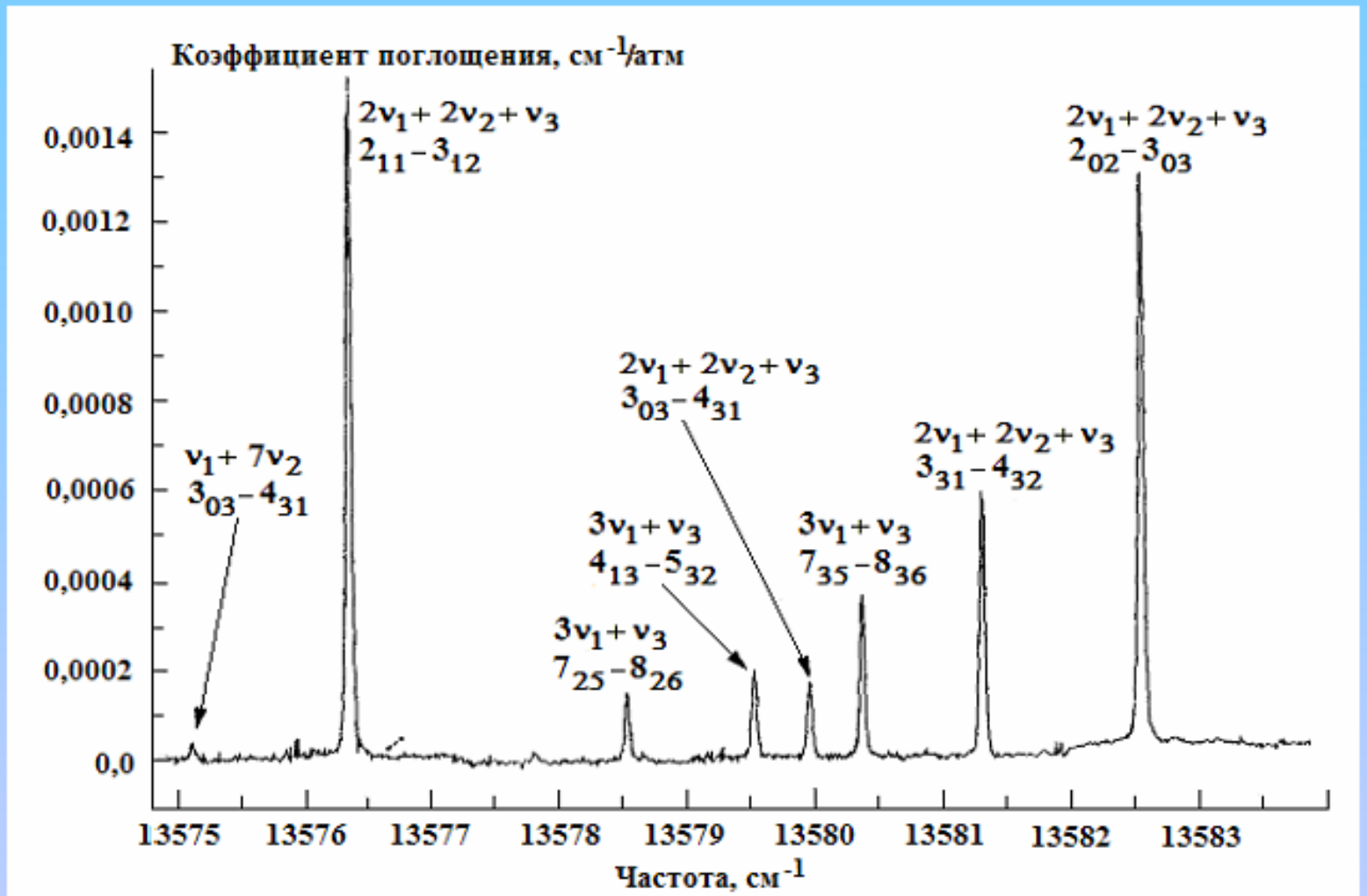


Схема лазерного спектрофотометра с многоходовой кюветой

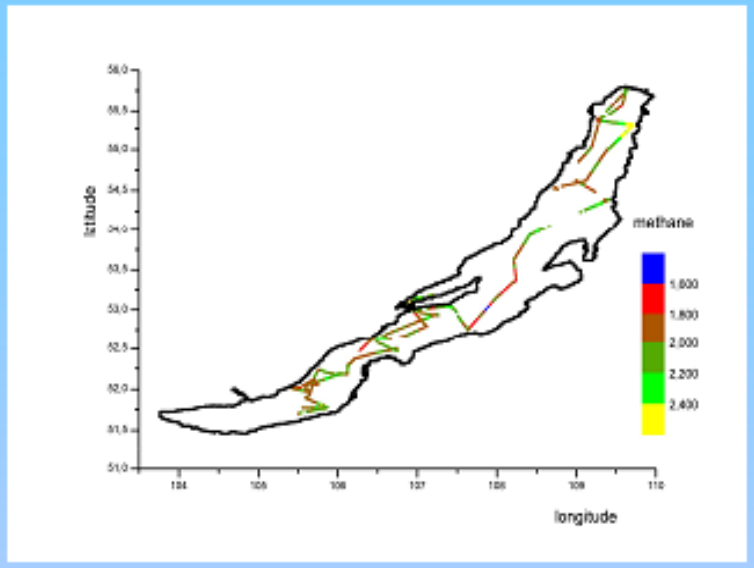
Основные характеристики спектрофотометра

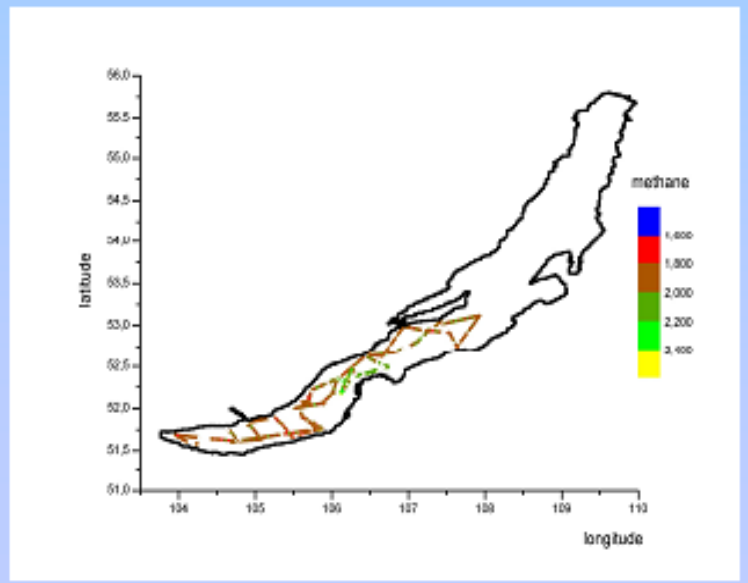
Параметры МГК	
– длина, м	30
– диаметр, м	1,1
– диапазон давлений, мм рт.ст.	$5 \cdot 10^{-5} – 10^{3}$
– диапазон температур, К	288–350
– длина оптического хода, м	60–1800
Параметры лазера	
– диапазон перестройки, нм	720–780
– ширина спектра излучения, $см^{-1}$	$< 5 \cdot 10^{-3}$
– шаг перестройки, $см^{-1}$	$\geq 5 \cdot 10^{-3}$
– частота следования импульсов, Гц	≤ 10
– длительность импульса, с	$\geq 180 \cdot 10^{-9}$
– энергия в импульсе, Дж	$\geq 10^{-3}$
Параметры системы регистрации	
– погрешность определения центров линий, $см^{-1}$	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$
– погрешность измерения пропускания кюветы с газом, %	≤ 1
– погрешность измерения давления, мм рт.ст.	$\leq 0,1$
– пороговая чувствительность, $см^{-1}$	$5 \cdot 10^{-8}$

