



НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
КУРЧАТОВСКИЙ КОМПЛЕКС АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Программа по расчету прохождения гамма-квантов через вещество в рамках пакета программ САПФИР

Гусев А.А. Иванов Д.Т.

КОМПЛЕКСНОЕ РАССМОТРЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ВЫГОРЕВШИМ ТОПЛИВОМ

КРУГ РАССМАТРИВАЕМЫХ ПРОБЛЕМ :

- 1) Оценки ядерной безопасности при обращении с топливом по значению $K_{эфф}$.
- 2) Повышение точности расчётов изменения изотопного состава, включая определение источников излучения с выгоревшего топлива
- 3) Введение обоснованного учёта кредита выгорания при решении вопросов ядерной безопасности средств обращения с выгоревшим топливом.
- 4) Рассмотрение вопросов распределённой кинетики нейтронных процессов с обратными связями, для оценки безопасности при запроектных авариях.
- 5) Глубокие прохождения нейтронного и гамма излучений через конструкции средств обращения с топливом.



ПРОГРАММА B80GR

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ:

№ Группы	Верхняя граница группы, МэВ	Нижняя граница группы, МэВ
1	20	17
2	17	15
3	15	13
4	13	11
5	11	9
6	9	7
7	7	5,5
8	5,5	4,5
9	4,5	3,5
10	3,5	2,5
11	2,5	1,75
12	1,75	1,25
13	1,25	0,75
14	0,75	0,35
15	0,35	0,15
16	0,15	0,08
17	0,08	0,04
18	0,04	0,02
19	0,02	0,01

- Предназначена для решения задач на прохождение гамма-излучения через вещество.
- Основана на методе Монте-Карло.
- Моделирование происходит за счёт построения вероятностных отрезков и розыгрышем случайного числа.
- Погрешность определяется при помощи вычисления среднеквадратичного отклонения результатов, полученных от моделирования независимых серий расчетов.
- Моделирование основано на групповом подходе. Всего используется 19 групп от 0,01 до 20 МэВ.



Библиотека фотоатомных данных

Библиотеки сечений фотоатомных взаимодействий подготовлены на основе библиотеки оцененных ядерных данных ENDF/B-VIII, при помощи процессинговой программы **GRUCON** и представлены в формате TEMBR.

В разработанной программе есть модуль предварительной подготовки сечений. На основе построенной геометрической модели из подготовленной библиотеки составляется рабочий массив сечений, записанный в установленном порядке по материальным зонам и по группам.

В программе V80GR моделируются следующие физические процессы:

- комптоновское (некогерентное) рассеяние
- когерентное (Релеевское) рассеяние
- образование пар электрон-позитрон
- фотоэффект



РЕГИСТРАЦИЯ ЧАСТИЦ И ЗАДАНИЕ ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ

- Точечный источник с заданным спектром излучения.
- Объёмный источник излучения. (равномерное распределение в заданных регистрационных зонах точек рождения гамма-квантов с заданным спектром излучения.)
- Регистрация частиц на поверхности сфер, окружающих источник излучения.
- Регистрация частиц на поверхности сфер, стоящих в стороне от источника излучения. Данный тип регистрации создан для имитации работы детектора.
- Регистрация на поверхности цилиндров, окружающих источник излучения, с возможностью произвольного разбиения этих цилиндров по высоте.
- Регистрация типов взаимодействия в зонах построенной модели.

