

«Утилизация отходов металлургического и  
горнопромышленного производства путём  
биовыщелачивания с получением новых материалов»

Волобуева Виктория Федоровна

10 класс, МБОУ «Лицей №10» г. Белгород

Научный руководитель: Кочетов Иван Иванович,

студент НИТУ «МИСИС»



# Актуальность

**Проблема** - большое количество отходов металлургического производства и ГПО не утилизируется.

85%



шлаков не утилизируют

30%

полезных компонентов выбрасывают



30 000 км<sup>2</sup>



(территория Швейцарии)

земли отданы под отходы металлургического пр-ва и ГПО

Отчуждение земель



Загрязнение окружающей среды



тонн шламов и шлаков образуется каждый год по всему миру

# Металлургические заводы

По состоянию на 2019 год в России располагаются более **30 крупных** металлургических предприятий

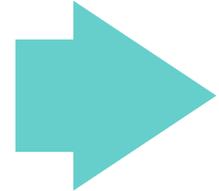


# Решение

## Биотехнология

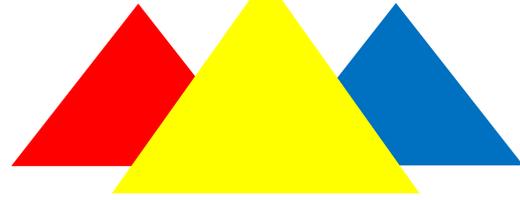
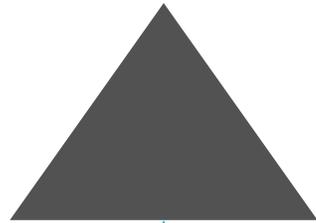


Тионовые бактерии  
(*Thiobacillus ferrooxidans*)