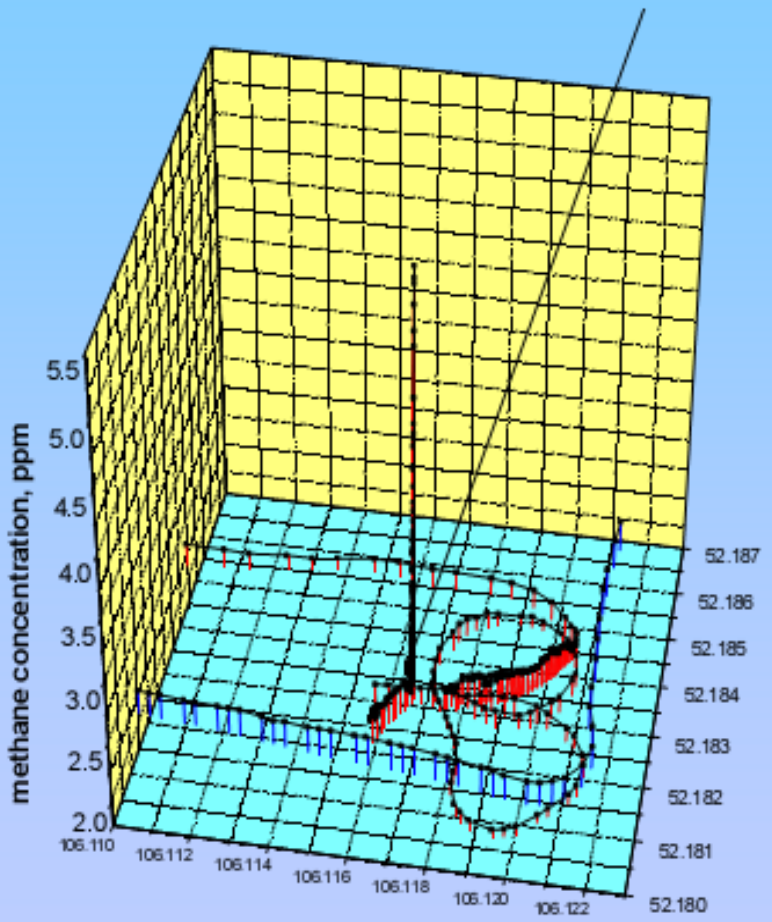


Фрагмент спектра поглощения H_2O в области перестройки лазера на александрите (спектрофотометр с 30-метровой кюветой)

