



ПЕРМСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классика будущего

МИП «ГеоИнновация Плюс»

РЕЗЮМЕ НАУЧНОГО ПРОЕКТА:

**РАЗРАБОТКА ПРИРОДОПОДОБНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ФОРМИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПОЛЕЗНЫХ
КОМПОНЕНТОВ
ВНУТРИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛОВ**

ДОКЛАДЧИК: НАУМОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

НАУЧНАЯ ЦЕЛЬ ПРОЕКТА:

СОЗДАНИЕ ПРИРОДОПОДОБНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТА) ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛОВ
(ПРИРОДНАЯ ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА В НЕДРАХ)

- ✦ 2018 год. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ МИГРАЦИИ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЗОЛОТА В ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛАХ;
- ✦ 2019 год. ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ ИСКУССТВЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛАХ В ВИДЕ ПРОТОТИПА СОРБЦИОННОГО МОДУЛЯ;
- ✦ 2020 год. ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СОРБЦИОННОГО МОДУЛЯ.

Во взаимодействии «**Человека**» и «**Окружающей среды = земли**»
- антропоцентрический (АЦ) и геоцентрический (ГЦ) подходы.

АНТРОПОЦЕНТРИЗМ — точка отсчета — человек

ГЕОЦЕНТРИЗМ — точка отсчета — Земля

В отношении разработки месторождений:

АЦ. Говорим добываем «полезные ископаемые»,
на самом деле производим «отходы производства»

ГЦ. Добываем «полезные ископаемые»,
изменяем вещественный (гранулярный, минералого-петрографический, химический)
состав исходных пород, соотношение твердой жидкой фаз

Многообразие процессов, геологической деятельности человека привело к **техносферной революции**.

ТЕХНОСФЕРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Техносферная революция — коренные изменения в геологической истории Земли, связанные с формированием новой оболочки — техносферы, которая отличается спецификой строения и состава; обусловлена технической деятельностью человека, «вооруженного» техникой и преобразованиями возникших ТМО.

Масса Земли	—	6×10^{21} тонн
Масса земной коры*	—	$2,8 \times 10^{19}$ тонн
Масса гидросферы**	—	2×10^{18} тонн
Масса техносферы***	—	3×10^{13} тонн
Масса биосферы****	—	$2,4-3,6 \times 10^{12}$ тонн
Масса людей*****	—	5.5×10^7 тонн

* - из них 21 % — океаническая кора и 79 % — континентальная; или 0,473 % общей массы Земли;

** - в Мировом океане - 67%, в литосфере — 30%, в материковых льдах и подземных водах — 2%, а в водоемах суши — 1%;

*** - по Заласевичу и др., 2016 (*The Anthropocene Review*, 28.11.2016; doi: 10.1177/2053019616677743);

**** - биосфера в сухой массе;

***** - по данным на 2000 г.

НОВАЯ ПАРАДИГМА. **ТЕХНОСФЕРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА**



ИССЛЕДОВАНИЯ ПО НАУЧНОМУ ПРОЕКТУ ВЫПОЛНЯЛИСЬ В РАМКАХ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ НАМИ ПАРАДИГМЫ НАУЧНЫХ ВЗГЛЯДОВ «ПАРАДИГМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ»

Геологические процессы в техносфере продолжают и ведут к последующему изменению состава лито-, гидро-, атмо-, биосферы – процесс **техногеогенеза**

Геологические процессы в техносфере продолжают и ведут к последующему изменению состава лито-, гидро-, атмо-, биосферы – процесс **техногеогенеза**

4.2. Доля золота в техносфере

Общая масса техносферы 10 - 30 тератонн (30×10^{12} т).

Техносфера на 60 - 90% представлена горной массой, отработанных руд и перемещенных грунтов (не менее 6 тератонн).

Не менее 5-10 % этой массы (0,3 - 0.6 тератонн) связано с разработкой золотосодержащих пород.

За всю историю Земли из недр **добыто 178 тыс. тонн золота** (данные Thomson Reuters GFMS на 2016 г., куб с ребром 20.6 м) при среднем содержании золота 2.2 г/т

В оставшихся 300-600 млрд. тонн сохраняется как минимум 10 – 40 % неизвлеченного золота или порядка **20 – 80 тыс. тонн золота** со средним содержанием **0,2 – 0,5 г/т** (ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ РЕСУРС ЗОЛОТА МИРА).

Для примера, среднее содержание золота в золото-порфировых месторождениях- гигантах, таких как Pebble Copper (Alaska), Bingham (Utah), Оуи Tolgoi (Mongolia) составляет 0,35-0,5 г/т. А руду надо добыть, передробить, истереть, извлечь из нее золото. И это экономически обосновано.

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОГЕННЫХ
ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ОБЪЕКТОВ РОССИИ - 5 000 т.

КРЕСТОВОЗДВИЖЕНСКИЙ ПРИИСК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН



При добыче полезных ископаемых создают отвалы ТМО: вещество, которое **не оценили и не используют** для удовлетворения человеческих потребностей (геологам — не дали оценить).

Неполезные ТМО – «отходы производства», невосстребованные или неоцененные, не имеющие экономической значимости. Главное – экологически «вредные» продукты



ТМО назвали **отходами производства**; распространили действие законодательства с необходимостью платы за ТМО.

Важные свойства части ТМО – **дисперсность частиц, неустойчивость химического состава первичных руд**. Разложение и приспособление к новым условиям окружающей среды



ТЕХНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОБЛЕМА МИРОВОГО УРОВНЯ

**Масса объектов ТМО – фабрик в недрах иного назначения
ИХ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА:**

- ГЛОБАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПЛАНЕТАРНОГО МАСШТАБА
- ДЕСЯТИЛЕТИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ – ОПЫТ НАБЛЮДЕНИЙ
- НАРАБОТКА ПОЗИТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ДРУГИХ РЕГИОНОВ РОССИИ И МИРА
- НЕ ОЦЕНЕН РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ
- ОТСУТСТВИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
- НАЛИЧИЕ ОПЫТНЫХ КОМАНД ПО РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ
- РАЗРАБОТАНА ИДЕОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ТМО (ТЕХНОГЕО- и ТЕХНОРУДОГЕНЕЗ)

- тип геологического процесса (разрушение, перенос, осаждение)
 - интенсивность протекания процесса (усиление или замедление) природных геологических процессов
 - создание условий протекания процесса в определенное время и в определенном месте
 - формирование свойств полезных компонентов (концентрирование, рассеяние...)
 - направление протекания процесса
1. **Группа.** Природоподобные управления процессами разрушения (высвобождения полезных компонентов: физические, физико-химические, химические, био-химические, биологические).
 2. **Группа.** Природоподобные технологии создания условий фазовых переходов твердой фазы в жидкую, в благоприятные для извлечения формы нахождения.
 3. **Группа.** Природоподобные катализаторы ускорения реакций, процессы замедления и прекращения развития физико-химических процессов.
 4. **Группа.** Природоподобные технологии управления переносом вещества в разных формах нахождения и фазовом состоянии вещества.
 5. **Группа.** Природоподобные технологии управления процессами осаждения, агрегации, аккумуляции полезных компонентов на основе физико-химических, биохимических и биологических процессов.

ФОРМЫ ЗОЛОТА

- Золото **широко распространено** в природе в разных отложениях, агрегатных состояниях, разных формах нахождения.

В твердой фазе: свободное, связанное в минералах, в сростках, "пленочное" и сорбированное на минералах.

В растворах: рудничных и подрудничных водах, рассолах, нефтях.

В газах и возгонах Часто его не видят, не знают форм нахождения, поэтому – **не извлекают**.

