



**Российский химико-технологический университет  
им. Д.И.Менделеева**

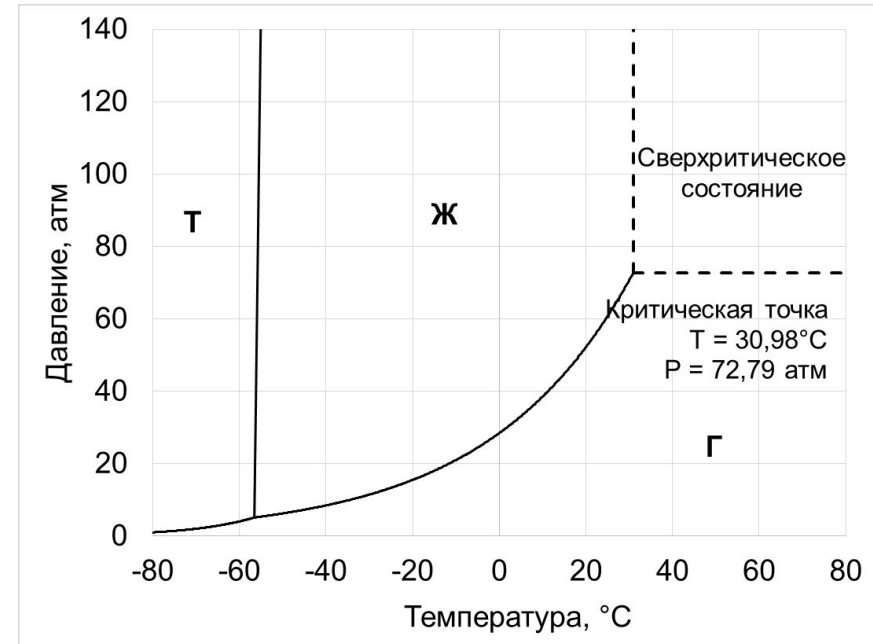
---

**Лабораторная работа  
на тему:**

# **Получение неорганических и органических аэрогелей**

# Объект исследования – аэрогели

Плотность	0.003-0.35 г/см <sup>3</sup>
Пористость	90-99 %
Удельная поверхность	600-1000 м <sup>2</sup> /г
Средний диаметр пор	10 нм
Коэффициент теплопроводности	0.015 Вт/м <sup>2</sup> ·К
Коэффициент преломления	1.0-1.05
Диэлектрическая постоянная	~1.1



Фазовая диаграмма CO<sub>2</sub>

## Свойства сверхкритического флюида

- Плотность сравнима с плотностью жидкости;
- Вязкость близка к вязкости газа;
- Низкое поверхностное натяжение;
- Значительная растворяющая способность, резко зависящая от температуры и давления.
- Высокая интенсивность самодиффузии

