



ФЭИ
РОСАТОМ

Расчетное моделирование устройства для утилизации натрия быстрых реакторов

28.05 – 31.05.2024

НЕЙТРОНИКА – 2024 / АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»

С.М. Уляхин, К.В. Тыклеева, В.Н. Грабежной,
С.В. Забродская, К.Г. Легких, В.Б. Смыков

1. Описание метода твердофазного окисления (ТФО)	04
2. Расчётное моделирование	07
3. Заключение	14

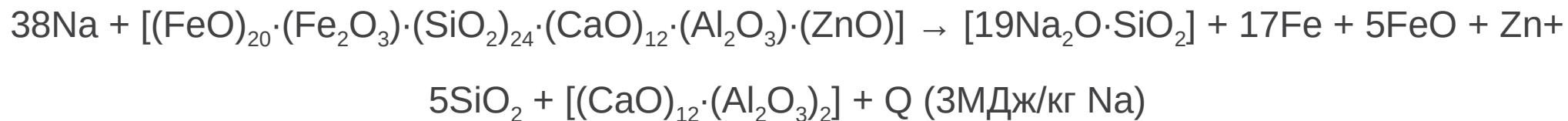
- Щелочные **жидкометаллические** теплоносители после отработки в ядерном реакторе следует перевести в **твёрдое состояние** для герметичного захоронения. Одним из способов является **метод ТФО**.
- Суть ТФО заключается в следующем. **Нагретый** щелочной **теплоноситель** смешивается со **шлаком** медеплавильного производства. В результате химической реакции получается **минералоподобный спёк**.
- В данной работе проводилось **расчётное моделирование** установки ТФО с точки зрения **переноса гамма-излучения**.