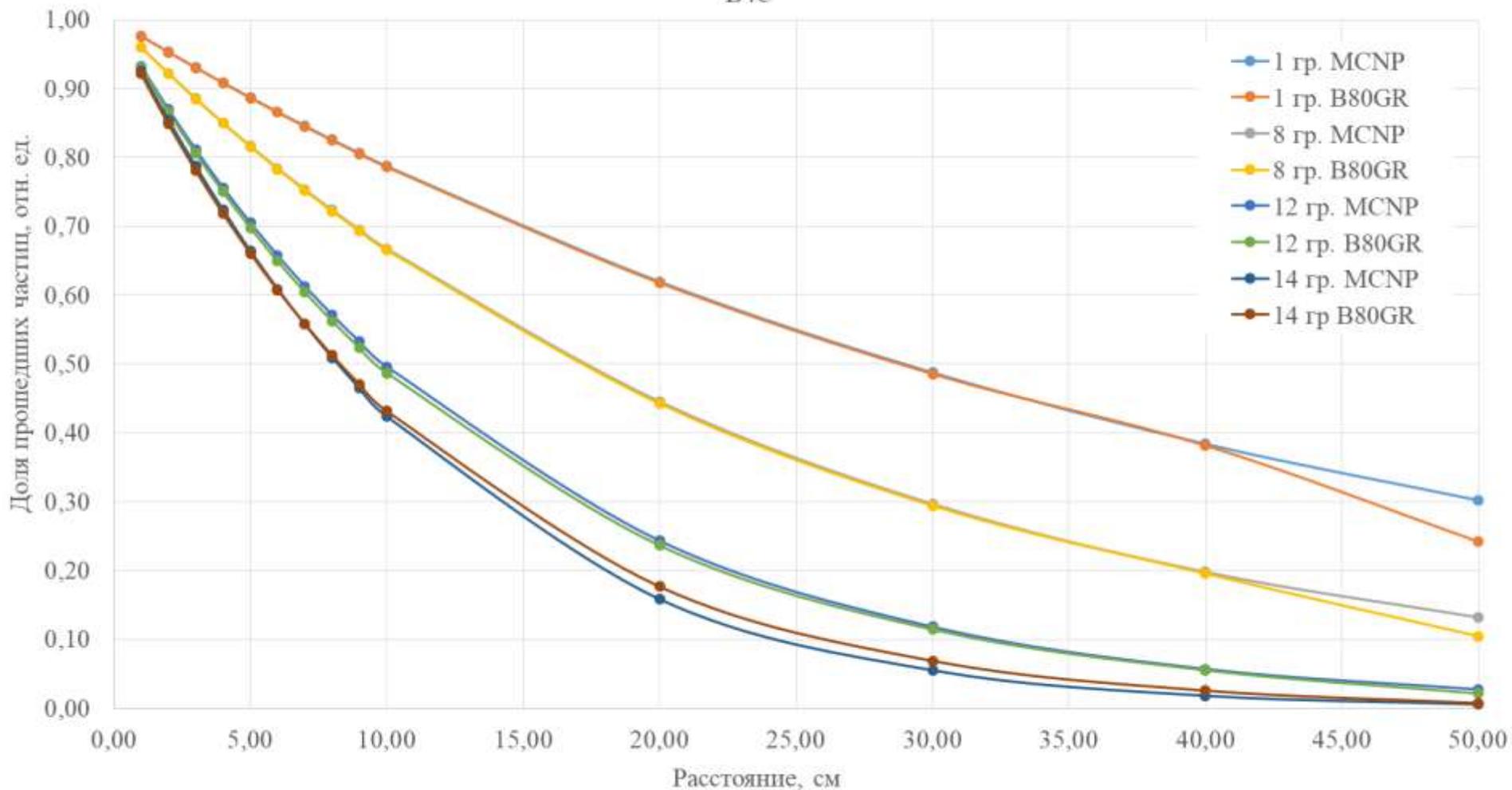


ОПИСАНИЕ ТЕСТОВЫХ ЗАДАЧ

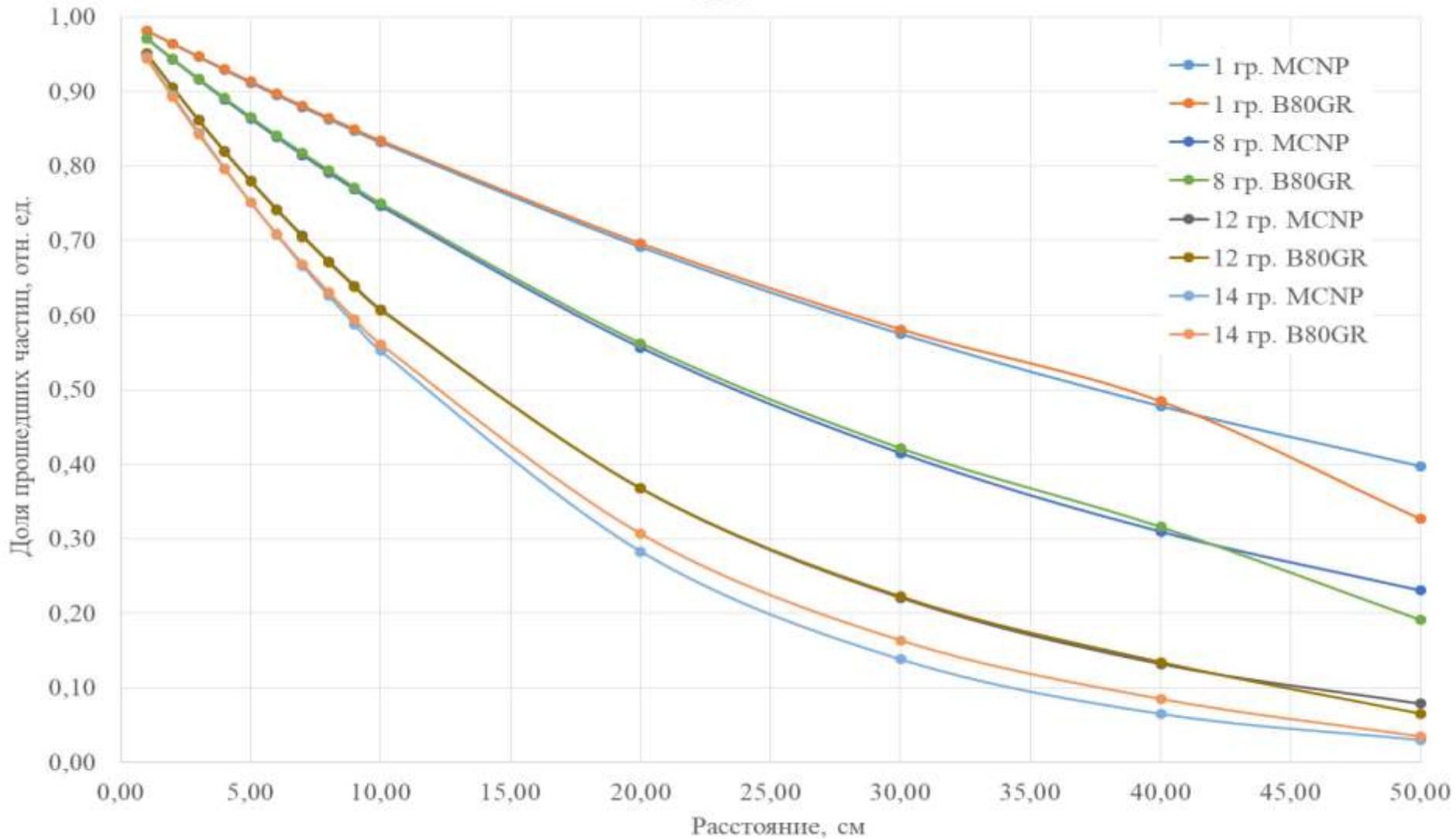
- В качестве первой тестовой модели выбрана сфера радиусом 50 см, заполненная одним из следующих материалов: H₂O, UO₂, Э635, В4С, 08Х18Н10Т.
- Источник гамма-излучения находился в центре сферы, при этом задавались различные энергии излучения: 18,5 , 14 , 5 , 3 , 1,5 , 1 и 0,5 МэВ.
- Регистрация потоков излучения проводилась на поверхностях сфер. Для H₂O и В4С регистрация проводилась через каждый 1 см, Для материалов Э635 и 08Х18Н10Т через каждые 0,4 см, а для UO₂, через каждые 0,2 см.
- Погрешность полученных результатов по обеим программам не более 0,1 %



