



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ *им. Н. И. ЛОБАЧЕВСКОГО*
Национальный исследовательский университет

**Опτικο-акустический метод
регистрации динамики
растворения наночастиц кремния
при модулированном лазерном
облучении**

**Студент:Бондаренко Алексей Николаевич
Научный руководитель:Машкович Евгений
Александрович**

Использование наночастиц в медицине

Терапевтические методы

Диагностические методы

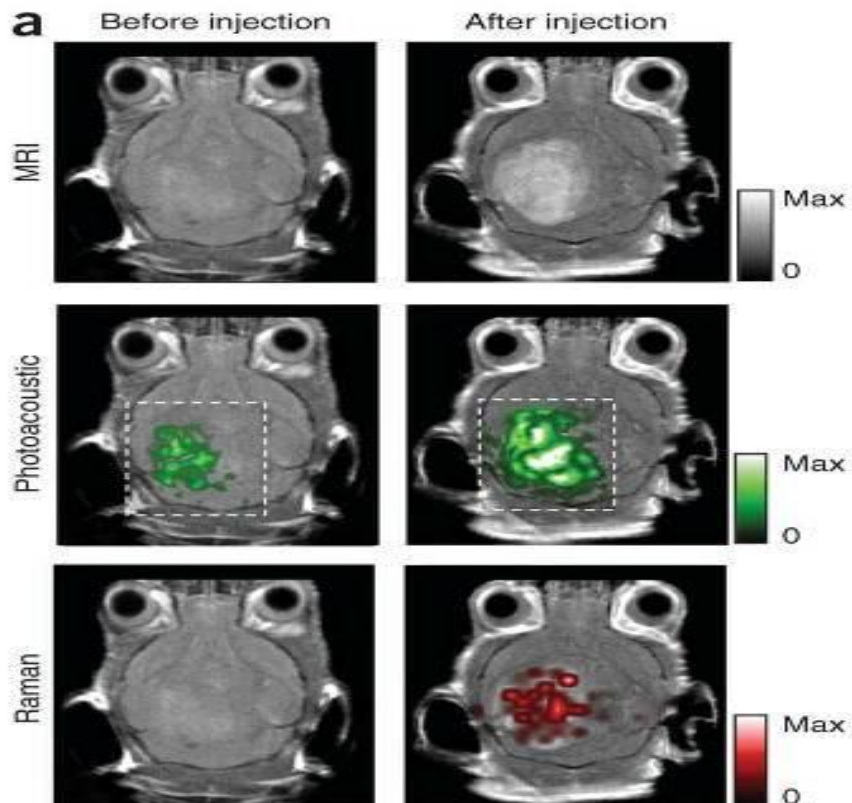
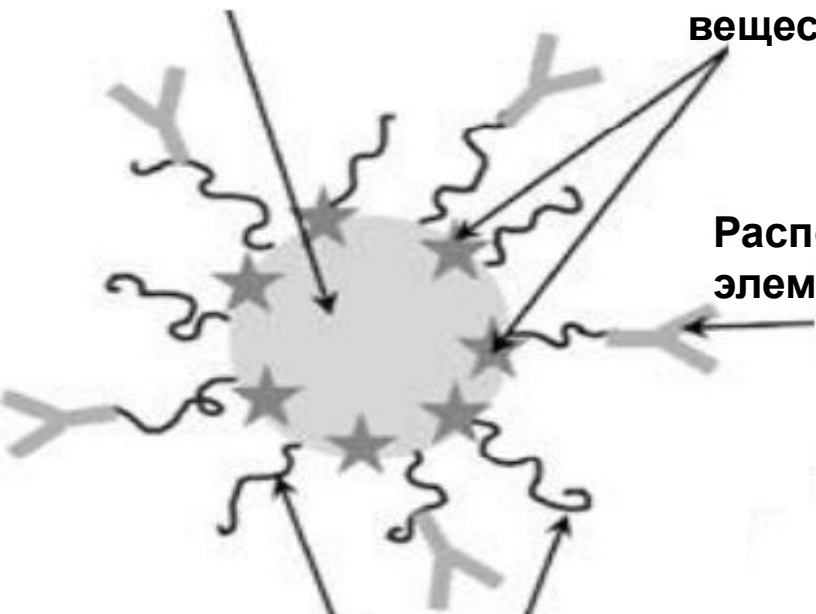
Активная адресная доставка Пассивная адресная доставка

