

# **ДОКЛАД**

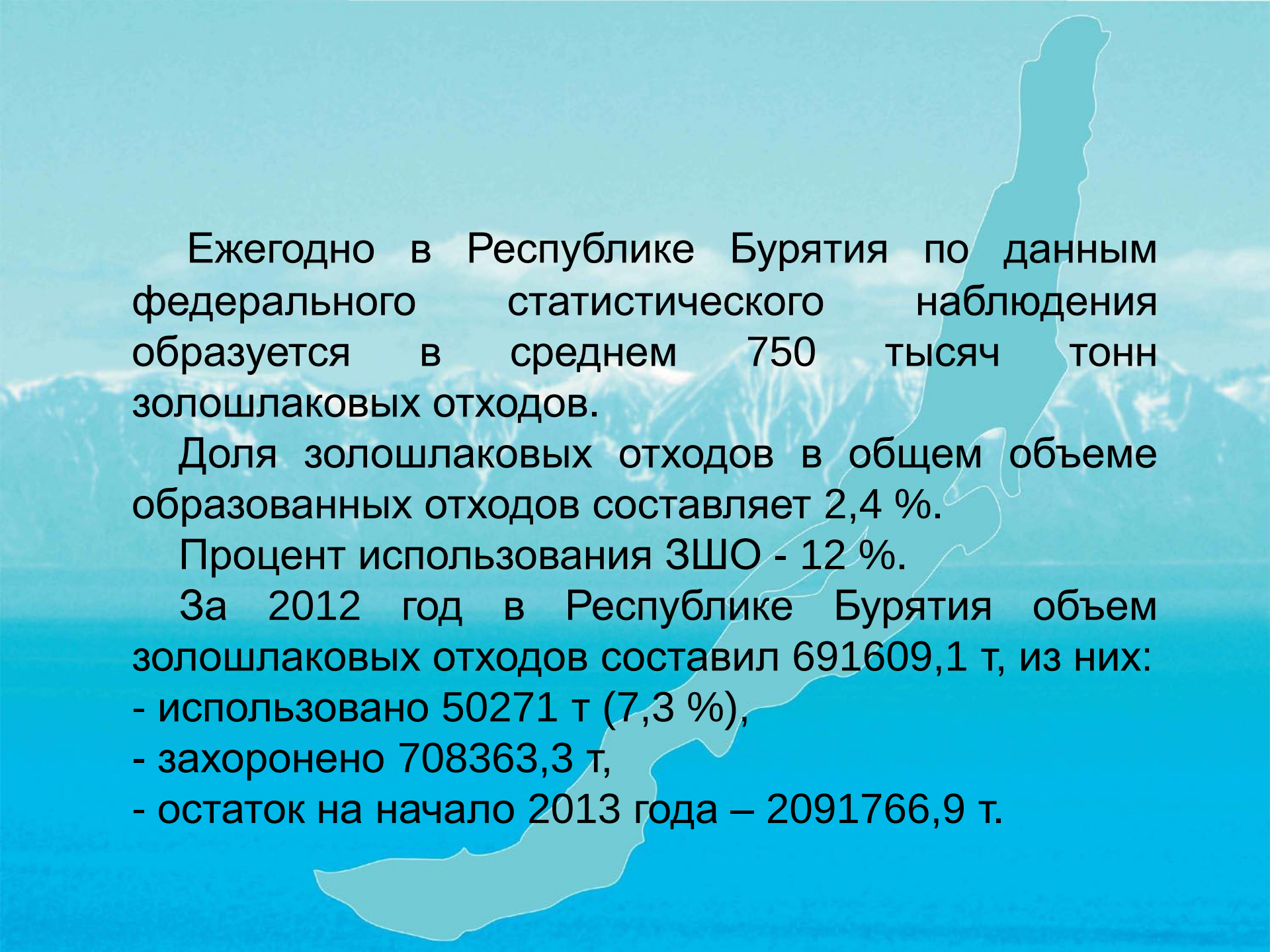
**Первого заместителя министра природных  
ресурсов Республики Бурятия  
А.В. Лбова**