- Технологии изучения и извлечения направлены на **извлечение определенной формы нахождения** золота. При этом другие формы - не учитывают.
- При добыче **золото** (других форм нахождения) **поступает в техногенные отвалы** или техногенно-минеральные образования (ТМО).

ТЕХНОГЕОГЕННОЕ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ НА ОТВАЛАХ ЗОЛОТОСУЛЬФИДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СИБИРЬ)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

Первичные сульфиды

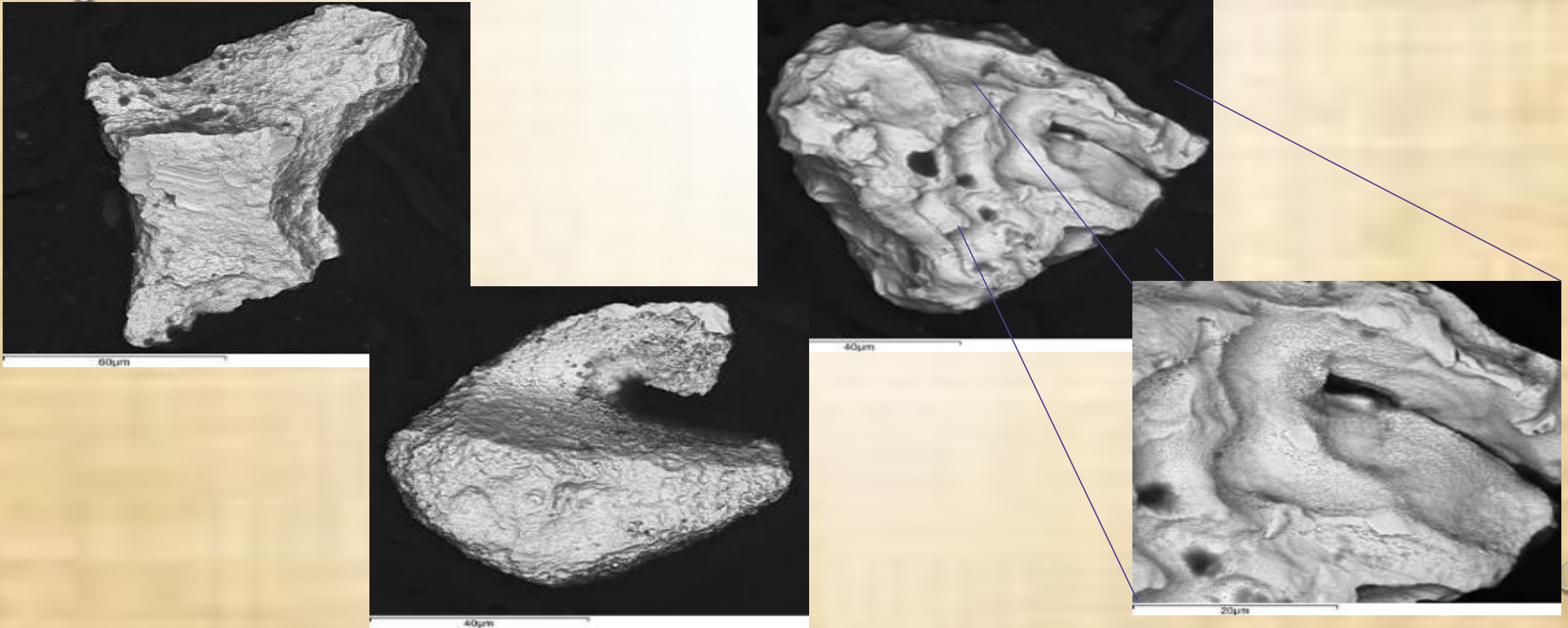


АЗУРИТ



а – общий вид отвалов сульфидных руд, б – техногенные азурит и самородная сера

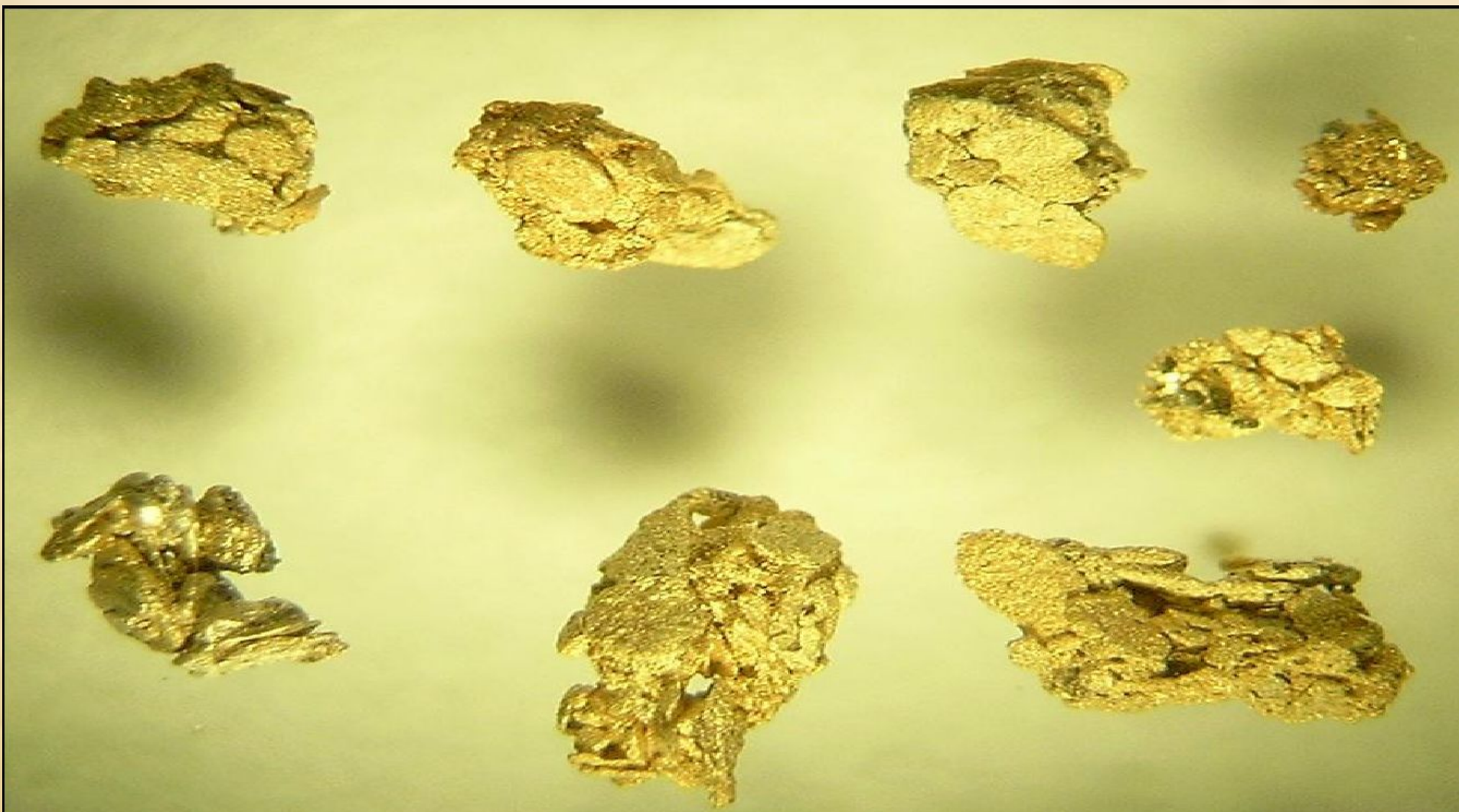
Техногеогенное золото – продукт физико-химических и биохимических преобразований первичных руд в отвале



