

Ордена Ленина
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
Им. М.В. Келдыша
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

А.В. Воронков, В.В. Сеница

ПОГРУЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КОНСТАНТ
MATXS/TRANSX
В СРЕДУ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ РЕАКТОР

Москва - 2001

АННОТАЦИЯ

Приводится описание нового константного модуля TRSX в пакете прикладных программ РЕАКТОР, полученного путем погружения системы константного обеспечения MATXS/TRANSX в среду пакета. Это модуль открывает доступ пакету РЕАКТОР к системам групповых констант в формате MATXS и технологиям их переработки в макроконстанты и микроконстанты, используемым в лабораториях США. Библиотекой микроконстант для модуля служит 30-групповая библиотека GNPDL-30/19, ориентированная на расчет быстрых реакторов и подкритических систем с внешней подсветкой, сгенерированная из файлов оцененных данных ENDF/B-6 с помощью пакета NJOY-94.

Работа выполнена при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(грант № 00-01-00290)

A.V. Voronkov, V.V. Sinitsa

LOADING THE SYSTEM OF PREPARATION OF CONSTANTS MATXS/TRANSX INTO THE PACKAGE OF APPLIED PROGRAMS REACTOR

ABSTRACT

Here is a description of a new constant module TRANSX in a package of applied programs REACTOR, obtained by loading the system of constants supply MATXS/TRANS into the packet. This module provides for REACTOR-System access to the systems of group crosssections in the format MATXS and to the technologies of their transformation to macrocrosssections, used in the laboratories in the USA. The library of microconstants for the module is the 30-group library GNPDL-30/19; it is used for calculations of fast reactors, their shielding and ADS and was formed from the files of estimated data ENDF/B-6 with the help of the packet NJOY-94.

The work was supported by
the Russian Foundation for Fundamental Investigations
(Grant № 00-01-00290)

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	4
1. Подключение библиотеки групповых констант GNPDL-30/19 в пакет РЕАКТОР	5
2. Модуль TRSX - подготовка констант физических зон из библиотек в формате MATXS	6
3. Запуск модуля TRSX	11
Литература	12
Приложение. Результаты теста подпрограммы TRSX_I	14

Введение

Пакет прикладных программ РЕАКТОР [1] разрабатывался в ИПМ РАН с 1985 года с целью объединения в единой информационной среде семейства программ для решения уравнения переноса нейтронов различными методами в различных геометриях и приближениях в задачах расчета ядерных реакторов. В настоящее время возможности пакета позволяют проводить расчеты пространственно-энергетического распределения нейтронов и нейтронно-физических характеристик в одно- двух- и трехмерных геометриях с использованием диффузионного, P1 и более высоких приближениях как в стационарном состоянии, так и в ходе кампании, для квазикритического реактора и подкритической системы с внешним источником. Используемое многогрупповое представление энергетического распределения определяется типом библиотеки констант, имеющейся в распоряжении пользователя.

Традиционно константное обеспечение расчетных модулей пакета базировалось на отечественной системе констант БНАБ (версии БНАБ-78[2], БНАБ-90[3], БНАБ-93[4]), разрабатываемой в ГНЦ РФ ФЭИ для быстрых реакторов. Константные модули пакета РЕАКТОР– GND и GNDL[5]-[6] обеспечивали расчет заблокированных макро- и микроскопических сечений физических зон на основе принятых в системе констант БНАБ форматов и алгоритмов для всех модулей пакета РЕАКТОР.

Последние годы появилась возможность освоить альтернативные системы подготовки констант, разработанные в лабораториях США. Представляется важным включение этих технологий в пакет РЕАКТОР для обеспечения возможности сравнения различных библиотек констант в рамках единой вычислительной системы. С этой целью из файлов оцененных данных ENDF/B-6[7] с помощью пакета программ NJOY-94.105 [8] была сформирована 30-групповая библиотека констант GNPDL-30/19 в энергетической структуре, аналогичной БНАБ-93, но расширенной до 20 МэВ (введены дополнительно две группы) с тем, чтобы полностью охватить область определения оцененных данных. Данные библиотеки представлены в формате MATXS, принятым в США в качестве стандарта представления групповых микроскопических сечений, что позволяет воспользоваться для расчета заблокированных по зонам макро- и микроскопических сечений программой TRANSX[9]. Описание 30-групповой библиотеки и способов получения на ее основе констант для решения уравнения переноса с помощью программы TRANSX приведено в работах [10], [11].