## Преимущества применения

### СКДУ:

1. Пожаро- взрывобезопасный
2. Экологически чистый
3. Дешевый

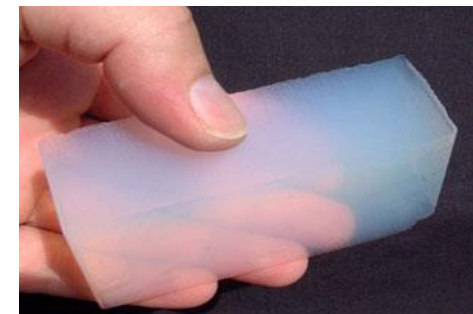
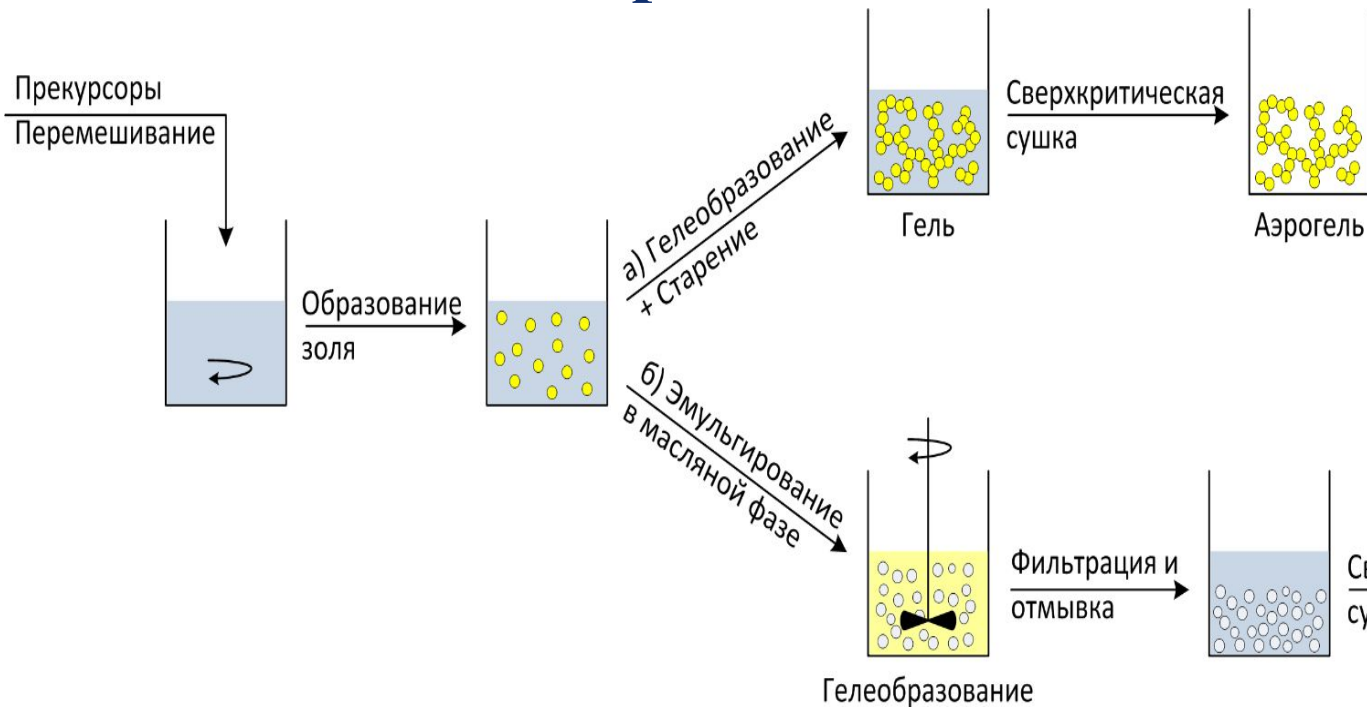


Монолиты неорганических аэрогелей



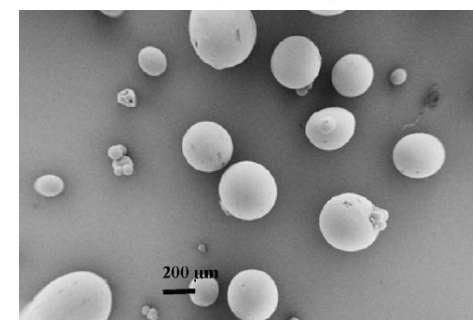
Микрочастицы органического аэрогеля

# Стадии получения аэрогелей различной формы на основе диоксида кремния

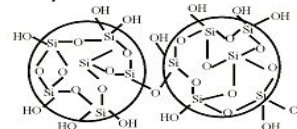
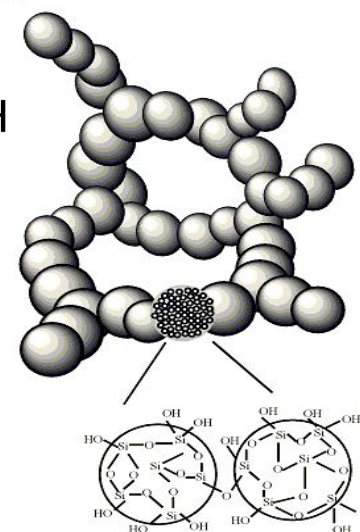