Новообразованное техногеогенное золото

Новоурского золоторудного полиметаллического месторождения

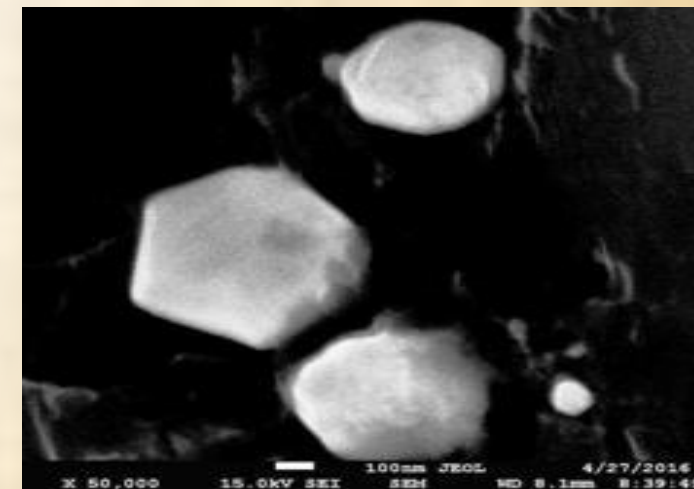
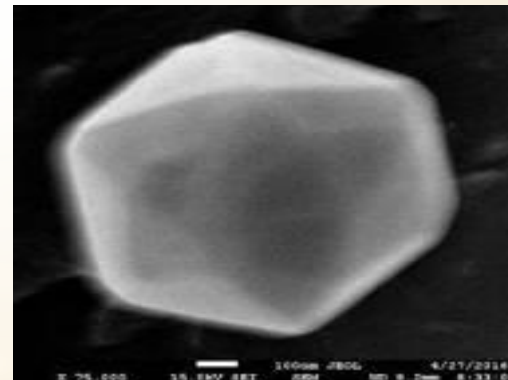
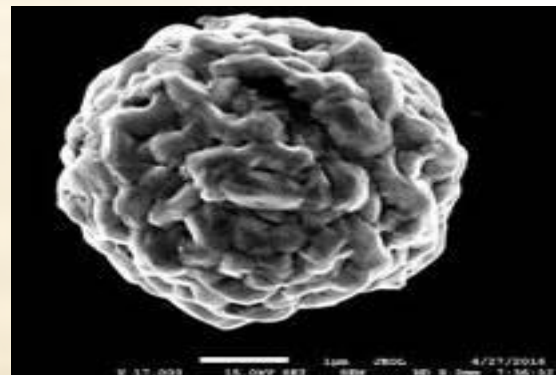
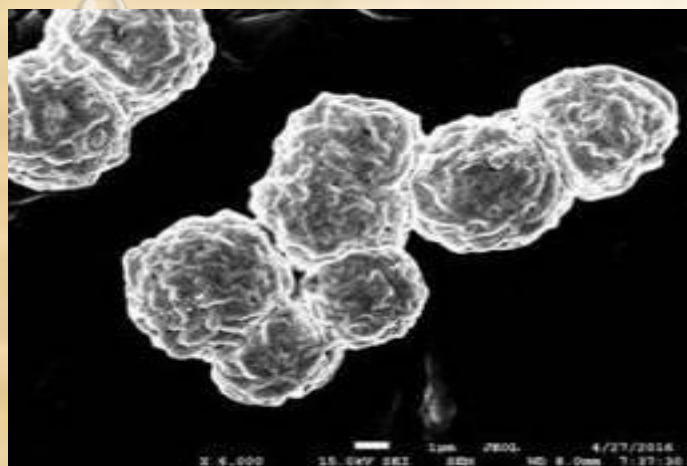
СЛИПАНИЕ И УКРУПНЕНИЕ ЧАСТИЦ ЗОЛОТА В ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)



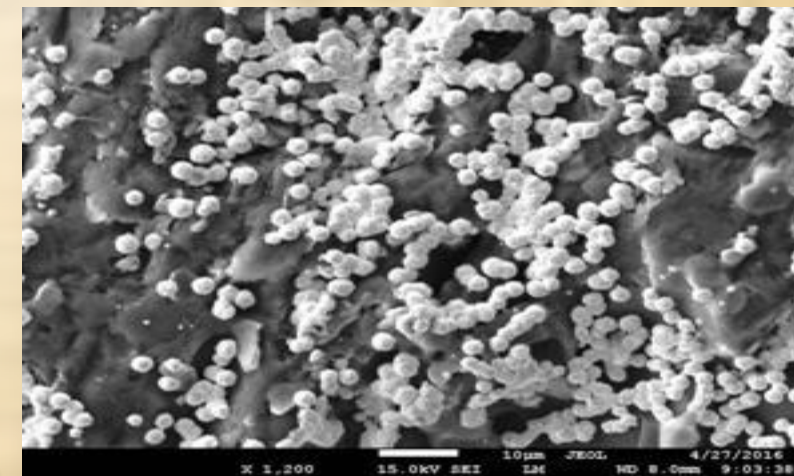
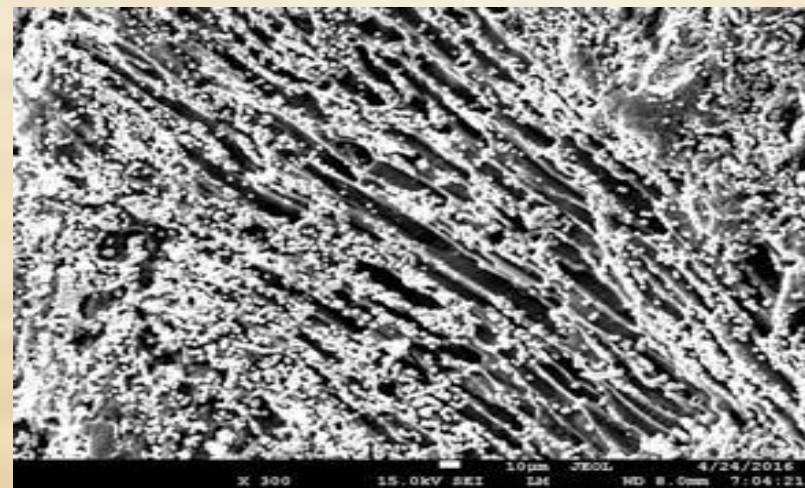
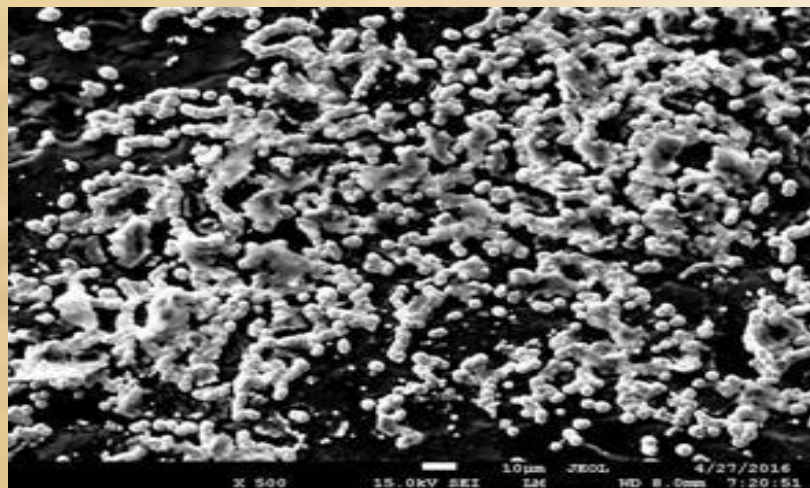
Увел. микроскопа 8×23×1 (Банщикова и др., 2010)