Нанопорошки

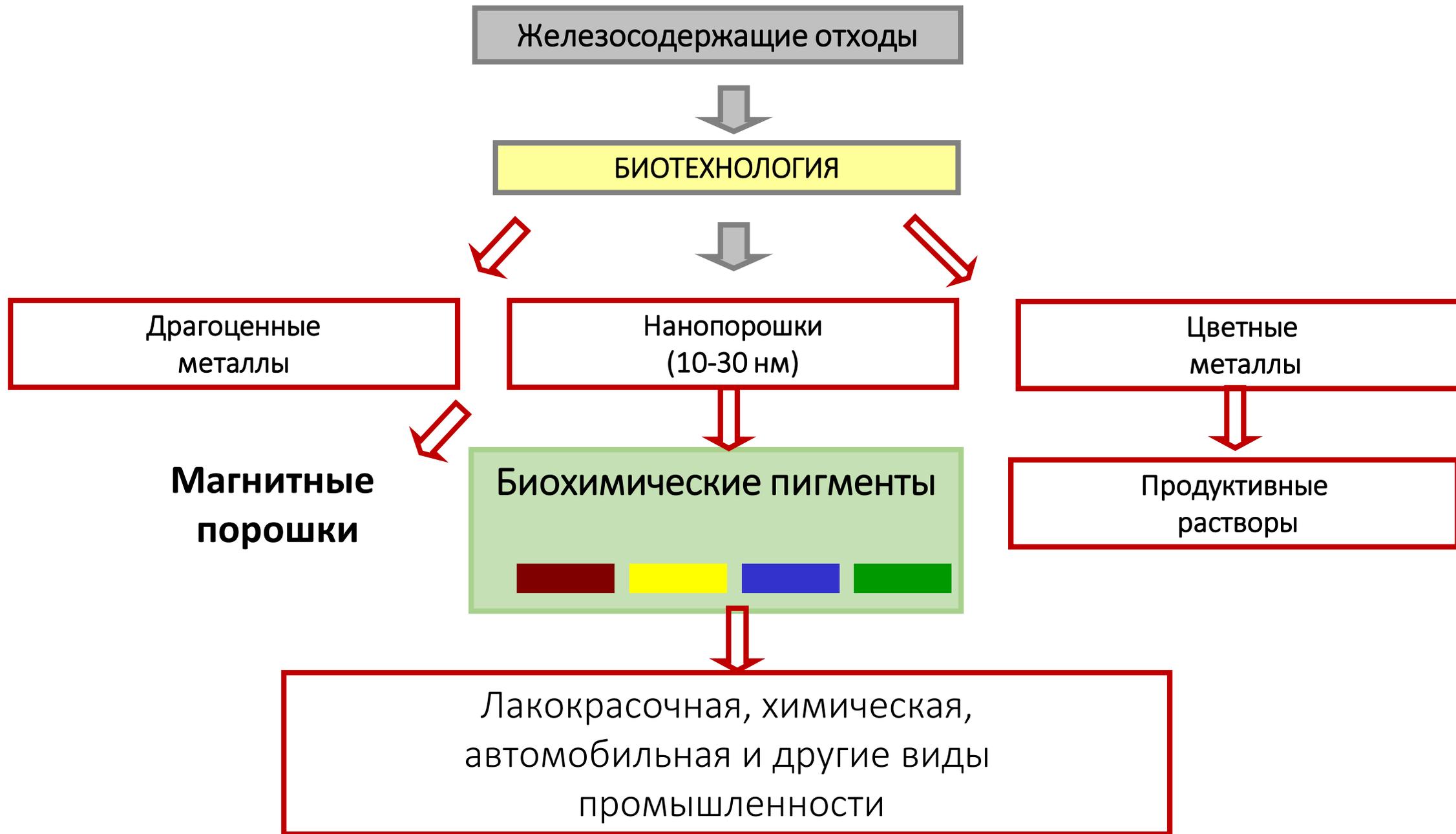
Магнитный порошок



Пигменты

Железосодержащие отходы  
(шламы, пыли, шлаки и др.)

# Принципиальная схема решения проблемы



# Цели и задачи

1 . Провести сравнительный анализ существующих методов переработки отходов

2 . Изучить технологию бактериального выщелачивания

3 . Разработать концепт и создать установку бактериального выщелачивания

**Цель –**  
снижение негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду ,путём разработки и апробирования технологии получения мелкодисперсных пигментов и магнитных порошков из отходов металлургического и горно-промышленного производства

4 . Получить мелкодисперсные пигменты основных цветов

5 . Получить и испытать магнитный порошок

6 . Рассмотреть возможности альтернативного применения мелкодисперсных порошков

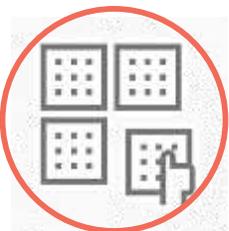
# Альтернативные способы переработки

## Черная металлургия



### Производство щебня

- быстрое изнашивание оборудования
- повышенная влажность продукта



### Производство литых изделий

- быстрое изнашивание оборудования
- загрязнение окружающей среды



### Грануляция

- загрязнение окружающей среды
- повышенная влажность продукта
- несовершенство систем обратного водоснабжения

## Цветная металлургия



### Окислительный обжиг

- малая эффективность
- загрязнение окружающей среды
- ограничение в применении



### Электротермическая переработка

- Не полная переработка шлака
- Загрязнение окружающей среды



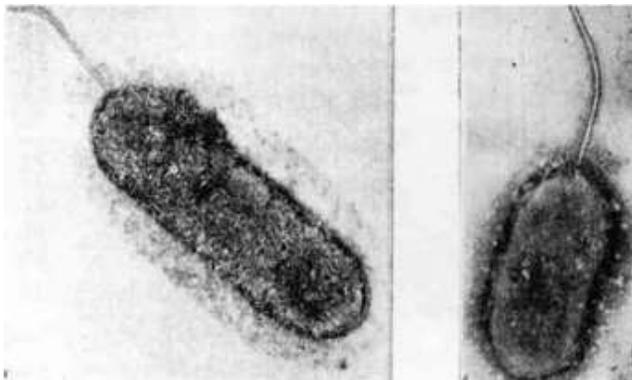
### Автоклавный метод

- особые условия проведения
- технически сложный процесс
- высокие кап. и экспл. затраты