Наночастица-носитель

Лекарственное вещество

Распознающие элементы

Защитная оболочка



Оптоакустика



*Модулированная
оптоакустика*

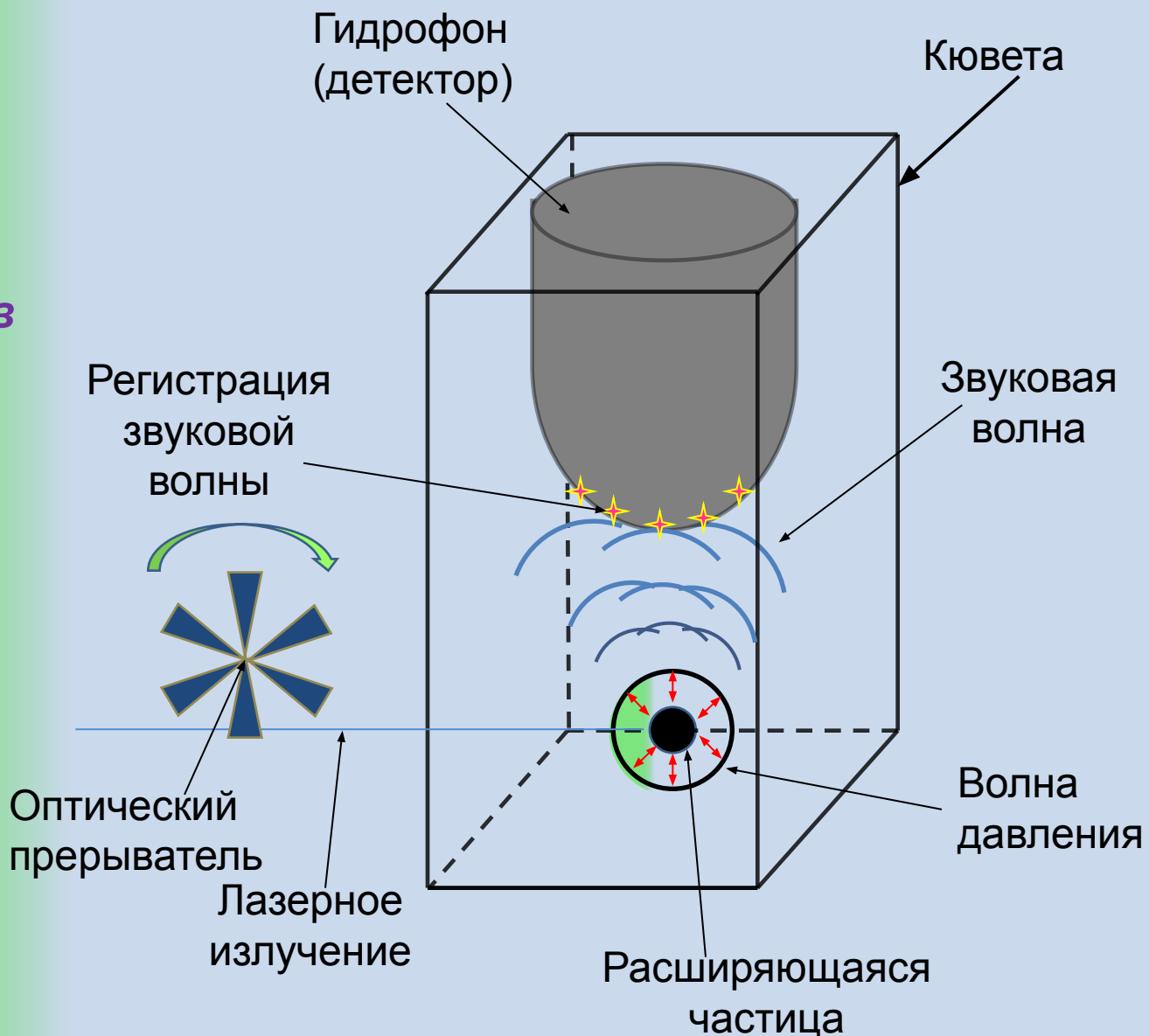


*Импульсная
оптоакустика*

Отличия методов:

