



АО «НТЦ «РАТЭК»



Арабули К.В., Жуков М.Н., Лайкин А.И., Никифоров В.И., Сорокин П.А.,
Хусаинов М.А., Челядинов Д.А.

Санкт-Петербург , 2025

**КОНВЕЙЕРНАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ
ХЛОРИДА КАЛИЯ В ЛИНЕЙКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ АО "НТЦ "РАТЭК" ДЛЯ ДОБЫЧИ И
ПЕРЕРАБОТКИ КАЛИЙНОГО СЫРЬЯ**

Хусаинов Марат Айратович
ППСР-2025

Калийные соли: добыча руды



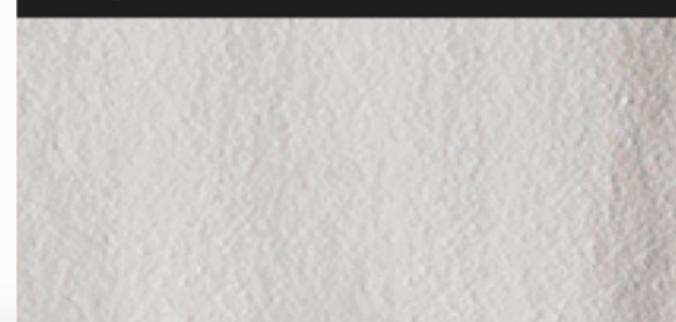
Калийные соли: обогащение



Розовый (флотационный)
хлористый калий



Белый (галургический)
хлористый калий



Калий-40

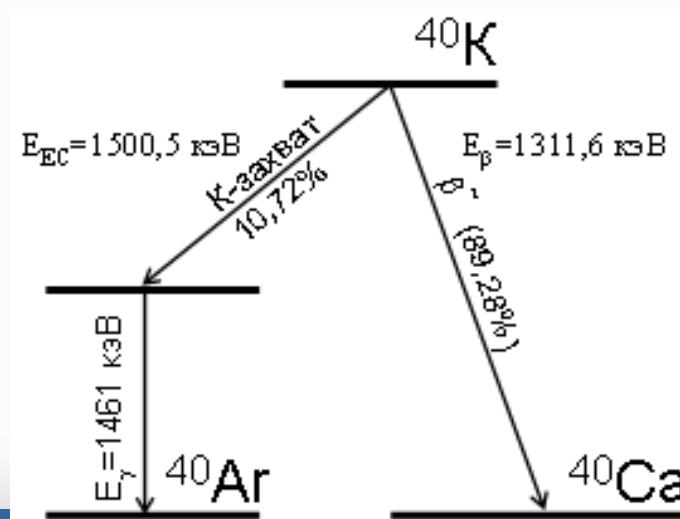
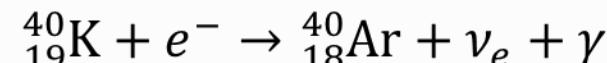
Нуклид	^{39}K	^{40}K	^{41}K
Содержание в природном калии, %	93.258	0.012	6.730



β^- -распад (89.28%):