# Бактериальное выщелачивание



## Микроорганизмы



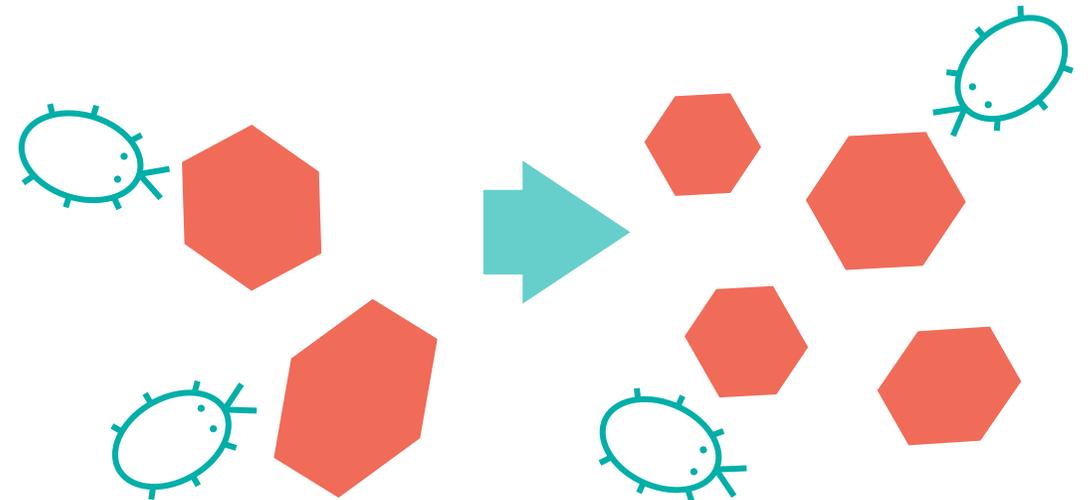
*Thiobacillus  
ferrooxidans*

(Размеры:  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  м)