**О проблеме накопления и  
перспективах использования  
золошлаковых отходов в  
Республике Бурятия**

## Общая площадь золошлакоотвалов, расположенных на территории Республики Бурятия, составляет 494,09 га

| №<br>п/<br>п                     | Наименование<br>места размещения<br>ЗШО | месторасположение               | Площадь, га | Вместимость, м³ | Накоплено, м³ |
|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>ТГК № 14</b>                  |                                         |                                 |             |                 |               |
| 1                                | Золошлакоотвал на промплощадке станции  | П. Теплый г. Улан-Удэ           | 10,3        | 390800          | 184844        |
| 2                                | Площадка для сухого складирования ЗШО   | П. Забайкальский г. Улан-Удэ    | 9,5         | 781000          | 340000        |
| 3                                | Золошлакоотвал буферный                 | В черте г. Улан-Удэ             | 25,69       | 940000          | 486656        |
| 4                                | Золошлакоотвал сезонный                 | Ст. Тальцы                      | 114,3       | 8 100 000       | 4 848 116     |
| 5                                | Золошлакоотвал                          | П. Каменск Кабанского района    | 8,8         | 40000           | -             |
| <b>ОАО «Гусиноозерская ГРЭС»</b> |                                         |                                 |             |                 |               |
| 6                                | Золошлакоотвал 1 очереди                | Г. Гусиноозерск                 | 72,0        | 5 430 000       | 4 618 362.21  |
| 7                                | Золошлакоотвал 2 очереди                | Г. Гусиноозерск                 | 133,5       | 5 500 000       | 2 621 666.18  |
| <b>ОАО «Селенгинский ЦКК»</b>    |                                         |                                 |             |                 |               |
| 8                                | Золошлакоотвал ТЭС                      | П. Селенгинск Кабанского района | 120,0       | 3 300 000       | 2 476 000     |





Ежегодно в Республике Бурятия по данным федерального статистического наблюдения образуется в среднем 750 тысяч тонн золошлаковых отходов.

Доля золошлаковых отходов в общем объеме образованных отходов составляет 2,4 %.

Процент использования ЗШО - 12 %.

За 2012 год в Республике Бурятия объем золошлаковых отходов составил 691609,1 т, из них:

- использовано 50271 т (7,3 %),
- захоронено 708363,3 т,
- остаток на начало 2013 года – 2091766,9 т.

**Рекомендации по использованию в дорожном строительстве зол уноса и золошлаковых смесей гидрозолоудаления Гусиноозерской ГРЭС в конструктивных слоях земляного полотна и дорожных одежд в качестве техногенного грунта и малоактивного вяжущего по следующим темам:**

- «Анализ опыта использования золошлаковых отходов в дорожном строительстве»;
- «Исследование важнейших физико-химических и технологических свойств конструктивных слоев земляного полотна и дорожных одежд с применением золошлаковых отходов Гусиноозерской ГРЭС в качестве техногенного грунта и малоактивного вяжущего»;
- «Разработка основных проектных технических решений по созданию опытно-промышленной установки для производства цементов низкой водопотребности (пилотной установки) мощностью от 5т/ч с применением ЗШО Гусиноозерской ГРЭС»;
- «Разработка составов и условий использования ЗШО гидрозолоудаления и из отвалов Гусиноозерской ГРЭС как самостоятельного грунта и грунта, укрепленного минеральными вяжущими при сооружении земляного полотна.
- «Определение основных строительно-технических свойств полученных материалов»;
- «Разработка составов и условий использования Гусиноозерской ГРЭС в качестве вяжущего для укрепления верхних слоев грунтов земляного полотна».
- «Малоактивные вяжущие с использованием золы уноса и золошлаковых смесей гидроудаления Гусиноозерской ГРЭС для укрепления грунтов.
- «Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей с использованием золы уноса Гусиноозерской ГРЭС. Технические условия» (введены впервые)
- «Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей с использованием золы уноса Гусиноозерской ГРЭС. Технологическая инструкция.



# Первая очередь технологии использования золы уноса в 2-х энергоблоках мощностью 30 тыс. т. в год

Схема работы установки

Установки отбора и отгрузки сухой золы на Гусиноозёрской ГРЭС.

