



**Юго-Западный государственный университет  
Кафедра нанотехнологий, общей и прикладной физики**

**Курсовой проект на тему:  
«Получение лиофобных коллоидных  
растворов методом пептизации на примере  
золя берлинской лазури»**

**Выполнила:** студентка 4 курса, группы НМ-616  
Эдро Элен Дмитриевна

**Руководитель проекта :** кандидат физико-математических наук, доцент кафедры  
НТО и ПФ  
Шабанова Ирина Александровна

# Цели и задачи

**Актуальность** изучения наночастиц берлинской лазури в настоящее время заключается в том, что они применяются в различных отраслях промышленности во всем мире. Берлинскую лазурь используют в качестве пигмента, в медицине. Значимое место золи занимают в науке и нанотехнологиях. Её используют в качестве переносчика (медиатора) электронного переноса в амперометрических сенсорах и биосенсорах. **Объектом** исследования являются наночастицы берлинской лазури.

**Целью** данной работы является получение методом пептизации лиофобного коллоидного раствора берлинской лазури и исследование характеристик раствора.

**Задачами** данного проекта являются:

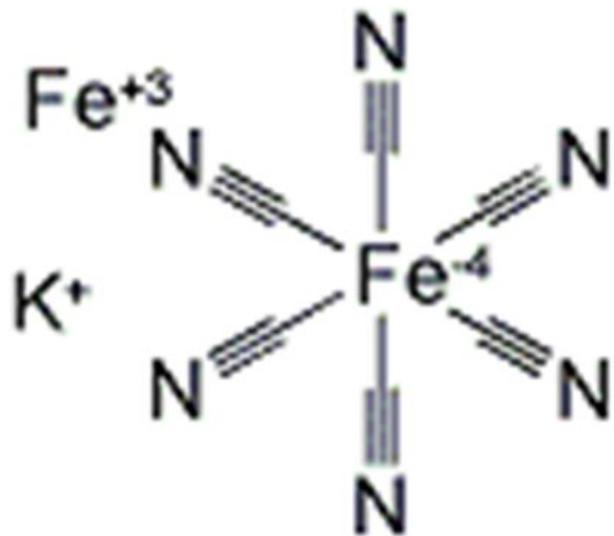
- Описать общие сведения и историю открытия берлинской лазури.
- Перечислить основные методы получения коллоидных растворов, а также описать область применения берлинской лазури.
- Экспериментальным путем получить лиофобный коллоидный раствор берлинской лазури методом пептизации.
- Исследовать полученный раствор на оптические свойства и определить размеры наночастиц берлинской лазури.

# Общие сведения о берлинской лазури

Берлинская лазурь – малорастворимый смешанный цианоферрат (II), калия (I) - железа (III) интенсивного синего цвета.



Берлинская  
лазурь



Формула берлинской  
лазури

# История открытия

Краситель синего цвета появился в Германии около двухсот лет назад. Точных данных о времени и авторе его открытия не сохранилось: об этом не было никаких научных публикаций, сохранялся в тайне и способ получения нового вещества. Полагают, что берлинская лазурь была случайно получена в начале 18 в. в Берлине красильным мастером Дизбахом.



Марка «Голубой Маврикий» (1847)

# Методы получения лиофобных коллоидных растворов

Леофобные коллоидные растворы - коллоидные системы, в которых частицы дисперсной фазы слабо взаимодействуют с окружающей средой. Межфазное натяжение в таких системах довольно велико. Вследствие избытка свободной поверхностной энергии они термодинамически неустойчивы, т. е. всегда сохраняют тенденцию к распаду.

Методы получения коллоидных растворов можно разделить на следующие группы:

- дисперсионные методы
- методы конденсации
- метод пептизации.

# Дисперсионный метод и метод конденсации

Дисперсионные методы основаны на раздроблении твердых тел до частиц коллоидного размера и образовании таким способом коллоидных растворов. Процесс диспергирования осуществляется различными методами: механическим размалыванием вещества в так называемых коллоидных мельницах, электродуговым распылением металлов, дроблением вещества при помощи ультразвука

Конденсационные методы - это способы получения коллоидных растворов путем объединения (конденсации) молекул и ионов в агрегаты коллоидных размеров. Система из гомогенной превращается в гетерогенную, т.е. эти методы сопровождаются возникновением новой фазы - дисперсной фазы. Обязательным условием является перенасыщенность исходной системы .