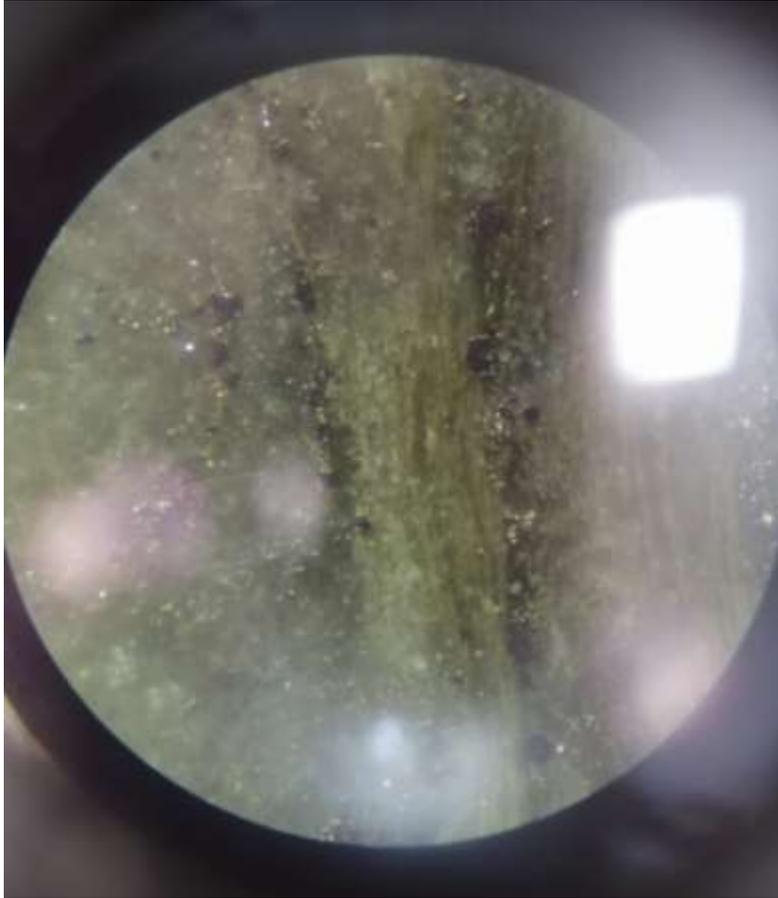
## Окисление

железа

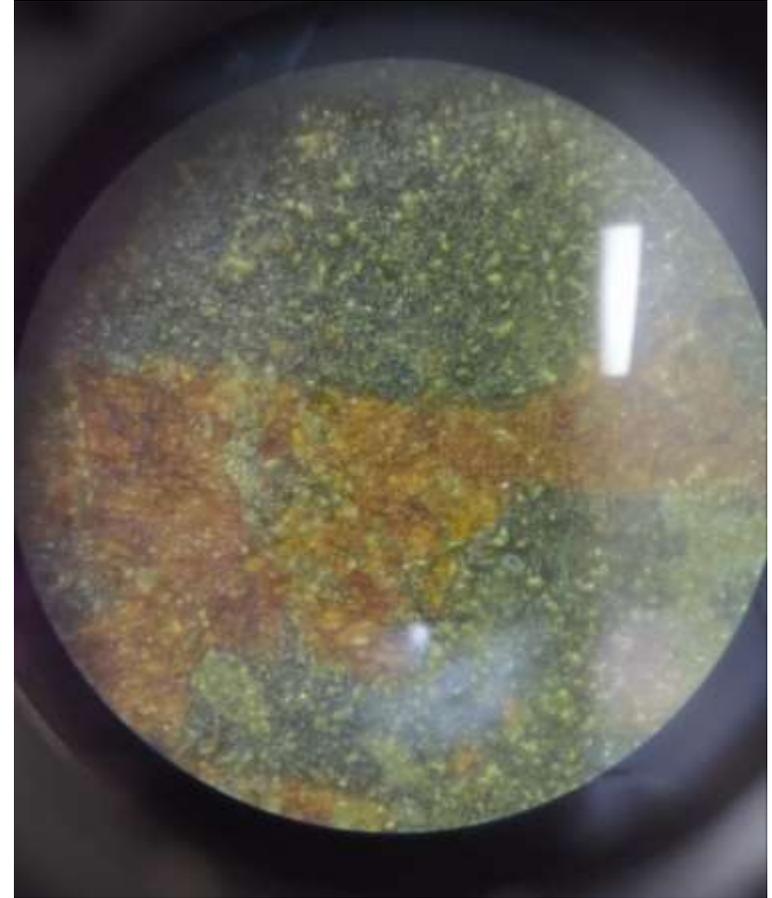
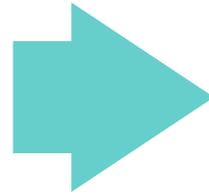
Окисление  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$ , приводящее к  
получению энергии, происходит в  
соответствии с уравнением