Получение недорогого, но очень эффективного материала, даёт предприятию возможность создать площадку для реализации масштабного проекта, пользу от которого получит и строительная, и дорожная отрасли республики, и станция.

Схема транспортировки готовой продукции позволяет отгружать золу, как в цементовозы, так и в мягкие контейнеры МКР.



## Причины низкого использования и переработки золошлаковых отходов:

- отсутствие обязательных государственных технико-экономических и законодательных механизмов и стимулов, активизирующих применение ЗШО предприятиями строительного комплекса и других отраслей народного хозяйства;
- неразвитость инфраструктуры и, как следствие, высокие транспортные затраты на перевозку ;
- отсутствие у потребителей ЗШО необходимого производственного аппарата для приемки, переработки и использования ЗШО в производстве;
- - нестабильность физико-химических характеристик ЗШО и, соответственно, отсутствие у потребителей технологических регламентов по обеспечению в этих условиях получения стабильного качества продукции;
- - отсутствие у энергетических компаний, предлагающих ЗШО, устройств для усреднения физико-химических свойств отходов и хранения с гарантированным качеством.





**Для решения данного  
вопроса, необходимо  
разработка проекта по  
переработке золошлаковых  
отходов тепловых  
электростанций**

# Этапы производства переработки ЗШО в сырье и получение товарной продукции





# Этапы производства переработки ЗШО в сырье и получение товарной продукции

## 1. Теоретические исследования:

1. Утверждение технического задания (ТЗ) и разработка проекта дополнительного геологического изучения ЗШО на объектах Бурятии.
2. Утверждение технического задания (ТЗ) и разработка программы (плана) технологических испытаний золы и её основных компонентов (песка, алюмосодержащей части и железорудного концентрата) для производства кирпича, блоков, панелей, цемента, глинозема, коагулянтов, тротуарной и бордюрной плитки, сухих строительных смесей и др.

# Этапы производства переработки ЗШО в сырье и получение товарной продукции

## 2. Прикладные исследования:

1. Произвести геологические работы (ГРР). Ориентировочная стоимость ГРР одного объекта: 4-5 млн. руб.
2. Проведение технологических испытаний золы и её основных компонентов на предмет производства товарной продукции, сроком исполнения до 5 месяцев. Ориентировочные затраты на один объект: 8 млн. руб.
3. Проведение сертификации различных видов товарной продукции.



# Этапы производства переработки ЗШО в сырье и получение товарной продукции

## 3. Опытно-конструкторские работы:

1. Утверждение технического задания (ТЗ) и разработка проекта изготовления модульной гравитационной установки (МОГУ), производительностью 30 тн/час по сепарации и разделению ЗШО на компоненты.
2. Создание на ЗШО модульной гравитационной установки (МОГУ), производительностью 30 тн/час. Срок изготовления одной установки до 3 мес. Ориентировочная стоимость 43 млн. руб.

# Этапы производства переработки ЗШО в сырье и получение товарной продукции

## **4. Технологическое проектирование и проектно-организационные работы:**

1. Подготовка ТЭО проектов по производству товарной продукции.

## **5. Техническое оснащение нового производства:**

1. Поставка и монтаж оборудования.

## **6. Освоение производства новой продукции:**

1. Запуск и пуско-наладочные работы.

## **7. Промышленное производство.**



# Пилотный проект переработки ЗШО ТЭС ОАО «Селенгинский ЦКК» является первым шагом по реализации глубокой переработки ЗШО

- На ТЭС ОАО «Селенгинский ЦКК» объём ЗШО составляет 2 млн. тн

| Основные компоненты ЗШО                                                   | Процентное содержание на тн ЗШО |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Алюмосодержащая глина<br>(сырье для производства глинозема) *Приложение 1 | 38 %                            |
| Соединения кремния                                                        | 52 %                            |
| Соединения металлов                                                       | 10 %                            |

- В результате переработки ЗШО на первом этапе реализации проекта - возможно получить:

| Название                | Объем          | Цена, тн  | Стоимость          |
|-------------------------|----------------|-----------|--------------------|
| Алюмосодержащая глина   | 0,76<br>млн.тн | 750 руб.  | 0,57<br>млрд. руб. |
| Песок                   | 1,04<br>млн.тн | 300 руб.  | 0,31<br>млрд. руб. |
| Железорудный концентрат | 0,2<br>млн.тн  | 5600 руб. | 1,12<br>млрд. руб. |

