

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
АО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ —  
ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени А.И.ЛЕЙПУНСКОГО»

**ФЭИ-3303**

К. В. Тыклеева, С. В. Забродская,  
Э. П. Попов, С. В. Гришина

**БИБЛИОТЕКА ДАННЫХ ОСНОВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ  
ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КЛАССА  
ТВЕРДЫХ РАО**

Обнинск — 2023

УДК 621.039.

**К. В. Тыклеева, С. В. Забродская, Э. П. Попов, С. В. Гришина**  
**Библиотека данных основных радионуклидов для расчетов по определению класса твердых РАО : Препринт ФЭИ-3303. Обнинск, 2023. 44 с.**

**Ключевые слова:** класс РАО, ТРО, активность, энерговыделение, радиоактивные отходы, библиотека данных, радионуклид

В настоящей работе приведено описание библиотеки основных данных для 297 радионуклидов, необходимых для автоматического определения класса твердых радиоактивных отходов (ТРО) в расчетных программах.

В предлагаемой библиотеке для каждого радионуклида приведены следующие данные:

- названия нуклидов;
- величины периодов полураспада нуклидов;
- значения удельных активностей ограниченного и неограниченного использования материала и металла;
- величины активностей радионуклидов на границах диапазонов активностей, которые определяют принадлежность радионуклида к одному из 4 основных классов РАО;
- величины суммарных энерговыделений при одном распаде нуклидов.

Перечисленные выше данные используются для оценки класса РАО различных сборок, конструктивных элементов реактора, натрия 1 контура (превращенного в камень), отвержденных жидких радиоактивных отходов, топлива сборок, а также переработанных в твердое состояние остатков топлива, осколков от деления топлива, сталей различных сборок в замкнутом топливном цикле.

This work presents a basic library for 297 radionuclides necessary for the automatic determination of the RW class of solid radioactive waste (SRW) in programs that calculate the activity of radionuclides in materials. The proposed base for each radionuclide shows:

- the names of nuclides;
- a half-life of nuclides;
- the values of specific activities of radionuclides for materials and steels to determine whether they belong to the class of limited or unlimited use;
- the boundaries of the ranges of specific activities of the radionuclide, which determine its belonging to one of the 4 main classes of radioactive waste;
- total energy release for decay of nuclides.

The above data are used to define the radioactive waste (RW) class of steel assemblies, structural elements of the reactor, sodium 1 circuit (turned into stone), solidified liquid radioactive waste, fuel assemblies, as well as solid residues of fuel, fission products, steel from different assemblies in a closed fuel cycle.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время действуют нормативные документы, обязывающие организации, на которых нарабатываются радиоактивные отходы (РАО), включая АЭС, передавать образованные РАО через определенный срок Национальному оператору (НО) для захоронения.

Одним из требований при передаче и захоронении РАО является наличие списка радиоактивных изотопов, которые присутствуют в РАО [1]. Поскольку радиоактивные изотопы распадаются с течением времени, состав РАО после облучения меняется. Поэтому знание состава РАО требуется организации, создающей РАО на своем предприятии, и НО, который хранит РАО перед его захоронением.

На атомной станции накапливаются отработавшие сборки. Некоторое время топливные и нетопливные сборки хранятся в бассейне выдержки и сухом хранилище, а затем должны быть переданы НО для захоронения.

После окончания срока службы реактора несменяемые внутрибаковые и «забаковые» конструкции должны быть захоронены. Для этого также требуется знание о наличии в них радиоактивных изотопов.

Кроме того, и при проектировании новых реакторов требуются предварительные расчеты о радиационных характеристиках сборок и несменяемых конструкций, о стоимости вывода из эксплуатации станции и о стоимости окончательного захоронения всех РАО.

Создание библиотеки данных изотопного состава всех РАО, образующихся на АЭС, является трудоемкой задачей и требует наличия расчетных программ с соответствующими библиотеками данных.

В настоящей работе на основе современной нормативной документации представлена библиотека основных данных, необходимая для автоматического определения класса РАО твердых радиоактивных отходов (ТРО) в программах по расчету величины активности радионуклидов в материалах.

### **1 Анализ нормативных документов**

Основные положения по классификации радиоактивных отходов представлены в двух основных нормативных документах: «ОСПОРБ-99/2010» [1] и Постановлении Правительства РФ от 19 октября 2012г. № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов» [2].

Тарифы на захоронение всех классов радиоактивных отходов устанавливаются приказами Минприроды России [3].

В таблицах 1 и 2 приведена более удобная для автоматических расчетов классификация твердых РАО в соответствии с критериями классификации уда-

ляемых радиоактивных отходов, утвержденных постановлением Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 [2], и классификация твердых, не являющихся РАО, материалов и металлов, приведенная в ОСПОРБ-99/2010 [1].

Следует отметить, что в документах [1] и [2] нижняя граница 4 класса имеет различные значения. В [1] это значение называется ПЗУА (предельное значение удельной активности), а в [2] — МЗУА (минимальное значение удельной активности). Для удобства авторами было решено оставить одно название — ПЗУА.