# Влияние бактерий на шлак

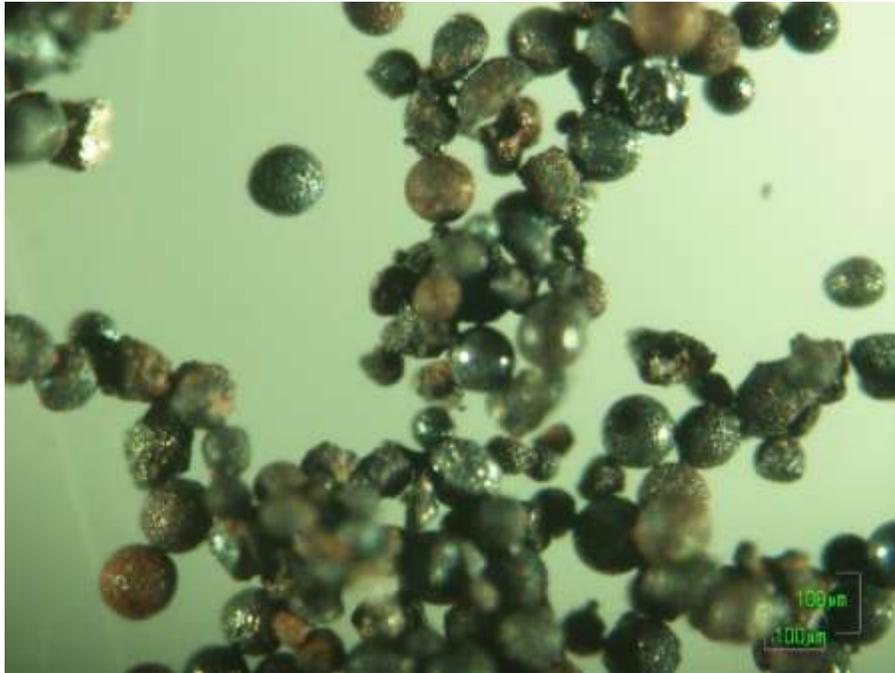


До



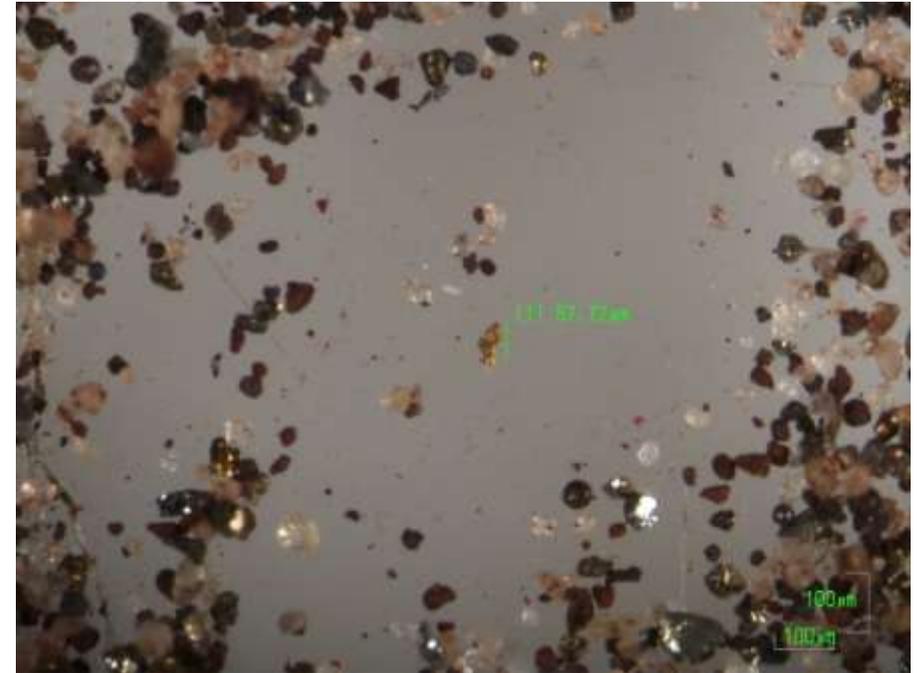
После

# Влияние бактерий на отходы металлургического производства



До

Пиритные огарки до бактериального  
выщелачивания.  
(средний размер 100 мкм)



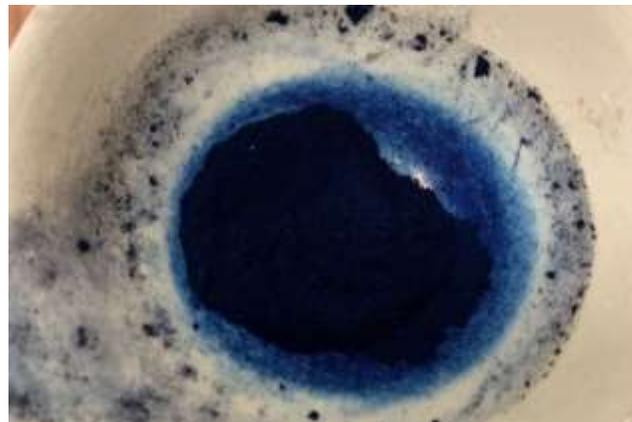
После

Пиритные огарки после  
бактериального выщелачивания.  
В центре зерно самородного  
золота (размер 57 мкм)