Цель настоящей работы – внедрение системы подготовки констант MATXS/TRANSX в пакет РЕАКТОР путем погружения в него программы TRANSX и обеспечение возможности расчета констант физических зон на

основе 30-групповой (GNPDL-30/19), а следовательно и любой другой библиотеки групповых микроконстант в стандартном формате MATXS.

1. Подключение модуля в пакет РЕАКТОР

В соответствии с принципами построения пакета РЕАКТОР[12], каждая погружаемая в него программа должна быть оформлена в виде функционального модуля. Это означает, что необходимая для работы программы информация должна быть получена из общего архива, в него же должны быть занесены и результаты расчета. Это делает систему открытой, поскольку практически любую программу можно окружить оболочкой, осуществляющей обмен данными с архивом по определенным правилам. Тело программы при этом остается почти неизменным (обычно достаточно лишь согласовать номера устройств). Задача работы с архивом существенно упрощается, если программа написана на языке ФОРТРАН-77, поскольку для этого случая разработан специальный набор системных средств, позволяющих работать с архивом, как с набором именованных массивов[13]. В архив целесообразно заносить не все данные, используемые программой, а только те, которые обеспечивают ее связь с другими модулями – при этом часть данных, используемых автономно, может быть организована произвольным образом. Подключение программы в виде модуля может потребовать расширение языка задания, введение дополнительных управляющих параметров, что приводит к правкам других функциональных модулей – эти редакции желательно согласовывать с разработчиками пакета.

Преобразование программы TRANSX в функциональный модуль пакета РЕАКТОР было выполнено с помощью трех оболочечных подпрограмм:

TRSX_I – чтение необходимых данных из архива и формирование файлов исходных данных для погружаемой программы;

TRSX_O – формирование из выходных файлов погружаемой программы структур данных, требующихся для работы других модулей пакета и запись их в архив;

TRSX – управляющая программа, осуществляющая последовательный вызов подпрограмм TRSX_I, TRANSX и TRSX_O.

Запуск модуля TRSX выполняется в соответствии с Инструкцией по составлению задания для пакета РЕАКТОР [14].

2. Модуль TRSX – подготовка констант физических зон из библиотек в формате MATXS

Система подготовки констант MATXS/TRANSX предназначена для обеспечения данными программ решения группового уравнения переноса методом дискретных ординат. Она обладает широкими возможностями для учета различных эффектов, обусловленных геометрическими факторами, резонансной структурой сечений, термализацией. Описание алгоритмов и структур данных программы TRANSX можно найти в оригинальной работе [9], и в сокращенном переводе – в работе [11]

Управляющие параметры, необходимые для работы константного модуля TRSX, вводятся модулем INCON, который формирует массивы CONSTS, MICRO, PHYS и заносит их в архив. Полную информацию о структуре архивных массивов можно найти в работе [15], здесь же ограничимся краткими сведениями, необходимыми для описания работы оболочечных программ TRSX_I и TRSX_O.

Массив CONSTS содержит основные признаки, граничные значения и адреса данных, необходимых для подготовки констант. В таблице 1 приведены адреса расположения управляющих параметров в массиве CONSTS и их назначение.

Таблица 1 Структура массива CONSTS.

