



РОСАТОМ

НИИГРАФИТ | ГИРЕДМЕТ | ВНИИХТ

Производственные и технологические ВОЗМОЖНОСТИ АО «Гиредмет»

Госкорпорация «Росатом» в рамках Научного дивизиона сформировала Химико-технологический кластер (ХТК), включающий в себя три ключевых института - АО «НИИГрафит», АО «Гиредмет» и АО «ВНИИХТ». Это системообразующая структура, стимулирующая инновации и поддержку научно-технического прогресса в атомной, химической, редкометалльной, графитовой и смежных отраслях российской промышленности. ХТК является интегратором научных исследований, прикладных разработок и промышленного производства, обеспечивает высокую синергию между различными этапами научно-технологического цикла. У нас создаются новые технологии, проводятся эксперименты и испытания, налажено производство нестандартного оборудования, малотоннажный выпуск критически важных материалов.

НАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА:

Проекты от базового технологического проектирования до полного инженерингового обслуживания

Автономное ключевое оборудование, а также полностью автоматизированные системы или установки «под ключ»

Технологии ХТК готовы к масштабированию на промышленные схемы реальных производств

Наш подход к НИОКР в разы ускоряет поиск оптимального решения для достижения целевых коммерческих показателей





ИНТЕГРАЦИЯ:

Фундаментальная наука →
Прикладные исследования и разработки →
Внедрение в производство

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

- **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ:**
 - ✓ Новых материалов, особочистых веществ, РЗ и РЗМ и технологий их производства
- **КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО НЕСТАНДАРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**
- **ОПТИМИЗАЦИЯ И СОЗДАНИЕ ПРОИЗВОДСТВ**

СТРУКТУРА ХТК:

- ✓ Научно-технические подразделения
- ✓ Опытно-экспериментальная база
- ✓ Собственное производство
- ✓ Метрология

РЕЗУЛЬТАТ: СИНЕРГИЯ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

Институты ХТК Росатома



АО «Гиредмет» - основан в 1931 году

Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» — ведущая координирующая научно-исследовательская и проектная организация материаловедческого профиля госкорпорации «Росатом». Институт специализируется на разработке новых материалов на основе редких металлов, их соединений и сплавов, высокочистых веществ, полупроводниковых материалов, наноматериалов и нанотехнологий.



АО «ВНИИХТ» - основан в 1951 году

Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии - единственное в стране научное учреждение, осуществляющее полный цикл научно-исследовательских и опытно-промышленных работ. Разрабатывает технологии и создает на их основе промышленные производства для переработки урановых, литиевых, бериллиевых и других редкометаллических руд с получением урана, лития и их соединений, а также конструкционных металлов.



АО «НИИГрафит» - основан в 1960 году

Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита – комплексный научно-производственный центр в области исследования и создания углеродных материалов для авиакосмической техники, атомной энергетики, металлургии, нефтегазового комплекса и медицины. В АО «НИИГрафит» разработано более 400 марок углеродных материалов, уникальных по своим свойствам и характеристикам.

Основные направления деятельности



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ИНСТИТУТ «ГИРЕДМЕТ» охватывает самый широкий в стране спектр разработок в области редких металлов от технологий добычи, переработки, выделения и очистки лёгких редких, рассеянных, тугоплавких и редкоземельных металлов до создания функциональных сплавов, соединений и изделий на их основе для электронной, атомной, химической, авиационной, космической, оборонной и других высокотехнологических отраслей промышленности.



Конкурентные преимущества АО "Гиредмет"



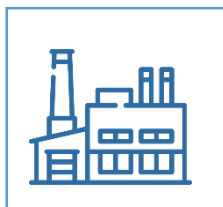
ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

Экспертиза и государственная значимость



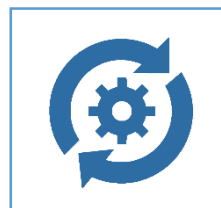
Более 90 лет опыта в области редких металлов при поддержке Госкорпорации «Росатом». Уникальная историческая роль и статус ведущего научно-технологического института страны.

Практическое внедрение технологий



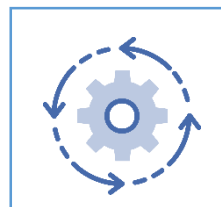
По проектам «Гиредмета» в России и за рубежом построено 23 химико-металлургических комбината, что подтверждает эффективность и востребованность разработок.

Полный технологический цикл



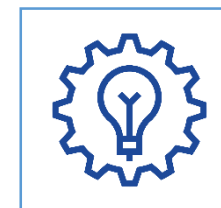
Глубокие компетенции охватывают всю цепочку — от переработки сырья до выпуска высокотехнологичной продукции: особо чистых металлов, полупроводников, оптических кристаллов и специальных сплавов.

Роль системного интегратора



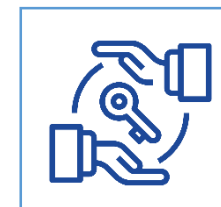
Способность решать комплексные задачи национального масштаба для оборонной, космической и атомной отраслей.

Уникальные производства и технологии



Собственное опытно-промышленное производство, запатентованное оборудование и сильнейший в России аналитико-сертификационный центр.

Комплексные решения «под ключ»



Предложение рынку не просто материалов, а готовых технологических решений с полным циклом внедрения.