МОНОЛИТ

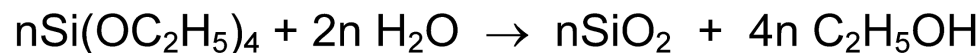
Микрочастицы



микрочастицы



1. Химическая реакция в золь-фазе



2. Гелеобразование

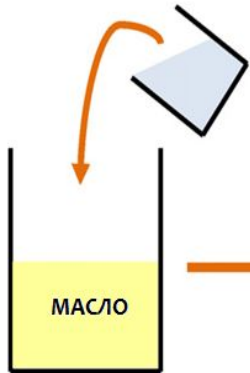
а) происходит в спиртовой фазе

б) происходит в масляной фазе

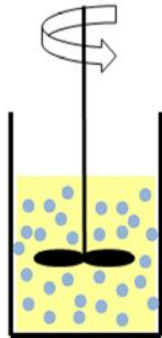
3. Сверхкритическая сушка

# Стадии получения микрочастиц аэрогеля на основе альгината натрия

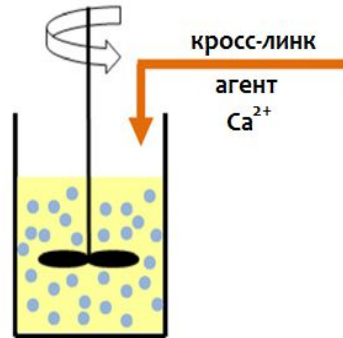
1) Подготовка дисперсной фазы



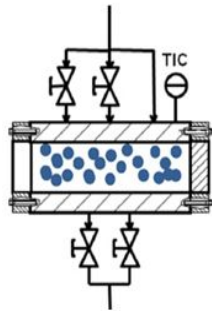
2) Эмульгирование



3) Гелирование



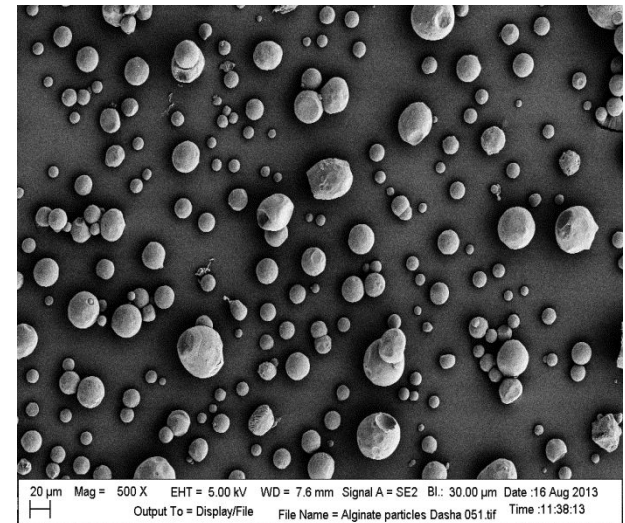
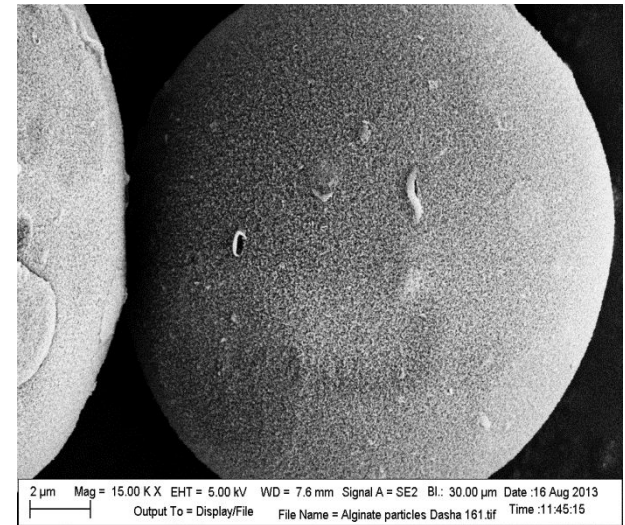
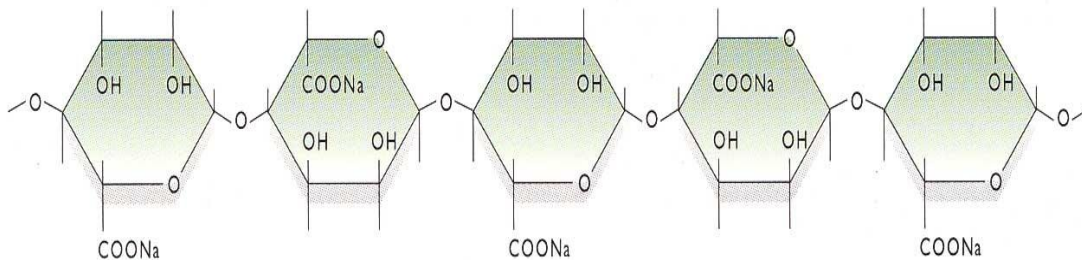
микросферические частицы альгината