Номер слова	Имя параметра	Назначение параметра
1	NAMLIB	Имя библиотеки сечений
2	IMAC	Признак расчета макроконстант: 0 – нет, 1 – требуется
3	IMIC	Признак расчета микроконстант: 0 – нет, 1 – требуется
10	ICON	Признак ввода констант: 0 – константы рассчитываются, 1 – вводятся
11	NTYPZ	Число физических зон
12	NGROUP	Число энергетических групп нейтронов
15	KPRINT	Признак печати в выходном файле
16	IPHYS	Признак ввода ядерных концентраций: 1 – ввода нет, 2 – данные вводятся
17	LPHYS	Длина массива PHYS
20	NGIN0	Номер группы, до которой учитывается неупругое рассеяние в матрице межгрупповых переходов
21	NCR	Число типов макроконстант
22	NGIN1	Номер группы, до которой учитываются анизотропия

		неупругого рассеяния в 1-ом моменте матрицы межгрупповых переходов
27	LMOM	Число моментов
29	IPRIB	Приближение для транспортного сечения: 1 – P_N ; 2 – диффузионное
31	NMC	Число типов микросечений
32	LMIC	Длина массива микросечений MICRO
51÷70	MAC	Массив типов макросечений
71÷100	MIC	Массив адресов данных в массиве MICRO
101÷200	JEND	Массив конечных адресов векторов для g-группы в матрице SIGTR0
201÷300	JEND1	Массив конечных адресов векторов для g-группы в матрице SIGTR1
401÷500	JDN1	Массив числа переходов в g-группу в матрице SIGTR1 из нижних групп
501÷600	JDN	Массив чисел переходов в g-группу в матрице SIGTR0 из нижних групп

Вектор MIC массива CONST содержит информацию, необходимую для расшифровки структуры массива MICRO (см. ниже) Вектор MIC состоит из пар чисел, из которых первое определяет адрес данных в структуре MICRO, а второе – тип сечений (текстовая константа переведенная в целочисленное представление). Допустимые типы микросечений:

SC – сечение радиационного захвата $\sigma_{n,\gamma}$,

SF – сечение деления σ_f ,

SA – полное сечение поглощения σ_a .

Массив MICRO состоит из блоков, нумеруемых от 0 до NTYPZ. Блок MICRO(0) – массив целого типа, содержит список имен нуклидов, для которых требуется выполнить расчет микросечений. Этот список определяется значением векторного параметра MICRO в задании для модуля INCON и состоит из текстовых констант вида U-238, Pu-239 и т.п., преобразованных в целочисленное представление. Блоки MICRO(IZON), IZON=1,...,NTYPZ - массивы вещественного типа, содержат заблокированные по зоне IZON групповые микросечения.

Массив PHYS предназначен для хранения характеристик физических зон – ядерных концентраций и температур. Она формируется модулем INCON из значений параметров TYPZ в расчетном задании. Массив PHYS состоит из NTYPZ+1 блоков. Блок PHYS(0) – массив целого типа длиной NTYPZ+1, I-й элемент которого содержит номер последнего слова в (I-1)-м блоке (другими

словами - адрес начала без единицы I-го блока). Разность двух соседних адресов дает длину блока. Таким образом, первое слово 0-го блока имеет значение $NTYPZ+1$, значение последнего, $(NTYPZ+1)$ -го слова нулевого блока равно полной длине структуры PHYS. Блоки с номерами $IZON=1, \dots, NTYPZ$ – имеют общую структуру.

Первые три слова в блоке PHYS(IZON) - глобальные параметры зоны:

- целочисленное представление текстовой константы TEMZON;
- IZON - номер физической зоны ;
- температура физической зоны [K].

Затем в цикле по всем нуклидам зоны задаются:

- имя нуклида (в целочисленном представлении);
- ядерная концентрация нуклида (в единицах [число ядер)/барн]),
- температура нуклида [K].

Вектор MAC массива CONST содержит имена групповых констант (значение параметра MACRO в задании для модуля INCON). Допустимые типы констант:

ENERGY – групповые границы,
 VG – среднегрупповые скорости,
 D – коэффициенты диффузии,
 SIY – сечения увода из группы,
 NSF – сечение образования нейтронов в процессе деления
 CHI – спектр деления,
 SIT – полное сечение,
 SIE – сечение упругого рассеяния,
 SIC – сечение поглощения нейтронов,
 SIF – сечение деления,
 SIZO – сечение замедления,
 SIGTR0 – матрица межгрупповых переходов, 0-момент,
 SIGTR1 – матрица межгрупповых переходов, 1-момент,
 SIGELO – матрица упругих переходов, 0-момент
 SIGS – моменты сечения рассеяния “само в себя”,
 SIGPQ – матрица моментов межгрупповых переходов.