- Непрерывный лазер
- Скважность примерно равна единицы
- Использование пьезокерамического резонансного датчика
- Синхронный приём на частоте модуляции
- Импульсный наносекундный лазер
- Большая скважность
- Использование широкополосного датчика
- Ширина полосы несколько МГц

Модулированная оптоакустика



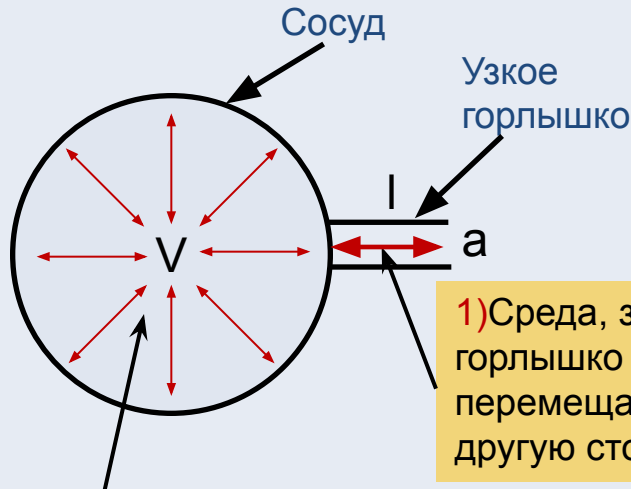
Резонатор Гельмгольца

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{Vl}}$$

c – скорость звука в образце
l – длина горлышка
a – площадь сечения
V – объем сосуда

а) детектор на дне кюветы.

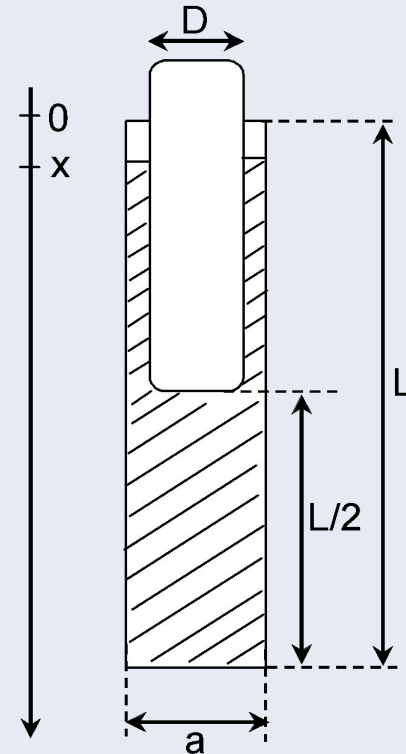
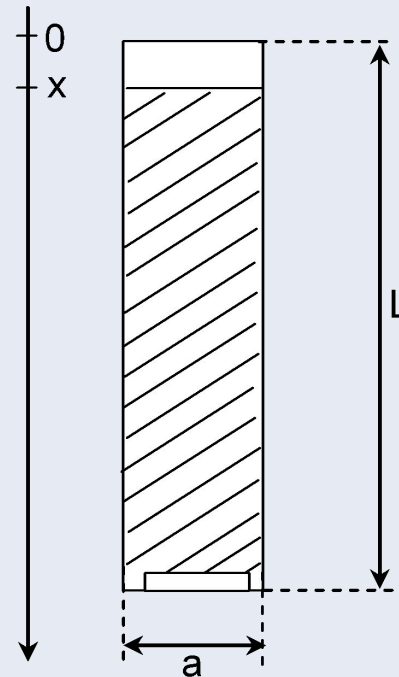
б) детектор в кювете.