Отметим, что в документе [2] для 4 класса нет деления по периоду полураспада, в отличие от 3 класса. Нижняя граница 3 класса для нуклидов с  $T_{1/2} > 31$  года ниже, чем у нуклидов с  $T_{1/2} < 31$  года, поэтому граница 4 класса для этих нуклидов была введена авторами в Таблице 1.

Таблица 1 – Классификация твердых РАО в соответствии с документом [2]

| Группы радионуклидов                                                          | $T_{1/2}$ , год | Номера классов* твердых РАО<br>(определяются относительно удельной активности, Бк/г) |                     |                     |             |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
|                                                                               |                 | 4 класс                                                                              | 3 класс             | 2 класс             | 1 класс     |
| 1. Тритийсодержащие РАО                                                       | $T_{1/2} < 31$  | ПЗУА $\div 10^8$                                                                     | $10^8 \div 10^{11}$ | $> 10^{11}$         | $> 10^{11}$ |
|                                                                               | $T_{1/2} > 31$  | ПЗУА $\div 10^7$                                                                     | $10^7 \div 10^8$    | $10^8 \div 10^{11}$ |             |
| 2. РАО, содержащие $\beta$ -излучающие радионуклиды (исключая тритий)         | $T_{1/2} < 31$  | ПЗУА $\div 10^4$                                                                     | $10^4 \div 10^7$    | $> 10^7$            | $> 10^7$    |
|                                                                               | $T_{1/2} > 31$  | ПЗУА $\div 10^3$                                                                     | $10^3 \div 10^4$    | $10^4 \div 10^7$    |             |
| 3. РАО, содержащие $\alpha$ -излучающие радионуклиды (исключая трансурановые) | $T_{1/2} < 31$  | ПЗУА $\div 10^3$                                                                     | $10^3 \div 10^6$    | $> 10^6$            | $> 10^6$    |
|                                                                               | $T_{1/2} > 31$  | ПЗУА $\div 10^2$                                                                     | $10^2 \div 10^3$    | $10^3 \div 10^6$    |             |
| 4. РАО, содержащие трансурановые радионуклиды                                 | $T_{1/2} < 31$  | ПЗУА $\div 10^2$                                                                     | $10^2 \div 10^5$    | $> 10^5$            | $> 10^5$    |
|                                                                               | $T_{1/2} > 31$  | ПЗУА $\div 10$                                                                       | $10 \div 10^2$      | $10^2 \div 10^5$    |             |

\* 1 класс — суммарное энерговыделение  $2 \div 0,1$  кВт/м<sup>3</sup>; 2 класс — суммарное энерговыделение меньше  $0,1$  кВт/м<sup>3</sup>.

ПЗУА — предельное значение удельной активности радионуклида в твердых отходах (Бк/г) [2], ниже которой отходы не являются РАО. В библиотеке данных (Приложение А) эти величины приведены в колонке «нижняя граница 4-го класса РАО».

Таблица 2 — Классификация твердых не РАО в соответствии с документом [1]

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Класс<br/>«не РАО»</b>            | <b>Границы удельных активностей радионуклидов для материалов и металлов в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 [1] и данных предельных значений удельных активностей РАО (ПЗУА) из Постановления Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 [2], Бк/г</b> |
| <b>Ограниченного использования</b>   | <b><math>УАМАТ</math> или <math>УАМЕТ \div ПЗУА</math></b>                                                                                                                                                                                            |
| <b>Неограниченного использования</b> | <b><math>\leq УАМАТ</math> или <math>УАМЕТ</math></b>                                                                                                                                                                                                 |

ПЗУА — предельное значение удельной активности радионуклида в твердых отходах (Бк/г) [2], ниже которой отходы не являются РАО. В библиотеке данных (Приложение А) эти величины приведены в колонке «нижняя граница 4-го класса РАО».

УАМАТ — предельная активность радионуклида в материале, ниже которой допускается неограниченное его использование. В библиотеке данных (Приложение А) эти величины приведены в колонке «УАМАТ».

УАМЕТ — предельная активность радионуклида в металле, ниже которой допускается неограниченное его использование. В библиотеке данных (Приложение А) эти величины приведены в колонке «УАМЕТ».

Класс «не РАО» — термин, введенный авторами, для ограниченного и неограниченного использования материала и металла в соответствии с требованиями, приведенными в ОСПОРБ-99/2010 [1].

В таблице 2 на основе документа [2] в приложении «Критерии отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к РАО» приведены предельные значения удельных активностей 275 радионуклидов (ПЗУА), ниже которых допускается ограниченное использование материалов. Такие материалы (ограниченного использования) не являются РАО и не захораниваются.

Нижняя граница 4-го класса РАО (ПЗУА) является и верхней границей ограниченного использования материалов и металлов.

Нижняя граница класса «не РАО» ограниченного использования материалов и металлов является и верхней границей «не РАО» неограниченного использования материалов и металлов.

В Приложении 3 к ОСПОРБ-99/2010 приводятся удельные активности 254 радионуклидов, ниже которых допускается неограниченное использование материалов.