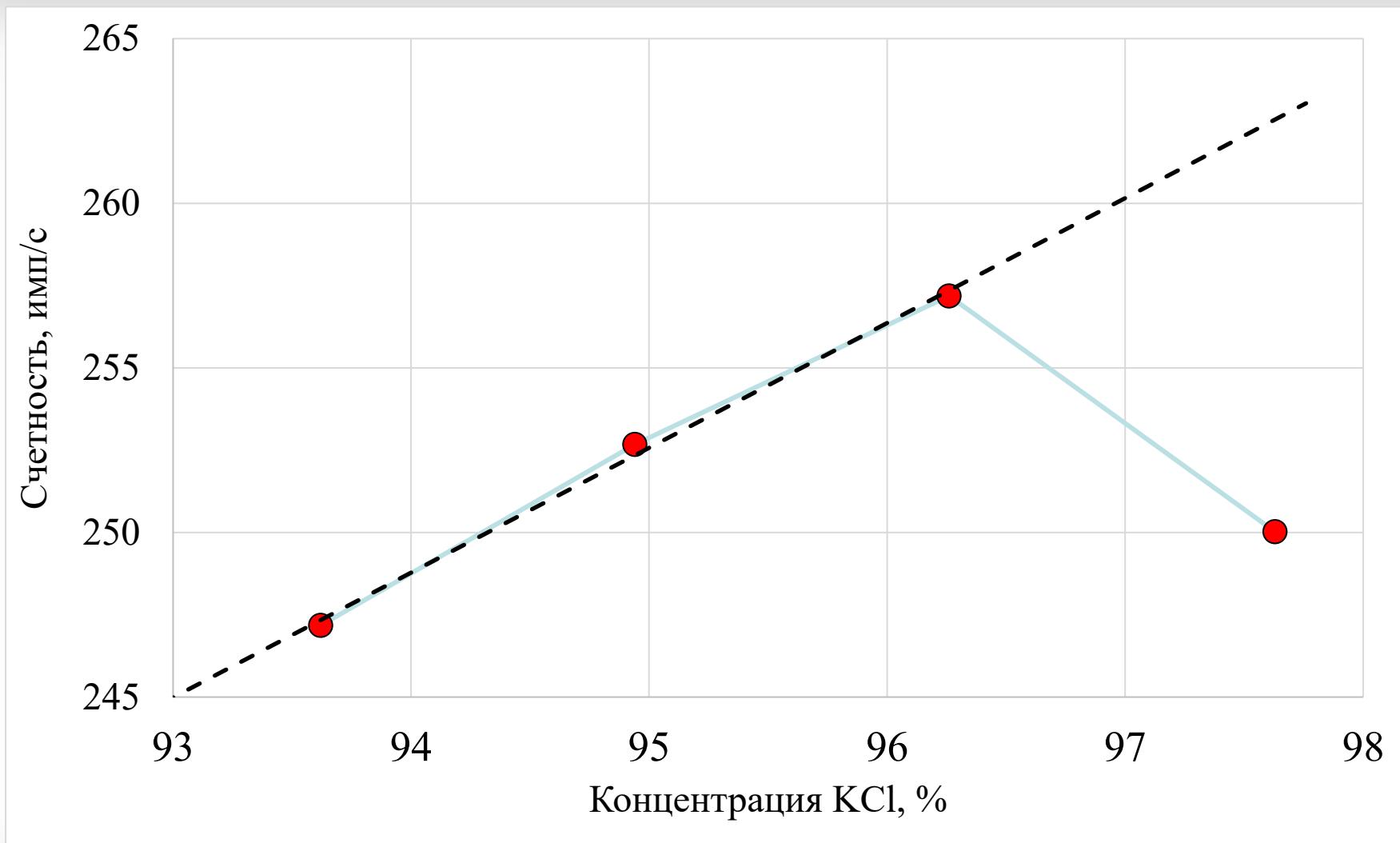
Электронный захват (10.72%):



Немецкий анализатор RGI TwinKam



Немецкий анализатор RGI TwinKam



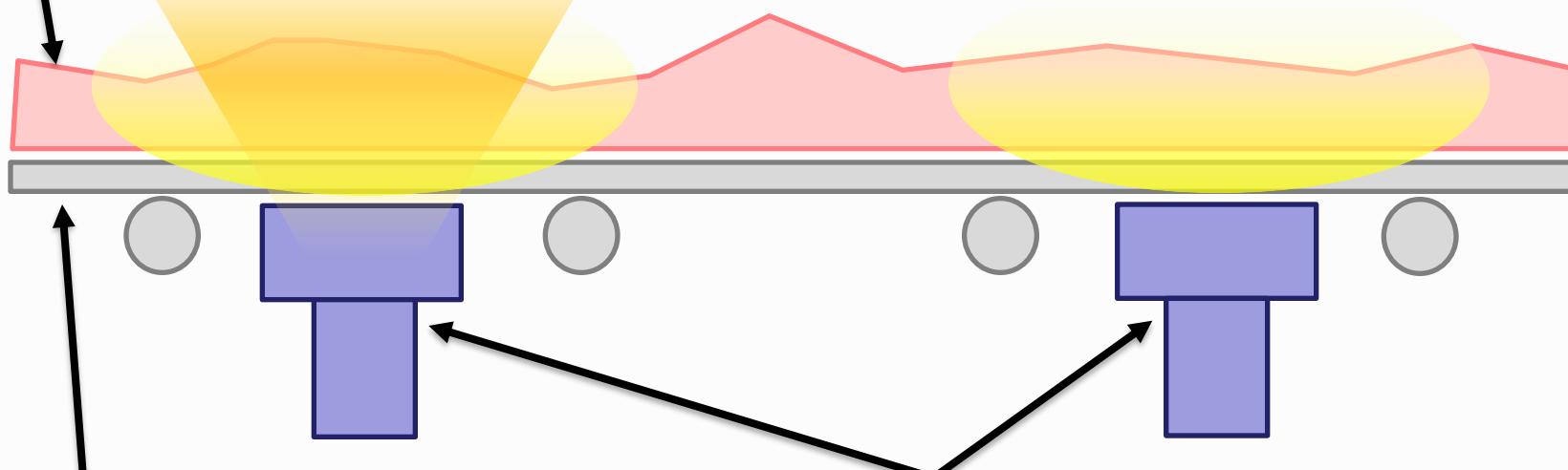
Принцип работы потокового анализатора

Сырьё
(руда или
концентрат)

