

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа ядерных технологий  
Направление – Ядерные физика и технологии  
Отделение ядерно-топливного цикла

Отчет по практической работе №1  
по дисциплине  
«Теория каскадов для разделения двухкомпонентных изотопных смесей»  
**Изучение описания программного обеспечения для расчета каскадов и  
проведение тестовых расчетов**  
Вариант 6

Исполнитель:

Студент, гр. 0А8Д

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_  
дата

Кузьменко А.С.

Проверил:

Профессор ОЯТЦ

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_  
дата

Орлов А.А.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение описания программного обеспечения для расчета каскадов и проведение тестовых расчетов каскада постоянной ширины.

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В практике центробежного разделения изотопов не урановых элементов чаще всего применяют каскады постоянной ширины, в которых все разделительных ступени содержат одинаковое количество центрифуг, соединенных параллельно. Такие установки представляют собой прямоугольные каскады (ПК).

### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1 – Исходные данные

Количество ступеней	Степень питания	Количество ГЦ в ступени	Концентрация отбора, %	Концентрация отвала, %
4	2	35000	3	0,2

### 3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Проведен расчет каскада в соответствии с данными варианта, представленными в таблице 1. Результаты расчета приведены на рисунках 1 и 2.

Результаты расчета в виде таблиц

	C-, %	C+, %	C, %	G-, г/с	G+, г/с	G, г/с	g, мг/с	Θ	χ	To, г/с	Ko, %
1	0.2000	0.4512	0.3836	1.07	2.90	3.96	0.11	0.7308	2.262		
2	0.3836	0.8212	0.6179	3.96	4.57	8.53	0.24	0.5354	2.150	1.30	0.7110
3	0.7013	1.5169	0.9865	4.33	2.33	6.66	0.19	0.3496	2.181		
4	1.3478	3.0000	1.5169	2.09	0.24	2.33	0.07	0.1023	2.264		

Рисунок 1 – Результаты расчета

Расчет каскада

Расчет | Настройки

Число ступеней каскада  $n$  **4**  $e_{\text{опт}} = 0,349$

Номер ступени подачи основного питания  $p$  **2**

Концентрация отбора  $K$ , % **3**

Концентрация отвала  $K'$ , % **0,2**

Использовать закрутки

☐ На отвале ☐ На отборе

Минимальный поток, г/с: **0,001**

☐ Оптимизировать второй поток питания

Выберите набор  $a[i]$

☒ 0,5 0,5 0,5 0,1

☐ 1 1 1 0,2

☐ 0,7 0,7 0,7 0,1

☐ 0,7 0,3 1 0,1

☐ 0,5 0,7 0,4 0,2

☐ 0,5 0 0 0,2

☐ 0,5 0 0 0,1

Тип задач

☒ № 1 ☐ № 2

Информация по текущей ступени

Ступень № **4**

Число ГЦ в ступени  $N$  **35000**

Поток питания  $T0(i)$ , г/с **0,0000**

Концентрация питания  $K0(i)$ , % **0,0000**

Добавить основное питание

Добавить дополнительное питание

Убрать питание

Управление

Н.У.

Общие результаты расчета каскада

Поток основного питания  $T_0$ , г/с **1,3049** Концентрация  $C+n$ , % **3,000000006**

Поток отбора  $T$ , г/с **0,2381**  $K = C+n$  с точностью, % **0,000000006**

Поток отвала  $T'$ , г/с **1,0667** Суммарный поток  $\Sigma G$ , г/с **21,48**

Эффективная разделительная способность  $E_{\text{эфф}}$ , г/с **1,0256** Время расчета: **0:00:00**

Фактическая разделительная способность  $E_{\text{факт}}$ , г/с **1,3959**

Схемный КПД  $\eta_{\text{сх}}$ , % **73,4667**

Коэффициент использования мощности  $K_{\text{им}}$ , % **2,0960**

Поток закрутки на отборе  $T_3$ , г/с

Поток закрутки на отвале  $T'_3$ , г/с

Поток  $T_i$

Расчет !

Подбор  $n$  и  $p$

Подбор  $N_i$

Остановить

Результаты

Графики

Помощь ?

О программе ?