ОСАЖДЕНИЕ И РОСТ ЗОЛОТА НА УГЛЕРОДНОМ БАРЬЕРЕ

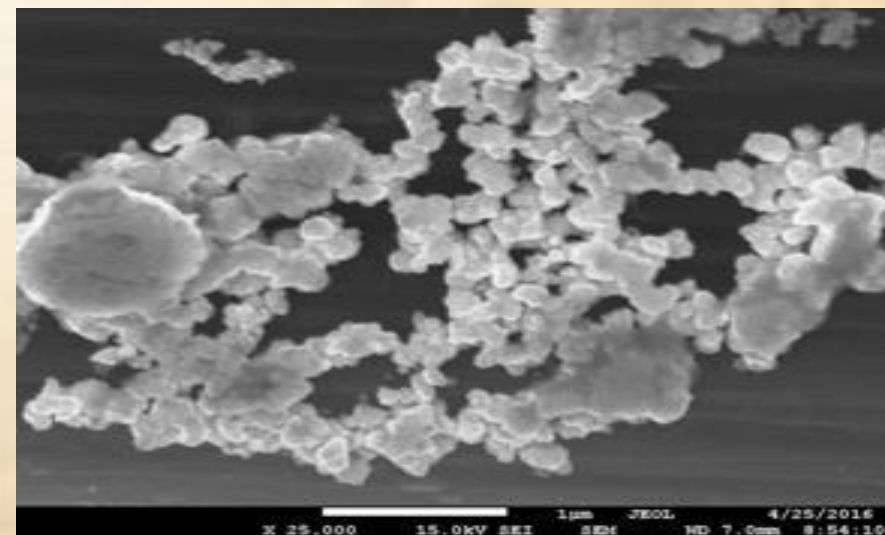
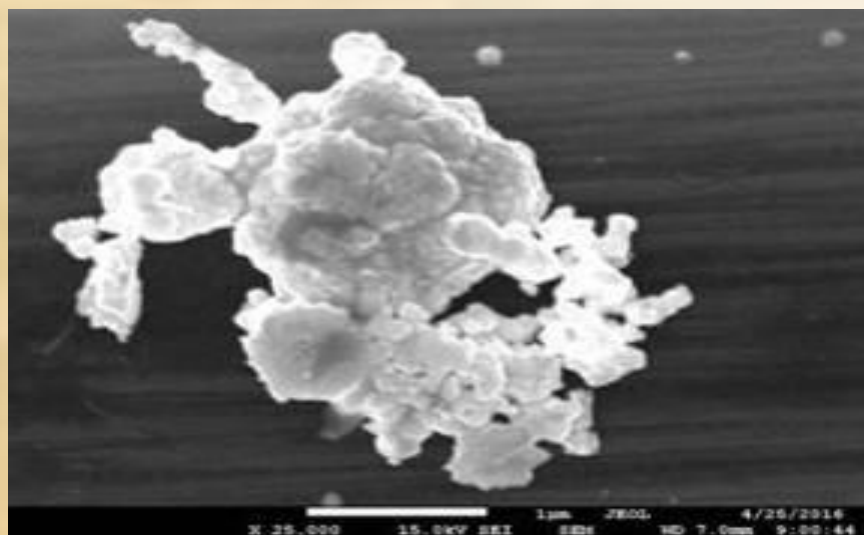
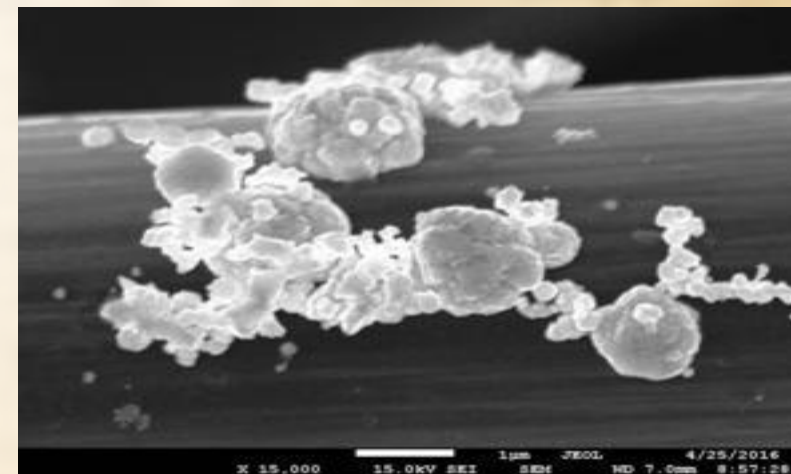
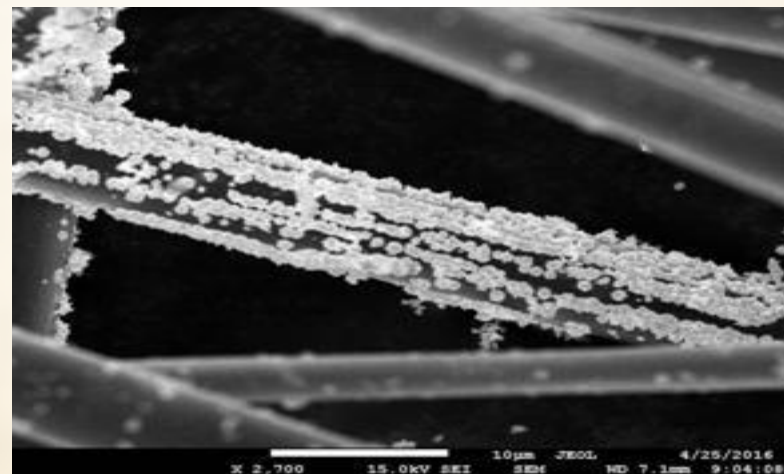
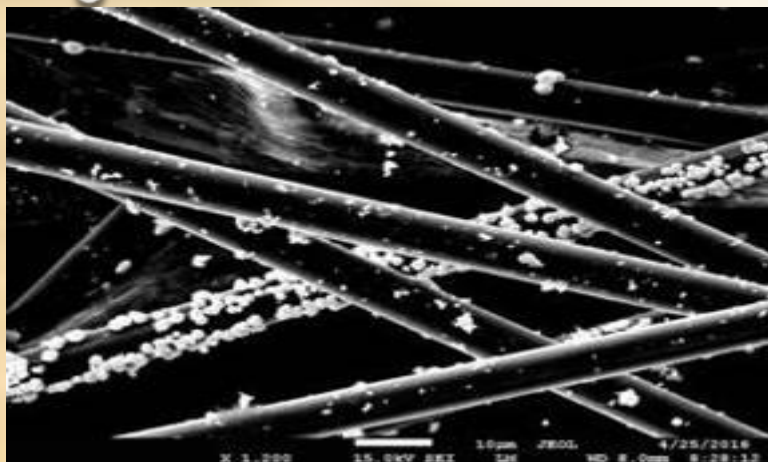
ШАРООБРАЗНЫЕ АГРЕГАТЫ КРИСТАЛЛИТОВ И КРИСТАЛЛИТЫ НАНОЗОЛОТА



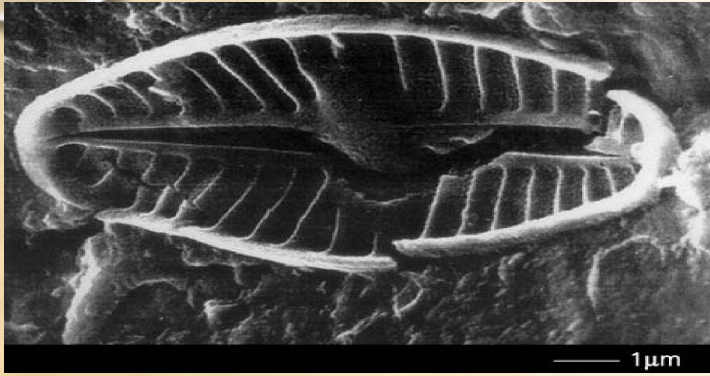
ЦЕПОЧЕЧНЫЕ АГРЕГАТЫ ШАРООБРАЗНЫХ КРИСТАЛЛИТОВ