Ёмкости с
веществом

KCl

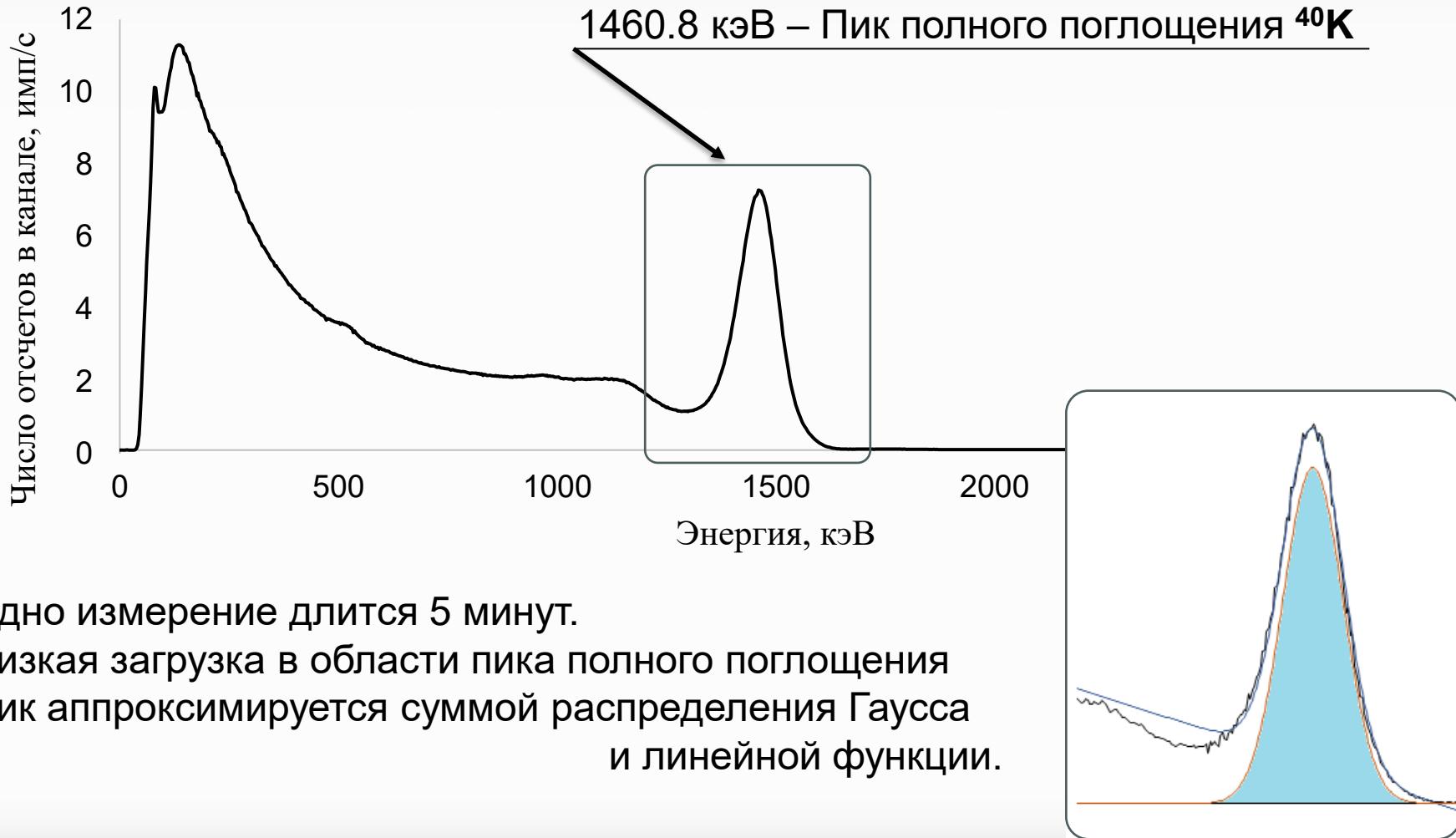
NaCl



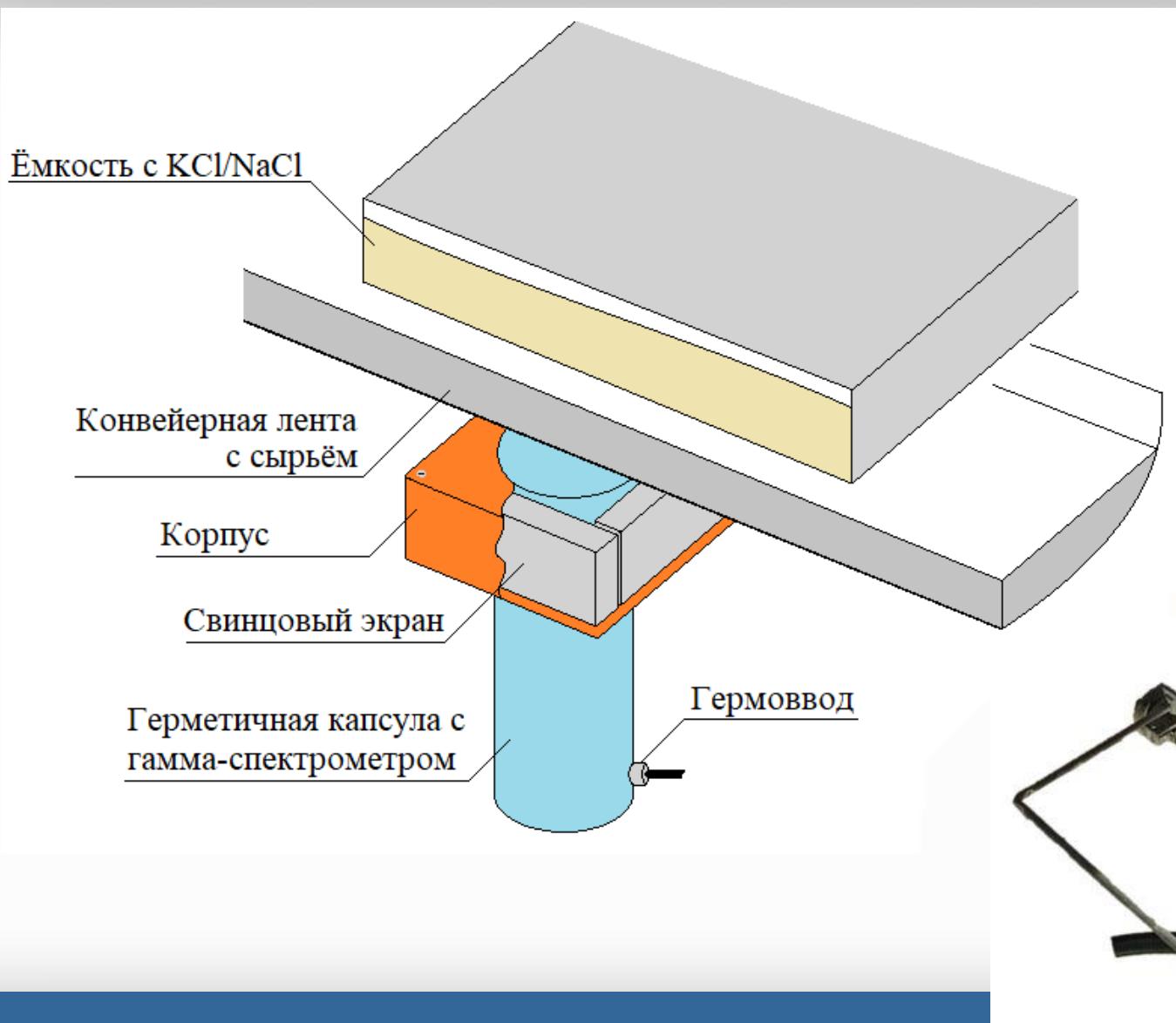
Конвейерная
лента

Детекторы

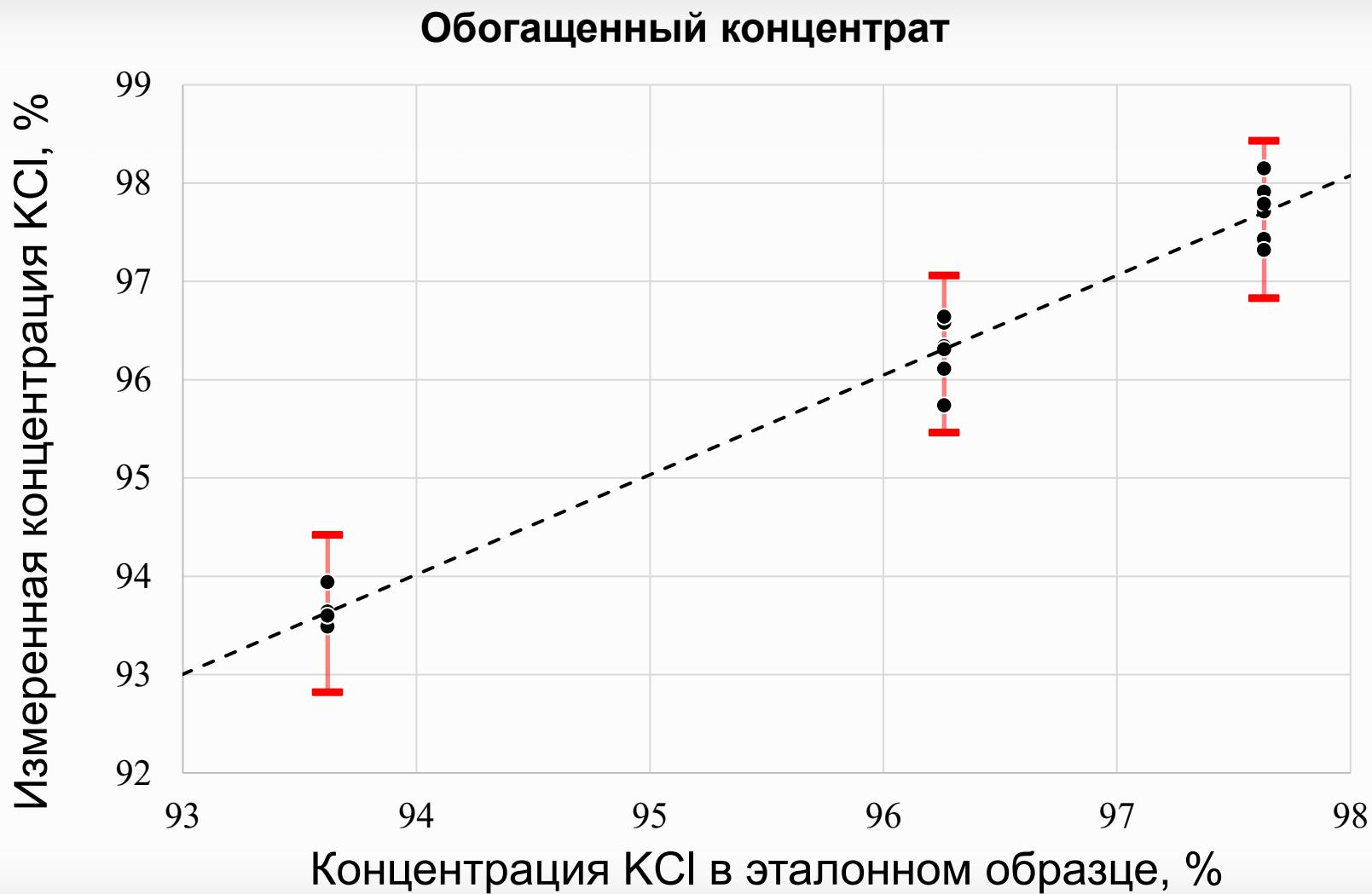
Разработка анализатора К-РАТ-01



Разработка анализатора К-РАТ-01

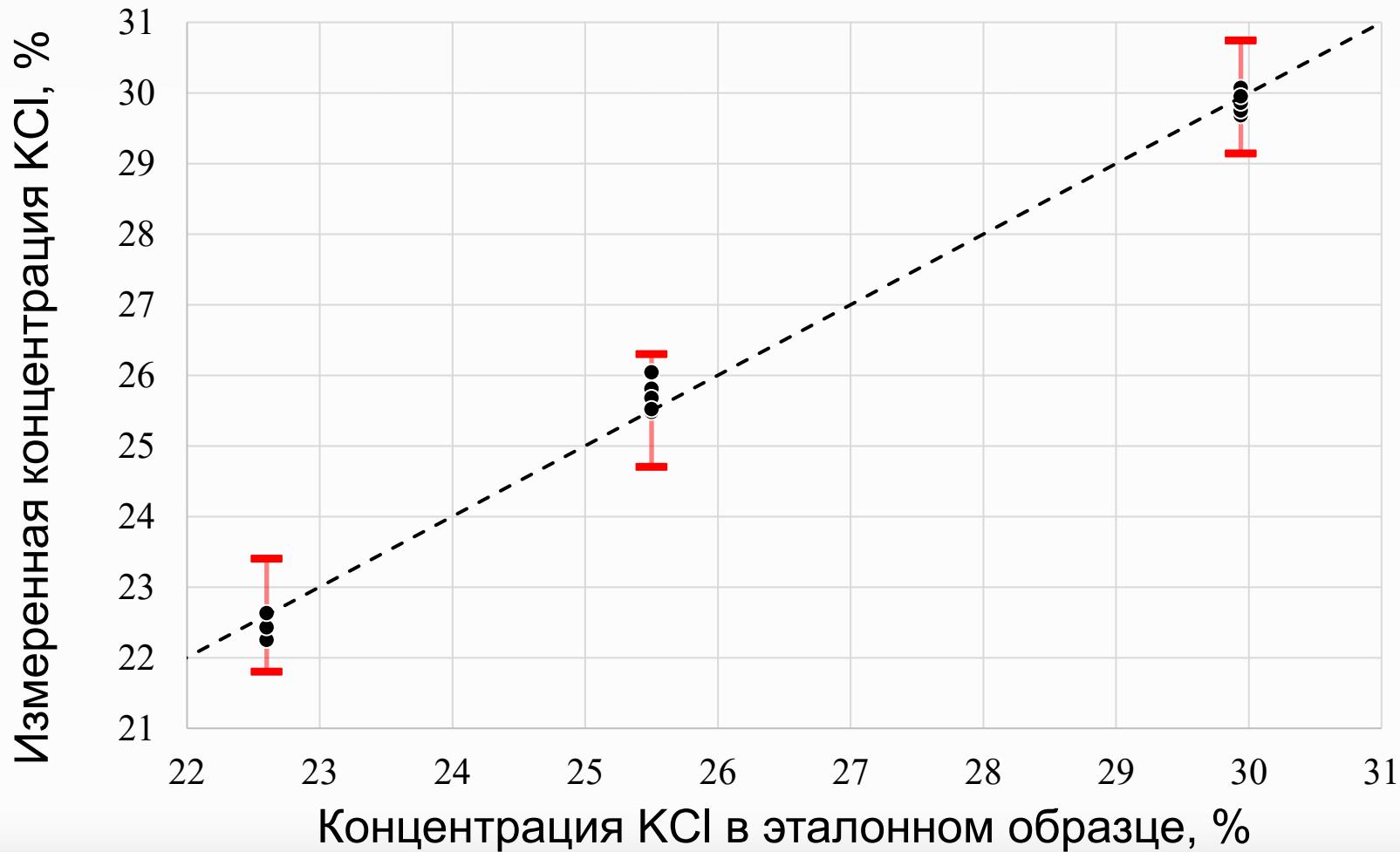


Испытания анализатора К-РАТ-01



Испытания анализатора К-РАТ-01

Сильвинитовая руда

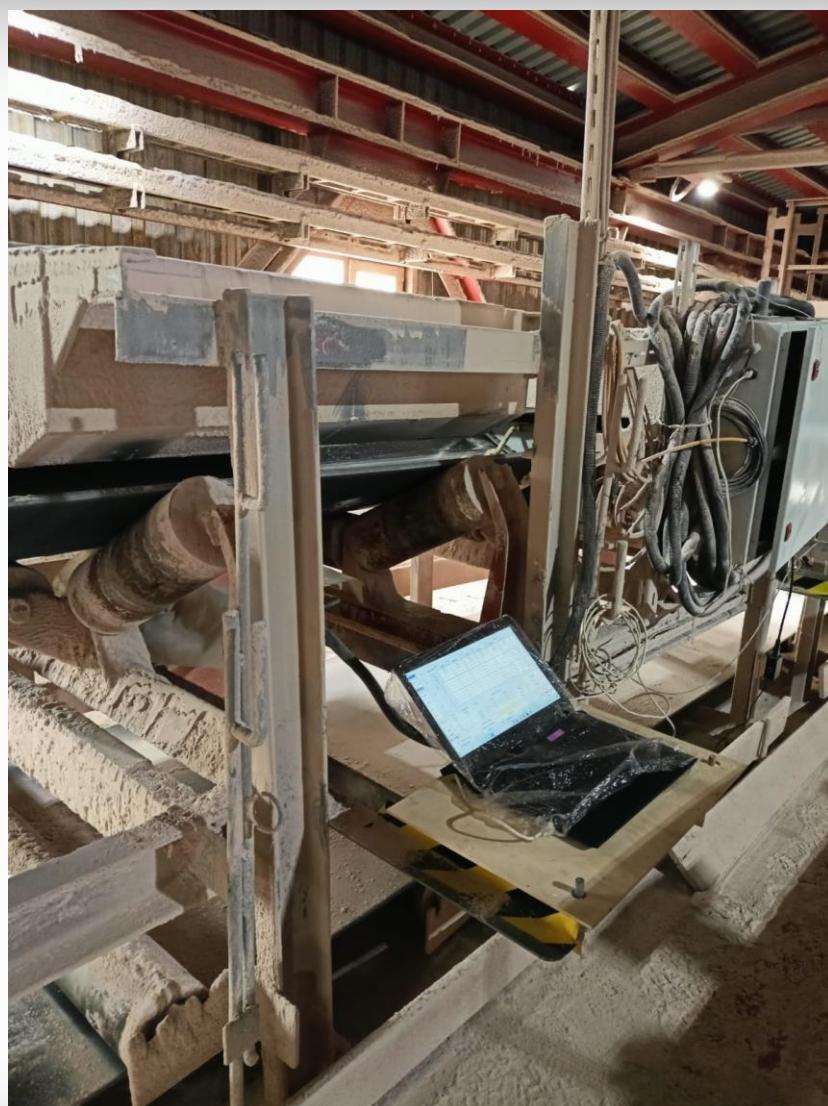




Разработка анализатора К-РАТ-01

26.03.2025 14 ГП_без_фона ГП_с_фоном Руда_без_фона	KCl[%] Проба на зонде 93.62 Обновить Сохранить Сохр. как Открыть	<input checked="" type="radio"/> 13 кг/м Зонд KCl Зонд NaCl 296.36 0 0 96.29 0 96.81 296.02 0	<input type="radio"/> 23 кг/м Зонд KCl Зонд NaCl 319.64 0 0 147.1 0 147.52 318.68 0	<input type="radio"/> 33 кг/м Зонд KCl Зонд NaCl 333.74 0 0 185.08 0 185.72 333.51 0	R2																																																															
	96.26 0	299.11 0 0 100.9 0 101.79 299.6 0	321.76 0	329.2 0	0.99																																																															
	97.63 0	301.26 0 0 102.32 0 103.28 301.24 0																																																																		
	R2	0.99	0.96																																																																	