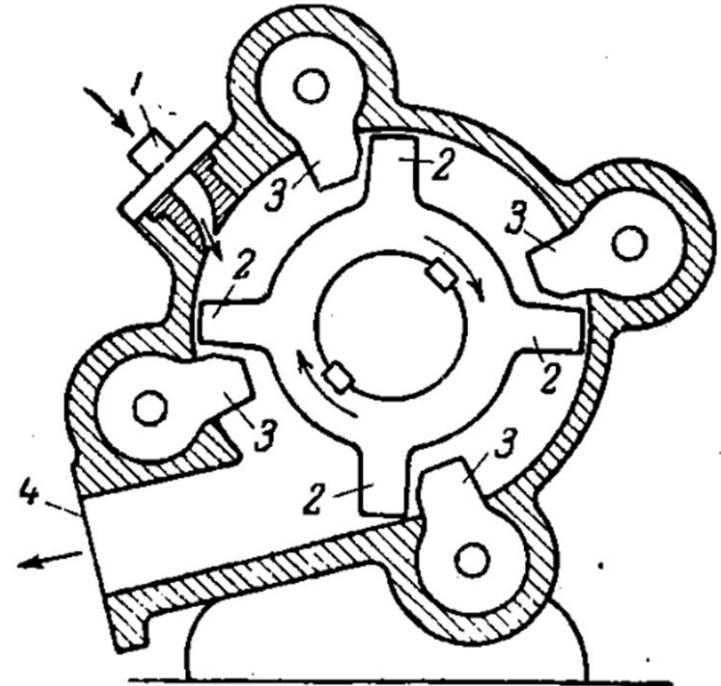


Схема коллоидной мельницы

# Метод пептизации

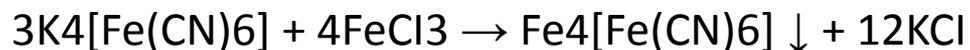
Пептизация - это процесс перехода вещества из геля в золь под влиянием пептизаторов. т. е. диспергирующих средств.

Пептизация может происходить вследствие удаления из раствора коагулирующих ионов, вызывающих укрупнение части, или адсорбции пептизатора, сопровождающейся образованием двойного электрического слоя и возникновением сольватной оболочки на коллоидных частицах. Во всех случаях частицы разобщаются между собой и вследствие теплового движения распределяются по всему объему дисперсионной среды .

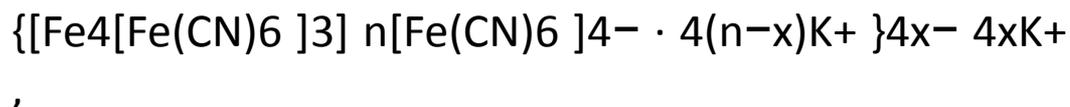
Различают следующие виды пептизации: пептизация промыванием осадка, химическая пептизация, пептизация осадка электролитом.

# Получение золя берлинской лазури пептизацией осадка берлинской лазури раствором щавелевой кислоты

Процесс получения золя может быть представлен уравнением реакции:



Мицеллы данного золя выражаются формулой:



а коллоидные частицы имеют отрицательный заряд (  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  ).

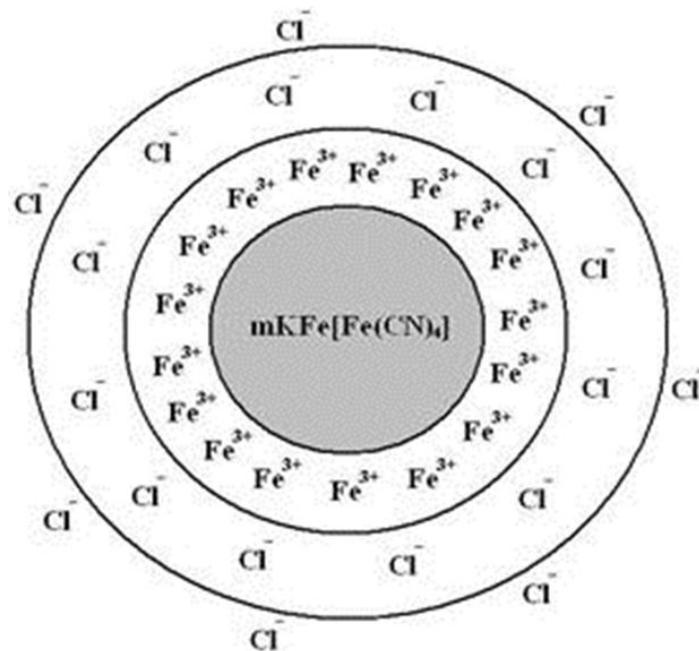


Схема строения мицеллы золя берлинской лазури

# Применение берлинской лазури

В качестве пигмента



Масляная краска «Берлинская лазурь»