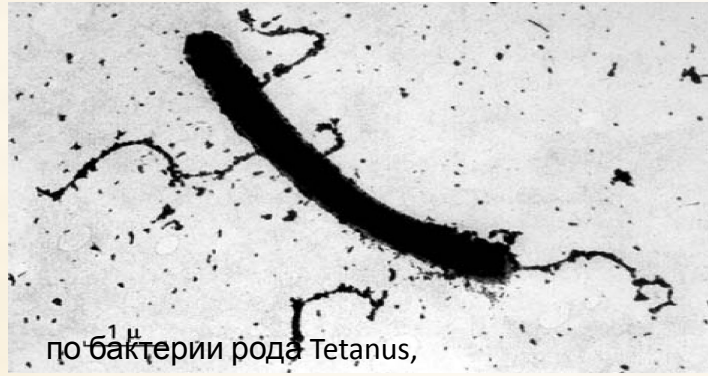
ОСАЖДЕНИЕ ЗОЛОТА НА УГЛЕРОДНЫХ НИТЯХ



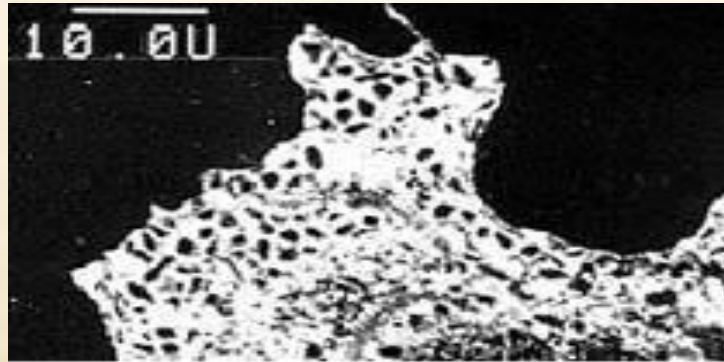
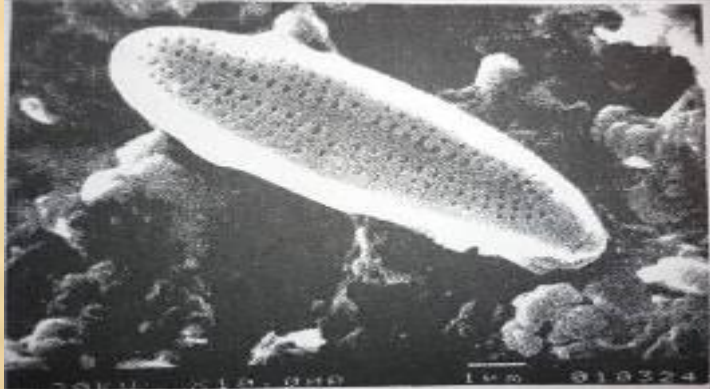
БИООСАЖДЕНИЕ ЗОЛОТА. БИОПСЕВДОМОРФОЗЫ НАНО- И МИКРОЗОЛОТА