<table border="1"><tr><td colspan="2">Протокол</td><td colspan="3">Расчет[%]</td><td colspan="3">Абс. погрешность[%]</td></tr><tr><td>KCl[%]</td><td>Нагрузка[кг/м]</td><td>1</td><td>2</td><td>Сред.</td><td>1</td><td>2</td><td>Сред.</td></tr><tr><td>93.62</td><td>13 23 33</td><td>93.58 93.81 93.49</td><td>93.60 93.55 93.60</td><td>93.59 93.68 93.55</td><td>-0.04 0.19 -0.13</td><td>-0.02 -0.07 -0.02</td><td>-0.03 0.06 -0.07</td></tr><tr><td>96.26</td><td>13 23 33</td><td>96.11 95.74 96.34</td><td>96.58 96.30 96.64</td><td>96.35 96.02 96.49</td><td>-0.15 -0.52 0.08</td><td>0.32 0.04 0.38</td><td>0.09 -0.24 0.23</td></tr><tr><td>97.63</td><td>13 23 33</td><td>97.43 97.83 97.32</td><td>97.71 97.70 98.16</td><td>97.57 97.77 97.74</td><td>-0.20 0.20 -0.31</td><td>0.08 0.07 0.53</td><td>-0.06 0.14 0.11</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>Зонд KCl</td><td>Зонд NaCl</td><td>KCl[%]</td><td colspan="3">Нагрузка[кг/м]</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Проверить</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						Протокол		Расчет[%]			Абс. погрешность[%]			KCl[%]	Нагрузка[кг/м]	1	2	Сред.	1	2	Сред.	