Реакционные ёмкости с переработанным Na

1. Описание метода ТФО

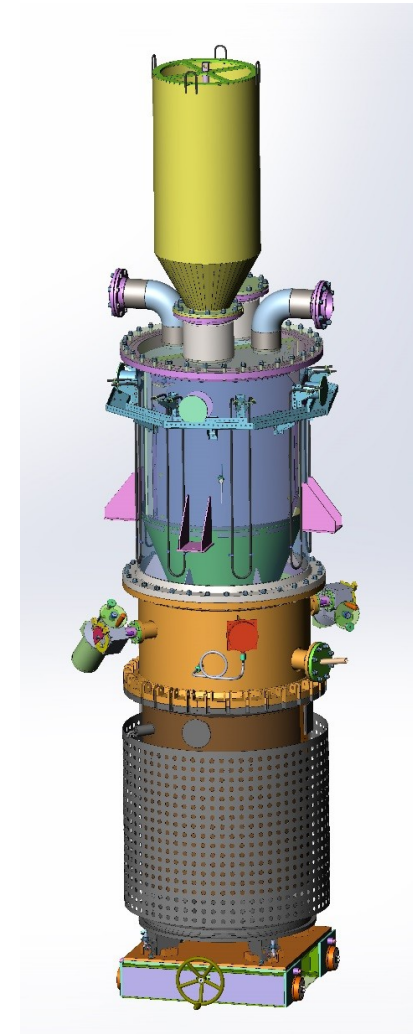




Химический состав шлака медеплавильного производства

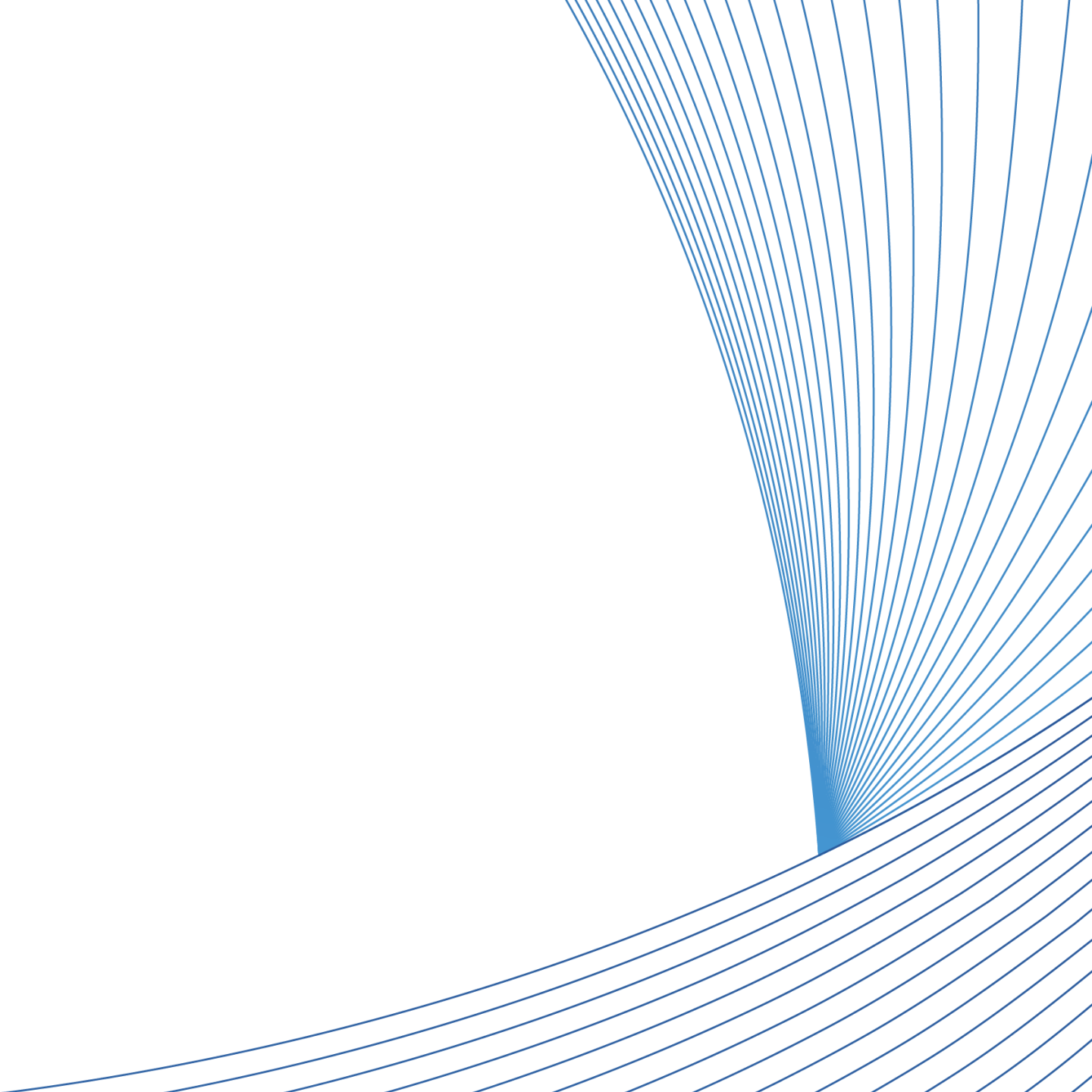
Химическое соединение	Содержание, %
FeO	36-38
Fe ₂ O ₃	1-2
SiO ₂	36-40
CaO	6-14
Al ₂ O ₃	5-7
ZnO	до 1.5
CuO	менее 0.5

- Полное отсутствие выделения водорода;
- Одностадийность процесса получения твёрдого продукта;
- Полная переработка щелочного металла;
- Отсутствие необходимости перемешивания смеси;
- Конечный продукт представляет собой твёрдый минералоподобный камень, не растворимый в воде;
- Объём конечного твёрдого продукта переработки щелочного металла превышает исходный объём щелочного металла только в 3 раза;
- Не требуется дополнительная очистка щелочного металла от радиоизотопа Cs-137.