1) Среда, заполняющая горлышко начинает перемещаться в одну и другую сторону

2) Из-за перемещения среды в горлышке, среда в сосуде испытывает сжатие и разрежение, тем самым изменяя давление

3) Разность давлений на концах горлышка (атмосферное и внутреннее) и узость горлышка приводят к увеличению скорости среды внутри горлышка.



$$f = \frac{c}{2\pi} * \frac{1}{L-x}$$

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{a^2 - \pi D^2 / 4}{a^2 \frac{L}{2} \left(\frac{L}{2} - x \right)}}$$

УСЛОВИЯ:

$$V_{\text{сосуда}} \gg V_{\text{горлышка}}$$

$$l > a$$

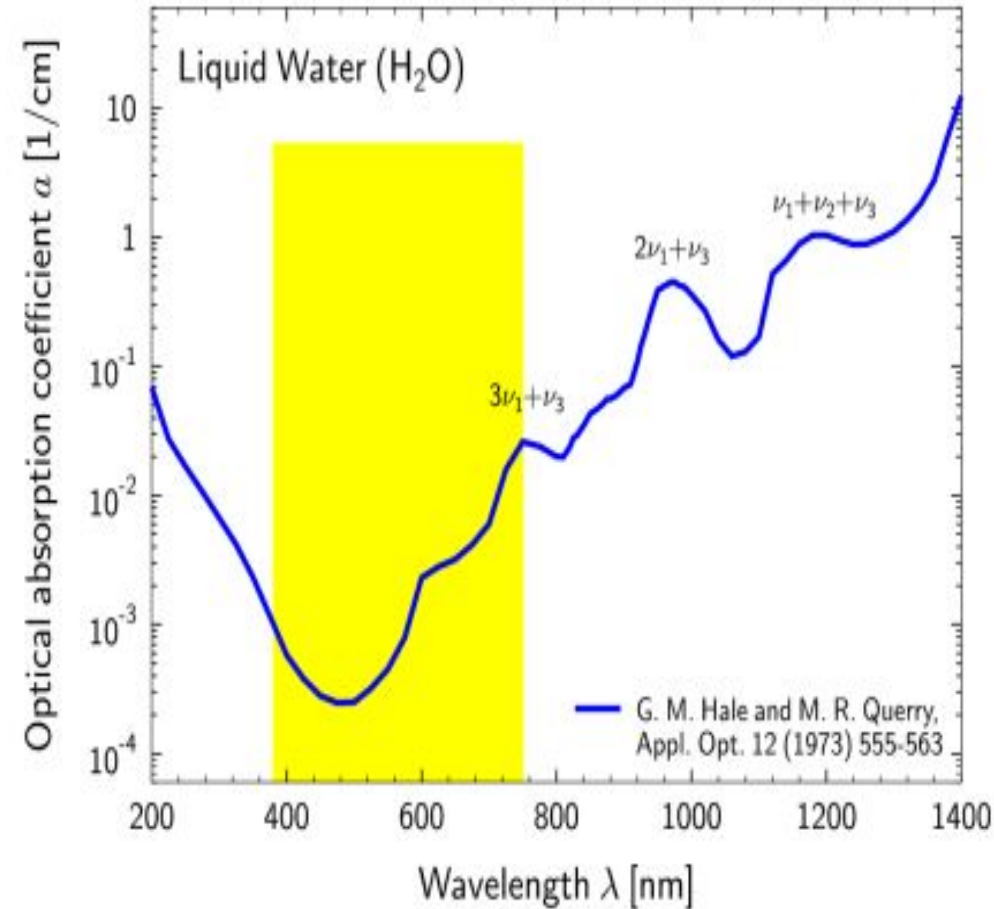
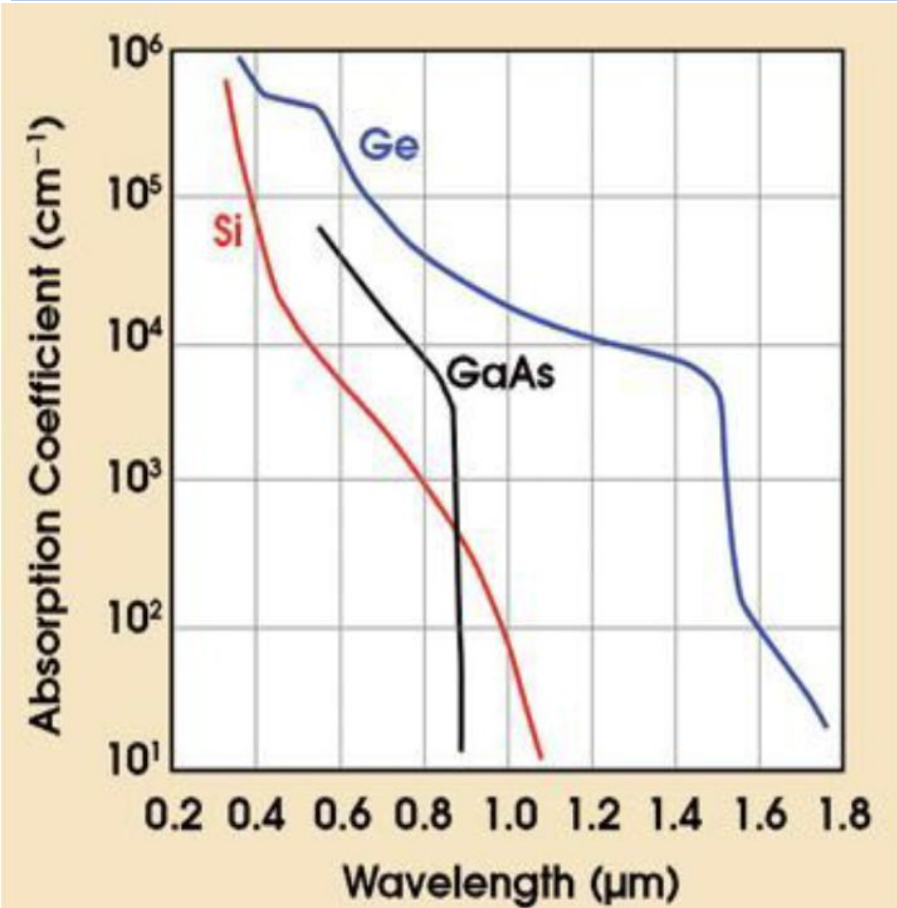
Зависимость частоты от амплитуды сигнала