93.62	13 23 33	93.58 93.81 93.49	93.60 93.55 93.60	93.59 93.68 93.55	-0.04 0.19 -0.13	-0.02 -0.07 -0.02	-0.03 0.06 -0.07	96.26	13 23 33	96.11 95.74 96.34	96.58 96.30 96.64	96.35 96.02 96.49	-0.15 -0.52 0.08	0.32 0.04 0.38	0.09 -0.24 0.23	97.63	13 23 33	97.43 97.83 97.32	97.71 97.70 98.16	97.57 97.77 97.74	-0.20 0.20 -0.31	0.08 0.07 0.53	-0.06 0.14 0.11			Зонд KCl	Зонд NaCl	KCl[%]	Нагрузка[кг/м]					Проверить												
Протокол		Расчет[%]			Абс. погрешность[%]																																																															
KCl[%]	Нагрузка[кг/м]	1	2	Сред.	1	2	Сред.																																																													
93.62	13 23 33	93.58 93.81 93.49	93.60 93.55 93.60	93.59 93.68 93.55	-0.04 0.19 -0.13	-0.02 -0.07 -0.02	-0.03 0.06 -0.07																																																													
96.26	13 23 33	96.11 95.74 96.34	96.58 96.30 96.64	96.35 96.02 96.49	-0.15 -0.52 0.08	0.32 0.04 0.38	0.09 -0.24 0.23																																																													
97.63	13 23 33	97.43 97.83 97.32	97.71 97.70 98.16	97.57 97.77 97.74	-0.20 0.20 -0.31	0.08 0.07 0.53	-0.06 0.14 0.11																																																													
