

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВ ОКСИДА ИТТРИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК

Двадцать третья международная конференция  
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"

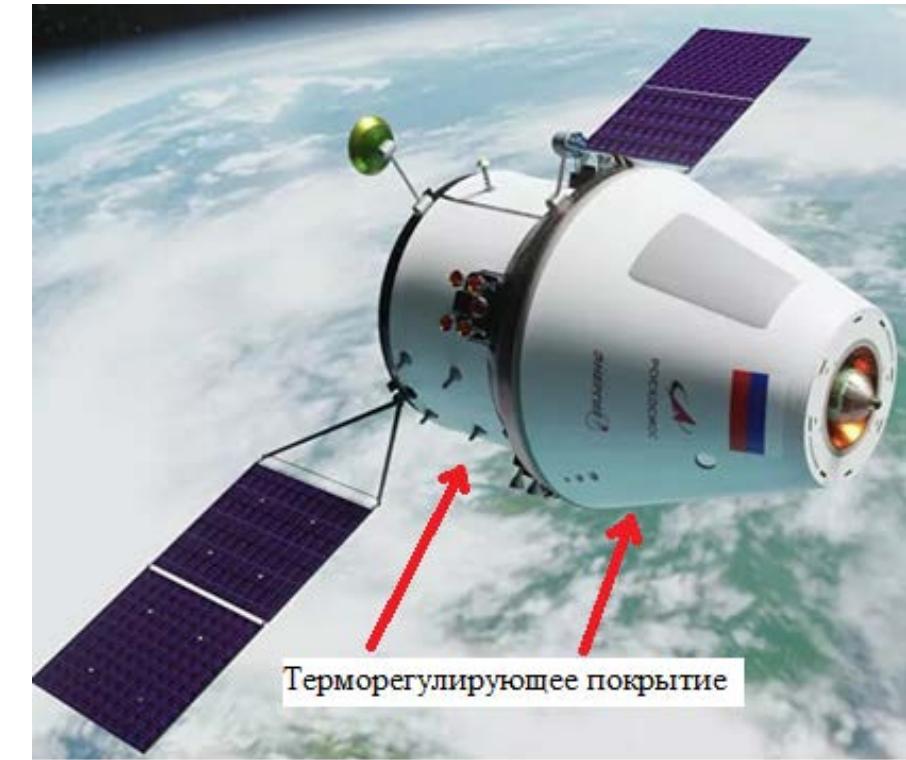
М.М. Михайлов, зав. лаб. РКМ ТУСУР;  
Юрьев С.А. в.н.с. лаб. РКМ; Д.С. Федосов,  
аспирант каф. ФЭ; Горончко В.А. с.н.с. лаб. РКМ;  
А.Н.Лапин, в.н.с. лаб. РКМ;

# Введение

В настоящее время актуальной является разработка терморегулирующих покрытий (ТРП), способных поддерживать температурный режим космических аппаратов на протяжении всего периода их активного функционирования (до 15–20 лет).

Оксид иттрия ( $Y_2O_3$ ) является одним из наиболее химически и физически стабильных полуторных оксидов. Он обладает высокой температурой плавления ( $2430\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), большой шириной запрещённой зоны (5,60–5,78 эВ), высоким показателем преломления (1,85-1,9), высоким коэффициентом отражения в широкой области спектра и, следовательно, низким значением интегрального коэффициента поглощения солнечного излучения ( $a_s$ ). В связи со своими свойствами,  $Y_2O_3$  является привлекательным материалом для разработки на его основе терморегулирующих покрытий (ТРП) космических аппаратов (КА).

**Целью настоящей работы** является исследование и сравнение оптических свойств различных марок порошка  $Y_2O_3$ , для выявления лучшей марки порошка подходящей для дальнейшего применения в качестве порошка-пигмента при разработке ТРП КА.



Рабочие характеристики ТРП класса ОСО:

- высокая излучательная способность ( $\epsilon > 0,85$ );
- низкое значение коэффициента поглощения Солнечного излучения ( $a_s < 0,2$ ).