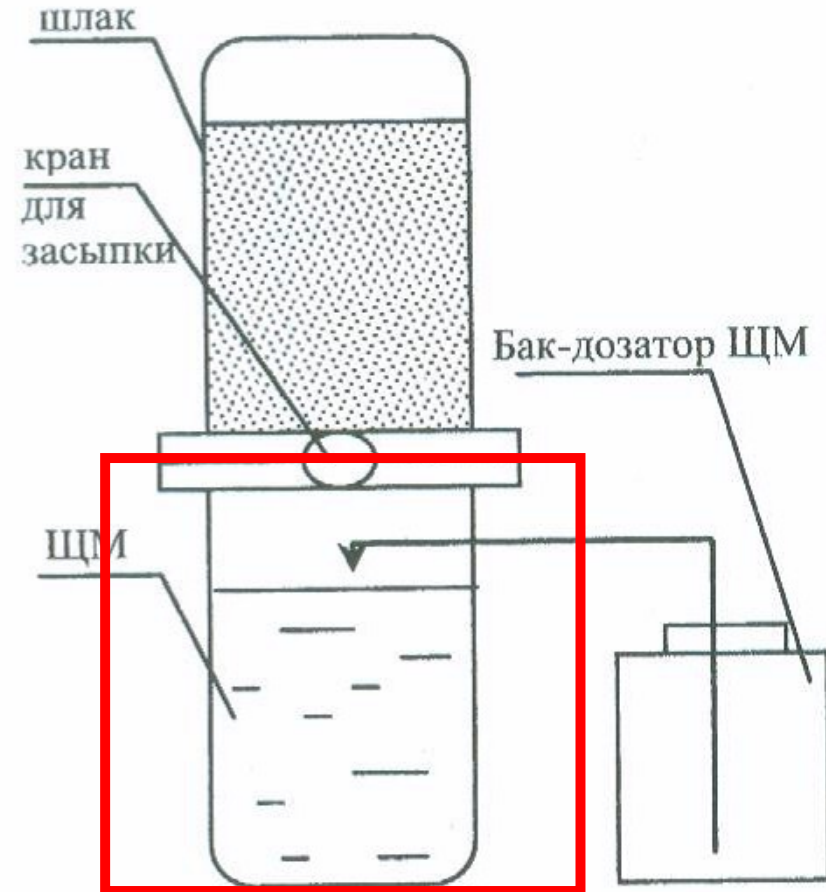


Реакционная установка –
МИНЕРАЛ-100/150

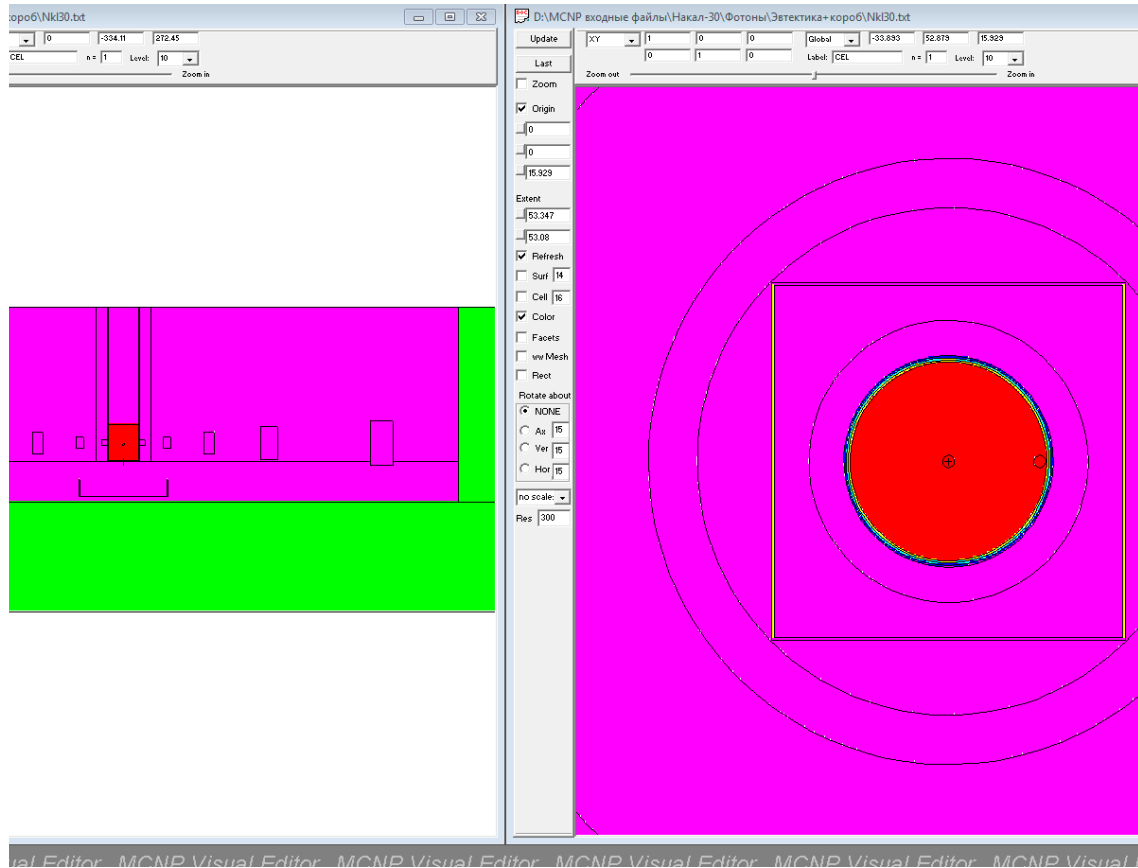
2. Расчётное моделирование



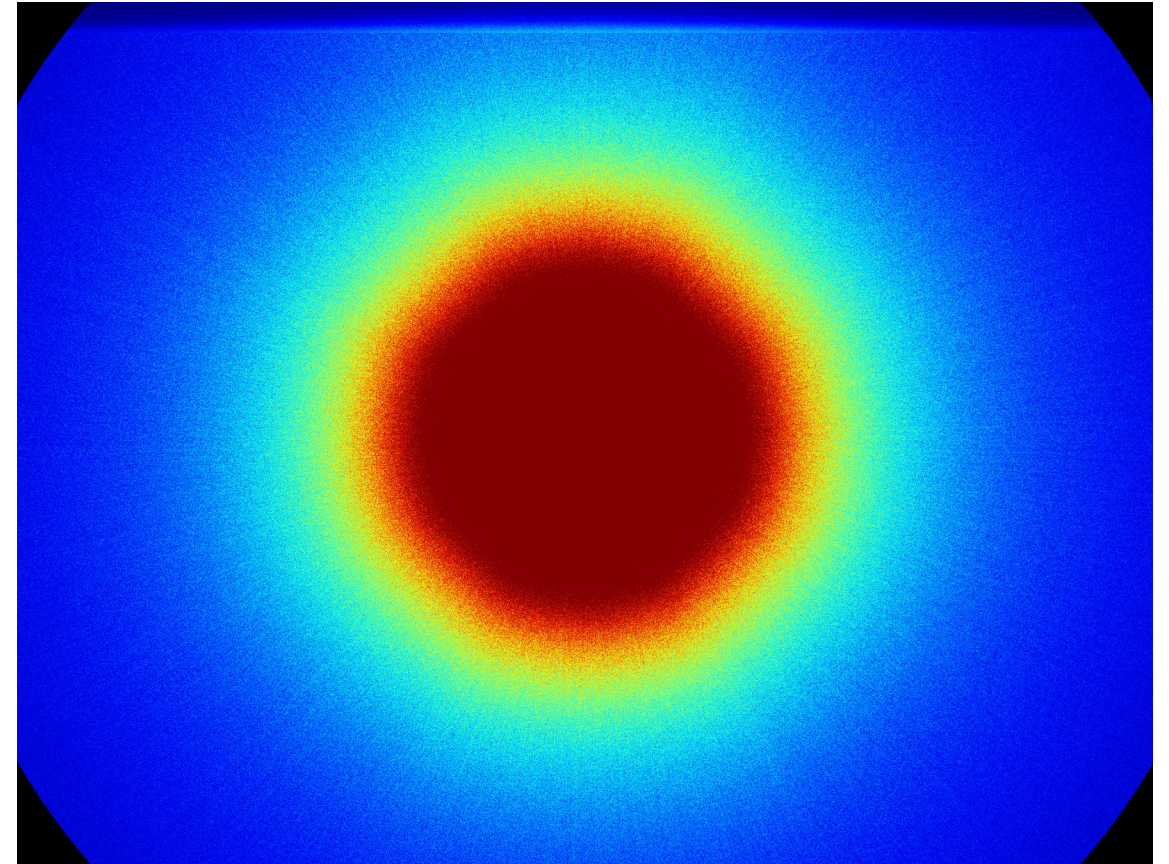
- Установка представляет из себя стальную ёмкость. В нижней части находятся расплав щелочного металла. В верхней части установки располагается разогретый шлак, который сбрасывается в расплав;
- Для уменьшения дозовых нагрузок предусмотрен стальной короб вокруг установки;
- В модели также присутствует бетонный пол и ближайшая от установки стена.