Все перечисленные выше массивы используются подпрограммой TRSX_I, которая с помощью системных процедур GREAD, GREADK [13] запрашивает их из архива и преобразует в файл с именем, определяемым значением параметра dat. В Приложении А приведены результаты теста подпрограммы TRSX_I, содержащие фрагмент задания для пакета РЕАКТОР и соответствующий ему файл исходных данных для программы подготовки констант TRANSX.

Подпрограмма TRSX_C на основе данных библиотеки микроконстант в формате MATXS, путь к которой задается параметром lib, рассчитывает

блокированные по зонам микро- и макроскопические сечения, и формирует из них выходной файл GOXS. Формат GOXS (другие его названия – MACRXS, SNXEDT) является входным для системы программ решения уравнения переноса ONEDANT/TWODANT[16], что в дальнейшем может найти полезное применение. В пакете РЕАКТОР он не используется непосредственно, а преобразуется в архивные массивы с помощью подпрограммы TRSX_O (см. ниже). Если в списке параметров MACRO заказан расчет матрицы упругих переходов SIGEL0, формат файла GOXS немного отличается от стандартного: вслед за полной матрицей межгрупповых переходов записывается матрица упругого рассеяния (специальная редакция программы TRANSX для пакета РЕАКТОР). В этом случае файл GOXS, естественно, не может быть использован программами, не входящими в пакет.

Файл GOXS может содержать следующие типы макросечений и специальных величин для нейтронов (в принятых в формате файла обозначениях):

TOTAL - полное сечение Σ_{tot}

ABS – сечение поглощения Σ_{abs}

NUSIGF – сечение образования нейтронов в процессе деления $\nu\Sigma_f$

CHI – групповой спектр деления χ

TRD – транспортное сечение Σ_{tr}

TOT0 – нулевой момент полного сечения $\Sigma^{(0)}$

TOT1 – первый момент полного сечения $\Sigma^{(1)}$

ELAS – сечение упругого рассеяния Σ_{el}

MUEL – средний косинус упругого рассеяния μ

INEL – полное сечение неупругого рассеяния Σ_{in}

FTOT – полное сечение деления Σ_f

N2N – сечение реакции $\Sigma_{n,2n}$

N3N – сечение реакции $\Sigma_{n,3n}$

NNA – сечение реакции Σ_{n,n^α}

NNP – сечение реакции $\Sigma_{n,np}$

NG – сечение радиационного захвата $\Sigma_{n,\gamma}$

NP – сечение реакции $\Sigma_{n,p}$

NA - сечение реакции $\Sigma_{n,\alpha}$

ND – сечение реакции $\Sigma_{n,d}$

NT – сечение реакции $\Sigma_{n,t}$

Подпрограмма TRSX_O преобразует эти данные в массивы констант, заказанные в списке параметров MACRO. Доступ к данным файла GOXS осуществляется с помощью процедуры GETGOXS. Требуемые макроконстанты рассчитываются из макросечений по формулам:

$$D = \frac{1}{3 \cdot (\Sigma^{(1)} - \Sigma_{g \leftarrow g}^{(1)})}$$

$$SIY = \Sigma^{(0)} - \Sigma_{g \leftarrow g}^{(0)}$$

$$NSF = v\Sigma_f$$

$$CHI = \chi$$

$$SIT = \Sigma_{tot}$$

$$SIE = \Sigma_{el}$$

$$SIC = \Sigma_{n,\gamma} + \Sigma_{n,p} + \Sigma_{n,\alpha} + \Sigma_{n,d} + \Sigma_{n,t}$$

$$SIF = \Sigma_f$$

$$SIZ0 = \sum_{g' > g} \Sigma_{g' \leftarrow g}^{(0)}$$

$$SIGTR0 = \Sigma_{g' \leftarrow g}^{(0)}$$

$$SIGTR1 = \Sigma_{g' \leftarrow g}^{(1)}$$

$$SIGELO = \Sigma_{el, g' \leftarrow g}^{(0)}$$

$$SIGS = (2L + 1) \Sigma_{g \leftarrow g}^{(L)}$$

$$SIGPQ = (2L + 1) \Sigma_{g' \leftarrow g}^{(L)}$$

Общий принцип упорядочивания данных в массивах – “группа – материалы – моменты”.