# Оборудование и методики исследования



Рентгеновский дифрактометр  
Shimadzu XRD-6100



Лазерный анализатор размеров  
частиц Shimadzu SALD-2300



Установка «Спектр»

# Имитатор условий космического пространства «Спектр»

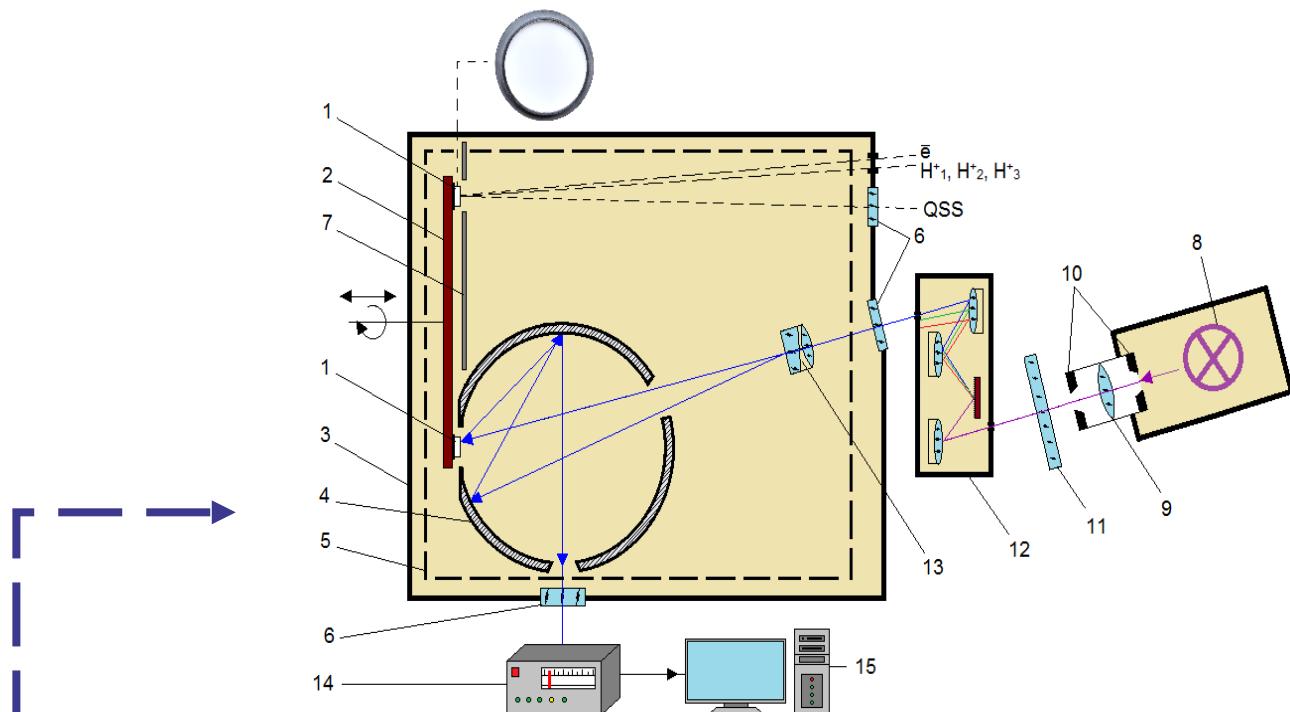
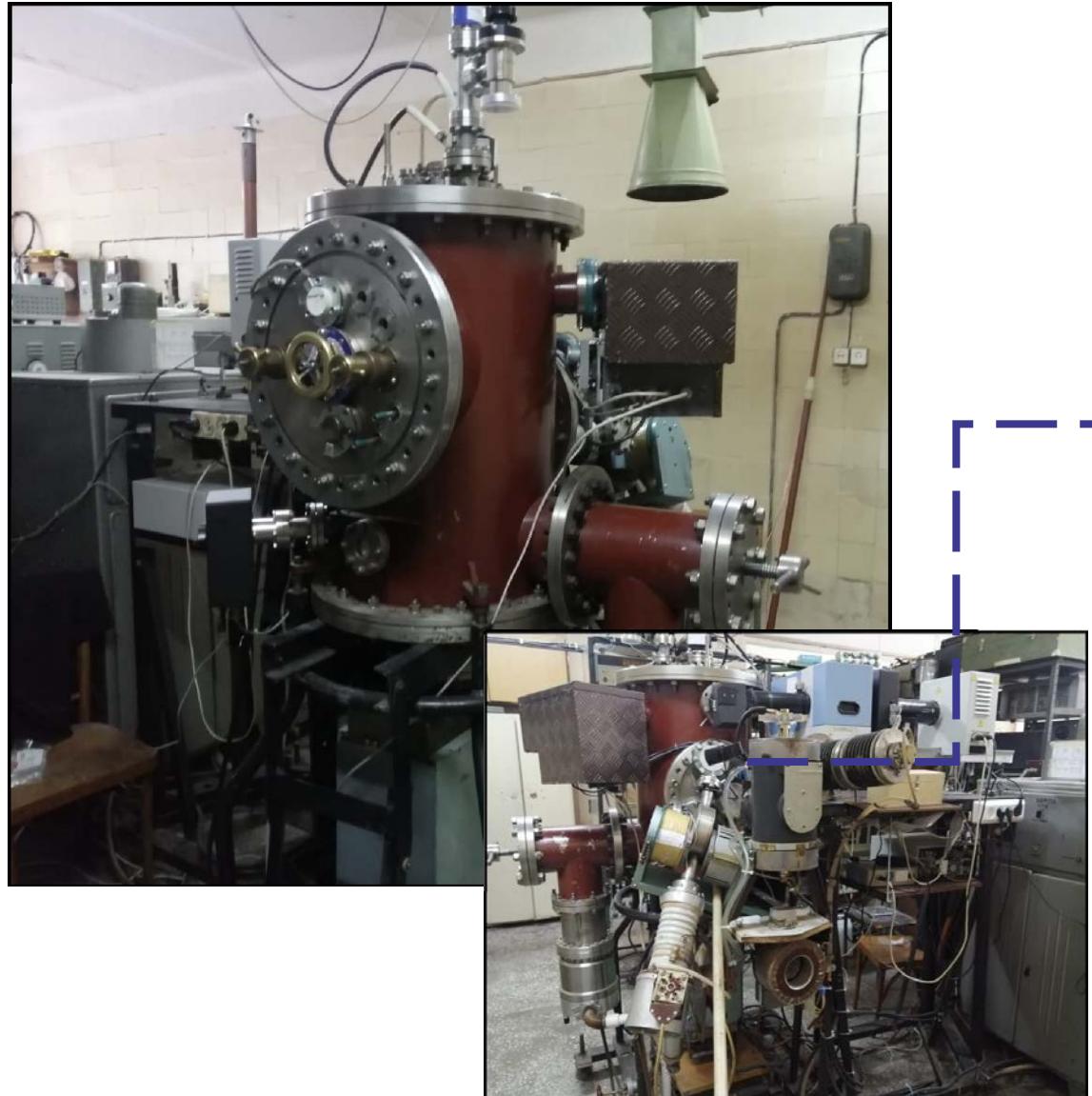