Схематичное изображение моделируемой установки



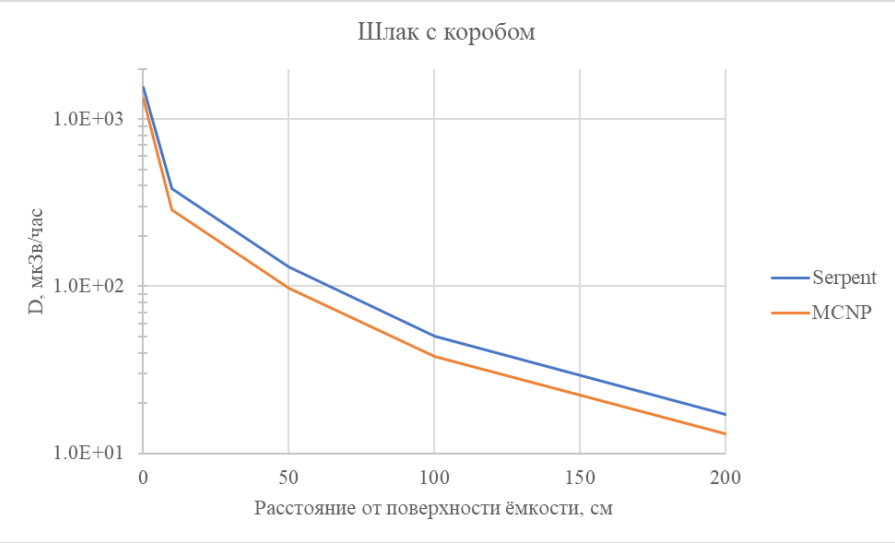
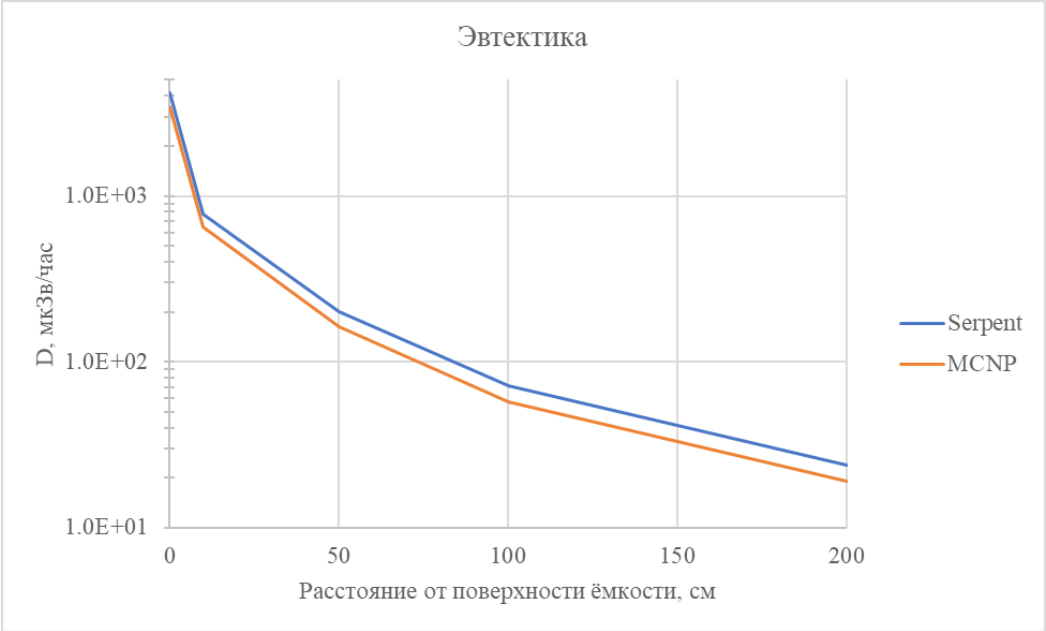
MCNP