При формировании массива SIGTR0, содержащего нулевой момент матрицы межгрупповых переходов, создаются два вспомогательных векторных параметра JEND и JDN в массиве CONSTS. Длина векторов равна числу энергетических групп NGROUP.

Вектор JDN содержит числа переходов в каждую группу.

Вектор JEND содержит конечные адреса записей для каждой группы в массиве SIGTR0. Под конечным адресом записи понимается номер слова в массиве SIGTR0, в котором записано последнее значение макросечения перехода, относящееся к данной группе. Таким образом, в слове с номером NGROUP вектора JEND записана длина массива SIGTR0.

Структура массива SIGEL0 совпадает с SIGTR0, поэтому для ее описания используются те же вектора JEND и JDN.

Для массива SIGTR1 формируются аналогичные вспомогательные векторные параметры JEND1 и JDN1.

Откорректированный массив управляющих параметров CONSTS вновь записывается в архив.

Массив SIGPQ состоит из блоков. Каждый блок содержит моменты сечений для всех материалов одного из переходов. Структура данных блока для перехода из группы NP в группу NQ ($NP \neq NQ$):

NP – номер начальной группы g',

NQ – номер конечной группы g,

LMOM(IZON), IZON=1, NTYPZ – число моментов для каждой зоны,

LENG – полная длина вектора моментов,

SPQ(L, IZON), L=1, LMOM(IZON), IZON=1, NTYPZ – массив моментов сечений переходов.

Запись массивов в архив производится с помощью системных процедур GWRITE, GWRITEK [13].

3. Запуск модуля TRSX

Заказ 30-групповой библиотеки MATXS осуществляется присвоением параметрам модуля INCON следующих значений:

namlib MATXS - тип библиотеки

ngroup 30 - число нейтронных групп

Модуль TRSX вызывается оператором:

===TRSX 0

Параметры модуля TRANSX:

dat - имя входного файла модуля

lib - путь к библиотеке сечений MATXS

Работа модуля завершается операторами:

FINISH

===CLOSER 0

Типовая схема расчета выглядит следующим образом:

– инициализация архива данных - модуль TASK;

– ввод геометрических параметров рассчитываемой системы - модули GEOM2D (R-Z геометрия) или

CHART (HEX-Z геометрия);

– ввод физических параметров среды (состав, температуры) - модуль INCON;

– расчет заблокированных макро- и микроскопических констант - модули GND (GNDL) (библиотека БНАБ-78) или TRANSX (MATXS);

– ввод параметров расчета нейтронных потоков - модуль INFLUX ;

- расчет групповых потоков – модули DIFRZ (R-Z геометрия) или DIFF2D (HEX-Z геометрия)
- расчет изменения состава – модуль BURNUP
- и т.д.

Литература

V.I.Arzhanov, A.V.Voronkov. REACTOR – Program System for Neutron-Physical Calculations. Proc. International Topical Meeting; Advances in Mathematics, Computations and Reactor Physics; Pittsburgh, USA, Vol.5, April 28 – May 2, 1991.

Л.П.Абагян, Н.О.Базазянц, М.Н.Николаев, А.М.Цибуля. Групповые константы для расчета реакторов и защиты. М., Энергоиздат, 1981

ABBN-90 and COSYST2 Computing Technology Collection. RSICC, DLC-182/ABBN-90, ORNL.

Г.Н. Мантуров, М.Н. Николаев, А.М. Цибуля. Система групповых констант БНАБ-93. Часть 1: нейтронные и фотонные ядерные константы. Вопросы атомной науки и техники, сер. Ядерные константы, вып.1, 1996.