Зависимость частоты от заполнения кюветы образцом



Выбор лазера при CW оптоакустике



В эксперименте был использован CW лазер с длиной волны 445 нм.

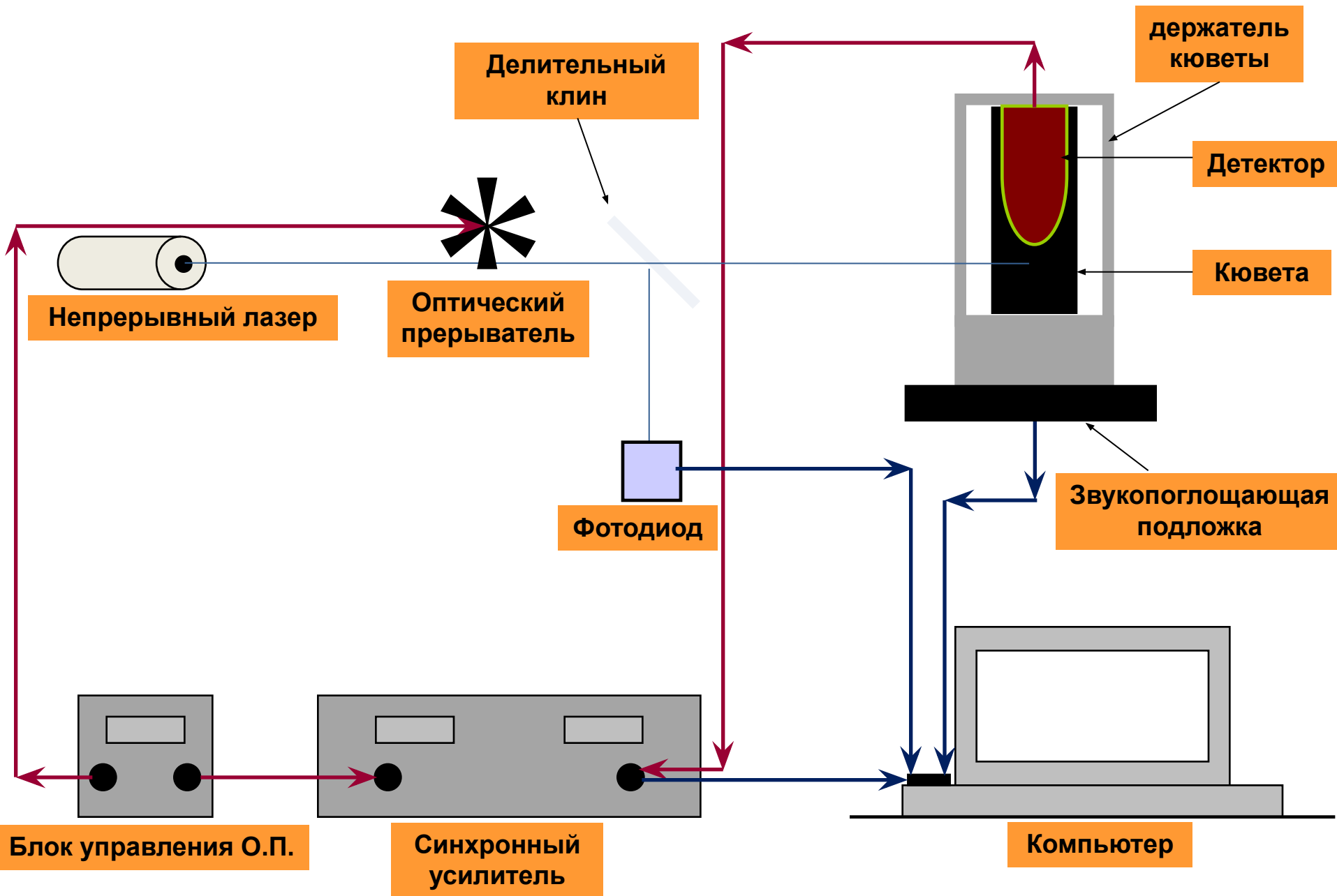
380 нм: H₂O/Ge – 6*10⁻⁸; H₂O /Si – 10⁻⁷

445 нм: H₂O/Ge – 10⁻⁸; H₂O /Si – 2*10⁻⁷

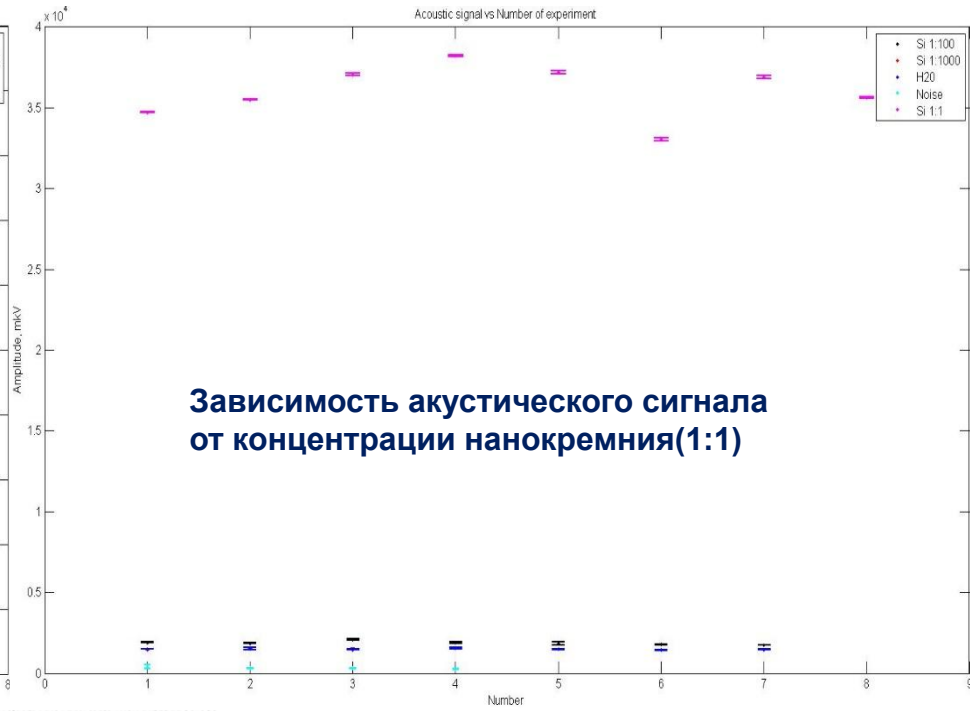
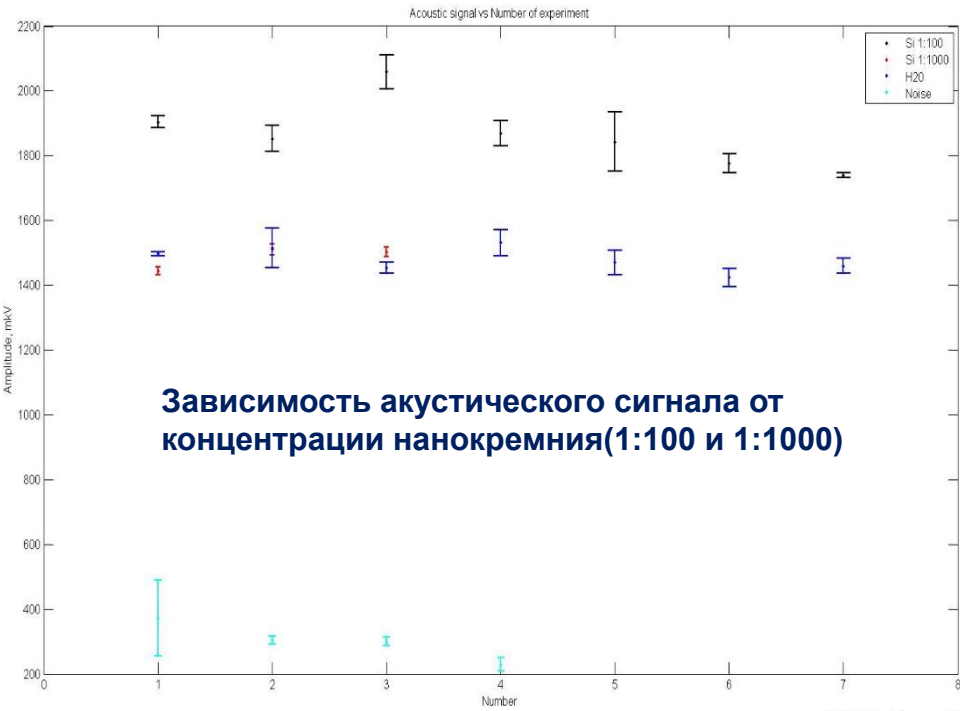
532 нм: H₂O/Ge – 10⁻⁸; H₂O /Si – 4*10⁻⁷

800 нм: H₂O/Ge – 10⁻⁵; H₂O /Si – 5*10⁻⁴

Схема модулированной оптоакустики



Предварительные эксперименты



Выводы

- Был освоен способ измерения концентрации суспензии вещества с помощью метода модулированной оптоакустики.
- Изучена зависимость акустического сигнала от частоты модуляции.
- Проведено сравнение полученных результатов с теоретической моделью.
- Выявлено, что уровень жидкости в кювете сильно влияет на акустический сигнал.
- Начата подготовка программного комплекса для одновременного снятия акустического сигнала, температуры кюветы и мощности лазера.



Спасибо за внимание!