# Полученные пигменты



Желтый пигмент



Синий порошок



Красный пигмент



Зелёный порошок

## Применение



Лакокрасочная промышленность



Косметическая промышленность



Окрашивание полимеров

## Свойства



Укрывистость

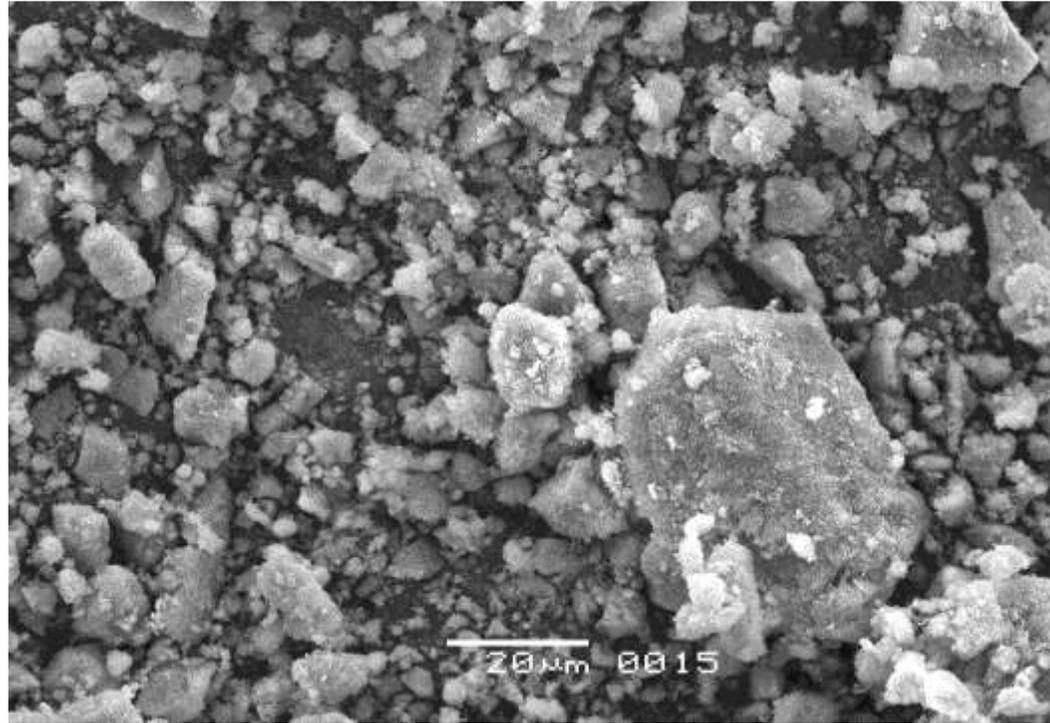


Устойчивость к УФ



Огнеупорность

# Структура полученных пигментов



## Химический пигмент

По форме и крупности структура

пигмента неравномерная

# Магнитный порошок

## Применение



Военная промышленность

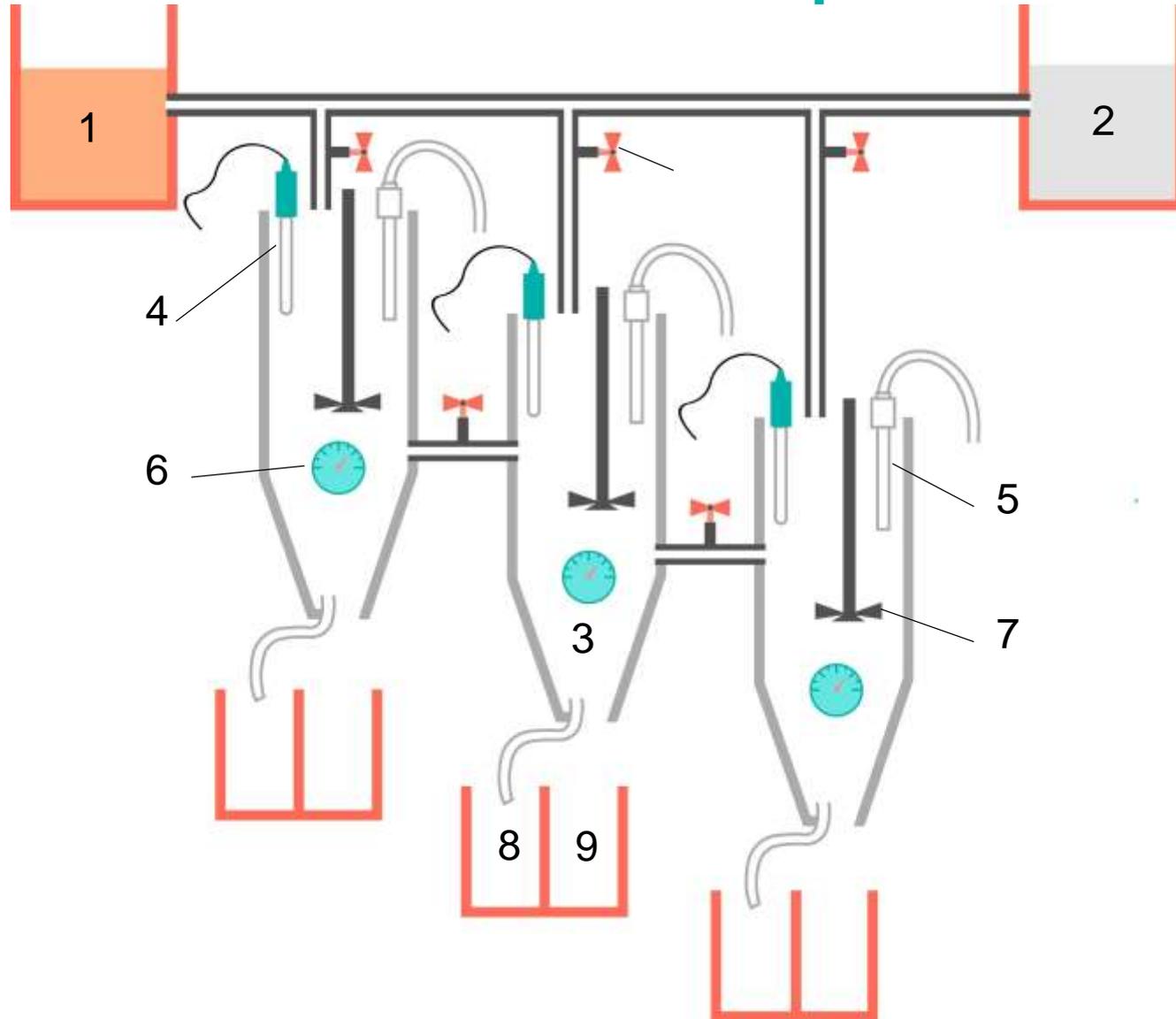


Магнитная дефектоскопия



Лакокрасочная промышленность  
(полиграфические красители)

# Установка бактериального выщелачивания



Условные обозначения:

- 1 – чан с бактериальным раствором
- 2 – чан с питательной средой
- 3 – биореактор
- 4 – рН-метр
- 5 – барботаж
- 6 – термометр
- 7 – мешалка
- 8 – контейнер, куда попадает раствор
- 9 – контейнер, куда попадает шлак

# Возможные потребители

Места складирования шлаков



# Результаты

- ✓ Проведен сравнительный анализ существующих методов переработки шлаков