# Основные этапы реализации проекта

## Первый этап.

Строительство первой очереди горно-обогатительного комбината (ГОК \* Приложение 2) для выполнения задач по уточнению геолого-химических параметров ЗШО с одновременным производством и реализацией товарной продукции:

- Строительство модуля производительностью 30 тн/час **(3 месяца)**;
- Проведение комплексных геологических, химических и технологических работ с отбором крупно-тоннажных проб, производством и реализацией товарной продукции первого передела: песка, алюмосодержащего сырья для производства глинозёма, цемента, коагулянтов, проктантов, железорудного концентрата **(12 месяцев)**;
- Оформление результатов геологических работ и предоставление материалов в Государственную комиссию по запасам для получения соответствующей лицензии **(1 месяц)**;
- Проведение прединвестиционных исследований и предпроектных работ по строительству перерабатывающего производственного комплекса **(12 месяцев)**.

## Второй этап.

Проектирование и строительство объектов производственного комплекса, по очередям, в зависимости от требований рынка и пожеланий инвесторов.



# Основные экономические показатели первого этапа

| Период от 1 до 2 лет                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Расходы                                                                                                                                                                                                                          | Доходы                                                                                                                                                                                       |
| Капитальные затраты: <ul style="list-style-type: none"><li>• ГОК – 30 млн. руб.</li><li>• Драглайн – 4 млн. руб.</li><li>• Самосвал – 5 млн. руб.</li><li>• Электростанция – 1 млн. руб.</li><li>• Итого: 40 млн. руб.</li></ul> | Реализация продукции: <ul style="list-style-type: none"><li>• Алюмосодержащая глина – 41 млн. руб.</li><li>• Песок – 22 млн. руб.</li><li>• Железорудный концентрат – 80 млн. руб.</li></ul> |
| Текущие затраты – 23 млн. руб.                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                              |
| Итого: 63 млн. руб.                                                                                                                                                                                                              | Итого: 143 млн. руб.                                                                                                                                                                         |

# Основные параметры первого этапа по переработке ЗШО

| Базовые параметры                                    |                                               |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Производственные                                     |                                               |
| Режим работы                                         | 200 дней в год, трехсменный, 4800 часов в год |
| Установленная мощность (по сырью)                    | 30 тн/час, 144 000 тн в год                   |
| Производительность по Железорудный концентрату       | 3 тн/час, 14 400 тн в год                     |
| Производительность по глине                          | 11,4 тн/час, 54 720 тн в год                  |
| Производительность по песку                          | 15,6 тн/час, 74 880 тн в год                  |
| Бюджетные                                            |                                               |
| Капитальные затраты                                  | 40 млн.руб.                                   |
| Операционные затраты, в том числе:                   |                                               |
| на производство и реализацию железорудный концентрат | 200 руб./тонна                                |
| на производство и реализацию глины                   | 160 руб./тонна                                |
| на производство и реализацию песка                   | 150 руб./тонна                                |