алкогель альгината

5) сверхкритическая сушка

4) Замена растворителя



# Стадии получения аэрогеля на основе альгината натрия в форме сферических частиц

1) Приготовление исходного раствора в дистиллированной воде



+

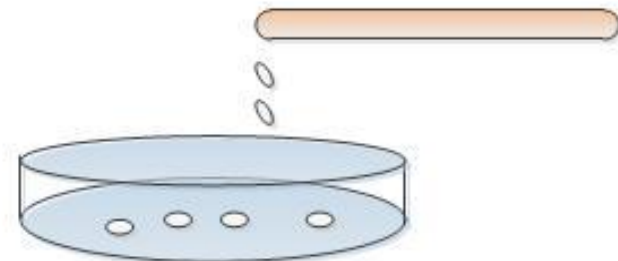
2) Приготовление раствора сшивающего агента в дистиллированной воде



водный раствор сшивающего агента



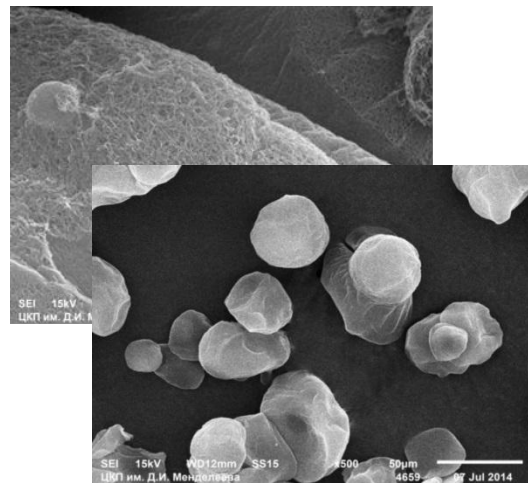
3) Прокапывание раствора альгината в раствор сшивающего агента



Сверхкритическая сушка

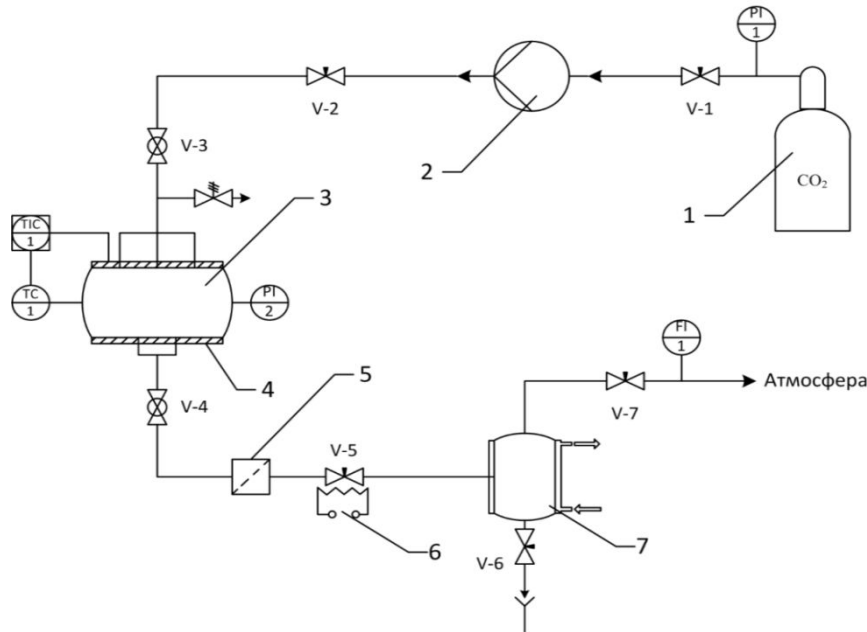


Пошаговая замена растворителя



# Установка для сверхкритической сушки

Максимальное рабочее давление: 250 бар  
Максимальная рабочая температура: 100°C  
Максимальная расход  $\text{CO}_2$  – 300 н.л/ч  
Рабочий объем реактора: 250 мл