Для неограниченного использования металлов и изделий на их основе введены для некоторых изотопов более высокие величины (Приложение 4 к

ОСПОРБ-99/2010) допустимых удельных активностей по сравнению с соответствующими величинами, приведенными в Приложении 3 к ОСПОРБ-99/2010. Эти величины приведены ниже в таблице 3.

Таблица 3 — Допустимые удельные активности основных долгоживущих радионуклидов для неограниченного использования металлов и изделий на их основе (Приложение 4 к ОСПОРБ-99/2010)

| Радионуклиды  | Период полураспада    | Допустимая удельная активность отдельного $i$ -го радионуклида (ДУА), кБк/кг |
|---------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Mn54          | 312 сут               | 1,0                                                                          |
| Co60          | 5,3 год               | 0,3                                                                          |
| Zn65          | 244 сут               | 1,0                                                                          |
| Nb94          | $2 \cdot 10^4$ лет    | 0,4                                                                          |
| Ru106+ Rh106m | 368 сут               | 4,0                                                                          |
| Ag110m        | 250 сут               | 0,3                                                                          |
| Sb125+Te125m  | 2,8 год               | 1,6                                                                          |
| Cs134         | 2,1 год               | 0,5                                                                          |
| Cs137+Ba137m  | 30,2 год              | 1,0                                                                          |
| Eu152         | 13,3 год              | 0,5                                                                          |
| Eu154         | 8,8 год               | 0,5                                                                          |
| Sr90+Y90      | 29,1 год              | 10,0                                                                         |
| Ra226         | $11,6 \cdot 10^3$ лет | 0,4                                                                          |
| Th232         | $1 \cdot 10^{10}$ лет | 0,3                                                                          |
| U-природный*  |                       | 0,3                                                                          |
| U233          | $1,58 \cdot 10^5$ лет | 4,0                                                                          |
| U234          | $2,44 \cdot 10^5$ лет | 4,0                                                                          |
| U235*         | $7,04 \cdot 10^8$ лет | 1,0                                                                          |
| U238*         | $4,47 \cdot 10^9$ лет | 4,0                                                                          |

\* Данные приведены в условии равновесия с дочерними радионуклидами:

для U238 с Th234, Pa234m;

для U235 с Th231;

для природного урана с Th234, Pa234m, U234, Th230, Ra226, Ra226, Ra222, Po218, Pb214, Bi214, Po214, Pb210, Bi210, Po210.

При наличии в материалах (металлах) смеси радионуклидов для УАМАТ и УАМЕТ должны выполняться соотношения (Приложение 4 к ОСПОРБ-99/2010 [1]):

1. Для материалов:

$$УАМАТ = \sum_{k=1}^n A^k / УАМАТ^k < 1, \quad (1)$$

где  $n$  — суммарное количество радионуклидов в расчетной зоне;

$A^k$  — удельная активность « $k$ »-го радионуклида в расчетном материале в кБк/кг (Бк/г);

$УАМАТ^k$  — удельная активность « $k$ »-го радионуклида, ниже которого допускается неограниченное использование материалов (Бк/г) [1]. В библиотеке данных (Приложение А) эти величины приведены в колонке  $УАМАТ$  материала.

2. Для металлов:

$$УАМЕТ = \sum_{k=1}^n A^k / УАМЕТ^k < 1, \quad (2)$$

где  $n$  — суммарное количество радионуклидов в расчетной зоне;

$A^k$  — удельная активность « $k$ »-го радионуклида в расчетном материале в кБк/кг (Бк/г);

$УАМЕТ^k$  — удельная активность « $k$ »-го радионуклида, ниже которого допускается неограниченное использование металла (Бк/г) [1]. В библиотеке данных (Приложение А) эти величины приведены в колонке  $УАМЕТ$  металла.

Необходимо отметить, что списки радионуклидов в документах [1] и [2], в которых приведены нормативные активности изотопов для неограниченного использования материалов и нормативные активности, выше которых материал относится к категории РАО (ПЗУА), не совпадают друг с другом (254 и 275 соответственно). Поэтому из этих двух списков был составлен общий список из 297 нуклидов, которым были присвоены соответствующие значения  $УАМАТ$ ,  $УАМЕТ$  и ПЗУА из [1] и [2]. Данные для этого списка нуклидов приведены в Приложении А.

## **2 Исходные данные для классификации твердых РАО в расчетных программах**

Основные данные, которые были получены для использования в программах при определении класса твердых РАО, приведены в Приложении А.

В этой таблице в качестве исходных данных для определения класса твердых РАО приведены следующие данные для 297 радионуклидов:

- названия нуклидов;
- величины периодов полураспада нуклидов;
- значения удельных активностей ограниченного и неограниченного использования материала и металла:  $УАМАТ$ ,  $УАМЕТ$  и ПЗУА;

– номера радионуклидов, которые присвоены им в библиотеке данных, в соответствии их принадлежности к четырем классам радионуклидов документа [2] (приведены в Приложении А);

– величины активностей радионуклидов на границах диапазонов активностей, которые определяют принадлежность радионуклида к одному из 4 основных классов РАО;

– величины суммарных энерговыделений (от бета-, гамма- и альфа-излучения) при одном распаде нуклидов.