Схема измерения спектров диффузного отражения на установке «Спектр»: 1 – исследуемый образец, 2 – поворотный столик, 3 – вакуумная камера, 4 – интегрирующая сфера, 5 – азотный экран, 6 – кварцевые окна, 7 – защитный экран, 8 – источники света (галогеновая КГМ 12-100 и ксеноновая OSRAM XBO-150 лампы), 9 – фокусирующая кварцевая линза, 10 – апертурные диафрагмы, 11 – блок светофильтров, 12 – монохроматор МДР-41, 13 – поворотное зеркало, меняющее направление пучка либо на образец, либо на стенку сферы, 14 – фотоприёмные устройства, 15 – регистрирующая аппаратура

# Объекты исследования

В качестве объектов исследований использовали порошки микронных размеров  $Y_2O_3$  различных марок: ИТО-ЛЮМ, ИТО-И и ИТО-В, производства ОАО «Уралредмет», Россия.

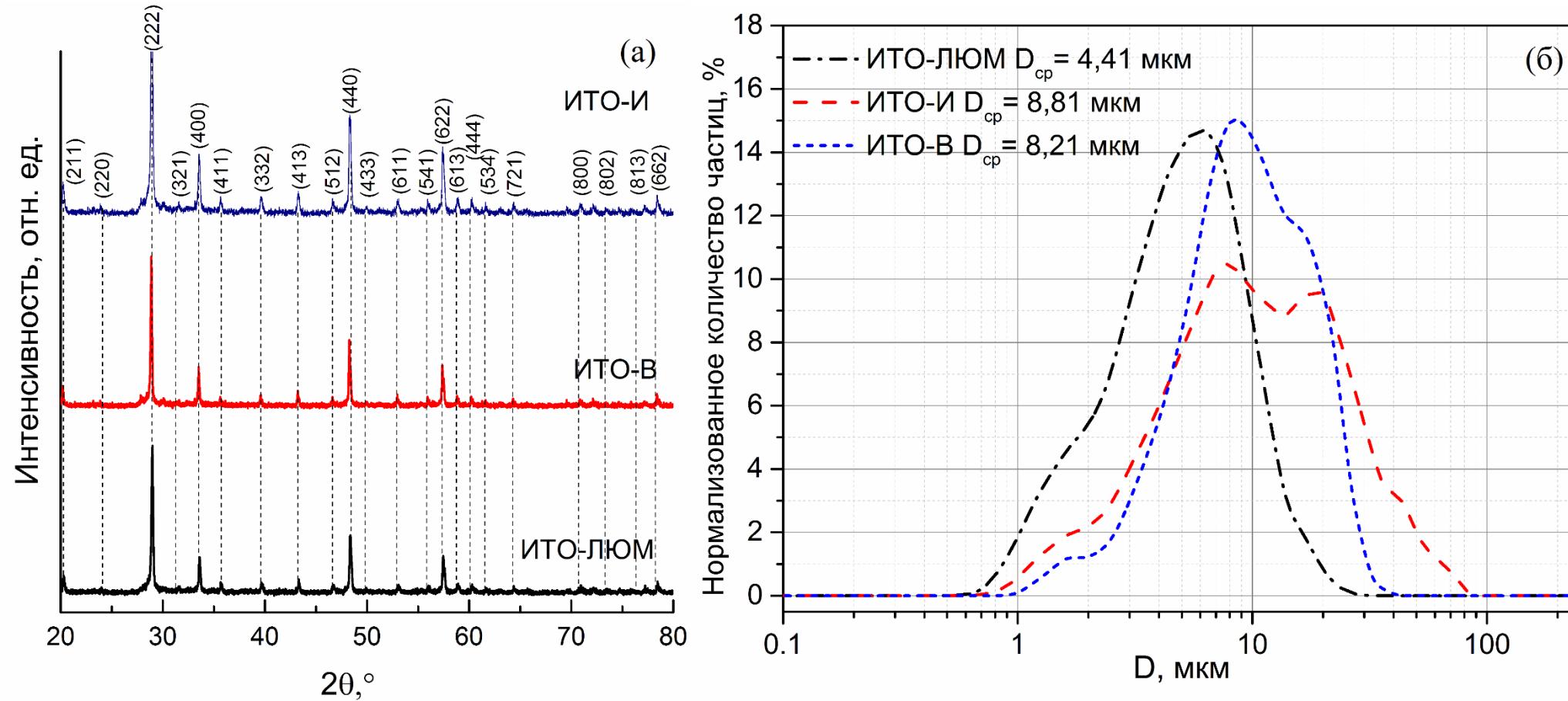


Рис. 1. – Рентгенограммы (а) и гранулометрический состав (б) исследуемых порошков  $Y_2O_3$ .