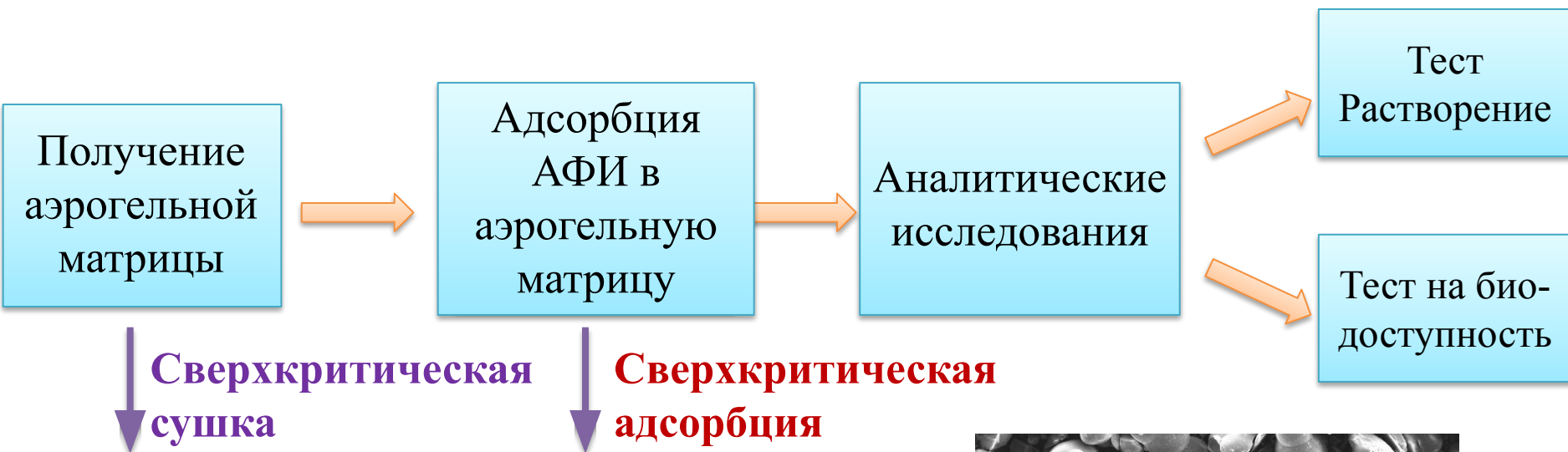
## Технологическая схема установки:

- 1- баллон с жидким  $\text{CO}_2$ ; 2 – жидкостной мембранный насос; 3 – реактор высокого давления; 4 – нагревательная рубашка;  
5 – фильтр; 6 – нагревательный элемент; 7 – сепаратор с охлаждающей рубашкой; PI – манометр; TIC – терморегулятор; TC – термopара; FI – расходомер