В медицине



Антидоты при отравлении соединениями таллия

# Использование берлинской лазури в области электрохимии. В производстве химических датчиков и биосенсоров первого поколения.

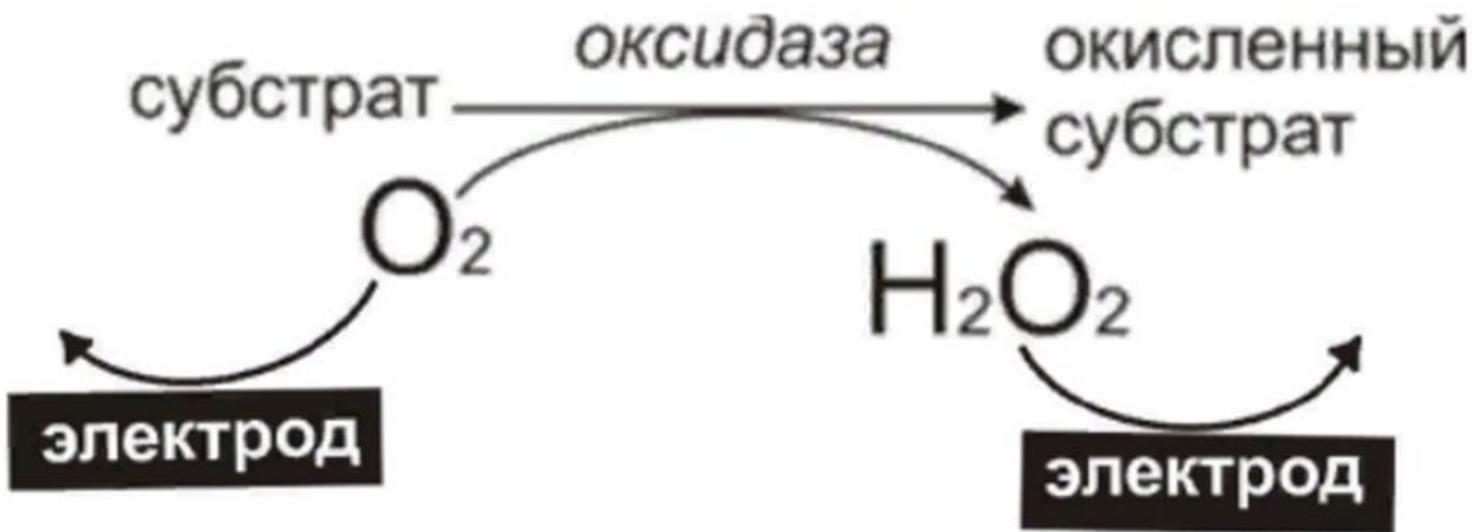


Схема действия биосенсора первого поколения

# Синтез коллоидного раствора наночастиц берлинской лазури

Для синтеза коллоидного раствора берлинской лазури методом пептизации понадобились гексацианоферрат калия (желтая кровяная соль,  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ), хлорид железа(III), щавельная кислота.