# Финансовые результаты первого этапа

| Показатель                  | Ед. изм.   | 2010 | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
|-----------------------------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Объем производства</b>   |            |      |       |       |       |       |       |       |
| железорудный концентрат     | тонн       |      | 14400 | 14400 | 14400 | 14400 | 14400 | 14400 |
| Глина                       | тонн       |      | 54720 | 54720 | 54720 | 54720 | 54720 | 54720 |
| Песок                       | тонн       |      | 74880 | 74880 | 74880 | 74880 | 74880 | 74880 |
| <b>Выручка (с НДС)</b>      | млн.руб.   |      | 143   | 143   | 143   | 143   | 143   | 143   |
| без НДС                     | млн.руб.   |      | 121   | 121   | 121   | 121   | 121   | 121   |
| железорудный концентрат     | млн.руб.   |      | 80    | 80    | 80    | 80    | 80    | 80    |
| Цена                        | руб./тонна |      | 5600  | 5600  | 5600  | 5600  | 5600  | 5600  |
| Глина                       | млн.руб.   |      | 41    | 41    | 41    | 41    | 41    | 41    |
| Цена                        | руб./тонна |      | 750   | 750   | 750   | 750   | 750   | 750   |
| Песок                       | млн.руб.   |      | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    |
| Цена                        | руб./тонна |      | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   |
| <b>Затраты</b>              |            |      |       |       |       |       |       |       |
| Капитальные (с НДС)         | млн.руб.   | 40   |       |       |       |       |       |       |
| Операционные (с НДС)        | млн.руб.   |      | 23    | 23    | 23    | 23    | 23    | 23    |
| без НДС                     | млн.руб.   |      | 19    | 19    | 19    | 19    | 19    | 19    |
| <b>Операционная прибыль</b> | млн.руб.   |      | 102   | 102   | 102   | 102   | 102   | 102   |
| <b>Чистая прибыль</b>       | млн.руб.   |      | 77    | 77    | 77    | 77    | 77    | 77    |
| <b>NPV</b>                  | млн.руб.   | -40  | 28    | 61    | 55    | 50    | 48    | 45    |

612

462

247

## Резюме по первому этапу проекта

1. Реализация первого этапа проекта позволяет получить высокорентабельное производство с годовой чистой прибылью более 2,7 млн. долларов.
2. Накопленные ЗШО ОАО «Селенгинский ЦКК» составляют 2 млн. тн. При ежегодной переработке 144 тыс. тн. предприятие будет работать в течение 14 лет.
3. Стоимость извлеченных ресурсов исходя из объёма 2 млн. тонн составит
  - Алюмосодержащая глина – 0,57 млрд. руб.
  - Песок – 0,31 млрд. руб.
  - Железорудный концентрат – 1,12 млрд. руб.
4. Общая стоимость товарной продукции первого передела составит 2 млрд. руб. (67 млн. \$)



## Второй этап переработки сырья

- Производство строительных материалов из золы ТЭЦ по технологии “Wehrhahn” (Германия)
- Производство нетоксичного коагулянта для очистки питьевых и сточных вод (Франция)
- Производство микросфер (Германия)
- Предприятие по доизвлечению металлов из золоотвалов ТЭЦ (Китай)
- Производство портландцемента (Англия)
- Производство силикатного кирпича и других строительных материалов (Haiyuan Group) (Китай)

## **Анализ, проведенный Федеральным государственным унитарным предприятием «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНОХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ» (ФГУП «ГИГХС»)**

Если рассматривать золошлаковые отходы ЗШО ТЭС ОАО «Селенгинский ЦКК» как техногенные алюмосодержащее месторождения с объемом сырья 2 млн. т., с содержанием в нём ~ 38 %  $Al_2O_3$ , то расчеты показывают, что в 2 млн.т. ЗШО находится 0,76 млн.т. глинозема или 0,2 млн.т. алюминия.

При обогащении золошлаковых отходов с извлечением из них алюмосодержащего вещества, могут быть получены соответствующие глиноземсодержащие концентраты, содержащие примерно 50 %  $Al_2O_3$ . С учетом того, что степень извлечение  $Al_2O_3$  в концентраты составляет 80%, общее количество концентратов составит – 0,61 млн. т.