## Внешний вид установки

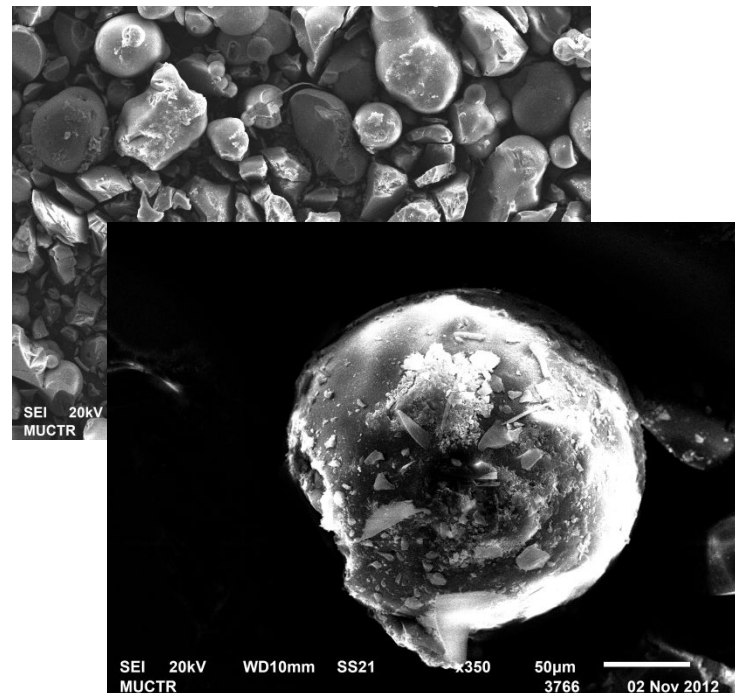


# Создание композиций на основе аэрогелей для использования в фармацевтике и медицине



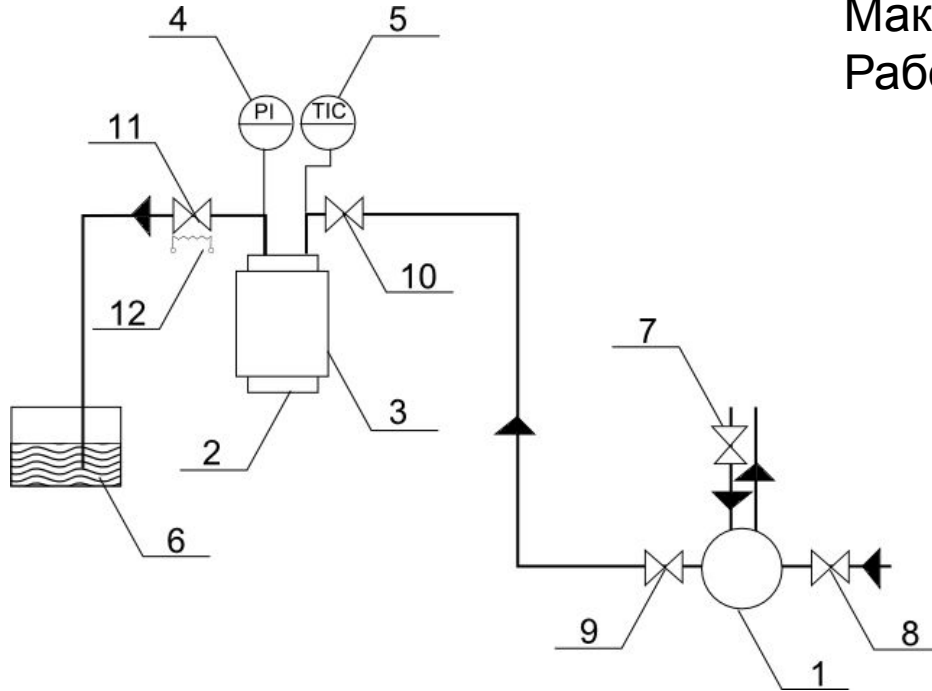
- *Неорганические аэрогели* (на основе диоксида кремния);
- *Органические аэрогели* (крахмал, альгинат натрия);
- *Гибридные аэрогели*

- Адсорбция модельного вещества: Получение композитов “аэрогель – активное вещество”



# Установка для сверхкритической адсорбции

Максимальное рабочее давление: 250 бар  
Максимальная рабочая температура: 200°C  
Рабочий объем реактора: 65 мл



- 1 – насос
- 2 – реактор высокого давления
- 3 – электронагревательная рубашка
- 4 – манометр
- 5 – регулятор температуры с панелью оператора
- 6 – емкость для сбора вещества

- 7 – вентиль охлаждающей воды
- 8 – вентиль всасывающей линии
- 9 – вентиль нагнетающей линии
- 10 – входной вентиль
- 11 – выходной вентиль
- 12 – нагревательный элемент