Желтая кровяная  
соль

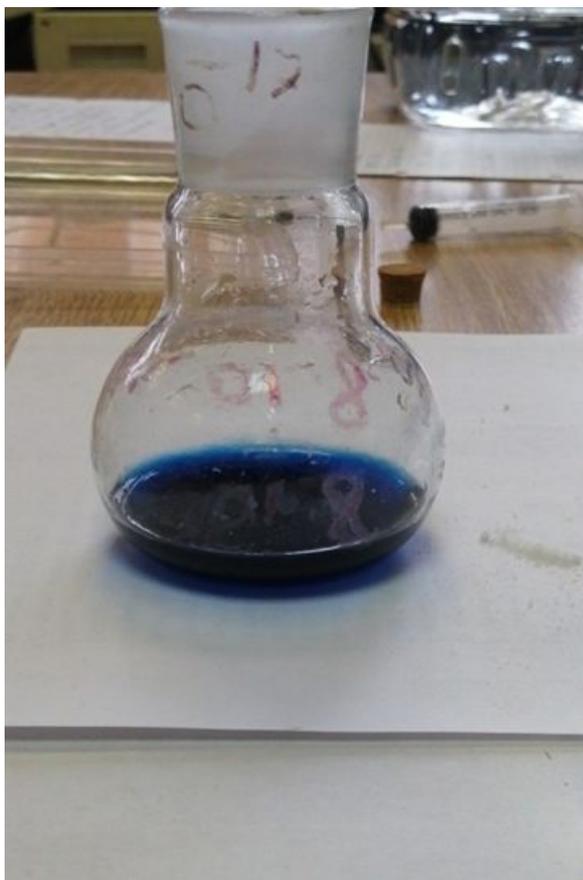


Щавельная  
кислота



Хлорид железа  
(III)