- ✓ Изучена технология бактериального выщелачивания
- ✓ Разработан концепт и создана установка
- ✓ Получены мелкодисперсные пигменты и магнитный порошок и рассмотрены варианты их применения
- ✓ Проект рассмотрен с финансовой точки зрения





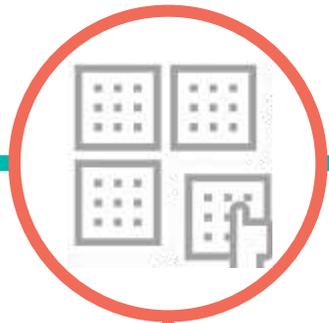
To Be Continued

To Be Continued

To Be Continued

To Be Continued

# Перспективы проекта



Доработка  
технологии



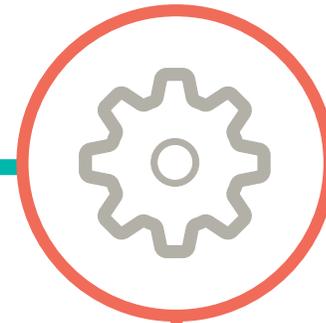
Патентный  
поиск



Патентование  
технологии



Поиск  
инвесторов и  
потребителей



Организация  
производства



Спасение  
мира

# Экономическая составляющая

Наименование	Цена	Стоимость в месяц, ₽	Себестоимость, ₽	Запуск, ₽
Оборудование	4 725 000 ₽	-	187 110	4 725 000
Химические реактивы	55 650 ₽/цикл	222 600	183 643	445 200
Рабочая сила (6 человек)	165 000 ₽/мес	165 000	90 750	330 000
Вода	34 ₽/мес	170	187	340
Электроэнергия	4,08 ₽/мес	40 000	24 400	80 000
Накладные	50% от раб. силы	82 500	45 375	165 000
Транспортные расходы	5% от конечной стоимости	-	28 842	-
<b>Итого:</b>		<b>510 270</b>	<b>560 307</b>	<b>5 745 540</b>