Установка была запущена 1 марта 2014 года

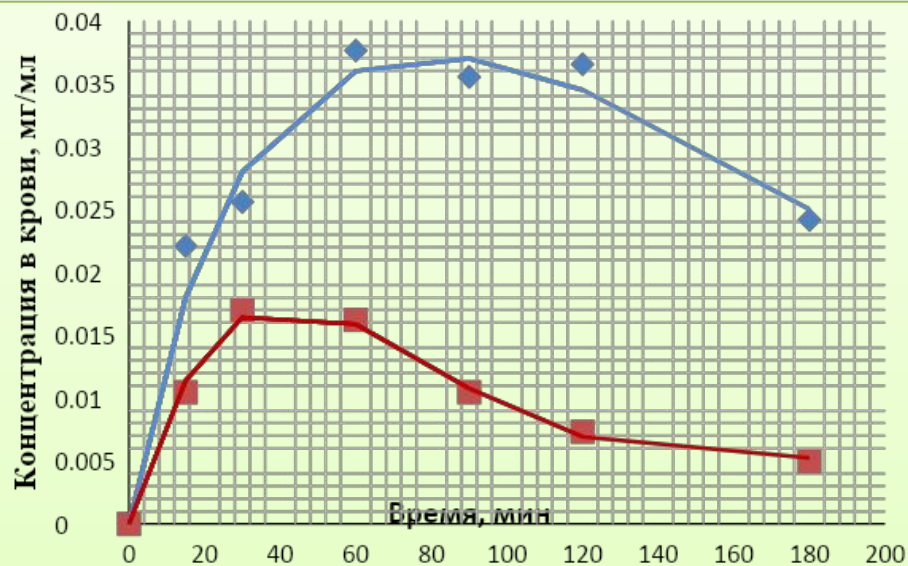
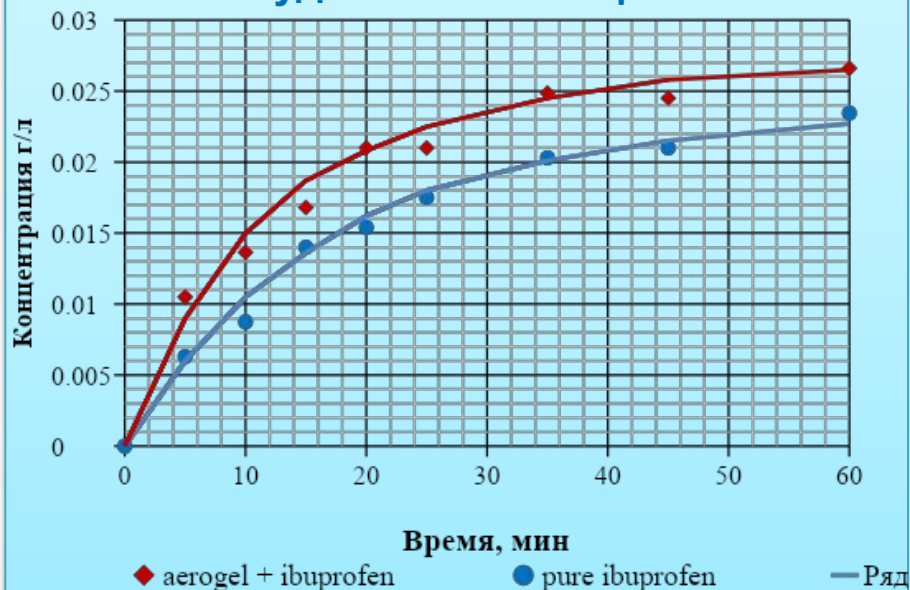


# Проведение тестов In-vitro и In-vivo



## *In-vitro*

В качестве среды растворения для композитов «аэрогель-ибупрофен» была использована модель желудочного сока с pH=1.2



◆ alginate aerogel + ibuprofen ■ pure ibuprofen

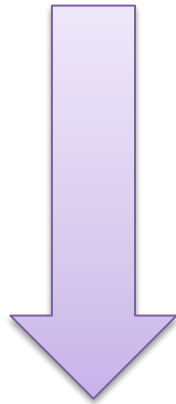
Для получения кривых использовался метод ВЭЖХ. Условия проведения ВЭЖХ: подвижная фаза - вода: ацетонитрил: ортофосфорная кислота в соотношении 660: 340: 0.5; скорость потока 2.0 мл/мин; температура в колонне 40°C

## *In-vivo*



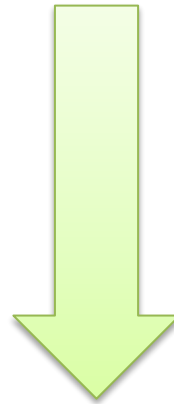
# Цели лабораторной работы

**Получение неорганических и органических аэрогелей с использованием технологии сверхкритических флюидов**



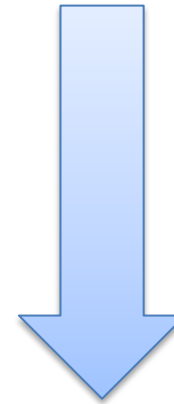
## **Группа 1**

Аэрогели на основе тетраэтоксисилана (ТЕОС) на изопропиловом спирте



## **Группа 2**

Аэрогели на основе тетраэтоксисилана (ТЕОС) на этиловом спирте



## **Группа 3**

Аэрогели на основе альгината натрия в форме сферических микрочастиц