Выход

Рисунок 2 – Окно программы

Полученные данные коэффициента деления потока, полного коэффициента разделения, эффективной и фактической разделительных способностей ступени приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета

$n$	$\theta$	$\chi$	$E_{\text{эфф}}$ , г/с	$E_{\text{факт}}$ , г/с
1	0,73	2,262	0,226	0,226
2	0,54	2,150	0,416	0,597
3	0,35	2,181	0,296	0,485
4	0,10	2,264	0,088	0,088

По данным таблицы 2 построен график зависимости коэффициента деления потока от номера ступени (рисунок 3).

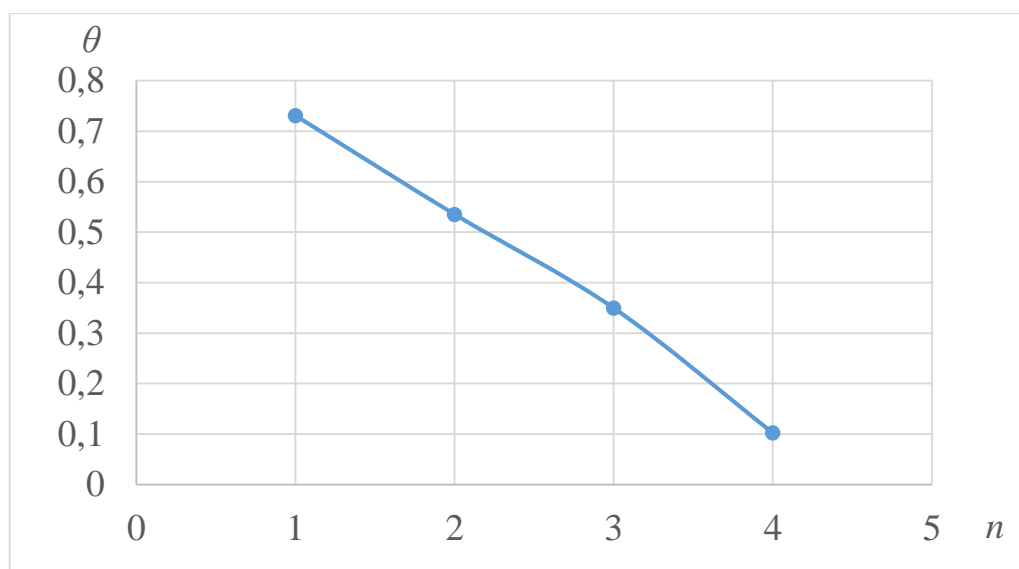


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента деления потока от номера ступени

Из рисунка 3 видно, что значение коэффициента деления потока линейно уменьшается при увеличении номера ступени. Коэффициент деления потока уменьшается с 0,73 до 0,10 (на 86,3 %). Максимальное значение коэффициента деления потока 0,73 наблюдается на ступени отбора тяжелой фракции; минимальное значение коэффициента деления потока 0,10 наблюдается на ступени отбора легкой фракции.

По данным таблицы 2 построена зависимость полного коэффициента разделения от номера ступени (рисунок 4).

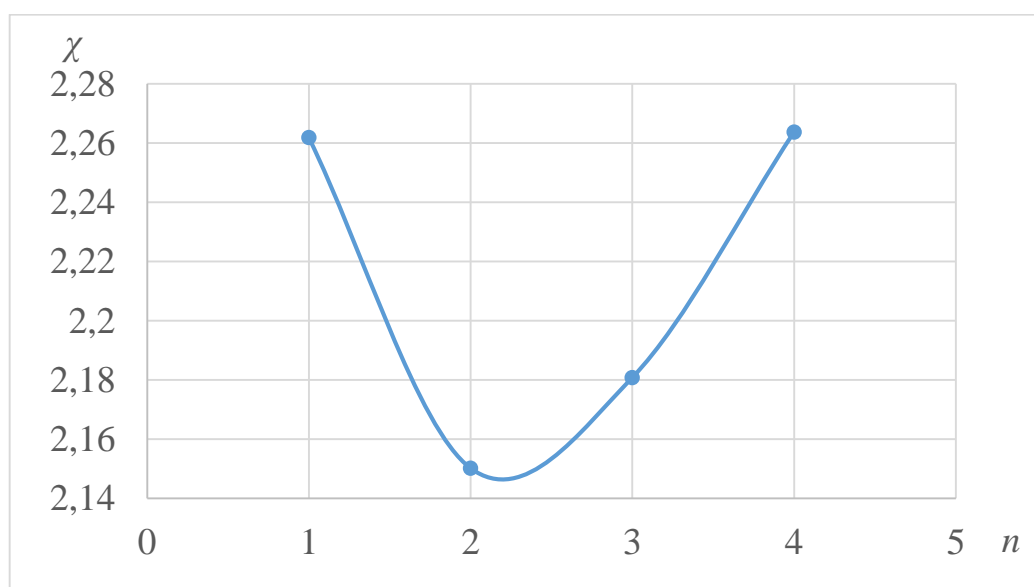


Рисунок 4 – Зависимость полного коэффициента разделения от номера ступени

Из рисунка 4 видно, что зависимость полного коэффициента разделения от номера ступени нелинейная с минимумом на ступени подачи питания (полный коэффициент разделения равен 2,15).