по диатомовым водораслям, Амосов, 1996



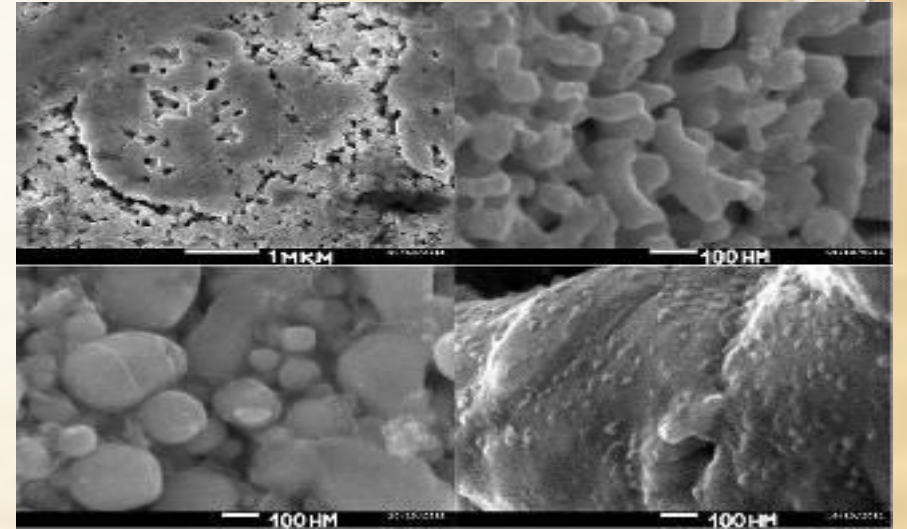
по бактерии рода Tetanus,



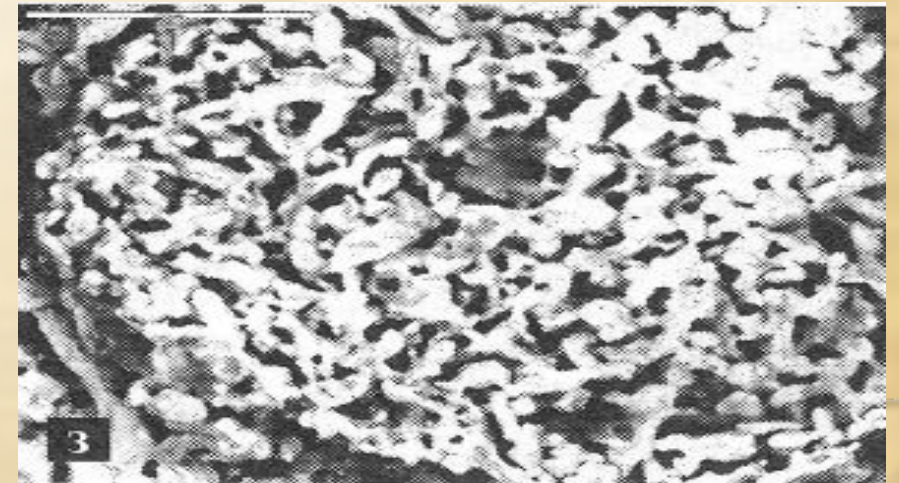
микромикеты, Куимова, Моисеенко, 2006



цианобактерии Witwatersrand, Hallbauer et al., 1977



Сетчатые агрегаты, Куимова, Моисеенко, 2006



биозолото Верхнекамской впадины, Наумов и др., 2003

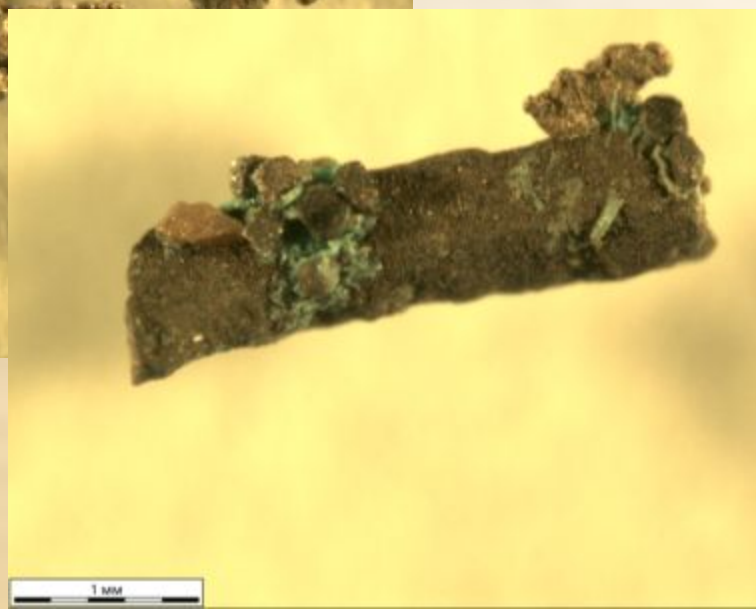
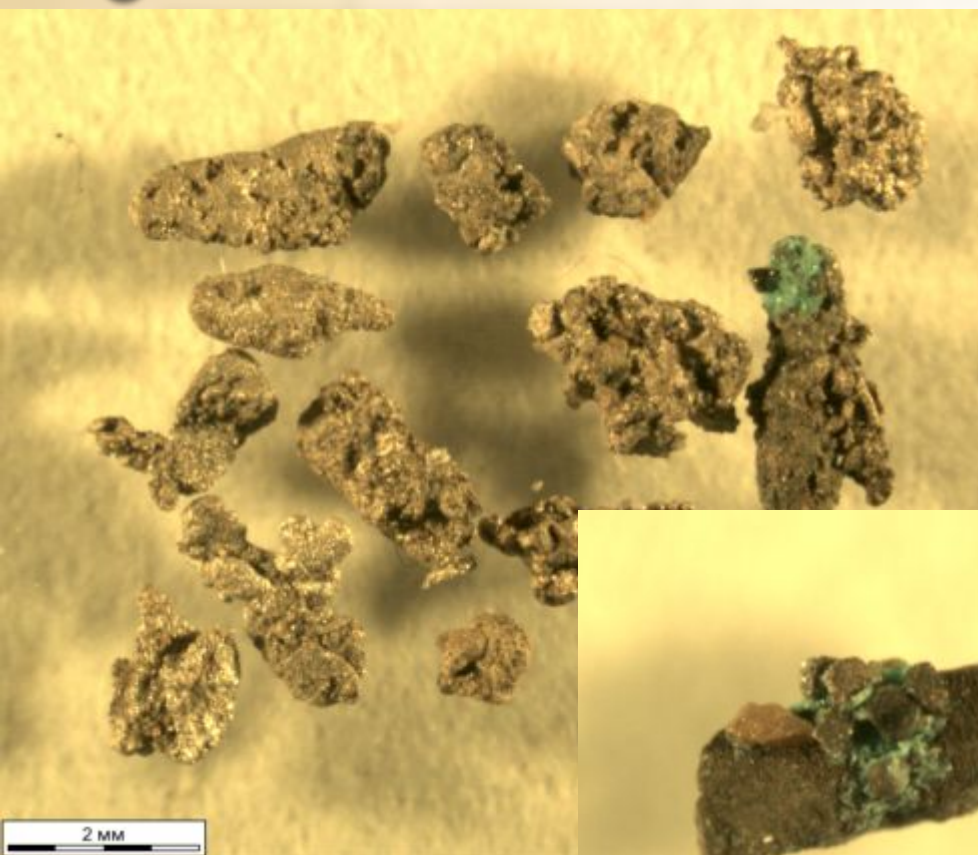
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ агрегатов ЗОЛОТА на медной проволоке



Золото образует пленки и агрегаты (псевдоморфозы) на поверхности медных и цинковых сеток под воздействием природно-техногенного электролиза



НОВООБРАЗОВАННОЕ ЗОЛОТО ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛОВ



НАУЧНЫЙ ЗАДЕЛ

- ✦ В ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛАХ СКОНЦЕНТРИРОВАН БОЛЬШОЙ ОБЪЕМ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ, В Т.Ч. ЗОЛОТА
- ✦ НА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ЧАСТЬ ЗОЛОТА РАСТВОРЯЕТСЯ АГРЕССИВНЫМИ ВОДАМИ
- ✦ ЗОЛОТО ПЕРЕМЕЩАЕТСЯ И ОСАЖДАЕТСЯ НА ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРАХ ВНУТРИ ОТВАЛОВ (РИСУНОК)
- ✦ ДАННЫЕ ПРОЦЕССЫ ВОСПРОИЗВОДИМЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

СУТЬ ТЕХНОЛОГИИ:

НА ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛАХ ФОРМИРУЕТСЯ СИСТЕМА
В ВИДЕ КОМПЛЕКСА СОРБЦИОННЫХ МОДУЛЕЙ

СОЗДАЕТСЯ "ПРИРОДНАЯ ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА В НЕДРАХ"