# Спектры диффузного отражения

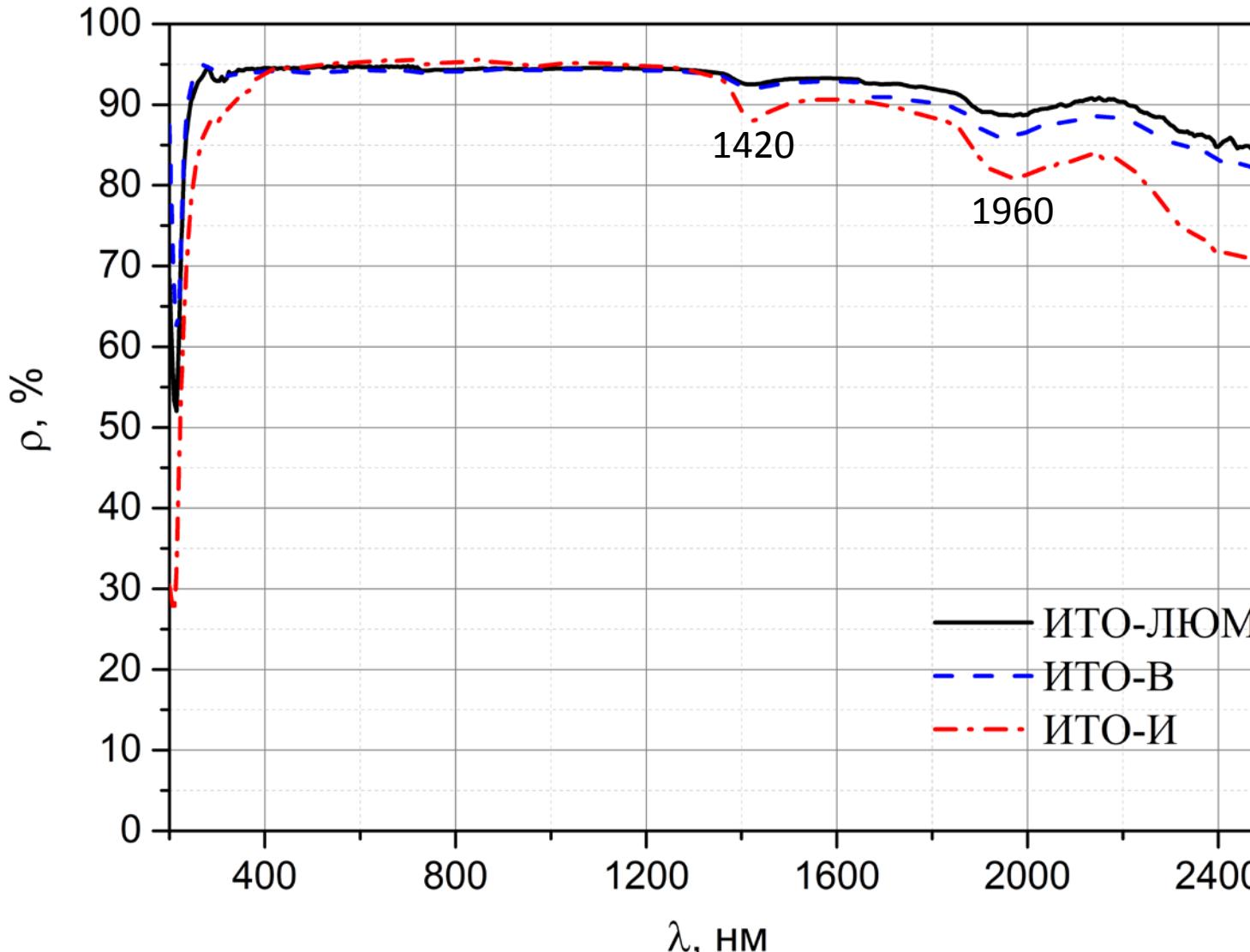


Рис. 2. Спектры диффузного отражения порошков  $Y_2O_3$ .

- Край основного поглощения, расположенный в области  $\lambda \leq 200$  нм;
- высокая отражательная способность (более 90% ) в области максимальной интенсивности солнечного излучения;
- Полосы поглощения при 1920 и 1960 нм, могут быть вызваны наличием гидроксо-групп, сорбированных на поверхности порошка

# Интегральный коэффициент солнечного поглощения

Основной рабочей характеристикой ТРП класса «Оптический солнечный отражатель» является интегральный коэффициент поглощения солнечного излучения ( $a_s$ ), вычисляемый по спектрам диффузного отражения и определяющий какую часть падающего солнечного излучения поглощает материал

$$a_s = 1 - R_s = 1 - \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \rho_\lambda I_\lambda d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_\lambda d\lambda} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \rho_\lambda}{n}$$

где  $\rho_\lambda$  - спектральная отражательная способность,  $I_\lambda$  - спектр излучения Солнца,  $\lambda_1 - \lambda_2$  - диапазон Солнечного спектра (в области 0,2-2,5 мкм Солнце излучает 98% всей энергии),  $n$  - количество равноэнергетических участков солнечного спектра.