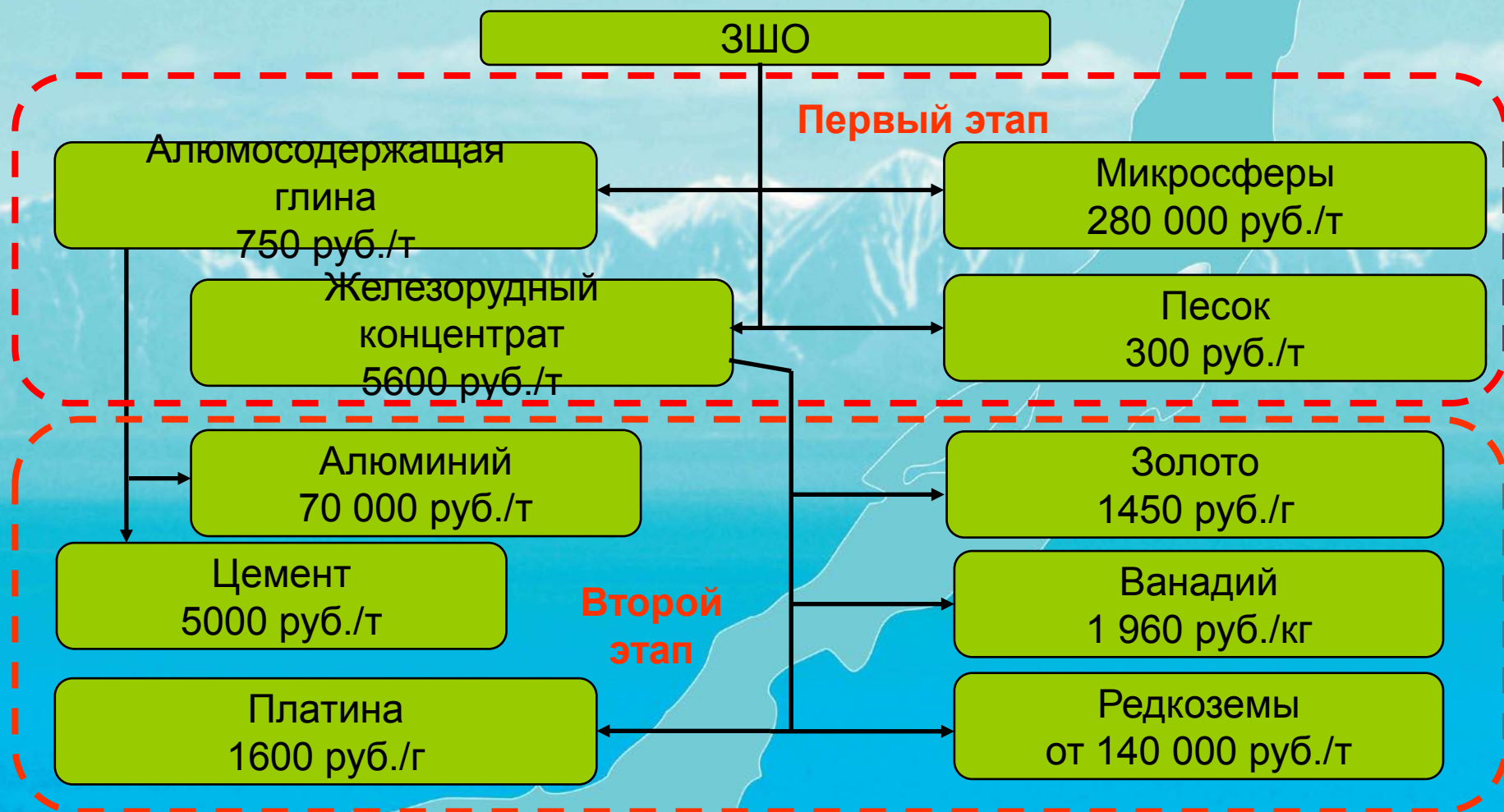
Если содержание  $Al_2O_3$  в концентратах 50%, то количество глинозема в них составит 0,31 млн. т. или 0,08 млн. т. алюминия.

Если те же расчеты выполнить с исходными данными содержания глинозема в ЗШО (се) - 30%, а в полученных концентратах (В) – 50%, при степени извлечения  $Al_2O_3$  в концентраты (е) - 80%, то выход концентратов  $У = (30 \times 80) : 50 = 48\%$ , т.е. из 2 млн.т. золошлаковых отходов может быть получено 0,76 млн.т. алюмосодержащего концентрата или 0,31 млн.т. глинозема, или 0,08 млн. т. алюминия.

В случае, если алюмосодержащее вещество представлено муллитом, то наиболее рентабельно, одновременно с глиноземом и другой товарной продукцией на его основе (коагулянты и т.д.) получать муллитовый концентрат.