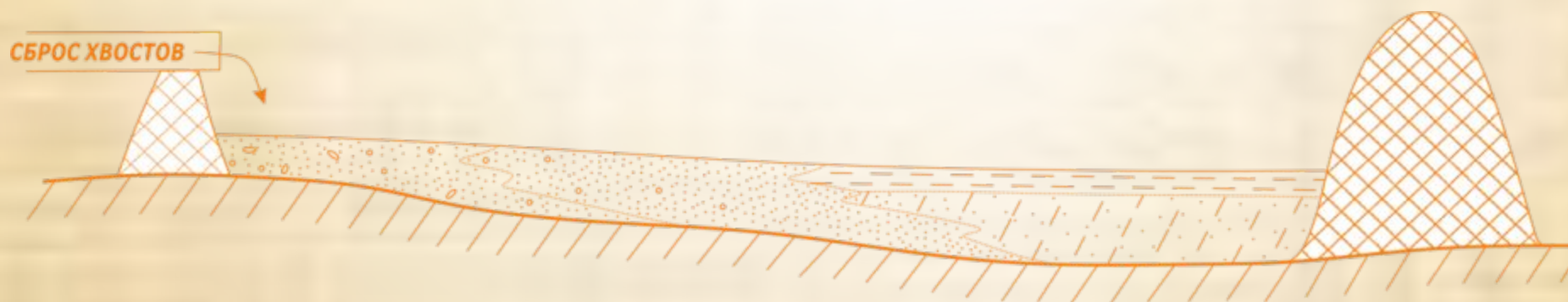
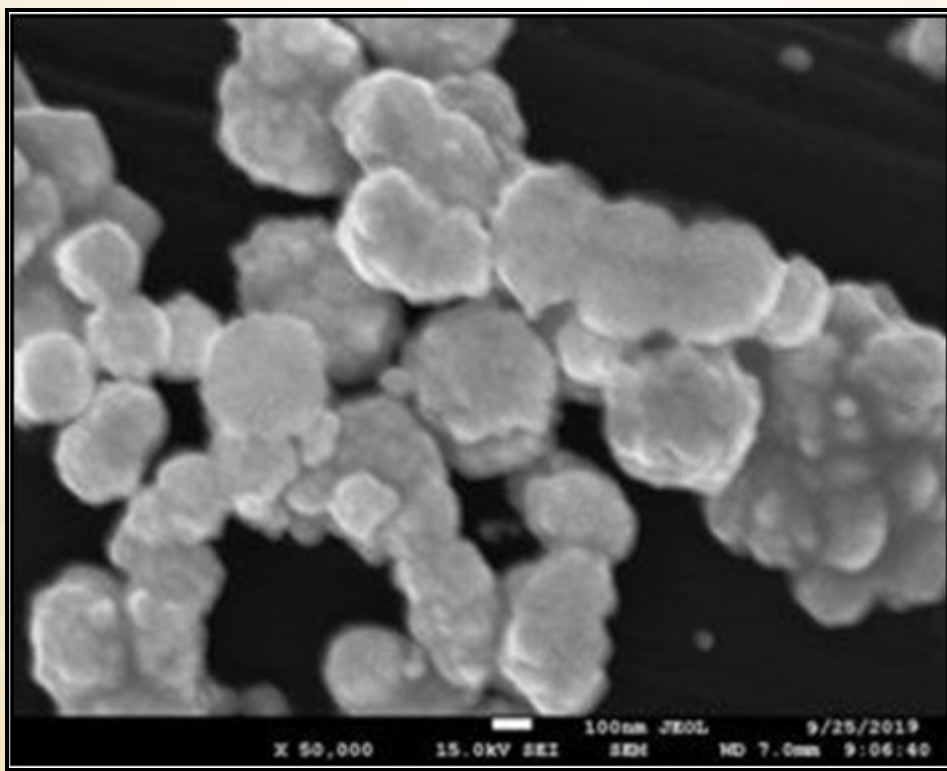
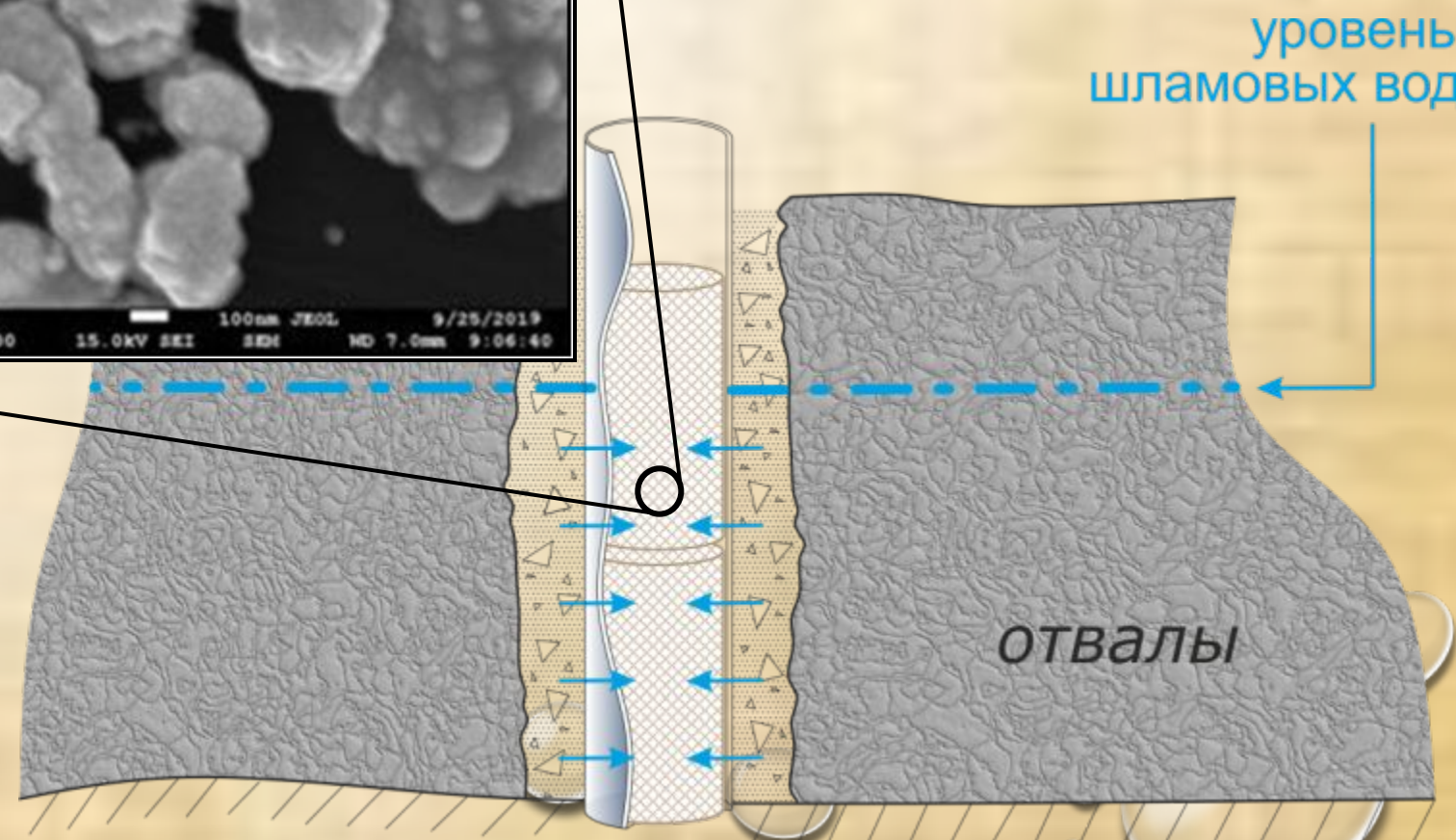


СХЕМА РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИИ

ПРОТОТИП
СОРБЦИОННОГО
МОДУЛЯ



СОРБИРОВАННОЕ ЗОЛОТО НА
АКТИВИРОВАННОМ УГЛЕ



уровень
шламовых вод

отвалы

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ на 2020 год

- ✦ Проведены успешные полевые испытания сорбционного модуля на техногенном полигоне «Крестовоздвиженский»;
- ✦ Получены результаты подтверждающие работоспособность технологии;
- ✦ Получен патент на полезную модель № 197815 от 10.02.2020



Результаты экспериментальных работ на полигоне «Крестовоздвиженская россыпь»

Срок опытов составлял по 5 и 10 дней с повторением циклов в течении 2 месяцев.

Среднее содержание золота в угле после 5-дневных циклов составило – 12 мг/кг; после 10-дневных циклов составило – 21 мг/кг;

При сохранении темпов концентрации полезного компонента на сорбент при круглогодичном эксплуатационном периоде модуля - это позволит извлекать до 15 грамм золота в год с одного модуля.

Доказан факт сорбции золота углями в природе

Укрупненные технико-экономические показатели эксперимента за 10-дневный цикл:

Длина полезной (используемой) части модуля....– 1 м.

Диаметр модуля.....– 140 мм.

Размерность зерен сорбента.....– 1,2-1,7мм

Обменная емкость (ОЕ) сорбента.....– 2 гр/кг

Масса сорбента в сменном элементе.....– 25 кг

Среднее содержание золота в сорбенте.....– 21 мг/кг

Эксперименты по осаждению золота на угли и филаменты проведены в бассейне рек

-Берелех (Сусуман, Магадан);

-Саменка (Перм. край);

На объектах ЮЗП (Краснотурьинск)

НАУЧНЫЕ ИТОГИ ПРОЕКТА

- ✓ Опубликовано **12** статей по тематике МИГ, из них **6** статей с иностранным партнером;
- ✓ Прочитаны **курсы лекций** в Пермском Университете (2018, 2019) профессором Туринского политехнического Университета, в том числе в дистанционном формате в 2020 году
- ✓ Принято участие коллектива МИГа с иностранным профессором в **конференции IMWA 2019** (июль 2019); других региональных конференциях
- ✓ **Стажировка** в Туринском политехнике
- ✓ **Полевые работы** на Урале (Россия) и Альпах (Италия)
- ✓ Участие в горнопромышленном **съезде** Приволжского ПФО; в горнопромышленном **форуме** РФ с докладами