А.В.Воронков, В.И.Журавлев, Е.Г.Натрусова. GNDL – групповая библиотека нейтронных данных. ВАИТ, сер. Ядерные константы, вып.5(59), стр. 10, Москва, 1984 г.

A.V. Voronkov, V.I. Zhuravlev et al. GNDL – a Program System of Group Constants to Provide Calculations of Neutron and Photon Fields. Advances in Mathematics, Computations and Reactor Physics, Pittsburgh, PA, USA, 1991

P.F.Rose and C.L.Dunford .ENDF-102, Data Formats and Procedures for the Evaluated Nuclear Data File, ENDF-6, Brookhaven National Laboratory report BNL-NCS-44945, (July 1990)

.E.MacFarlane et al. NJOY 94.10 Code System for Producing Pointwise and Multigroup Neutron and Photon Sections form ENDF/B Data. RSIC Peripheral Shielding Routine Collection, PSR-355

R.E.MacFarlane TRANSX-2: A Code for Interfacing MATXS Cross-Section Libraries to Nuclear Transport Codes, LA-12312-MS (1992)

В.В.Синица, А.В.Воронков GNPDL-30/19: Библиотека нейтронно-фотонных групповых констант для расчета быстрых реакторов и радиационной защиты. Часть 1. Структура микросечений. Препринт ИПМ РАН (в печати), Москва, 2000

В.В.Синица, А.В.Воронков GNPDL-30/19: Библиотека нейтронно-фотонных групповых констант для расчета быстрых реакторов и радиационной защиты. Часть 2. Подготовка макроконстант. Препринт ИПМ РАН (в печати), Москва, 2000

А.В.Вороноков, В.И.Аржанов Принципы построения пакета РЕАКТОР. Препринт ИПМ РАН №2, Москва, 1995

В.И.Аржанов, А.В.Вороноков Машинно-независимый архив для решения прикладных задач математической физики. Препринт ИПМ РАН №7, Москва,1996

Пакет прикладных программ РЕАКТОР.Описание модулей версии пакета для расчета нейтронно-физических характеристик ядерных реакторов в диффузионном приближении. Отчет ГНЦ РФ ФЭИ, инв.№1007, Обнинск, 1999

Инструкция для пользователя пакета прикладных программ РЕАКТОР. Отчет ГНЦ РФ ФЭИ, инв.№ Обнинск, 1999

RSIC, TWODANT - One- and Two - Dimensional, Multigroup, Discrete-Ordinates Transport Code System, - RSIC Computer Code Collection, Code Number CCC-547, ORNL,1990

ПРИЛОЖЕНИЕ. Результаты теста подпрограммы TRSX_I

Фрагмент задания TEST.DAT для модулей INCON, TRANSX пакета REACTOR:

```

===INCON 0
CONSTS CALC,MACMIC,DIF,PHYS,LAMBDA
NAMLIB MATXS
NGROUP 30
NTYPZ 3
KPRINT 0
TYPZ TEMZON,1.,1200.,
    U-235 ,0.1694E-4,,U-238 ,0.5518E-2,,PU-239,0.628837E-3,,
    PU-240,0.285661E-3,,PU-241,0.1265E-3,,PU-242,0.6199E-4,,
TYPZ TEMZON,2.,900.,
    NA ,0.8630E-2,,FE ,0.1284E-1,,CR ,0.2830E-2,,
    NI ,0.1510E-2,,MO ,0.2480E-3,,
TYPZ TEMZON,3.,900.,
    PB ,0.305E-1,,
MACRO ENERGY,VG,D,SIY,NSF,CHI,SIC,SIF,SIGTR0,SIGTR1,SIE,SIT,SIZO
MICRO SA,SC,SF
SA U-235,U-238,PU-239,PU-240,PU-241,PU-242
SC U-235,U-238,PU-239,PU-240,PU-241,PU-242
SF U-235,U-238,PU-239,PU-240,PU-241,PU-242
LAMBDA PU-241,1.4722E-9
FINISH
===CLOSER 0
===TRSX 0
DAT TRANSX.INP
LIB _MATXS
FINISH
===CLOSER 0