Индивидуальные редкие компактные металлы



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

| | | |
|---------------|---------------|--------------|
| Тантал (Ta) | Гафний (Hf) | Вольфрам (W) |
| Ниобий (Nb) | Ванадий (V) | Титан (Ti) |
| Цирконий (Zr) | Молибден (Mo) | Рений (Re) |

Формы поставки: прутки, проволока, лист, фольга, порошок, слитки

Разработка технологий получения металлов (Zr, Hf, V, Nb, Ta, PЗМ) методами металлотермического восстановления и гидрирование-дегидрирование

- Разработка технологий получения специальных сплавов
- Разработка технологий переработки вторичного металлического сырья
- Технологическое сопровождение освоения производства (Zr, Hf, V, Nb, Ta, PЗМ)

ОКАЗАНИЕ УСЛУГ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРИЧНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Рассеянные элементы высокой чистоты:

- Галлий (Ga) марки 7N (99,99999%).
- Индий (In) марок Ин-00, Ин-000, Ин-0000.
- Рений (Re) в виде металла, перрената аммония, рениевой кислоты.
- Селен (Se) и Теллур (Te) высокой чистоты.



Порошки, сплавы, лигатуры



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОРОШКИ:

- Тугоплавкие металлы:
Mo, W, Ta, Nb, Hf, Ti, Zr, V.

~ **15** тонн
объем производства

~ **20** тонн\год
объем производства

Производство металлических порошков Ta, Nb, V методом гидрирования-дегидрирования.



ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФАЗА

ГИДРИРОВАНИЕ

Активация
(разрушение)
Слитков металлов
в атмосфере
водорода
нагреванием до
700-900 °С для
Получения гидрита
металла

ДРОБЛЕНИЕ

Размол
Полученного
гидрата до
необходимой
фракции

ДЕГИДРИРОВАНИЕ

Очистка дробленого
гидрита от водорода
нагреванием до 880 °С
для получения
металлического
порошка

ПРОСЕВ И УПАКОВКА

Просев
металлического
порошка на
товарную
фракцию и
упаковку

Текущие заказчики :



ЛУЧ
РОСАТОМ



ЧМЗ
РОСАТОМ



ОКСИД



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКОНД



Область применения:

Порошки тантала (сырьё для производства компактного тантала, исходный материал для изготовления анодов для конденсаторов)

Порошки ниобия, ванадия (сырьё для производства компактных металлов, легирование сталей и сплавов, производство частей конденсаторов)

Производство металлических порошков W, Mo, Re методом восстановления в потоке водорода

~ **15** тонн/год
объем производства

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФАЗА

ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Восстановление металлических порошков из оксидов или соединений аммонийных солей (паравольфрамат, парамолибдат, перренат)

ПРОСЕВ И УПАКОВКА

Просеивание металлических порошков на товарную фракцию (по необходимости), упаковка

Область применения:

- Основные компоненты для специальных и твёрдых сплавов
- Форма: полигональные и сферические.
- Специализированные Ta-порошки для конденсаторов.
- Технологии производства: восстановление, гидрирование-дегидрирование, плазменная сфероидизация и др.

Полировальный порошок марки «МОДИПОЛ»





При изготовлении «Модипола» используются наноструктурированные оксиды редкоземельных и редких металлов с добавками, имеющие специально сформированную морфологию и микроструктуру, обеспечивающую повышение скорости и качества полирования высокоточного оптического стекла, зеркал и других изделий.

НАНОАБРАЗИВНЫЙ МЕХАНИЗМ ПОЛИРОВАНИЯ

Полирование осуществляется нанозернами с острыми ребрами. С целью получить порошки высокого качества, необходимо получить частицы с нанозернами размером 50–300 нм с острыми гранями, октаэдрической или кубической формы. Чем острее грани, тем выше полирующая способность. На качество зерен влияет способ получения прекурсора.

МАЛОТОННАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

| | | |
|---|--|---|
|  | Порошки 3 и 4 класса чистоты | Опытная установка 20–25 кг за цикл 2 т/год производительность |
|  | Порошки высокого класса чистоты | Промышленная линия 10 т/год производительность |

- Конкурентная цена (на 50 - 80% ниже иностранных аналогов)
- 100% отечественный продукт
- Оригинальные технологические решения
- Индивидуальные опытные партии
- Подбор требуемой морфологии продукта
- Использование на всех стадиях полирования
- Достижение суперфиниша поверхности до 10 Ангстрем

4 ПАТЕНТА
ТУ

НОВАЯ
Технология получения нанозерна с острыми краями.

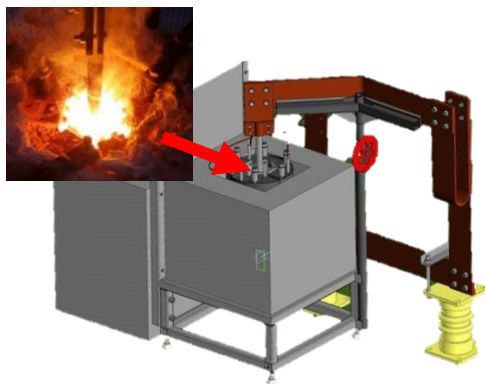
ТУ трех видов Модипола

А — с мелкими частицами
В — со средними частицами
С — с крупными частицами
Дополнительно порошок ранжируется по размеру зерен от 0,05 мкм до 0,6 мкм. Заказчик может сам выбрать нужный размер зерна.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИПОЛА

| | |
|------------------------------------|--|
| Дисперсность | 0,4-1,5 мкм с улучшенной структурой частиц |
| Форма частиц | пластины |
| Полирующая способность | 115мг/15 мин (+/- 5 мг.) |
| Полирующая способность, на смоле | 60-65 мг/30 мин |
| Результат полирования | I-II класс чистоты поверхности |
| Структура частиц | Нанозёрна 50-300 нм октаэдрического габитуса |
| Содержание CeO_2 в РЗЭ, % | 50-90 |