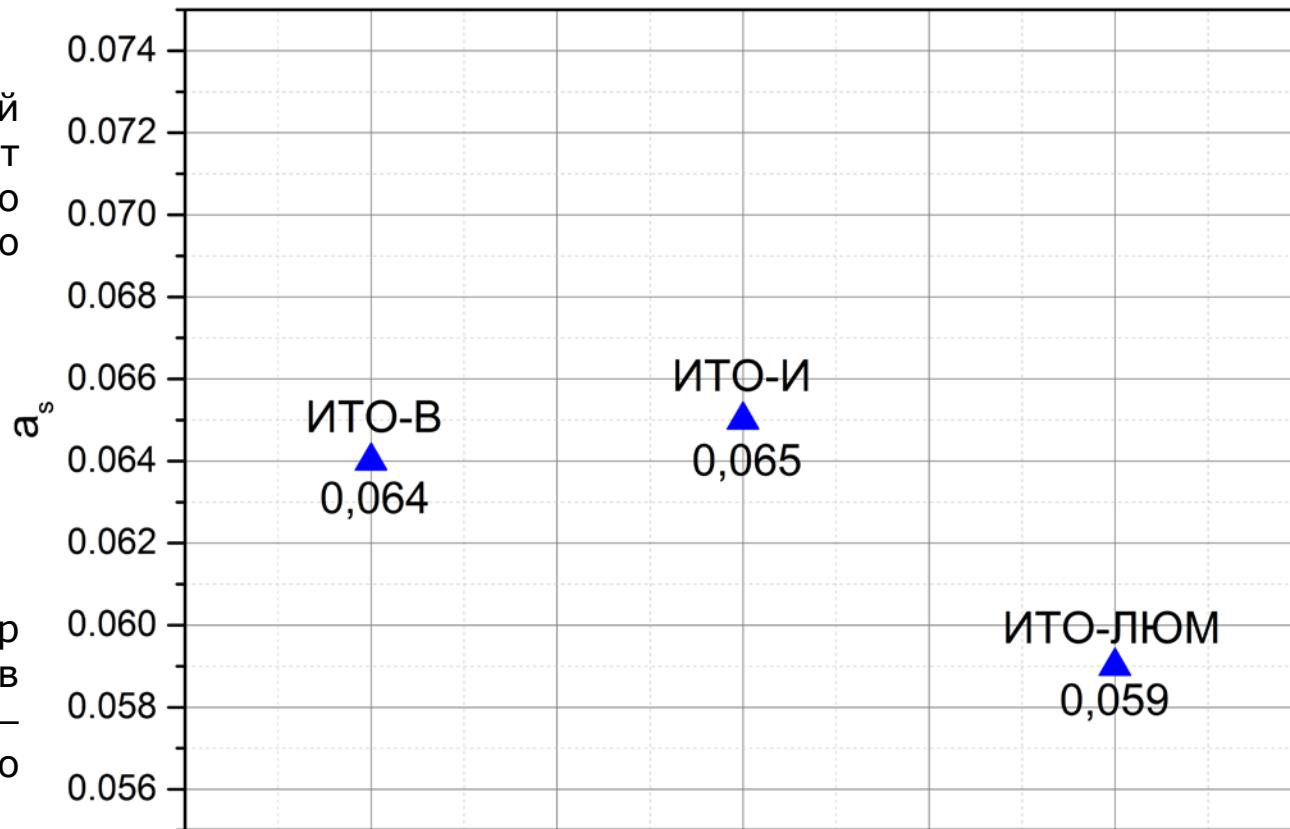


Рис. 3. Значения коэффициента поглощения  $a_s$  различных марок  $Y_2O_3$

## Заключение

Полученные данные показывают, что:

- Порошок промышленного производства  $Y_2O_3$  обладает высокой отражательной способностью (>85-90%) в области от 230 до 2500 нм.
- Максимум деградации спектров отражения при облучении происходит в УФ области спектра, что может приводить к незначительным изменениям коэффициента  $a_s$  при облучении, относительно других белых широко используемых отражающих порошков ( $ZnO$ ,  $TiO_2$ ).
- Порошки оксида иттрия являются отличным материалом для разработки и/или модернизации ТРП космических аппаратов и возможно других применений в местах воздействия ионизирующих излучений.

СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ !

Лаборатория Радиационного и  
космического материаловедения  
Заведующий, доктор физ.-мат. наук,  
профессор,  
Михайлов Михаил Михайлович  
membrana2010@mail.ru, 8-913-1000-  
106

г. Томск, пр. Ленина, 40  
e-mail: [office@tusur.ru](mailto:office@tusur.ru)  
тел.: (3822) 51-05-30  
факс: (3822) 51-32-62  
**tusur.ru**