```

Файл исходных данных TRANSX.INP, сформированный подпрограммой TRSX_I:

```

task= TEST.DAT lib=MATXS
$card 2: options
$ iprint iout iprob iset iform itime idecay itrc icoll initf
    1 5 0 1 1 1 0 0 0 0
$card 3: parameters
$ ngroup nl ntabl nup nthg nmix nreg nmixs ned neds

```

```

-30  6  68  0  0  3  3  99  35  45
$card 3a: path
* _MATXS\*/
$card 4: mix names
*M001* *M002* *M003*
$card 5: region and heterogeneity specs
$ hregn rtemp rvol ihet
  *Z001* 1200.0  1.0  0 /
  *Z002*  900.0  1.0  0 /
  *Z003*  900.0  1.0  0 /
$card 6: remap instructions (abs(initf) > 11)
$card 7: mix specification
$ imix ireg  hmix  dens
  1  1 *U235*  1.69400e-05 /
  1  1 *U238*  5.51800e-03 /
  1  1 *PU239*  6.28837e-04 /
  1  1 *PU240*  2.85661e-04 /
  1  1 *PU241*  1.26500e-04 /
  1  1 *PU242*  6.19900e-05 /
  2  2 *NA*    8.63000e-03 /
  2  2 *FE*    1.28400e-02 /
  2  2 *CR*    2.83000e-03 /
  2  2 *NI*    1.51000e-03 /
  2  2 *MO*    2.48000e-04 /
  3  3 *PB*    3.05000e-02 /
$card 8: edit names
*chi*  *trd*  *tot0*  *tot1*  *elas*  *muel*  *inel*  *ftot*
*n2n*  *n3n*  *nna*  *nnp*  *ng*  *np*  *na*  *nd*
*nt*   *U235A* *U238A* *PU239A* *PU240A* *PU241A* *PU242A*
*U235C*
*U238C* *PU239C* *PU240C* *PU241C* *PU242C* *U235F* *U238F*
*PU239F*
*PU240F* *PU241F* *PU242F*
$card 9: edit specifications
  3 *ntot0*  1.0 /
  4 *ntot1*  1.0 /
  5 *nelas*  1.0 /
  6 *mubar*  1.0 /
  7 *ninel*  1.0 /
  8 *nftot*  1.0 /
  9 *n2n*    1.0 /
 10 *n3n*    1.0 /

```

11 *nna* 1.0 /
 12 *nnp* 1.0 /
 13 *ng* 1.0 /
 14 *np* 1.0 /
 15 *na* 1.0 /
 16 *nd* 1.0 /
 17 *nt* 1.0 /
 18 *ntot0* 1.0 *U235*
 18 *nelas* -1.0 *U235*
 18 *ninel* -1.0 *U235*
 19 *ntot0* 1.0 *U238*
 19 *nelas* -1.0 *U238*
 19 *ninel* -1.0 *U238*
 20 *ntot0* 1.0 *PU239*
 20 *nelas* -1.0 *PU239*
 20 *ninel* -1.0 *PU239*
 21 *ntot0* 1.0 *PU240*
 21 *nelas* -1.0 *PU240*
 21 *ninel* -1.0 *PU240*
 22 *ntot0* 1.0 *PU241*
 22 *nelas* -1.0 *PU241*
 22 *ninel* -1.0 *PU241*
 23 *ntot0* 1.0 *PU242*
 23 *nelas* -1.0 *PU242*
 23 *ninel* -1.0 *PU242*
 24 *ng* 1.0 *U235*
 25 *ng* 1.0 *U238*
 26 *ng* 1.0 *PU239*
 27 *ng* 1.0 *PU240*
 28 *ng* 1.0 *PU241*
 29 *ng* 1.0 *PU242*
 30 *nftot* 1.0 *U235*
 31 *nftot* 1.0 *U238*
 32 *nftot* 1.0 *PU239*
 33 *nftot* 1.0 *PU240*
 34 *nftot* 1.0 *PU241*
 35 *nftot* 1.0 *PU242*
 stop