Технологический портфель



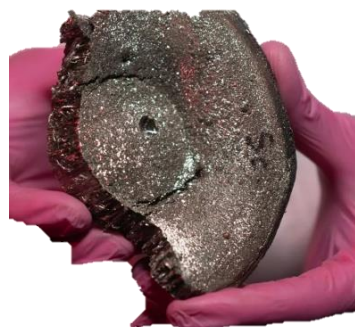
Электролиз.
Легкие РЗМ (La, Ce, Pr, Nd)



La|C-термия.
Среднетяжелые РЗМ
(Sm, Eu, Yb, Gd)



Са-термия. Тяжелые РЗМ
(Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y)



Li-термия
Тяжелые РЗМ (Tb, Dy и др.+ Sc)

≥50 производственная
мощность по
металлическим РЗМ
кг/месяц

ВЫСОКОЧИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ:

Оксиды, хлориды,
фториды РМ и РЗМ

Соли и специальные соединения:
нитраты, сульфаты, ацетаты, йодиды

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ (РЗМ):

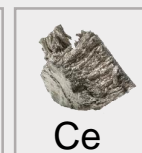
Легкая группа



Nd



La



Ce



Pr



Mm



Sc

Средне- тяжелая группа



Sm



Eu

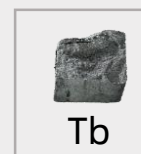


Gd



Yb

Тяжелая группа



Tb



Dy



Ho



Er

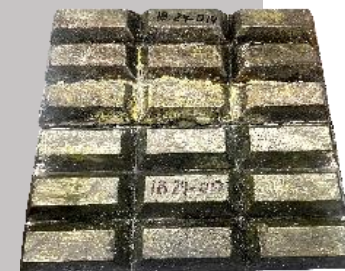


≥ 20 объемы
производства
тонн в год

$> 0,5$ min масса
сплава
для НИОКР, кг

СПЛАВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ: СЛИТОК, ПОКОВКА,
ПРУТОК, ПОРОШОК, ЛИГАТУРА

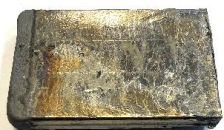
ЛИГАТУРЫ
>100 видов
>20 тонн
ВЫПУСК



ЛИГАТУРЫ С РМ И РЗМ:

Примеры: ГФН-10 (гафний-никель),
РЗМ-алюминий, мишметалл,
Ni-Y, Ni-La, Ni-Hf, Ni-Re, Ni-Cr-B,
Fe-Mo, Fe-V, Al-Sc и др.

Текущие заказчики:



Прецизионные
(специальные)
сплавы (лист и лента
горячего и
холодного проката)



Функциональные
и конструкционные,
в т.ч. ВЭ-сплавы



Высокотемпературн
ые сплавы с памятью
Формы (СВПФ)



Жаропрочные
никелевые
сплавы



Тяжелые псевдо-
сплавы
(ВНМ/ВНЖ)



Металлогидридные
сплавы
(AB₅, AB₂ и AB, ВЭА)



Мишени

НИОКР: Разработка технологии получения РЗМ (Се, мишметалл) методом электролиза изоксидно-фторидных расплавов. Заказчик АО «СМЗ»



Электролизер 0.5 кг/час

НИОКР: Исследование процесса карботермического восстановления пятиоксида тантала. Заказчик АО «СМЗ»

Проект: «Разработка ИД на промышленный цех по производству сплавов и порошков»

≥ 10 объем производства
сплавов
тонн в год

> 40 объем производства
порошков для АТ
тонн в год



НИР: «Разработка технологического регламента на проектирование металлургического завода по переработке бериллиевого концентрата с получением гидроксида бериллия и металлического бериллия»

Технологии и производство полупроводниковых материалов группы AIII BV



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

АНТИМОНИД ИНДИЯ
АНТИМОНИД ГАЛЛИЯ
АРСЕНИД ИНДИЯ
АРСЕНИД ГАЛЛИЯ



ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛИТКА GaAs

| GaAs | (100), (111), (110), (211), (310) | | |
|--|-----------------------------------|--|--|
| Номинал диаметра слитка, мм | 40; 50,8; 76,2; 100 | | |
| Легирующая примесь | Нелегир. | Sn, Si, Te | Zn |
| Тип проводимости | n | n | p |
| Концентрация носителей, см ⁻³ | - | $3 \times 10^{16} \div 1,5 \times 10^{18}$ | $1 \times 10^{17} \div 3 \times 10^{19}$ |
| Удельное сопротивление, Ом·см | $>1 \times 10^7$ | - | - |
| Подвижность, см ² /В·с | >5000 | 4200÷1200 | 170÷40 |
| Плотность дислокаций, см ⁻² | <50000 | <50000 | <50000 |

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛИТКА InSb

| InSb | (100), (111), (211) | | |
|--|--|--|--|
| Номинал диаметра слитка, мм | 50,8 ; 76,2 и 100 | | |
| Легирующая примесь | Нелегир. | Te | Ge или Mn |
| Тип проводимости | n | n | p |
| Концентрация носителей, см ⁻³ | $1,5 \times 10^{14} \div 3,0 \times 10^{15}$ | $3,0 \times 10^{15} \div 1,0 \times 10^{18}$ | $1,0 \times 10^{15} \div 1,0 \times 10^{18}$ |
| Подвижность, см ² /В·с | $\geq 2 \times 10^5$ | $\geq 1 \times 10^4$ | $\geq 1 \times 10^3$ |
| Плотность дислокаций, см ⁻² | ≤ 500 | | |