# Синтез коллоидного раствора наночастиц берлинской лазури

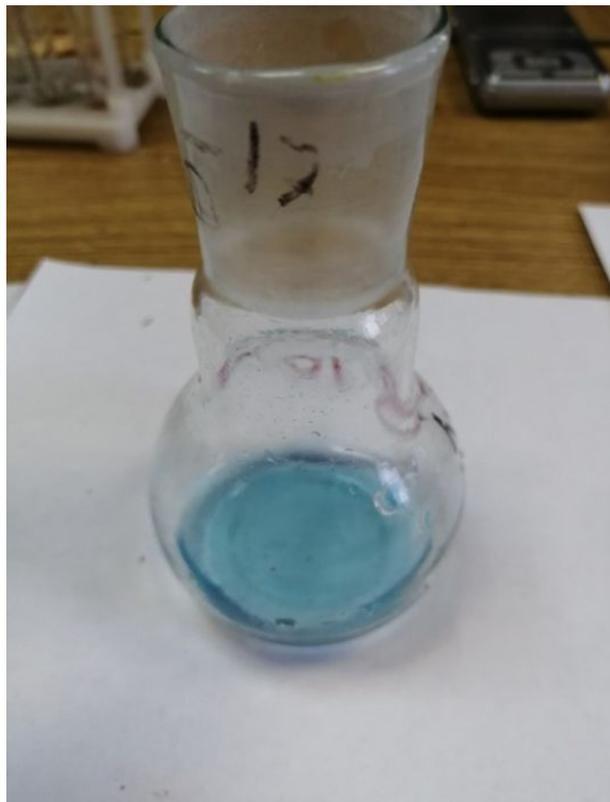


Выделение синего осадка

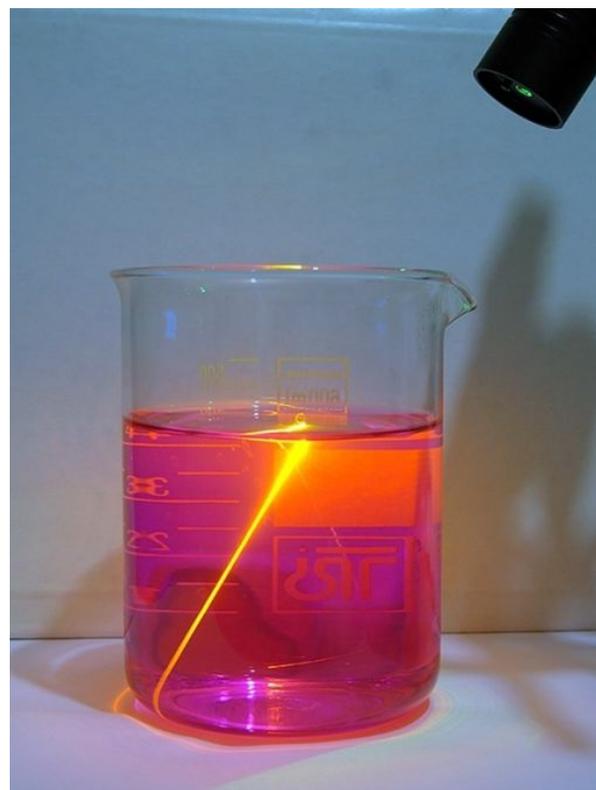


Фильтрация осадка

# Синтез коллоидного раствора наночастиц берлинской лазури



Коллоидный раствор берлинской лазури



Эффект Тиндаля в полученном коллоидном растворе

# **Исследование наночастиц берлинской лазури из полученного раствора**

**Изучение электрических свойств коллоидного раствора  
берлинской лазури**



Раствор на фильтровальной  
бумаге

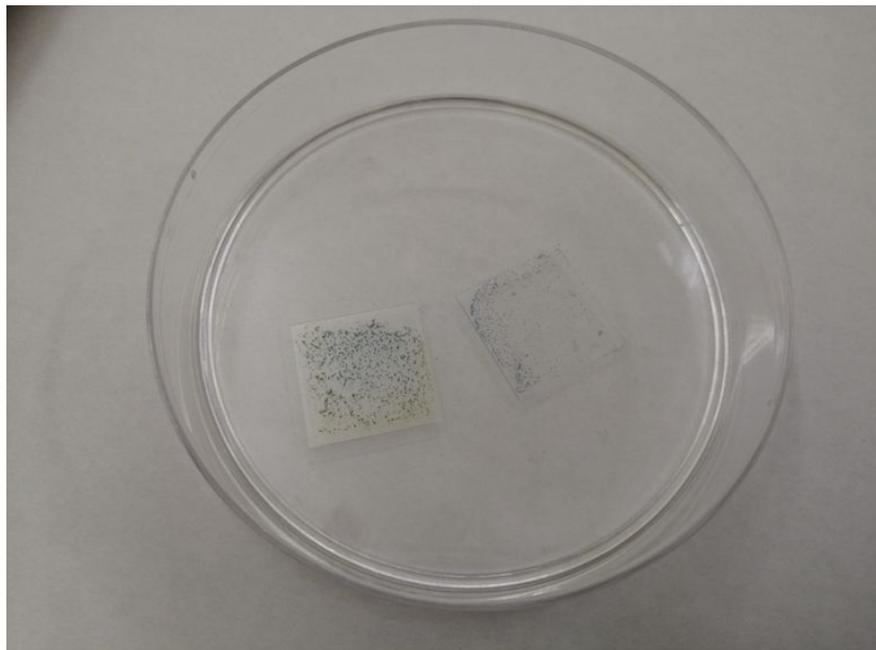
# Измерение оптической плотности и коэффициента пропускания полученных растворов

Результаты измерений оптической плотности и коэффициента пропускания

$\lambda$ , нм	D		T, %	
590	1.	0,025	1.	94
	2.	0,027	2.	93
	3.	0,03	3.	94
	<b>Ср.</b>	<b>0,027</b>	<b>Ср.</b>	<b>93,6</b>
750	1.	0,14	1.	69
	2.	0,14	2.	69
	3.	0,16	3.	69
	<b>Ср.</b>	<b>0,146</b>	<b>Ср.</b>	<b>69</b>
870	1.	0,2	1.	63
	2.	0,21	2.	62
	3.	0,2	3.	63
	<b>Ср.</b>	<b>0,2</b>	<b>Ср.</b>	<b>62,6</b>

$\lambda$ , нм	D		T, %	
440	1.	0,35	1.	45
	2.	0,34	2.	46
	3.	0,34	3.	46
	<b>Ср.</b>	<b>0,343</b>	<b>Ср.</b>	<b>45,6</b>
490	1.	0,39	1.	41
	2.	0,39	2.	41
	3.	0,39	3.	40
	<b>Ср.</b>	<b>0,39</b>	<b>Ср.</b>	<b>40,6</b>
540	1.	0,9	1.	12
	2.	0,95	2.	12
	3.	0,95	3.	12
	<b>Ср.</b>	<b>0,93</b>	<b>Ср.</b>	<b>12</b>