Максимальные значения полного коэффициента разделения достигаются на крайних ступенях: на ступени отбора легкой фракции 2,264; на ступени отбора тяжелой фракции 2,262.

На рисунке 5 представлен график зависимости эффективной и фактической разделительных способностей от номера ступени.

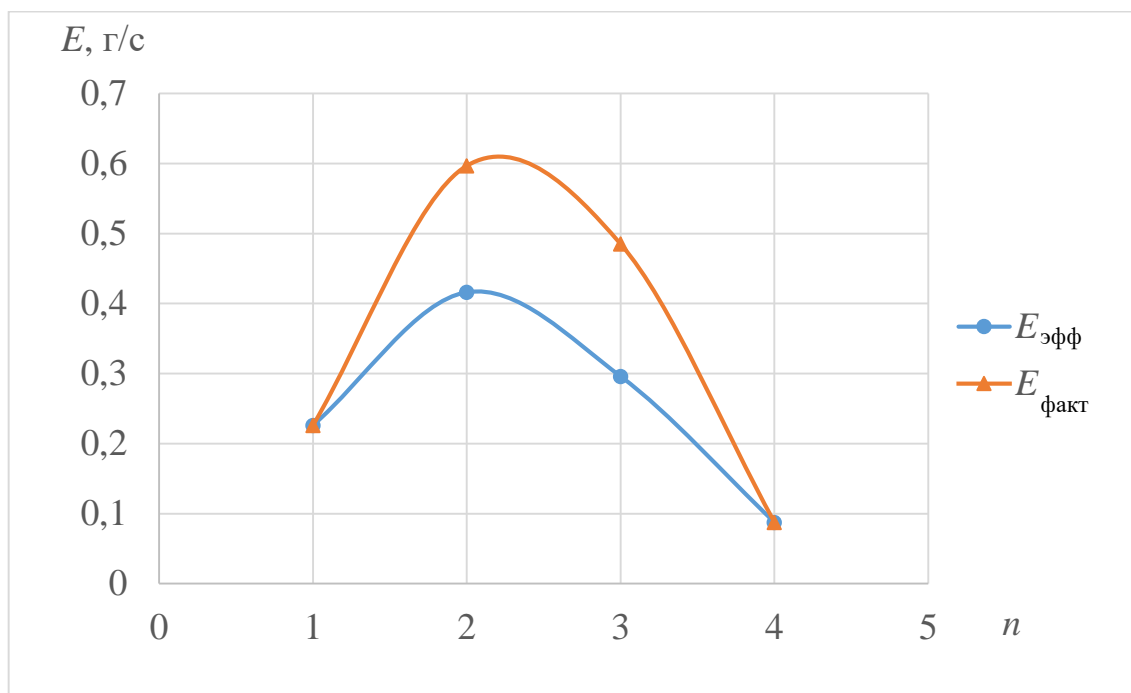


Рисунок 5 – Зависимость эффективной и фактической разделительных способностей от номера ступени

Из рисунка 5 видно, что эффективная и фактическая разделительные способности изменяются нелинейно с максимумом на ступени подачи питания, в которой значения эффективной и фактической разделительных способностей равны 0,42 г/с и 0,60 г/с соответственно. Фактическая разделительная способность больше эффективной разделительной способности. В крайних ступенях эффективная и фактическая способность разделения практически совпадают.

## **ВЫВОДЫ**

Изучено описание программного обеспечения для расчета каскадов, проведен тестовый расчет каскада постоянной ширины.

1. Установлено, что коэффициент деления потока имеет максимальное значение на ступени отбора тяжелой фракции.
2. Показано, что максимальное значение коэффициента разделения достигается на ступенях отбора тяжелой и легкой фракции.
3. Определено, что на ступени подачи питания наблюдается максимум эффективной и фактической разделительных способностей.