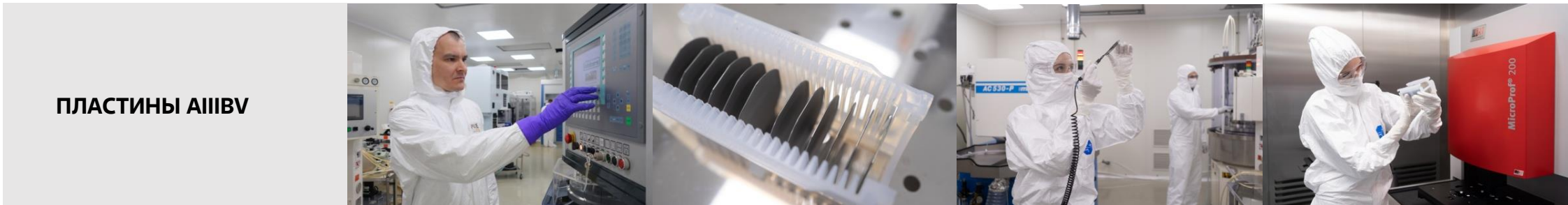
ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛИТКА GaSb

| GaSb | (100) | |
|--|---------------------------|--|
| Номинал диаметра слитка, мм | 50,8 ; 76,2 и 100 | |
| Легирующая примесь | Нелегир. | Te |
| Тип проводимости | p | n |
| Концентрация носителей, см ⁻³ | $\leq 2,0 \times 10^{17}$ | $3,0 \times 10^{17} \div 1,0 \times 10^{18}$ |
| Подвижность, см ² /В·с | $\geq 4 \times 10^2$ | $\geq 2 \times 10^3$ |
| Плотность дислокаций, см ⁻² | ≤ 5000 | |

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛИТКА InAs

| InAs | (100) | | |
|--|-------------------------|--|--|
| Номинал диаметра слитка, мм | 50,8 ; 76,2 и 100 | | |
| Легирующая примесь | Нелегир. | Si или Sn | Zn или Mn |
| Тип проводимости | p | n | p |
| Концентрация носителей, см ⁻³ | $\leq 3 \times 10^{16}$ | $1 \times 10^{17} \div 3 \times 10^{18}$ | $1 \times 10^{17} \div 5 \times 10^{19}$ |
| Подвижность, см ² /В·с | ≥ 40000 | ≥ 10000 | ≥ 100 |
| Плотность дислокаций, см ⁻² | ≤ 50000 | | |

ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ «EPI-READY» ПЛАСТИН ОТ УЧАСТКА ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ ДО МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ, ЧТО ГАРАНТИРУЕТ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ПО СТРУКТУРЕ И ГЕОМЕТРИИ.

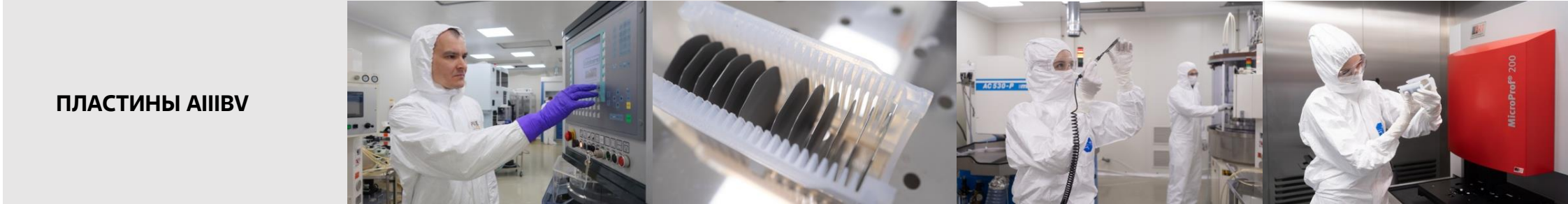


ПЛАСТИНЫ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

| Параметры | D 50,8 мм | D 76,2 мм | D 100,0 мм |
|--|--|-----------|------------|
| Толщина, мкм | 525±25 | 800±25 | 1000±25 |
| Изменение толщины по пластине (TTV), мкм | < 5,0 | < 6,0 | < 7,0 |
| Прогиб пластины (BOW), мкм | < 5,0 | < 6,0 | < 7,0 |
| Коробление пластины (WARP), мкм | < 8,0 | < 9,0 | < 11,0 |
| Длина базового среза, мм | 16±2 | 22±2 | 32±2 |
| Длина маркировочного среза, мм | 8±2 | 11±2 | 18±2 |
| Фаска по стандартному профилю | Есть | Есть | есть |
| Откл. диаметра от номинала, мм | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Шероховатость полированной поверхности раб. стороны Ra,нм | ≤1,0 | ≤1,0 | ≤1,0 |
| Ориентация поверхности | (100) | (100) | (100) |
| Откл. поверхности пластины от плоскости (100), град | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 |
| Тип и концентрация носителей заряда при 77°K, см ⁻³ : -нелегированный -сильнолегированный | n-тип, 1,5x10 ¹⁴ ±3,0x10 ¹⁵ n-тип, 3,0x10 ¹⁷ ±1,0x10 ¹⁸ | | |