# Определение размеров наночастиц берлинской лазури

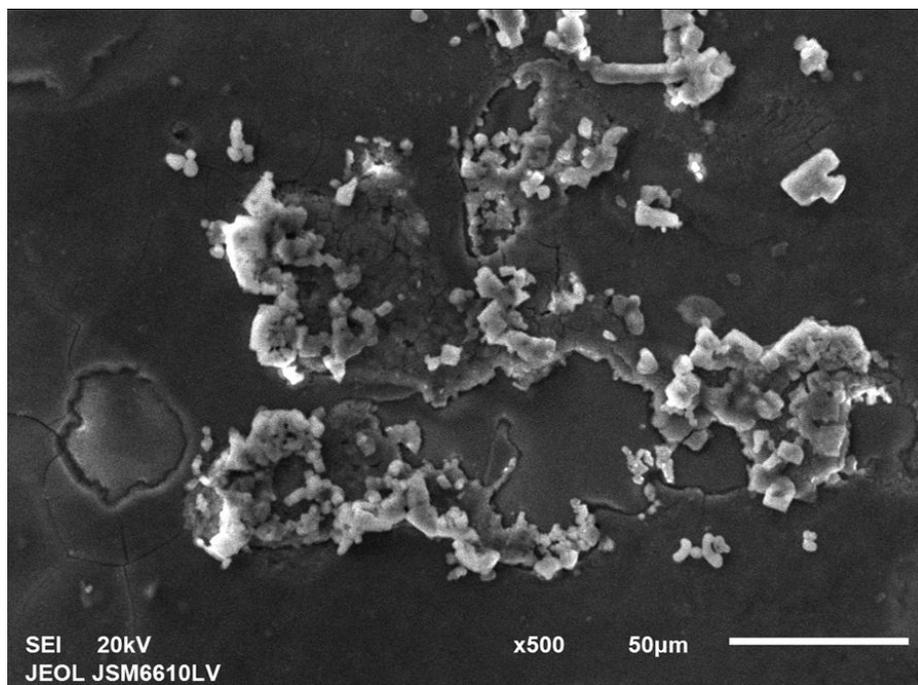


Высушенный раствор

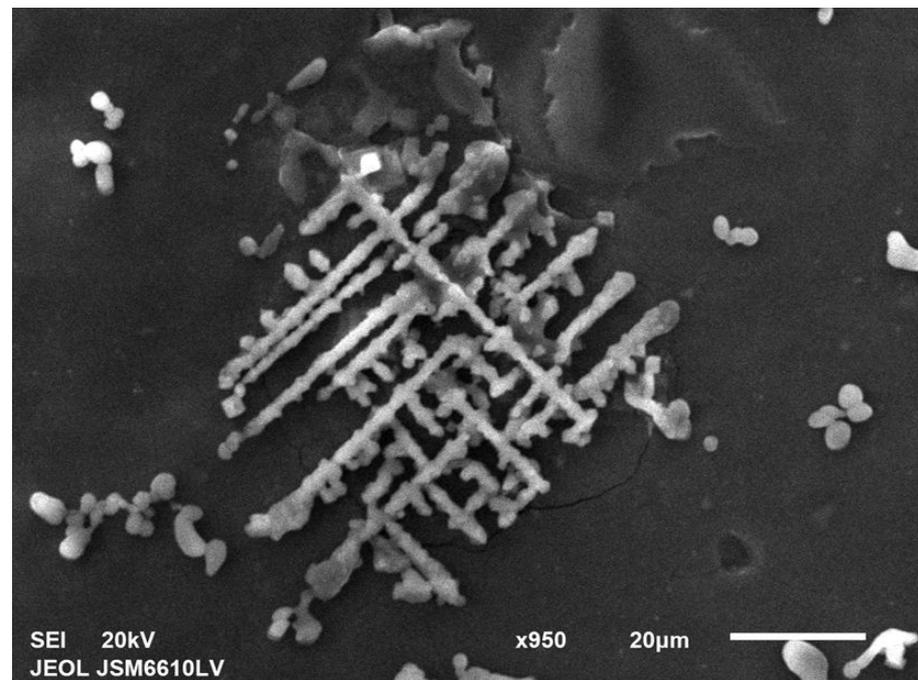


Подложки с образцами,  
закрепленные на столике

# Определение размеров наночастиц берлинской лазури

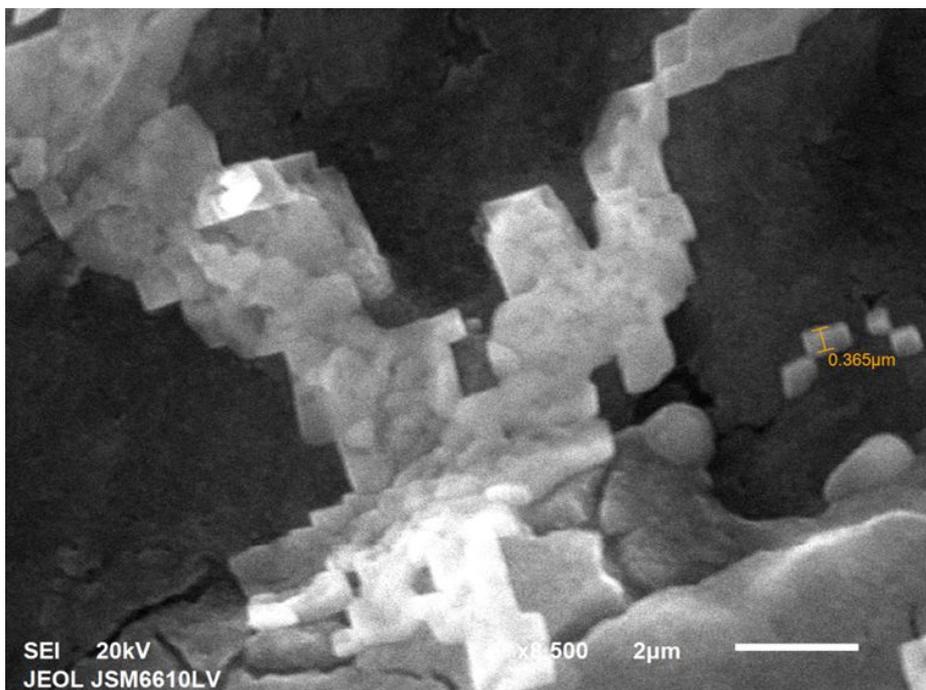


Общий вид частиц при  
увеличении в 500 раз

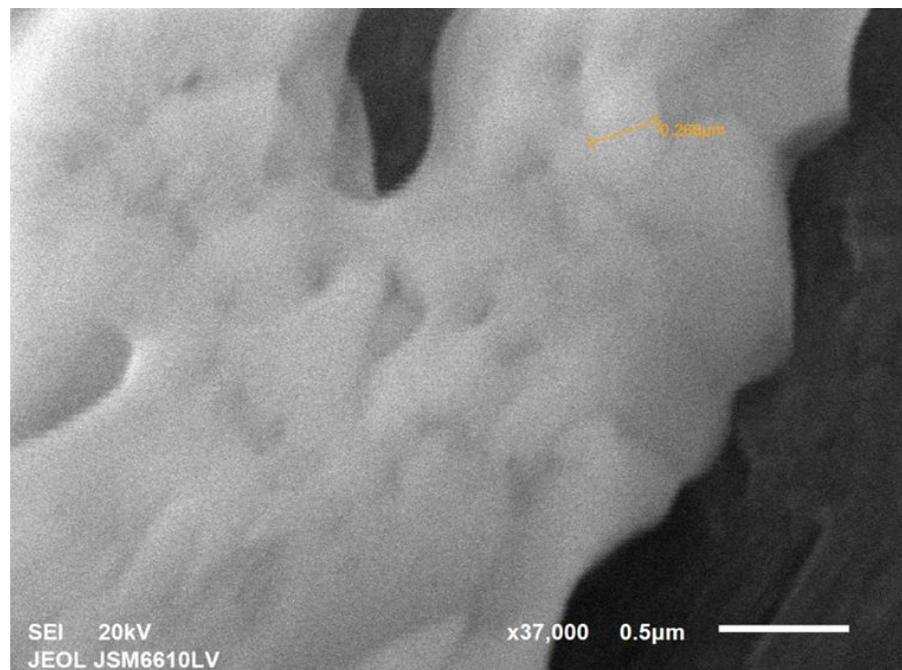


Кристаллизация частиц  
берлинской лазури

# Определение размеров наночастиц берлинской лазури



Определение размера  
частиц



Частицы нанометрового  
масштаба

# Заключение

В рамках выполнения курсового проекта были описаны общие теоретические сведения о берлинской лазури. Также была изучена история открытия берлинской лазури.

Была рассмотрена кристаллическая структура берлинской лазури, которая впервые была предложена Кеггином и Майлсом. Были перечислены основные методы получения лиофобных коллоидных растворов и подробно описан каждый из методов.

Экспериментальным путем был получен лиофобный коллоидный раствор берлинской лазури методом пептизации. В ходе исследования раствора были получены данные об оптической плотности и коэффициенте пропускания, а также размерах наночастиц берлинской лазури.

**Спасибо за внимание!**