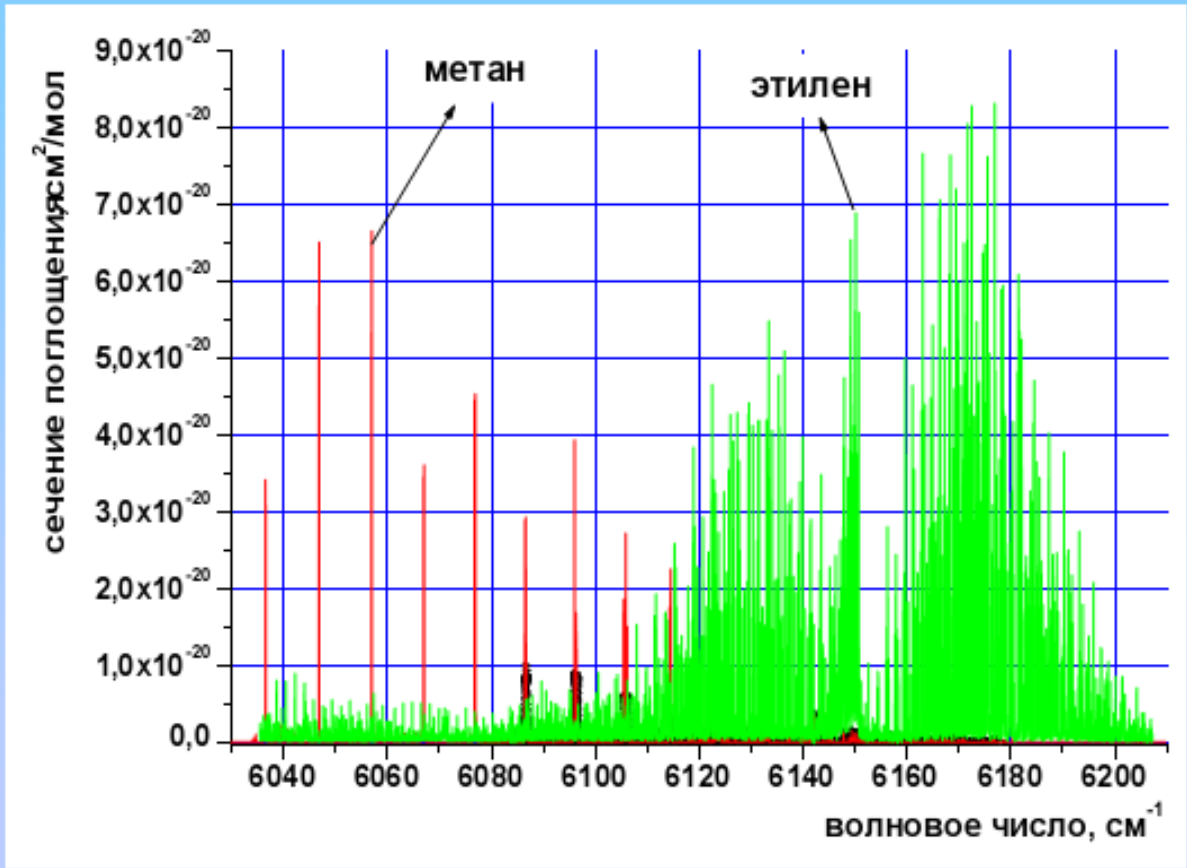
Определение концентрации метана в акватории Байкала