Необходимость ввода номеров типов радионуклидов облегчает создание «информационных» массивов названий типов радионуклидов, используемых для определения от 1-го до 4-го классов РАО твердых материалов в соответствии с документом [2].

В этой колонке радионуклидам присвоены следующие номера:

1 – для трития;

2 – для бета-излучающих радионуклидов, имеющих период полураспада меньше 31 года;

2.1 – для бета-излучающих радионуклидов, имеющих период полураспада больше 31 года;

3 – для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые), имеющих период полураспада меньше 31 года;

3.1 – для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые), имеющих период полураспада больше 31 года;

4 – для трансурановых радионуклидов, имеющих период полураспада меньше 31 года;

4.1 – для трансурановых радионуклидов, имеющих период полураспада больше 31 года.

В общем списке названий нуклидов некоторые имели только одну из двух нормативных активностей для определения диапазона класса не РАО. Для таких нуклидов были приняты следующие предположения:

– если для нуклида отсутствовала нормативная активность неограниченного использования материала, то принималась для такого нуклида величина, равная 0,1 Бк/г;

– если для нуклида отсутствовала нормативная активность, выше которой материал относится к категории РАО (ПЗУА), то она приравнивалась нормативной активности неограниченного использования этого нуклида в материале с увеличением ее на одну сотую этой величины для создания диапазона класса не РАО ограниченного использования;

– если нормативные активности неограниченного и ограниченного использования нуклида одинаковы, то для создания диапазона класса не РАО нормативные активности неограниченного использования нуклидов уменьшены на одну сотую их величин.



Необходимо отметить, что для 9 нуклидов таблицы Приложения А нормативные величины активности для «нижних границ класса РАО (ПЗУА), выше которых материал относится к категории РАО, равны верхней границе, определяющей 3-й класс РАО, которые определены документом [2] в разделе «Критерии классификации удаляемых радиоактивных отходов».

Для 55 нуклидов нормативные величины активности для «нижних границ класса РАО (ПЗУА), равны верхней границе, определяющей 4-й класс РАО.

Для уменьшения в расчетной программе большого количества условных операторов при определении класса РАО облученных материалов для упомянутых выше нуклидов были введены искусственные границы 4-го и 3-го классов РАО. Диапазон между границами этих классов выбран таким, чтобы при расчете вероятность попадания отходов в эти классы была менее 1 %. Для остальных нуклидов границы классов РАО приведены в таблице 1 в соответствии с нормативными границами, определенными в документе [2]. В таблице Приложения А все искусственные границы классов выделены жирным шрифтом.

В случае, если радионуклид обладал  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучением, бралось излучение с наибольшим содержанием (например, у  $\text{Pb}210$   $\alpha$ -излучение — 0,11 %,  $\beta$ -излучение — 99,89 %, поэтому было принято решение считать  $\text{Pb}210$   $\beta$ -излучающим радионуклидом).

В случае близкого процентного содержания  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения, радионуклид считался  $\beta$ -излучающим радионуклидом, если энергия  $\beta$ -излучения на 2 и более порядка превышала энергию  $\alpha$ -излучения этого радионуклида.

В Приложении Б расписаны цепочки для основных нуклидов элементов (В, С, N, Mg, Al, Si, P, S, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Nb, Mo), входящих в состав сталей.

### **3 Пример определения класса РАО для C14**

Для определения класса РАО для C14 рассмотрим детально документы [1] и [2]. В таблице 4 вынесены интервалы классов РАО из различных источников с учетом того, что C14 бета-излучающий радионуклид с периодом полураспада  $> 31$  года (спорные моменты отмечены жирным шрифтом). Сравнивая эти значения, видно, что значение ПЗУА в документе [2] ниже значения 4 класса (ниже которых отходы не являются РАО)  $10^4$  Бк/г. А в том же документе [2] (критерии классификации удаляемых РАО) и в ОСПОРБ-99/2010 [1] нижняя граница 3 класса —  $10^3$  Бк/г. Для выполнения данной работы было решено использовать более консервативные значения. Однако, в силу необходимости четкого определения границ, было решено ввести свои значения для нижней границы 3 класса и обеих границ 4 класса (Экспертная оценка).