		Зонд KCl	Зонд NaCl	KCl[%]	Нагрузка[кг/м]																																																															
		Проверить																																																																		
<table border="1"><tr><td>Скор [м/с]</td><td>KCl[%]</td><td>Нагрузка[кг/м]</td><td>Расход[т/ч]</td><td colspan="3">Измерение фона [имп/с]</td><td colspan="2">Рассчитать</td></tr><tr><td>2.15</td><td>Добавить Удалить Создать Исправить</td><td>Добавить Удалить</td><td></td><td>Зонд KCl</td><td>Зонд NaCl</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>93.62 96.26 97.63</td><td>13 23 33</td><td>100.62 178.02 255.42</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>Измерено Среднее Изменить</td><td>Протокол</td></tr><tr><td colspan="6"></td><td colspan="3">Подключиться к серверу</td></tr><tr><td colspan="2">Работа с сервером</td><td colspan="2">Запустить работу анализатора</td><td colspan="2">Остановить работу анализатора</td><td colspan="2">Запрос данных</td><td>Тест</td></tr><tr><td colspan="2">Измерение: Фона</td><td colspan="2">Пробы</td><td colspan="2">Длительность (с.)</td><td colspan="2">Пересчет</td><td>Замена калибровочного файла</td></tr><tr><td colspan="2">Измерение: Фона</td><td colspan="2">Пробы</td><td colspan="2">Длительность (с.)