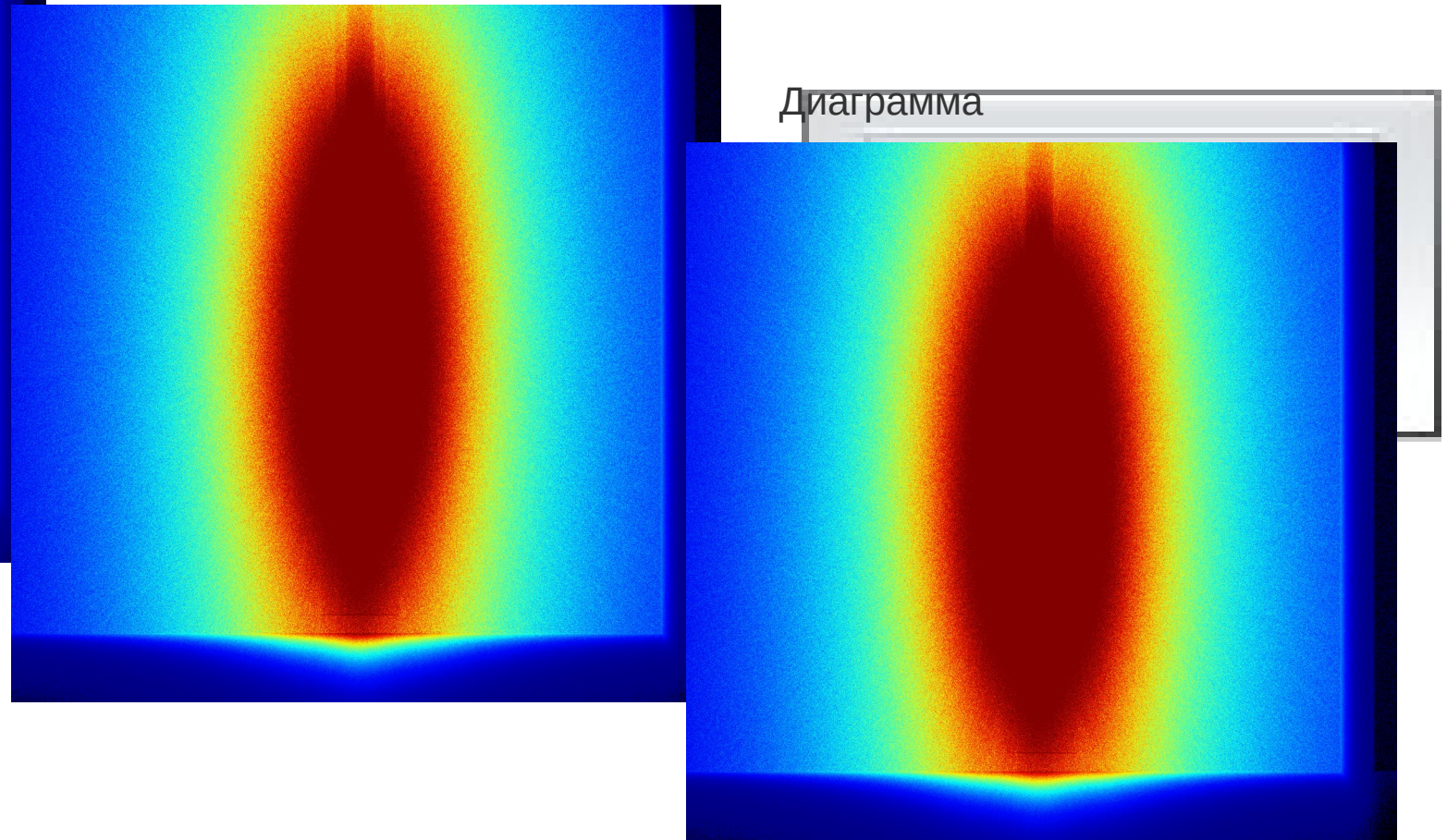
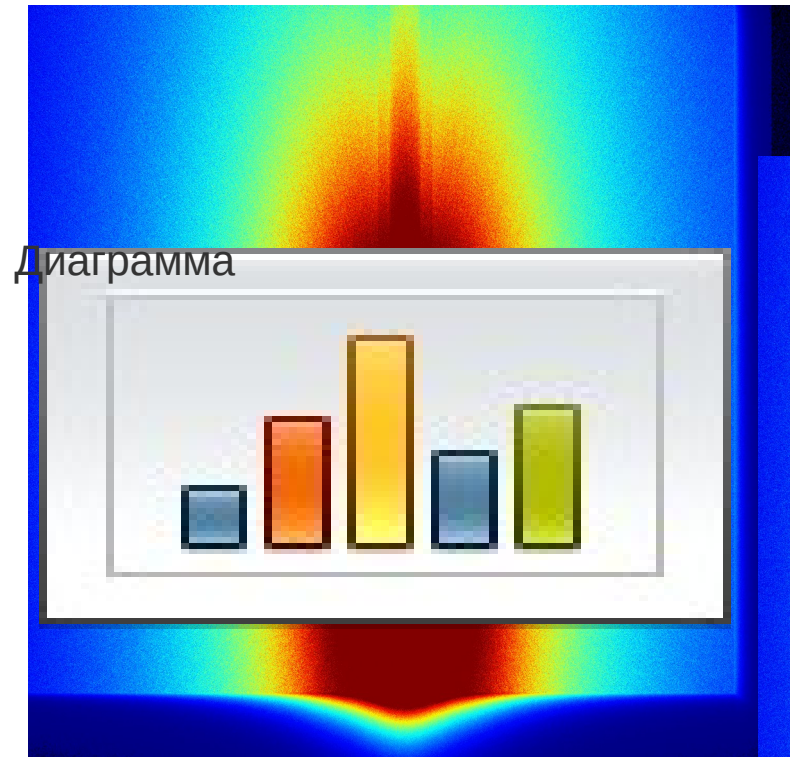