Таблица 4 — Определение класса РАО для С14, Бк/г

| 4 класс                         |                                | 3 класс            |                 | 2 класс*       |                 | 1 класс*       | Источник                                            |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------|
| Нижняя граница (ПЗУА ОСПОРБ-99) | Верхняя граница (критерии РАО) | Нижняя граница     | Верхняя граница | Нижняя граница | Верхняя граница | Нижняя граница |                                                     |
| -                               | $<10^3$                        | $10^3$             | $10^4$          | $10^4$         | $10^7$          | $> 10^7$       | ОСПОРБ-99/2010 [1] таблица 3.12.1                   |
| Низкоактивные $10^3$            | $10^4$                         | $10^3$             | $10^4$          | $10^4$         | $10^7$          | $> 10^7$       | Документ [2] (критерии классификации удаляемых РАО) |
| Очень низкоактивные $< 10^3$    | -                              |                    |                 |                |                 |                |                                                     |
| $10^4$                          | -                              | -                  | -               | -              | -               | -              | Документ [2] (ПЗУА)                                 |
| $0,991 \cdot 10^4$              | $0,992 \cdot 10^4$             | $0,992 \cdot 10^4$ | $10^4$          | $10^4$         | $10^7$          | $10^7$         | Экспертная оценка                                   |

\* См. сноску к табл. 1

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы были проанализированы основные положения по классификации радиоактивных отходов, представленные в двух основных нормативных документах: «ОСПОРБ-99/2010» и Постановлении Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов».

На основе разработанных авторами подходов сформирована библиотека основных данных для расчета необходимых для автоматического определения класса РАО твердых радиоактивных отходов (ТРО) в программах, в которых имеются модули расчета величины активности радионуклидов в материалах.

Представлены основные цепочки для расчета образования и обращения с РАО топливных, нетопливных сборок и конструкционных материалов.

Для увеличения точности расчетов авторы рекомендуют ввести дополнительные нормативные границы классов РАО для 22 нуклидов (C14, P33, S35, Cl36, Ar37, Mn53, Ni59, Ni63, Kr81, Kr83m, Tc99, Kr85, Tc99, Cs135, Sm151, Pu237, Pu243, Am242, Bk249, Cf246, Fm254, Fm255), как это сделано для трития, и исключили бы для 27 нуклидов равенства величин их ПЗУА с величиной их активности на верхней границе, определяющей 4-й класс РАО.

Данная работа позволяет обеспечить автоматический расчет и цифровое сопровождение РАО до момента перехода в класс «не РАО неограниченного использования» в расчетных программах.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Нормы и правила. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности: ОСПОРБ-99/2010: утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 № 40: ввод в действие с 17.09.2010 [ред. от 16.09.2013]. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.

2. Постановление Правительства РФ. О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов: утв. пост. Правительства РФ 19.10.2012 № 1069 (с изменениями на 4 февраля 2015 года).

3. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Приказ Минприроды России от 13.03.2013 N 89. «О первоначальном установлении тарифов на захоронение радиоактивных отходов» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.05.2013 № 28445).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Предельные значения удельной активности на границах классов твердых РАО для радионуклидов, принятых в документах [1], [2], а также величины периодов полураспада изотопов, энергосыделения альфа-, бета-, гамма-излучения при одном распаде этих изотопов**

| № изотопа | Названия изотопов | Классификационные номера изотопов | Период полураспада, (T <sub>1/2</sub> ) | Нижняя граница класса не РАО (если активность нуклидов в материалах и металлах ниже этих границ, то отходы относятся к категории неограниченного использования), Бк/г |               | Верхняя граница (ПЗУА) | Верхняя граница | 4 класс РАО, Бк/г     |                 | 3 класс РАО, Бк/г |                 | 2 класс РАО, Бк/г |                 | 1 класс РАО, Бк/г | Энерговыделение при одном распаде изотопов, МэВ/расп. |
|-----------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
|           |                   |                                   |                                         | УАМАТ материала                                                                                                                                                       | УАМЕТ металла |                        |                 | Нижняя граница (ПЗУА) | Верхняя граница | Нижняя граница    | Верхняя граница | Нижняя граница    | Верхняя граница |                   |                                                       |
| 1         | 2                 | 3                                 | 4                                       | 5                                                                                                                                                                     | 6             | 7                      | 8               | 9                     | 10              | 11                | 12              | 13                | 14              |                   |                                                       |
| 1         | H3                | 1                                 | 12,3 г                                  | 100                                                                                                                                                                   | 100           | 1,0e+6                 | 1,0e+8          | 1,0e+8                | 1,0e+11         | >1,0e+11          | -               | >1,0e+11          | 0,57070E-02     |                   |                                                       |
| 2         | Be7               | 2                                 | 53,3 сут                                | 10                                                                                                                                                                    | 10            | 1,0e+3                 | 1,0e+4          | 1,0e+4                | 1,0e+7          | >1,0e+7           | -               | >1,0e+7           | 0,49887E-01     |                   |                                                       |
| 3         | C14               | 2.1                               | 5,73E+03 г                              | 1                                                                                                                                                                     | 1             | 0,991e+4               | 0,992e+4        | 0,992e+4              | 1,0e+4          | >1,0e+4           | 1,0e+7          | >1,0e+7           | 0,49480E-01     |                   |                                                       |
| 4         | F18               | 2                                 | 1,83 ч                                  | 9,99                                                                                                                                                                  | 9,99          | 10,0                   | 1,0e+4          | 1,0e+4                | 1,0e+7          | >1,0e+7           | -               | >1,0e+7           | 0,12319E+01     |                   |                                                       |
| 5         | Na22              | 2                                 | 2,6 г                                   | 0,1                                                                                                                                                                   | 0,1           | 10                     | 1,0e+4          | 1,0e+4                | 1,0e+7          | >1,0e+7           | -               | >1,0e+7           | 0,23862E+01     |                   |                                                       |
| 6         | Na24              | 2                                 | 15 ч                                    | 0,1*                                                                                                                                                                  | 0,1*          | 10                     | 1,0e+4          | 1,0e+4                | 1,0e+7          | >1,0e+7           | -               | >1,0e+7           | 0,46758E+01     |                   |                                                       |