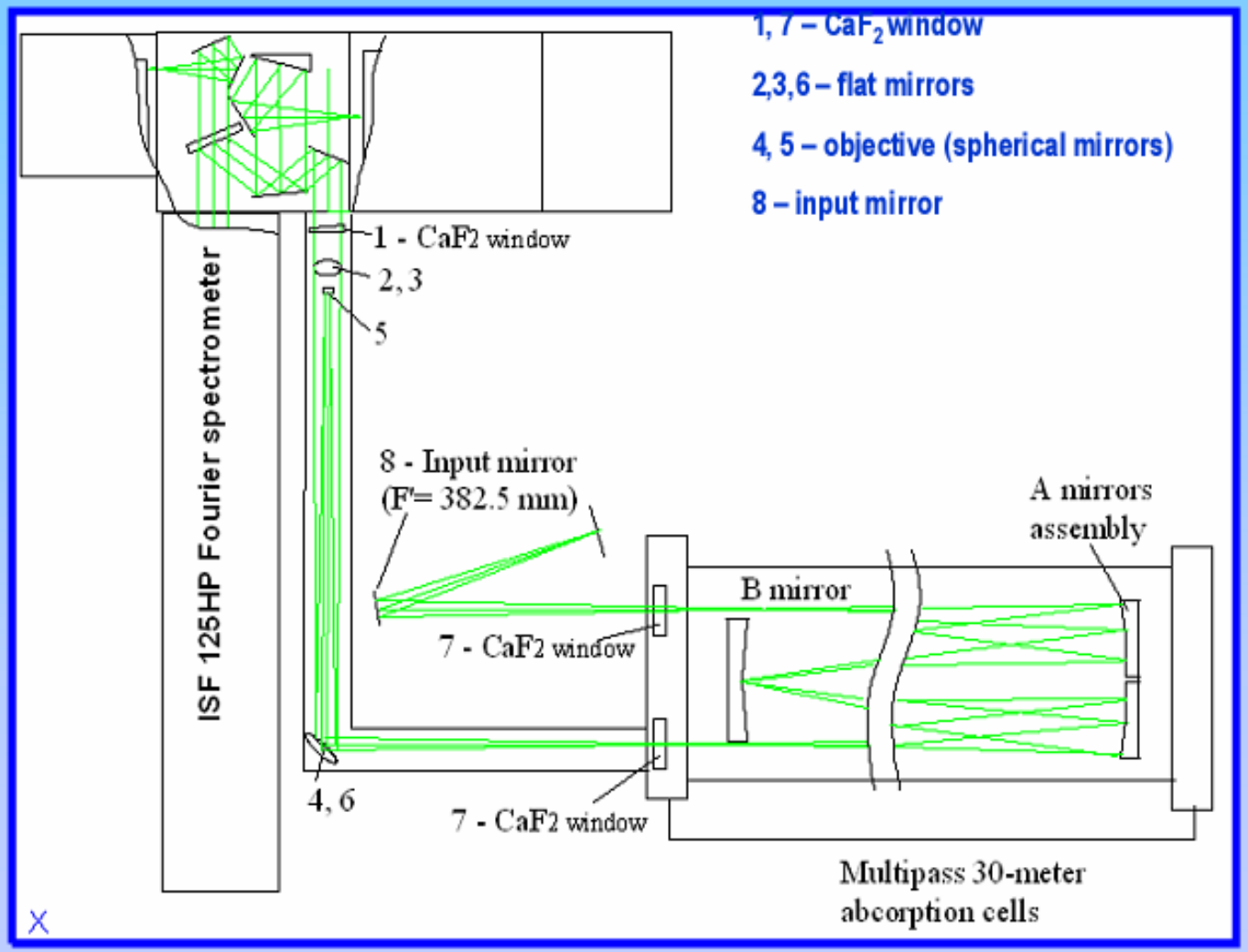


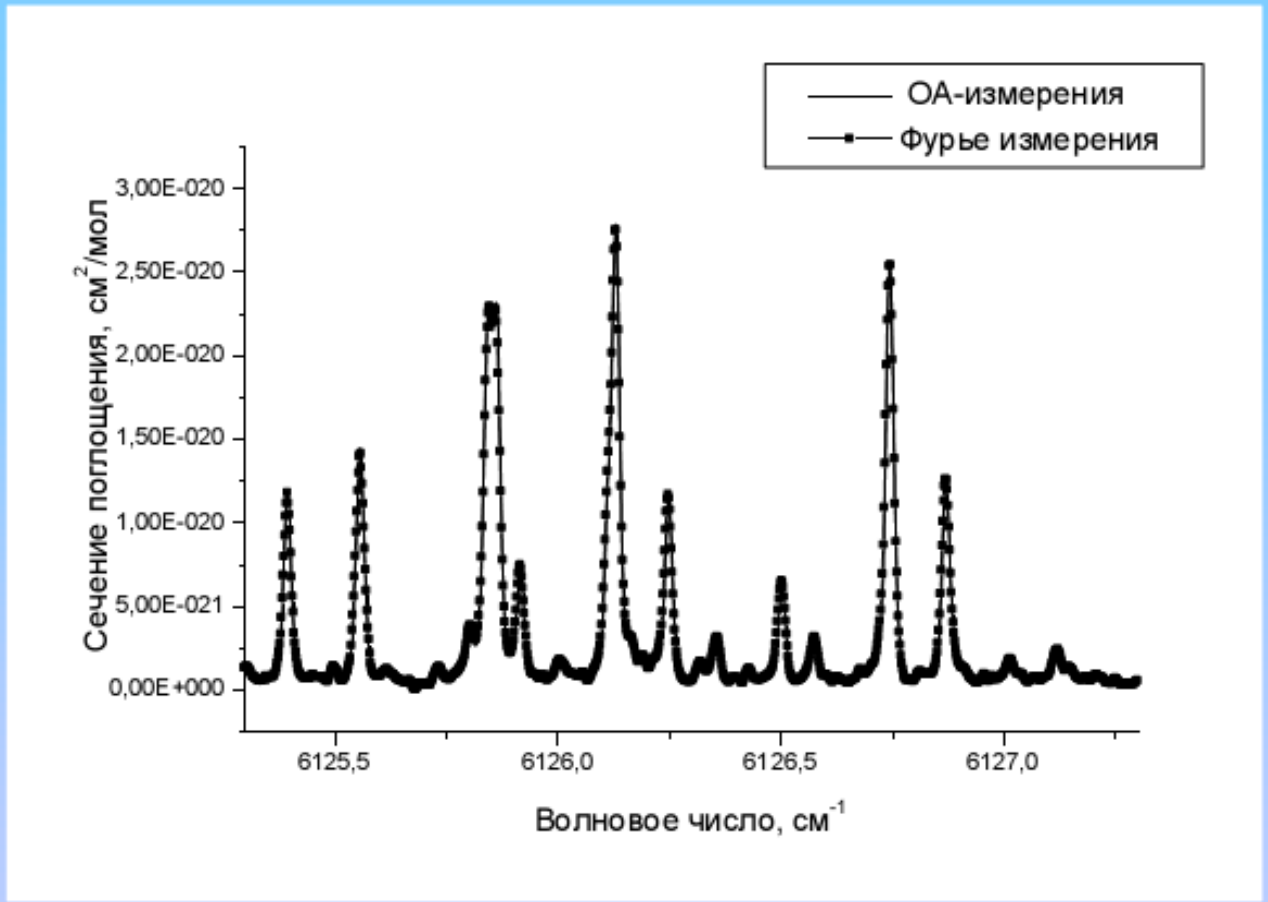
Спектр поглощения метана и этилена в диапазоне 1,61-1,67 мкм, зарегистрированный в ИОА СО РАН на ОА спектрометре