Serpent

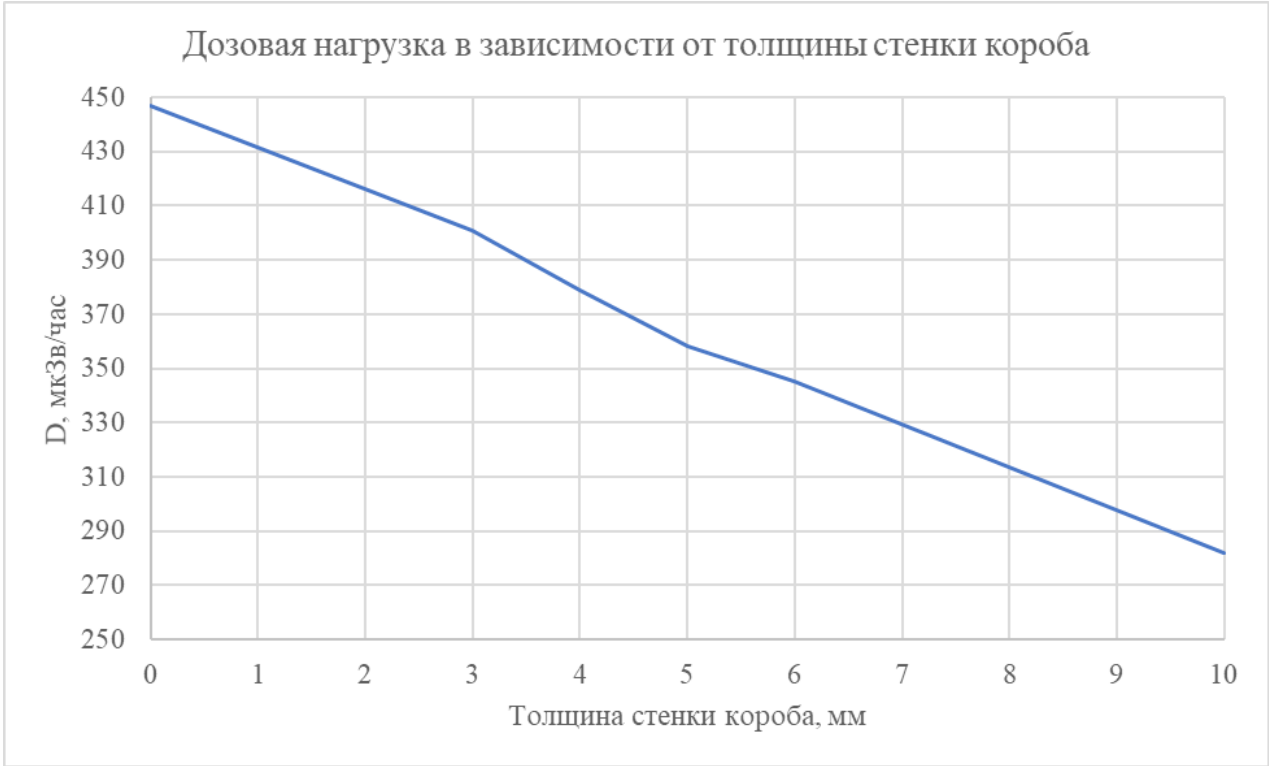
Оценка дозовой нагрузки на разных этапах работы	
Номер варианта	Описание
1	Установка с эвтектикой Na-K и коробом (начало работы установки)
2	Установка со шлаком и коробом (окончание работы установки)
3	Установка со шлаком без короба (процесс изъятия получившегося продукта)
Оценка дозовой нагрузки в зависимости от толщины стенки короба	
Описание	
Вариант расчёта дозовой нагрузки в зависимости от толщины короба (исходная модель варианта №2)	