ПЛАСТИНЫ АРСЕНИДА ИНДИЯ

| Параметры | D 50,8 мм | D 76,2 мм | D 100,0 мм |
|--|---|------------|------------|
| Толщина, мкм | 2000(-100) | 2100(-100) | 2100(-100) |
| Изменение толщины по пластине (TTV), мкм | < 5,0 | < 10,0 | < 7,0 |
| Прогиб пластины (BOW), мкм | < 5,0 | < 10,0 | < 7,0 |
| Коробление пластины (WARP), мкм | < 8,0 | < 10,0 | < 7,0 |
| Фаска по стандартному профилю | Есть | Есть | есть |
| Откл. диаметра от номинала, мм | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Шероховатость полированной поверхности раб. стороны Ra,нм | ≤1,0 | ≤1,0 | ≤1,0 |
| Ориентация поверхности | (111) | (100) | (100) |
| Откл. поверхности пластины от плоскости (100), град | ±1,5 | ±0,5 | ±0,5 |
| Тип и концентрация носителей заряда при 77°K, см ⁻³ | n-тип, 3,0x10 ¹⁶ | | |
| При 295°K см ⁻³ | D 100,0 мм Марка ИМЭС (1,5-3,0)x10 ¹⁸ | | |



ПЛАСТИНЫ АРСЕНИД ГАЛЛИЯ

| Параметры | D 50,8 мм | D 76,2 мм | D 100,0 мм |
|---|-----------|-----------|------------|
| Толщина, мкм | 525±25 | 800±25 | 1000±25 |
| Изменение толщины по пластине (TTV), мкм | < 5,0 | < 6,0 | < 7,0 |
| Прогиб пластины (BOW), мкм | < 5,0 | < 6,0 | < 7,0 |
| Коробление пластины (WARP), мкм | < 8,0 | < 9,0 | < 11,0 |
| Длина базового среза, мм | 16±2 | 22±2 | 32±2 |
| Длина маркировочного среза, мм | 8±2 | 11±2 | 18±2 |
| Фаска по стандартному профилю | Есть | Есть | есть |
| Откл. диаметра от номинала, мм | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Шероховатость полированной поверхности раб. стороны Ra,нм | ≤1,0 | ≤1,0 | ≤1,0 |
| Ориентация поверхности | (100) | (100) | (100) |
| Откл. поверхности пластины от плоскости (100), град | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 |

Тип и концентрация носителей заряда при 77°K, см⁻³:
-нелегированный
-сильнолегированный

n-тип, 1,5x10¹⁴÷3,0x10¹⁵
n-тип, 3,0x10¹⁷÷1,0x10¹⁸

ПЛАСТИНЫ АНТИМОНИДА ГАЛЛИЯ

| Параметры | D 50,8 мм | D 76,2 мм | D 100,0 мм |
|---|-----------|-----------|------------|
| Толщина, мкм | 450±25 | 600±25 | 800±25 |
| Изменение толщины по пластине (TTV), мкм | < 5,0 | < 6,0 | < 7,0 |
| Прогиб пластины (BOW), мкм | < 5,0 | < 6,0 | < 7,0 |
| Коробление пластины (WARP), мкм | < 8,0 | < 9,0 | < 11,0 |
| Длина базового среза, мм | 16±2 | 22±2 | 32±2 |
| Длина маркировочного среза, мм | 8±2 | 11±2 | 18±2 |
| Фаска по стандартн. профилю | Есть | Есть | есть |
| Откл диаметра от номинала, мм | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Шероховатость полированной поверхности раб. стороны Ra,нм | ≤1,0 | ≤1,0 | ≤1,0 |
| Ориентация поверхности | (100) | (100) | (100) |
| Откл. поверхности пластины от плоскости (100), град | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 |

Тип и концентрация носителей заряда при 295°K, см⁻³:
-нелегированный
-сильнолегированный

p-тип, ≤ 2,0x10¹⁷
n-тип, 3,0x10¹⁷÷1,0x10¹⁸

Технологии производства полупроводниковых материалов группы AIIIVI

СЛИТКИ CdZnTe
(серийное производство)

ПОДЛОЖКИ CdZnTe
ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ
СТРУКТУРЫ CdHgTe
(опытно-промышленное
производство)



ПОДЛОЖКИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ
ГЕТЕРОСТРУКТУР
С ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ
СЛОЕМ КАДМИЙ-РУТУЬ-ТЕЛЛУР,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТРИЧНЫХ
ФОТОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ
ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА СПЕКТРА

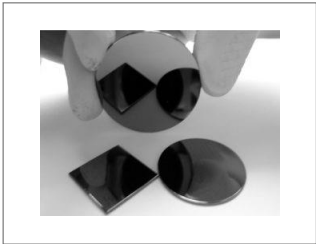
СЛИТКИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ
ДЕТЕКТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

1

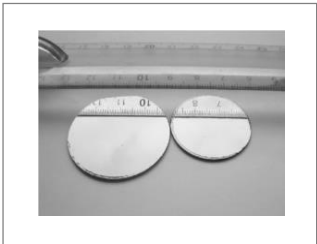
тыс. см² в год
объемы выпуска

ПРОДУКЦИЯ

Монокристаллические подложки с кристаллографической ориентацией [111] и [211] диаметром до 55 мм с плотностью дислокаций менее 5×10⁴ см⁻² изготавливают из кристаллов Кадмий-Цинк-Теллур, выращенных методом Бриджмена.