Спектральное разрешение $2 \cdot 10^{-4}$ см$^{-1}$,
Предельная чувствительность – $4 \cdot 10^{-23}$ см^2/мол

Optics constructed to interface the ISF 125HP Fourier spectrometer and multipass 30-meter absorption cell





Сравнение спектров поглощения этилена в области 6125.3 – 6127.3 см$^{-1}$, зарегистрированных с помощью ОА и Фурье-спектрометров.

Многоволновый оптикоакустический газоанализатор на основе волноводного CO_2-лазера

Газоанализатор включает CO_2-лазер, генерирующий более чем 150 аналитических длин волн, и высокочувствительный резонансный оптико-акустический детектор проточного типа с соответствующим программным обеспечением и компьютерной обработкой данных в масштабе реального времени.

НАЗНАЧЕНИЕ

- **Измерение следовых концентраций атмосферных и антропогенных газов (C_2H_4, NH_3, O_3, C_6H_6, SO_2, SF_6, N_2O, CH_3F, CH_3C и т. д.).**
- **Контроль концентраций опасных химических соединений, включая ВВ, в атмосфере.**
- **Анализ спектра поглощения выдыхаемого воздуха и определение газовых маркеров различных заболеваний.**

Институт лазерной физики СО РАН, Институт оптики атмосферы СО РАН

Лазерный оптико-акустический течеискатель «КАРАТ»

НАЗНАЧЕНИЕ

Контроль герметичности различных систем и объемов, допускающих заполнение их гексафторидом серы или смесью газов с гексафторидом серы, либо фреонами или другими газами, имеющими линии поглощения в спектральной области 10,6 мкм, обнаружения микротрещин в различных конструкциях и определения скорости утечек газа через эти микротрещины на уровне 0.2 мг/год

РАЗРАБОТЧИКИ:

Карапузиков А.И., Шерстов А.И., Васильев В.А. (ИФЛ СО РАН),
Капитанов В.А., Пономарев Ю.Н. (ИОА СО РАН).

Желаю успехов!