Результаты оценки дозы на разных этапах



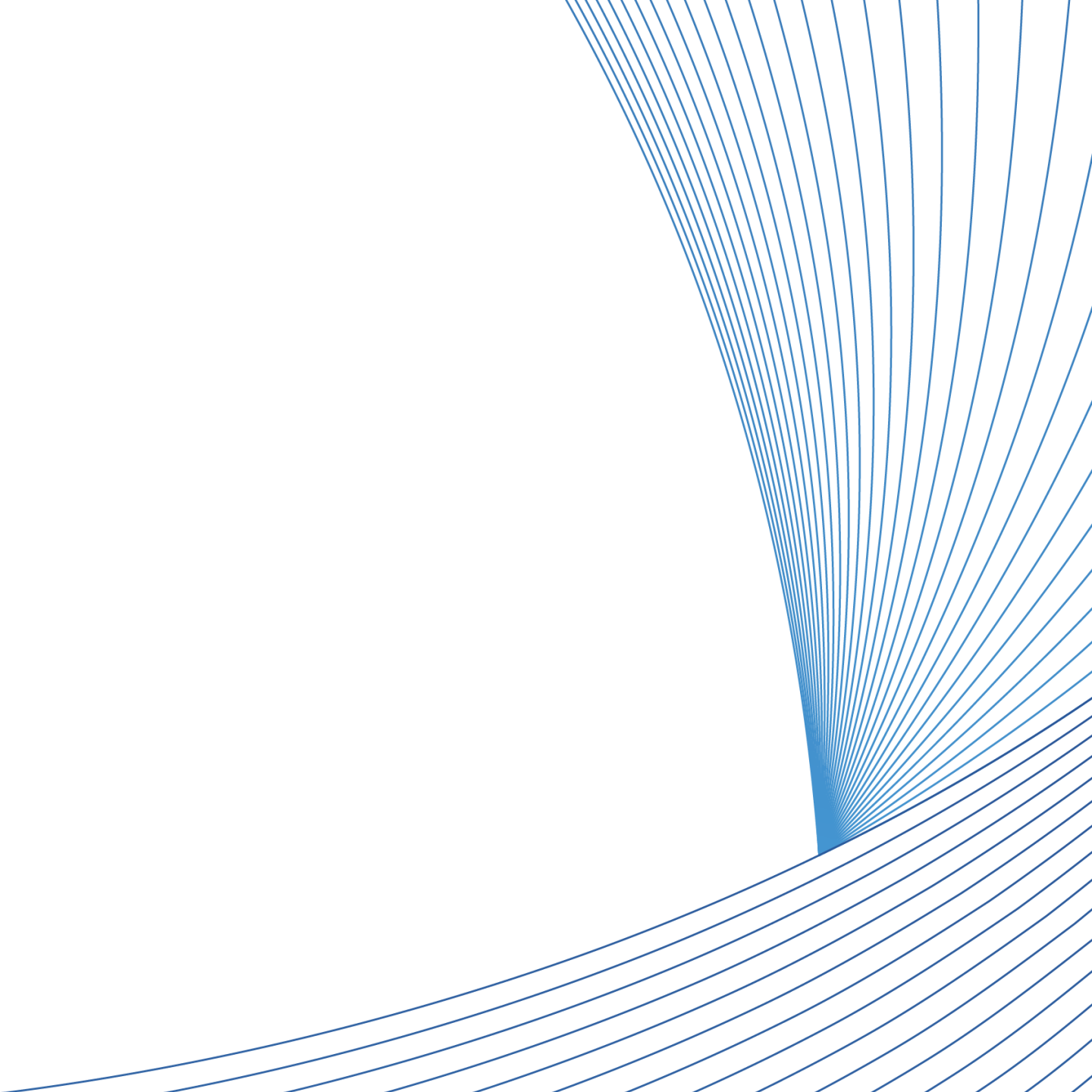


Результаты оценки дозы от толщины стенки короба



d, мм	D, мкЗВ/час	Час/год
0	4.47E+02	45
3	4.01E+02	50
4	3.79E+02	52
5	3.58E+02	55
6	3.45E+02	58
10	2.82E+02	71

3. Заключение



- В данной работе проведено расчетное моделирование устройства для утилизации натрия быстрых реакторов;
- Расчет дозовых нагрузок проводился в ПС MCNP4B и ПС Serpent;
- Для каждой из программ были разработаны модели и проведены кросс-верификационные расчетные исследования с учетом этапов работы установки ТФО;
- Получены эффективные дозы и максимально допустимое время нахождения персонала на различных расстояниях от установки для каждого этапа работы установки;
- Данное расчетное исследование может быть использовано при дальнейшей реализации технологии переработки натрия.

**Спасибо за
внимание**