# Структурная схема переработки сырья



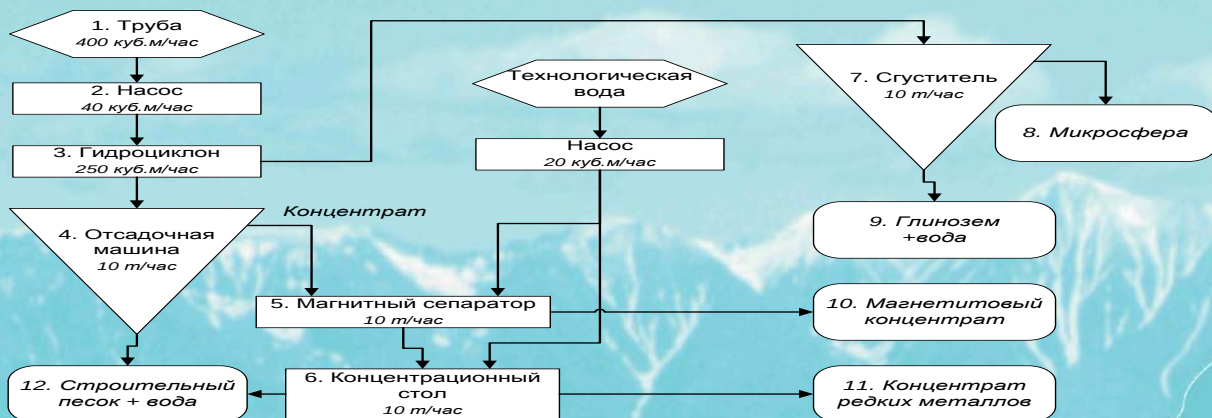
# Технологическая схема ГОК





# Схема модуля сепарации ЗШО

Схема модуля сепарации ЗШО



Потребление:

Электроэнергия — 50 кВт/час

Технологическая вода — 20 куб.м/час



1. — Золопровод, 2. — Насос  
3. — Гидроциклон, 4. —  
Отсадочная машина, 5. —  
Магнитный сепаратор, 6. —  
Концентрационный стол, 7. —  
Сгуститель, 8. — Микросфера, 9. —  
Глинозем, 10. Магнетитовый  
концентрат, 11. —  
Концентрат редких металлов, 12. —  
Строительный песок.





# Элементы сепарации ЗШО

**Насос воды для нужд производства**



**Временный склад песка**



**Временный склад глинозема**



**Отсадочная машина**



**Пульт управления магнитным сепаратором**



**Магнитный сепаратор**



# Результаты сепарации ЗШО в Кемеровской области

Получено на пилотной установке в течение трех месяцев:

- глинозема (41%)
- строительного песка (52%)
- магнетитового концентрата (0,25%)
- концентрата благородных металлов – черный шлик (0,32%)
- Остальное – отсев в виде кусков шлака размером более 15 мм

**В наработанных объемах магнитного и гравитационного концентрата содержится :**

*В магнитной фракции:*

- золото - 7,7 гр./т,
- платина - 66,7 гр./т,
- палладий - 7,6 гр./т.
- железо - 400 кг/т.

*В гравитационном концентрате:*

- золото - 9,3 гр./т,
- платина - 98,5 гр./т,
- палладий - 4,9 гр./т.

• Суммарный объем драгоценных металлов в наработанном объеме магнетитового концентрата (390 кг) составляет **40 грамм**.

• В черном шлике (500 кг) – **56 грамм**.

• Всего, порядка **97 грамм** в 1 тонне концентрата.

• В тонне ЗШО от **0,58 до 3** грамм металлов.



# Инновационная деятельность иностранных компаний-конкурентов

- На данный момент на территории России нет действующих предприятий по переработке ЗШО.
- Корпорация СУЭК-Углекхим только планирует строительство такого предприятия.
- Из иностранных компаний , работающих в этом направлении, необходимо отметить:
  - Datang International Power Generation Co  
Китай, производительность глиноземного завода из золы 3 000 тн./год
  - Mengxi Hi-tech Group – Китай, 400 000 тн. глинозема из золы.
  - China Shenhua – Китай
  - Anglo American – Великобритания
  - Bhpbilliton – Великобритания
  - Xstrata – Швейцария
  - RioTinto - Австралия
  - Все указанные компании работают в области разработки и внедрения инновационных технологий.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**