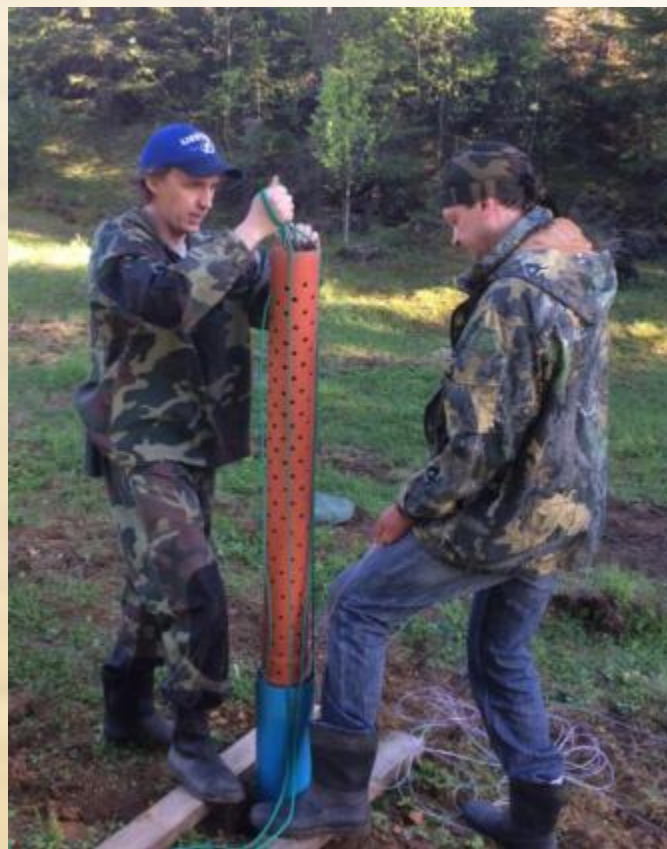
НАУЧНЫЕ ИТОГИ ПРОЕКТА

Изучены техногенные объекты Италии и России:

Изучен техногенный
золотоносный объект в
Северной провинции Аоста



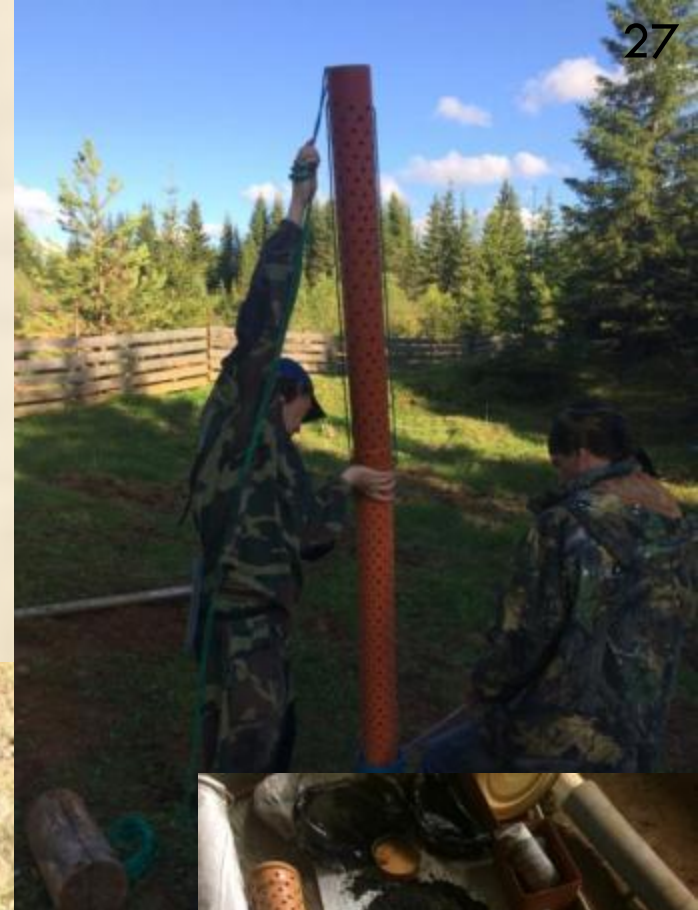
Проведены испытания по
извлечению золота из техногенного
полигона Крестовоздвиженский



Штольня FIAT по
добыче железной
руды для нужд
автоконцерна

НАУЧНЫЕ ИТОГИ И ДАЛНЕЙШАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

- ✦ Подтверждение теоретических выкладок и лабораторных экспериментов, полевыми испытаниями сорбционного модуля;
- ✦ Соглашение о сотрудничестве с ООО «Каммир»
- ✦ Проведение дальнейших исследований, направленных на расширение спектра полезных компонентов.



КОМАНДА ПРОЕКТА



E-mail: naumov@psu.ru
Наумов В.А.

НАУМОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

РУКОВОДИТЕЛЬ С РОССИЙСКОЙ СТОРОНЫ

АДРИАНО ФИОРУЧЧИ

РУКОВОДИТЕЛЬ СО СТОРОНЫ ИТАЛИИ

ГОЛДЫРЕВ ВАЛЕРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ И ПРОДВИЖЕНИЕ ПРОЕКТА

ОСОВЕЦКИЙ БОРИС МИХАЙЛОВИЧ

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

БРЮХОВ ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ

СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА СОРБЦИОННОГО МОДУЛЯ

ФЕТИСОВ ВЯЧЕСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МОВЗИТОВА КСЕНИЯ

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРАВОВОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТИКЕ:

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ

В.А. Наумов, А. Фиоруччи, В.В. Голдырев, В.Н. Брюхов, В.В. Фетисов

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ № 9 (75).

ЕКАТЕРИНБУРГ 2018.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЗАПАДНОГО УРАЛА

В.А. Наумов, О.Б. Наумова, А. Фиоруччи

ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЗАПАДНОГО УРАЛА: СБ.СТ. ПО МАТЕРИАЛАМ ВСЕРОСС. НАУЧН.-ПРАКТ. КОНФ. С МЕЖДУНАР. УЧАСТИЕМ. ПЕРМЬ, 2018.

С. 65-71.

DISSOLUTION AND REDISTRIBUTION MECHANISMS OF GOLD INSIDE THE TAILINGS (MINE DUMPS) AND THEIR APPLIED SIGNIFICANCE (Web of Science)

Oksana Naumova, Vladimir Naumov, Boris Osovetsky, Boris Lunev

MINE WATER: TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES/ PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL MINE WATER ASSOCIATION CONFERENCE 2019, (15-19 JULY 2019, PERM, RUSSIA). СТР.

748-753

FORMATION OF INDUSTRIAL GOLD-BEARING OBJECTS IN THE DEVELOPMENT OF PLACERS ON THE MARAKAN RIVER (EASTERN SIBERIA) (Web of Science)

Kseniya Movzitova, Il'ya Plyusnin

MINE WATER: TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES/ PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL MINE WATER ASSOCIATION CONFERENCE 2019, (15-19 JULY 2019, PERM, RUSSIA). СТР.

531-534

ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ВОДЫ НЕКОТОРЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ИТАЛИИ

В.Н. Брюхов, А. Фиоруччи, В.В. Голдырев, В.А. Наумов, В.В. Фетисов, К.И. Мовзитова

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ № 12 (90). ЕКАТЕРИНБУРГ 2019.

SUPERGENE GOLD TRANSFORMATION IN TECHNOGENIC MINERAL FORMATIONS (Scopus)

Alfiia Khusainova, Vladimir Naumov, Oksana Naumova

E3S Web of Conferences 98, 01028 (2019)

TRAINING OF SPECIALISTS AND MASTERS ON GEOLOGY IN FIELD OF PLACERS, TECHNOGENIC DEPOSITS AND RESEARCH THE ICROSTRUCTURES OF SUBSTANCE IN PERM UNIVERSITY (Web of Science)

Naumova, Vladimir Naumov, Boris Osovetsky, Boris Lunev

MINE WATER: TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES/ PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL MINE WATER ASSOCIATION CONFERENCE 2019, (15-19 JULY 2019, PERM, RUSSIA). СТР.

748-753

HYDROGENIC PROCESSES OF AUTIGENIC MINERALIZATION OF NATIVE GOLD OF THE URAL PLACERS (Web of Science)

Svetlana Kovrizhnykh, V.A. Naumov, Dmitriy Abroskin

MINE WATER: TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES/ PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL MINE WATER ASSOCIATION CONFERENCE 2019, (15-19 JULY 2019, PERM, RUSSIA). СТР.

509-515