</td><td colspan="2">Старт</td><td></td></tr></table>						Скор [м/с]	KCl[%]	Нагрузка[кг/м]	Расход[т/ч]	Измерение фона [имп/с]			Рассчитать		2.15	Добавить Удалить Создать Исправить	Добавить Удалить		Зонд KCl	Зонд NaCl					93.62 96.26 97.63	13 23 33	100.62 178.02 255.42	0	0		Измерено Среднее Изменить	Протокол							Подключиться к серверу			Работа с сервером		Запустить работу анализатора		Остановить работу анализатора		Запрос данных		Тест	Измерение: Фона		Пробы		Длительность (с.)		Пересчет		Замена калибровочного файла	Измерение: Фона		Пробы		Длительность (с.)		Старт		
Скор [м/с]	KCl[%]	Нагрузка[кг/м]	Расход[т/ч]	Измерение фона [имп/с]			Рассчитать																																																													
2.15	Добавить Удалить Создать Исправить	Добавить Удалить		Зонд KCl	Зонд NaCl																																																															
	93.62 96.26 97.63	13 23 33	100.62 178.02 255.42	0	0		Измерено Среднее Изменить	Протокол																																																												
						Подключиться к серверу																																																														
Работа с сервером		Запустить работу анализатора		Остановить работу анализатора		Запрос данных		Тест																																																												
Измерение: Фона		Пробы		Длительность (с.)		Пересчет		Замена калибровочного файла																																																												
Измерение: Фона		Пробы		Длительность (с.)		Старт																																																														

Испытания анализатора К-РАТ-01





Технические характеристики анализатора К-РАТ-01

Тип измерения	Измерение естественного ионизированного излучения изотопов калия (без использования других радиоизотопов)
Режим работы	Непрерывный
Место установки	Под конвейерной линией. Также необходимо монтирование двух коробов (распределённого источника гамма-излучения (К40) и экранирующего короба (NaCl)) над конвейерной лентой.
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения массовой доли KCl при времени измерения 5 мин, %	±0.4
Необходимая толщина слоя сырья на ленте, мм	20...200
Диапазон рабочих температур, °С	-30...+40
Относительная влажность, %	До 95
Степень защиты	IP65



Спасибо за внимание

Россия, Санкт-Петербург, Октябрьская наб. 44, к.2

Сайт: ratec-spb.ru

info@ratec.spb.ru

тел. 8 (800) 551-08-69