ПОДЛОЖКИ КЦТ
ТУ 1778-333/О-0198396-11



ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ
СТРУКТУРЫ КЦТ/КРТ
ТУ 1778-341/О-0198396-12
ТУ 1778-342/О-0198396-12
ТБГН.432243.001 ТУ

Эпитаксиальная структура CdHgTe/CdZnTe

| | |
|---|--|
| размеры рабочей поверхности, мм ² | Ø(30-55), от 20×20 до 35×40 |
| толщина слоя, мкм | 15±5 |
| состав, мол. доля CdTe, x | x = 0,190÷0,40 |
| однородность состава по площади, мол. доля CdTe, Δx | ±0,002 |
| тип электропроводности | n, p |
| концентрация основных носителей при 77К, см ⁻³ | n = (1,0÷5,0)·10 ¹⁴ p = (0,5÷3,0)·10 ¹⁶ |
| подвижность основных носителей 77К, тсм ² /В·с | μ _n ≥ 1,0·10 ⁵ μ _p ≥ 40 |
| время релаксации фотопроводимости (77К), с | ≥ 3·10 ⁻⁷ (n-тип, индий) ≥ 3·10 ⁻⁸ (p-тип, н/л) ≥ 8·10 ⁻⁸ (p-тип, золото) |
| плотность дислокаций, см ⁻² | < 5·10 ⁴ |
| Малоугловые границы, включения второй фазы | нет |
| Легирование | н/л (p-тип) Индий (n-тип) Золото (p-тип) |

Технология получения монокристаллов высокочистого германия (HPGe)



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

- Высокочистый германий (HPGe):
- Для детекторов гамма-излучения и инфракрасной оптики.

Из моно- и поликристаллов германия, выращенных методом Чохральского, изготавливаются оптические изделия для инфракрасной оптики.



ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- получения высокочистого тетраоксида германия, применяемого для получения двуоксида германия;
- получения поликристаллических зоноочищенных кристаллов, используемых при выращивании монокристаллов германия;
- получения монокристаллов для инфракрасной оптики;
- получения высокочистых монокристаллов германия для детекторов гамма излучения.



| ХАРАКТЕРИСТИКИ | | |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Nd (77 K) | $< 3 \cdot 10^{10}$ | cm^{-3} |
| Hall mobility μH | $> 30\,000$ | $\text{cm}^2/\text{V.s}$ |
| Глубокие уровни (по DLTS) | $< 5 \cdot 10^9$ | cm^{-3} |
| p-type : Cu | $< 1 \cdot 10^9$ | |
| n-type : Deep level point defects | | |
| Кристаллографическая ориентация | [100] | - |

исходный Ge (6N)

Зонная очистка

Химическая
и плазменная
очистка

Выращивание
монокристалла
в среде
сверхвысокочистого
 H_2

Монокристалл HPGe

Анализ: эффект
Холла, DLTS, и PTIS

Особо чистые безводные соли металлов

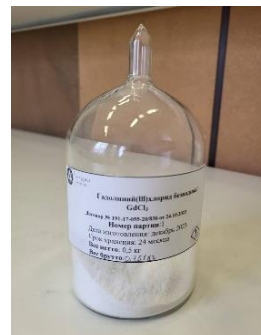


ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

~ **1500** кг\год
Производительность
экспериментальной
установки

ХЛОРИД АЛЮМИНИЯ безводный AlCl_3 – **99,99(9)%**
содержание основного вещества

Возможно масштабирование производства
ТУ 20.13.31-092-00198396-2023



ГАЛОГЕНИДЫ РЕДКИХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

**от десятков
до сотен**

кг\месяц

объемы производства
индивидуального
вещества

Чистота получаемых веществ: **от 99.9% до 99.999%**

Примеры успешно синтезируемых соединений:

трихлорид титана TiCl_3
гексахлорид вольфрама WCl_6
пентахлорид молибдена MoCl_5
тетрахлорид гафния HfCl_4
трихлорид лантана LaCl_3
трихлорид иттрия YCl_3

трибромид лантана LaBr_3
хлорид лития LiCl
хлориды рения ReCl_3 и ReCl_5
дихлорид хрома CrCl_2 ,
трихлорид скандия ScCl_3
и другие

РАЗРАБОТАНЫ ТЕХНОЛОГИИ
И ОРГАНИЗОВАНО
ПРОИЗВОДСТВО ОПТИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ ИК ОБЛАСТИ НА
ОСНОВЕ ГАЛОГЕНИДОВ
СЕРЕБРА И ТАЛЛИЯ.

- **СИНТЕЗ СОЛЕЙ**
- **РОСТ КРИСТАЛЛОВ**
- **ИЗГОТОВЛЕНИЕ
ОПТИЧЕСКИХ
ЭЛЕМЕНТОВ
АЛМАЗНЫМ
ТОЧЕНИЕМ**



МОНОКРИСТАЛЛЫ
галогенидов таллия
KPC-5 (TlBr-TlI) и KPC-6 (TlCl-TlBr)



**ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ
ИК-ДИАПАЗОНА**
Призма
(заготовка) из KPC-6 (TlCl-TlBr)
Окно
из KPC-5 (TlBr-TlI)
Светоделительное кольцо
из KPC-5 (TlBr-TlI)
Призма
МНПВО из KPC-5 (TlBr-TlI)
Призма
из KPC-5 (TlBr-TlI)