|    |             |     |                   |                |                |                 |                 |                 |        |         |        |         |                 |
|----|-------------|-----|-------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|---------|-----------------|
| 1  | 2           | 3   | 4                 | 5              | 6              | 7               | 8               | 9               | 10     | 11      | 12     | 13      | 14              |
| 7  | <b>Si31</b> | 2   | 2,62 ч            | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,59587E+<br>00 |
| 8  | <b>P32</b>  | 2   | 14,3 сут          | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,69461E+<br>00 |
| 9  | <b>P33</b>  | 2   | 25,4 сут          | 1000           | 1000           | <b>0,991e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,76400E-<br>01 |
| 10 | <b>S35</b>  | 2   | 87,4 сут          | 100            | 100            | <b>0,991e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,48720E-<br>01 |
| 11 | <b>Cl36</b> | 2.1 | <b>3,01E+05</b> г | 1              | 1              | <b>0,991e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | 1,0e+4 | >1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,27312E+<br>00 |
| 12 | <b>Cl38</b> | 2   | 0,62 ч            | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,30170E+<br>01 |
| 13 | <b>Ar37</b> | 2   | 35,04 сут         | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | <b>0,991e+6</b> | <b>0,992e+6</b> | <b>0,992e+6</b> | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,21729E-<br>02 |
| 14 | <b>Ar41</b> | 2   | 1,83 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,17476E+<br>01 |
| 15 | <b>K40</b>  | 2.1 | <b>1,28E+09</b> г | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2          | 1,0e+3          | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,60920E+<br>00 |
| 16 | <b>K42</b>  | 2   | 12,4 ч            | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,16970E+<br>01 |
| 17 | <b>K43</b>  | 2   | 22,6 ч            | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,12758E+<br>01 |
| 18 | <b>Ca45</b> | 2   | 163 сут           | 100            | 100            | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,77200E-<br>01 |
| 19 | <b>Ca47</b> | 2   | 4,53 сут          | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,14046E+<br>01 |
| 20 | <b>Sc46</b> | 2   | 83,8 сут          | 0,1            | 0,1            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,21221E+<br>01 |
| 21 | <b>Sc47</b> | 2   | 3,35 сут          | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,27100E+<br>00 |
| 22 | <b>Sc48</b> | 2   | 1,82 сут          | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,35696E+<br>01 |

| 1  | 2            | 3   | 4                | 5              | 6              | 7               | 8               | 9               | 10     | 11      | 12     | 13      | 14              |
|----|--------------|-----|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|---------|-----------------|
| 23 | <b>V48</b>   | 2   | 16,2 сут         | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,30653E+<br>01 |
| 24 | <b>Cr51</b>  | 2   | 27,7 сут         | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,36375E-<br>01 |
| 25 | <b>Mn51</b>  | 2   | 46,2 мин**       | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,19327E+<br>01 |
| 26 | <b>Mn52</b>  | 2   | 5,59 сут         | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,35326E+<br>01 |
| 27 | <b>Mn52m</b> | 2   | 21,2 мин**       | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,35420E+<br>01 |
| 28 | <b>Mn53</b>  | 2.1 | <b>3,7E+06 г</b> | 100            | 100            | <b>0,991e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,54240E-<br>02 |
| 29 | <b>Mn54</b>  | 2   | 312 сут          | 0,1            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,84003E+<br>00 |
| 30 | <b>Mn56</b>  | 2   | 2,58 ч           | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,25312E+<br>01 |
| 31 | <b>Fe52</b>  | 2   | 8,28 ч           | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,93440E+<br>00 |
| 32 | <b>Fe55</b>  | 2   | 2,7 г            | 1000           | 1000           | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,56650E-<br>02 |
| 33 | <b>Fe59</b>  | 2   | 44,5 сут         | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,13074E+<br>01 |
| 34 | <b>Co55</b>  | 2   | 17,5 ч           | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,24436E+<br>01 |
| 35 | <b>Co56</b>  | 2   | 78,7 сут         | 0,1            | 0,1            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,37142E+<br>01 |
| 36 | <b>Co57</b>  | 2   | 271 сут          | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,14349E+<br>00 |
| 37 | <b>Co58</b>  | 2   | 70,8 сут         | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,10105E+<br>01 |
| 38 | <b>Co58m</b> | 2   | 9,15 ч           | <b>0,99e+4</b> | <b>0,99e+4</b> | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,24087E-<br>01 |