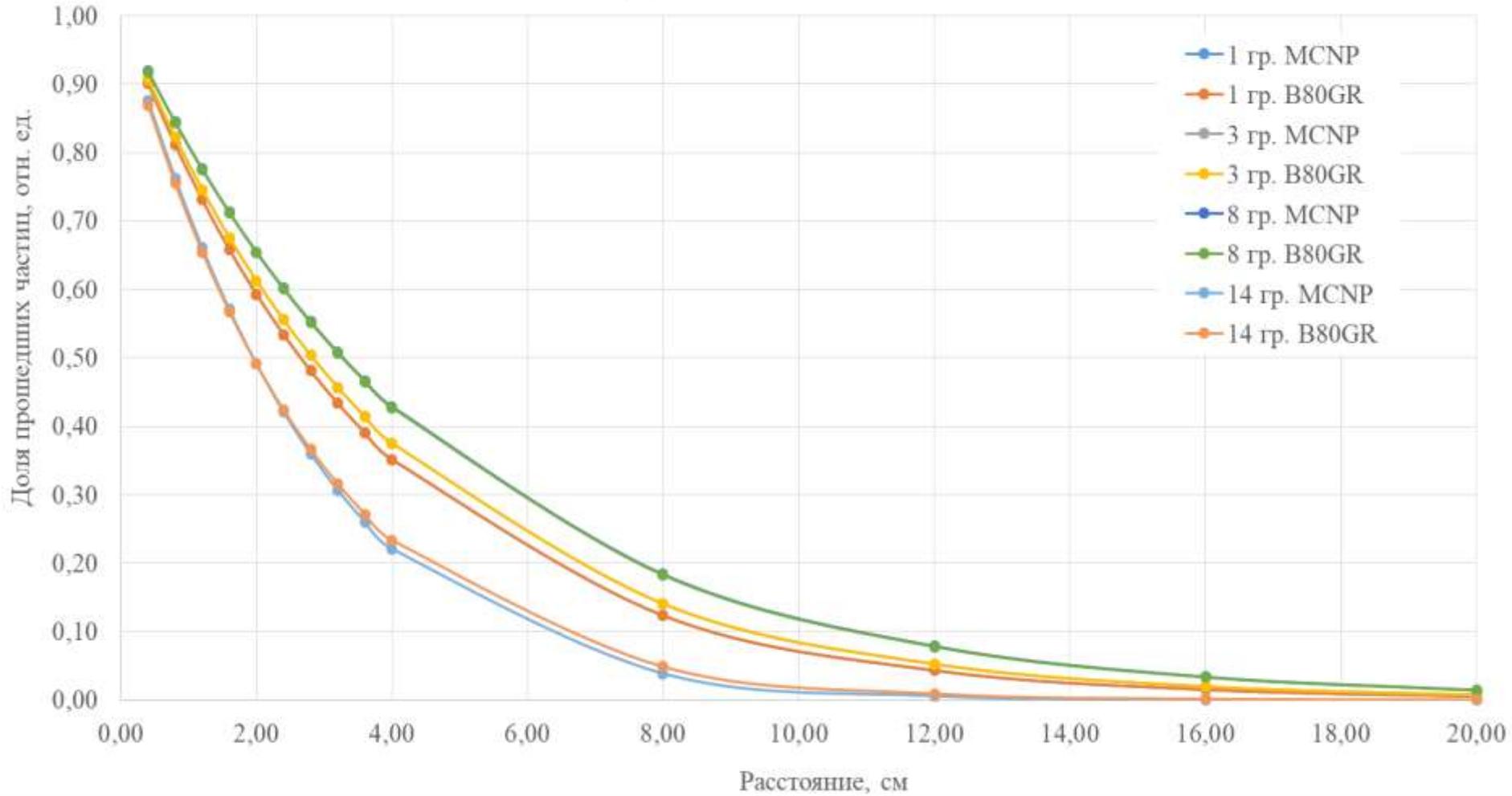
B4C



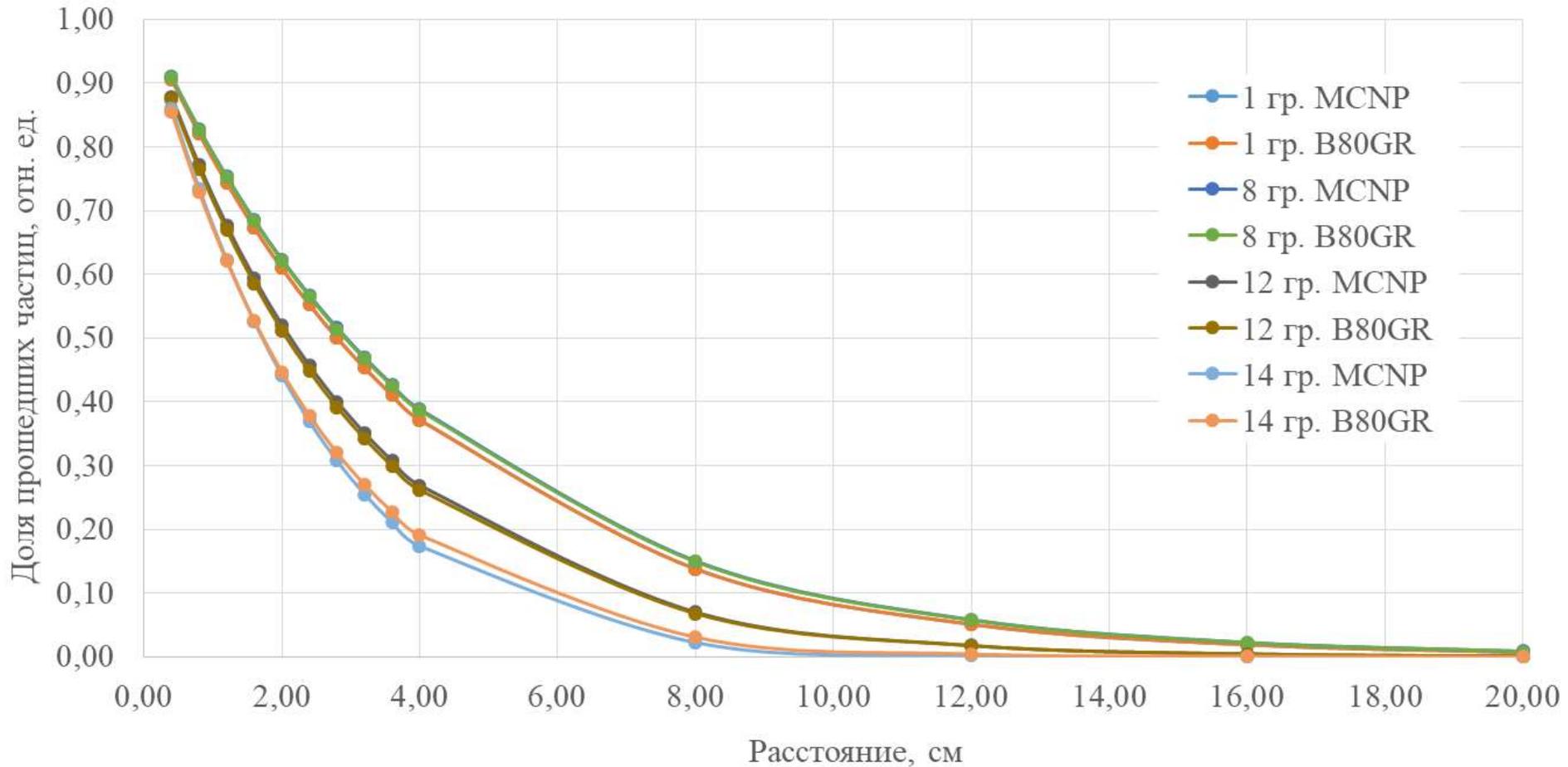
H2O



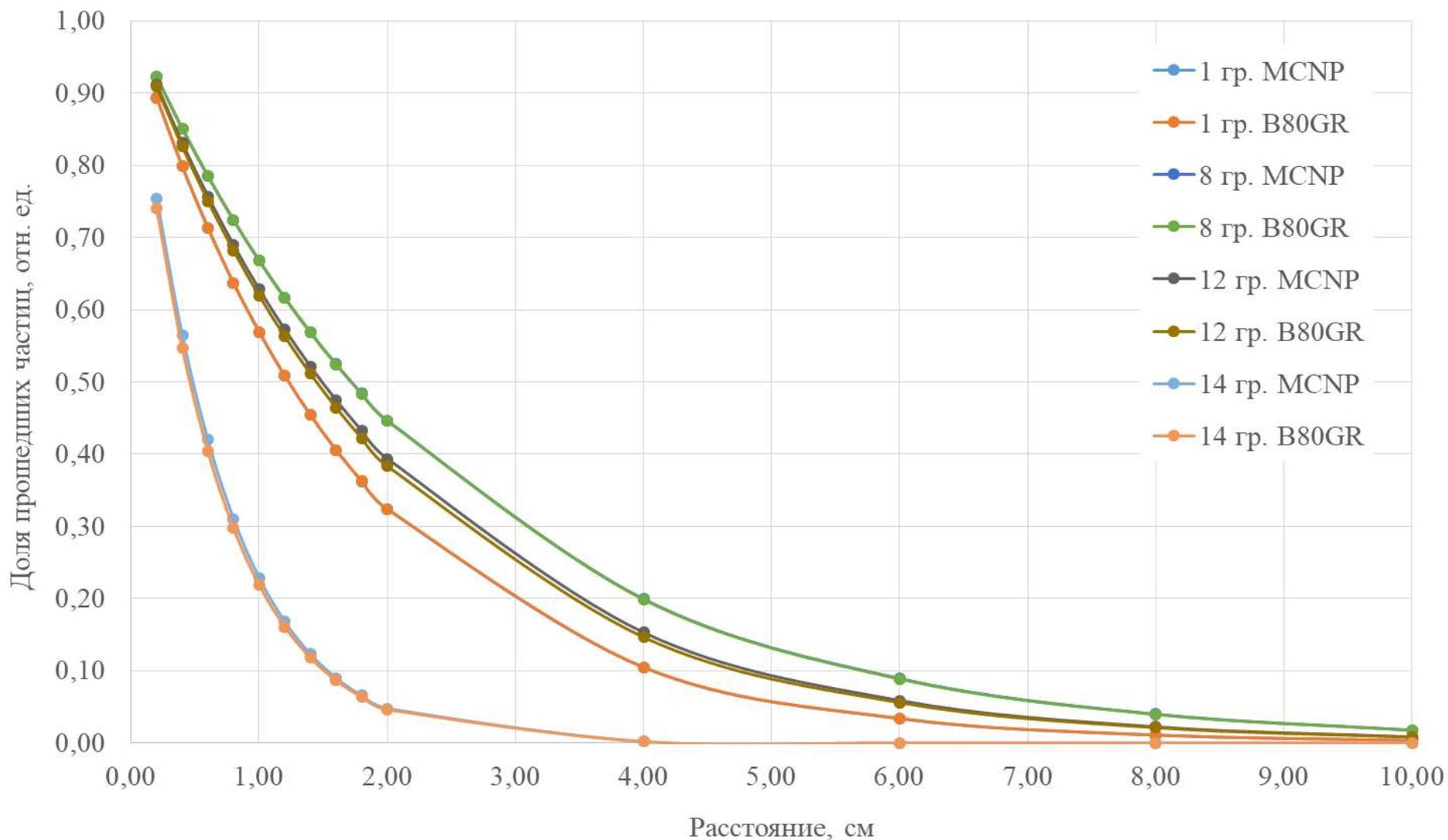
Циркониевый сплав Э635



СТАЛЬ 08Х18Н10Т



UO₂



ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЛАНЫ ПО РАЗВИТИЮ ПРОГРАММЫ

- Реализация метода предварительного расчёта вероятностей для вычисления потока излучения при глубоком прохождении частиц.
- Реализация распределительных вычислений для уменьшения времени расчёта задач.
- Учёт вторичного гамма излучения.
- Учёт атомной релаксации при моделировании прохождения гамма-излучения через вещество.
- Моделирование прохождения электронов через вещество для учёта тормозного излучения.
- Проверка соответствия допустимых отклонений заданному доверительному уровню.



**Спасибо
за внимание!**