**ОПТОВОЛОКНО
ИК-ДИАПАЗОНА**
в т.ч. градиентного

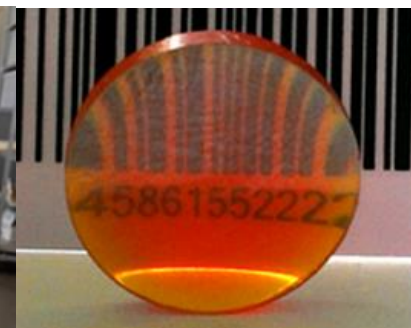
**ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ
ДЕТЕКТОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ

широкий диапазон спектрального
пропускания 0,43-50 мкм
диаметр до 90 мм
волнистость поверхности (местная
ошибка ΔN) – 0,5 мкм
кривизна поверхности (общая ошибка
N) – 0,6 мкм

шероховатость
Ra – 0,01 мкм, Rz – 0,05 мкм
высокая радиационная устойчивость
низкое поглощение ИК-излучения
низкие оптические потери
негигроскопичны
не требуют защитных покрытий
на воздухе

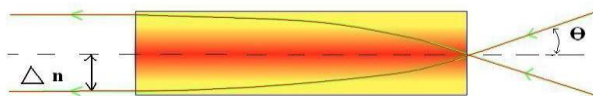
Монокристаллы твердых растворов $\text{TlCl} - \text{TlBr}$ и $\text{TlBr} - \text{TlI}$ переменного состава для плоских линз и для градиентного оптического волокна



ГРАДИЕНТНЫЕ КРИСТАЛЛЫ НА ОСНОВЕ ГАЛОГЕНИДОВ

- **ДЛЯ ФОКУСИРОВАНИЯ
ИК ИЗЛУЧЕНИЯ**
- **ДЛЯ ГРАДИЕНТНЫХ
ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ
ИК СВЕТОВОДОВ**

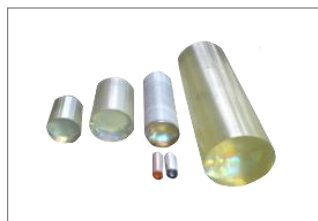
Ø 0,1 ВЕЛИЧИНА ПЕРЕПАДА
ПОКАЗАТЕЛЯ
ПРЕЛОМЛЕНИЯ



РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛУЧЕЙ В ГРАДАНЕ ДЛИНОЙ $\frac{1}{4} L$

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Улучшенное качество изображения ввиду сведения aberrаций к минимуму благодаря градиенту;
- Уменьшение радиуса кривизны (габаритов) оптических элементов благодаря высокому показателю преломления;
- Возможность создания многоканальных приборов, работающих в диапазоне от 0,4 до 50 мкм (от видимого до дальнего ИК).



**ОПТИЧЕСКИЕ
ЗАГОТОВКИ**



**КРИСТАЛЛ
ЭЛЕМЕНТ КРС-5**

ХАРАКТЕРИСТИКИ

| | |
|---|---|
| Область спектрального пропускания | 0,4 - 50 мкм |
| Коэффициент спектрального пропускания | на длине волны 0,63 мкм: 55 - 65 % в диапазоне длин волн 2,5 - 25 мкм: 68 - 70 % |
| Коэффициент поглощения лазерного излучения | на длине волны 5-6 и 10,6 мкм, см^{-1} : не более 5×10^{-4} |
| Размеры градиентных элементов | диаметр до 30 мм, длина до 30 мм |
| Диаметр фокального пятна | 10 - 12 мкм |
| Числовая апертура | $\text{NA} = \sin \theta$: 0,4 - 0,6 |
| Максимальная разность показателя преломления | Δn : 0,1 - 0,09 |
| Радиальное распределение показателя преломления | параболическое |
| Размеры градиентных заготовок для волоконных световодов | диаметр: 1 - 15 мм, длина: 30 - 80 мм |

Для производителей спектрального измерительного оборудования необходимы волокна, работающие в ближней и средней ИК-области спектра. Применение в качестве основного светопроводящего материала твердых растворов галогенидов серебра и одновалентного таллия позволяет получать рабочий диапазон зонда 3-30 мкм.



ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА ИЗ ГАЛОГЕНИДОВ СЕРЕБРА И ТАЛЛИЯ, ПРОЗРАЧНЫХ В ДИАПАЗОНЕ 0,6-30 МКМ, ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ИЗ СБОРОК ТИПА «СЕРДЦЕВИНА-ОБОЛОЧКА», С УЛУЧШЕННЫМИ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕХНИКИ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ



| ХАРАКТЕРИСТИКИ | |
|--|---------------------|
| Область спектрального пропускания, мкм | 4,0 - 18,0 |
| Оптические потери на длине волны 10,6 мкм, дБ/м | 0,1 - 0,6 |
| Максимальная вводимая мощность излучения, Вт | 20 |
| Коэффициент пропускания, % | 60 - 70 |
| Числовая апертура, (NA) | 0,2 - 0,3 |
| Радиус изгиба, мм | менее 50 |
| Диаметр светопроводящей сердцевины / оболочки, мкм | 450/500 900/1000 |

Изготовление поликристаллических волоконных световодов методом экструзии из сборок типа «сердцевина-оболочка», при котором кристаллическая заготовка в пластическом состоянии продавливается через полированную фильеру.

ЛИНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНА

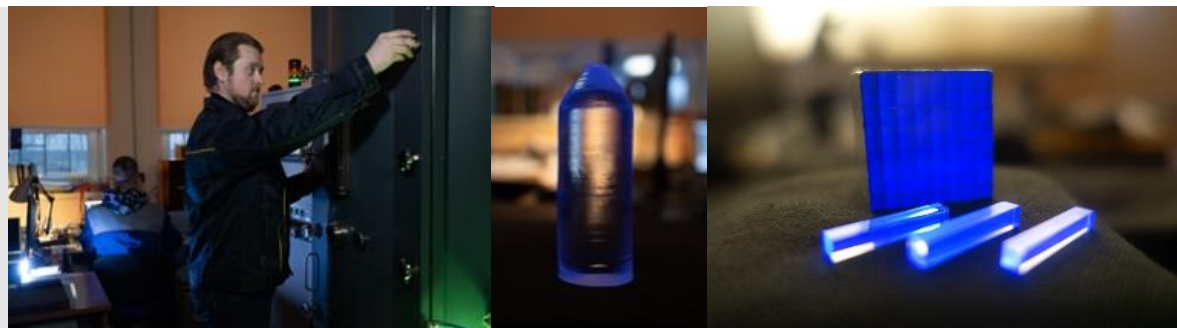
- Подготовка сердцевины и оболочки проводится механической обработкой до получения поверхности оптического качества;
- Процесс экструзии волокна проводится на прессовом оборудовании – электрической испытательной машине FUDLC 200 кН, модифицированной специальной оснасткой для экструзии;
- Применение электромеханической испытательной машины, обеспечивает проведение процессов с тонко контролируемыми параметрами в безмасляной атмосфере.

Технологии получения монокристаллических сцинтилляторов на основе РЗМ для детектирования гамма-излучения



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

- Сцинтилляционные материалы:
- Монокристаллы $\text{LYSO}:\text{Ce}$ для ПЭТ-томографов



**ИНСТИТУТ ОСВОИЛ ТЕХНОЛОГИЮ
ВЫРАЩИВАНИЯ ОСОБО КРУПНЫХ КРИСТАЛЛОВ
ОРТОСИЛИКАТА ЛЮТЕЦИЯ, АКТИВИРОВАННОГО
ЦЕРИЯ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ДОБИТЬСЯ СНИЖЕНИЯ
СТОИМОСТИ ЕДИНИЧНЫХ ПИКСЕЛЕЙ ПОСЛЕ
РЕЗКИ КРИСТАЛЛА.**

ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ

Световыход ($> 2 \cdot 10^4$ ph/MeV)
Время затухания < 40 ns
Время нарастания < 500 ps
Высокая плотность > 7 g/cm³
Большое $Z_{\text{эфф}} = 66$

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Участок выращивания кристаллов LYSO
- Участок резки, шлифовки и полировки
- Участок матричных сборок LYSO



2 кристалла
в месяц
объемы выпуска

75 мм
диаметр

5 кг
вес

15 см
высота

Средства индивидуальной и коллективной защиты от ионизирующего излучения



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ



Фартук ФРЗ – 150
ТУ 14.12.30-002-07625358-2022



Материал МРЗ – 150



Жилет ЖРЗ – 150
ТУ 14.12.30-059-07625358-2022



Камерные перчатки КРЗП-20
ТУ 14.12.30-001-07625358-2022



Камерные перчатки КРЗП-15
14.12.30-001-07625358-2022



Камерные перчатки КРЗП-5
14.12.30-001-07625358-2022



Перчатки РЗП-5
ТУ 14.12.30-003-07625358-2022

КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ:

- Снижение дозовой нагрузки на персонал при работе с широким спектром излучений
- Не содержат свинец. Упрощенная утилизация
- Поглотители на основе порошков вольфрама и олова с покрытием из соединений РЗМ
- Бесшовная конструкция, легкий вес, герметичность, стойкость к химическим средам и температурам
- Дезактивируемый наружный слой
- Изготовление по техническим заданиям заказчика

СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

≈ 6000 ≈ 10000

комплектов камерных перчаток в год

метров листового защитного материала в год

Новый порошковый композиционный материал и уникальный метод нанесения покрытия обеспечивают лучшие показатели стойкости к разрушающему влиянию радиации и кратно ослабляют воздействие ионизирующего излучения на человека.

ПРИМЕНЕНИЕ



Предприятия по наработке различных источников радиационного излучения



АЭС



Ядерная медицина



Предприятия, связанные с переработкой, хранением и захоронением отработанного ядерного топлива

ЗАКАЗЧИКИ



ТВЭЛ
РОСАТОМ



СХК
РОСАТОМ



ГХК
РОСАТОМ

АНАЛИЗ ИСПЫТАНИЯ СЕРТИФИКАЦИЯ



ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Высокочистые вещества
- РМ, РЗМ и драгоценные металлы
- Минеральное и вторичное сырье
- Полупроводники, сверхпроводники
- Наноматериалы и др.

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦЕНТРА

- Высокая компетентность в сфере анализа и сертификации высокочистых веществ
- Более 200 аттестованных методик анализа
- Уникальное масс-спектральное оборудование для химического и изотопного анализа
- Премия «Серебряный моль» (2011) как лучшая лаборатория России

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Элементный химический анализ
- Фазовый (структурный) анализ
- Анализ изотопного состава
- Анализ химического состава ОСЧ веществ
- Анализ характеристик дисперсных материалов (порошков)
- Минералого-петрографический анализ минерального сырья
- Разработка и аттестация методики измерения
- Разработка и аттестация стандартных образцов
- Химические технологии переработки минерального сырья

УНИКАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

- разработка химических технологий
- материаловедческие исследования
- конструирование опытного и промышленного оборудования
- изготовление установок