| 1  | 2     | 3   | 4                       | 5              | 6              | 7               | 8               | 9               | 10              | 11              | 12     | 13      | 14          |
|----|-------|-----|-------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|-------------|
| 39 | Co60  | 2   | 5,27 г                  | 0,1            | 0,3            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,26008E+01 |
| 40 | Co60m | 2   | 10,47 <sub>мин</sub> ** | 1000           | 1000           | <b>1,01e+3*</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,62476E-01 |
| 41 | Co61  | 2   | 1,65 ч                  | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,56337E+00 |
| 42 | Co62m | 2   | 13,91 <sub>мин</sub> ** | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,35220E+01 |
| 43 | Ni59  | 2.1 | <b>7,5E+04 г</b>        | 100            | 100            | <b>0,991e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,71660E-02 |
| 44 | Ni63  | 2.1 | <b>96 г</b>             | 100            | 100            | <b>0,991e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | <b>0,993e+5</b> | <b>0,993e+5</b> | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,17420E-01 |
| 45 | Ni65  | 2   | 2,52 ч                  | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,11796E+01 |
| 46 | Cu64  | 2   | 12,7 ч                  | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,31600E+00 |
| 47 | Zn65  | 2   | 244 сут                 | 0,1            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,58889E+00 |
| 48 | Zn69  | 2   | 0,95 ч                  | 1000           | 1000           | <b>1,01e+3*</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,32291E+00 |
| 49 | Zn69m | 2   | 13,8 ч                  | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,43878E+00 |
| 50 | Ga72  | 2   | 14,1 ч                  | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,32117E+01 |
| 51 | Ge71  | 2   | 11,8 сут                | <b>0,99e+4</b> | <b>0,99e+4</b> | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,89870E-02 |
| 52 | As73  | 2   | 80,3 сут                | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,99950E-02 |
| 53 | As74  | 2   | 17,8 сут                | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,10280E+01 |
| 54 | As76  | 2   | 1,1 сут                 | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7          | >1,0e+7         | -      | >1,0e+7 | 0,14838E+01 |

| 1  | 2     | 3   | 4                 | 5              | 6              | 7               | 8               | 9               | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|----|-------|-----|-------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 55 | As77  | 2   | 1,62 сут          | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,23381E+00 |
| 56 | Se75  | 2   | 120 сут           | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,40485E+00 |
| 57 | Br82  | 2   | 1,47 сут          | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,27807E+01 |
| 58 | Kr76  | 2   | 14,8 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,85000E+00 |
| 59 | Kr77  | 2   | 1,24 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,17166E+01 |
| 60 | Kr79  | 2   | 1,46 сут          | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,28243E+00 |
| 61 | Kr81  | 2.1 | <b>2,29E+05</b> г | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | <b>0,991e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,12754E-01 |
| 62 | Kr83m | 2   | 1,83 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | <b>0,991e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,41867E-01 |
| 63 | Kr85  | 2   | 10,76 г           | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | <b>0,991e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | <b>0,992e+5</b> | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,23034E+00 |
| 64 | Kr85m | 2   | 4,48 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,41160E+00 |
| 65 | Kr87  | 2   | 1,27 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,21189E+01 |
| 66 | Kr88  | 2   | 2,84 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,23214E+01 |
| 67 | Rb86  | 2   | 18,7 сут          | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,74998E+00 |
| 68 | Sr85  | 2   | 64,8 сут          | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,52742E+00 |
| 69 | Sr85m | 2   | 1,16 ч            | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,22915E+00 |
| 70 | Sr87m | 2   | 2,8 ч             | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,38746E+00 |



| 1  | 2            | 3          | 4                | 5              | 6              | 7                  | 8      | 9      | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|----|--------------|------------|------------------|----------------|----------------|--------------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 71 | <b>Sr89</b>  | 2          | 50,5 цт          | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3             | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,58469E+00 |
| 72 | <b>Sr90</b>  | 2          | 29,1 г           | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2***          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,17400E+00 |
| 73 | <b>Sr91</b>  | 2          | 9,5 ч            | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10                 | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,13547E+01 |
| 74 | <b>Sr92</b>  | 2          | 2,71 ч           | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10                 | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,15609E+01 |
| 75 | <b>Y90</b>   | 2          | 2,67 цт          | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3             | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,93380E+00 |
| 76 | <b>Y91</b>   | 2          | 58,5 цт          | 100            | 100            | 1,0e+3             | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,60903E+00 |
| 77 | <b>Y91m</b>  | 2          | 0,828 ч          | 100            | 100            | <b>1,01e+2*</b>    | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,55458E+00 |
| 78 | <b>Y92</b>   | 2          | 3,54 ч           | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2             | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,16886E+01 |
| 79 | <b>Y93</b>   | 2          | 10,1 ч           | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2             | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,12672E+01 |
| 80 | <b>Zr93</b>  | <b>2.1</b> | <b>1,53E+06г</b> | 10             | 10             | <b>0,991e+3***</b> | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,19220E-01 |
| 81 | <b>Zr95</b>  | 2          | 64 цт            | 1,0            | 1,0            | 10                 | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,85280E+00 |
| 82 | <b>Zr97</b>  | 2          | 16,9 ч           | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10***              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,86140E+00 |
| 83 | <b>Nb93m</b> | 2          | 13,6 г           | 10             | 10             | <b>0,991e+4</b>    | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,30915E-01 |
| 84 | <b>Nb94</b>  | <b>2.1</b> | <b>2,03E+04г</b> | 0,1            | 0,4            | 10                 | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,17403E+01 |
| 85 | <b>Nb95</b>  | 2          | 35,1 цт          | 1,0            | 1,0            | 10                 | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,80902E+00 |
| 86 | <b>Nb97</b>  | 2          | 1,2 ч            | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10                 | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,11326E+01 |

| 1   | 2             | 3   | 4                      | 5              | 6              | 7                     | 8               | 9               | 10     | 11      | 12     | 13      | 14              |
|-----|---------------|-----|------------------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|---------|-----------------|
| 87  | <b>Nb98m</b>  | 2   | 51,3 мин <sup>**</sup> | 10             | 10             | <b>10,01*</b>         | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,35534E+<br>01 |
| 88  | <b>Mo90</b>   | 2   | 5,67 ч                 | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10                    | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,14218E+<br>01 |
| 89  | <b>Mo93</b>   | 2.1 | <b>3,5E+03 г</b>       | 10             | 10             | <b>0,991e+3</b>       | 1,0e+3          | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,15816E-<br>01 |
| 90  | <b>Mo99</b>   | 2   | 2,75 сут               | 10             | 10             | 1,0e+2                | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,54210E+<br>00 |
| 91  | <b>Mo101</b>  | 2   | 14,61мин <sup>**</sup> | 10             | 10             | <b>10,01*</b>         | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,19673E+<br>01 |
| 92  | <b>Tc96</b>   | 2   | 4,28 сут               | 1,0            | 1,0            | 10                    | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,25083E+<br>01 |
| 93  | <b>Tc96m</b>  | 2   | 0,858 ч                | 1000           | 1000           | <b>1,01e+3*</b>       | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,73700E-<br>01 |
| 94  | <b>Tc97</b>   | 2.1 | <b>2,6E+06 г</b>       | 10             | 10             | <b>0,991e+3</b>       | 1,0e+3          | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,17333E-<br>01 |
| 95  | <b>Tc97m</b>  | 2   | 87 сут                 | 100            | 100            | 1,0e+3                | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,96536E-<br>01 |
| 96  | <b>Tc99</b>   | 2.1 | <b>2,13E+05г</b>       | 1,0            | 1,0            | <b>0,991e+4</b>       | <b>0,992e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,85401E-<br>01 |
| 97  | <b>Tc99m</b>  | 2   | 6,02 ч                 | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2                | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,14199E+<br>00 |
| 98  | <b>Ru97</b>   | 2   | 2,9 сут                | 10             | 10             | 1,0e+2                | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,25303E+<br>00 |
| 99  | <b>Ru103</b>  | 2   | 39,3 сут               | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2                | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,56266E+<br>00 |
| 100 | <b>Ru105</b>  | 2   | 4,44 ч                 | <b>0,99e+1</b> | <b>0,99e+1</b> | 10                    | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,11878E+<br>01 |
| 101 | <b>Ru106</b>  | 2   | 1,01 г                 | 0,1            | 4,0            | 1,0e+2 <sup>***</sup> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,10100E-<br>01 |
| 102 | <b>Rh103m</b> | 2   | 0,935 ч                | <b>0,99e+4</b> | <b>0,99e+4</b> | <b>0,991e+4</b><br>*  | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,37496E-<br>01 |

| 1   | 2             | 3 | 4        | 5              | 6              | 7               | 8      | 9      | 10     | 11      | 12 | 13      | 14              |
|-----|---------------|---|----------|----------------|----------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|----|---------|-----------------|
| 103 | <b>Rh105</b>  | 2 | 1,47 cyt | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,23077E+<br>00 |
| 104 | <b>Pd103</b>  | 2 | 17 cyt   | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,20563E-<br>01 |
| 105 | <b>Pd109</b>  | 2 | 13,4 ч   | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,36144E+<br>00 |
| 106 | <b>Ag105</b>  | 2 | 41 cyt   | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,55033E+<br>00 |
| 107 | <b>Ag110m</b> | 2 | 250 cyt  | 0,1            | 0,3            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,28342E+<br>01 |
| 108 | <b>Ag111</b>  | 2 | 7,45 cyt | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,37738E+<br>00 |
| 109 | <b>Cd109</b>  | 2 | 1,27 г   | 1,0            | 1,0            | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,20862E-<br>01 |
| 110 | <b>Cd115</b>  | 2 | 2,23 cyt | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,51120E+<br>00 |
| 111 | <b>Cd115m</b> | 2 | 44,6 cyt | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,63732E+<br>00 |
| 112 | <b>In111</b>  | 2 | 2,83 cyt | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,43841E+<br>00 |
| 113 | <b>In113m</b> | 2 | 1,66 ч   | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,39140E+<br>00 |
| 114 | <b>In114m</b> | 2 | 49,5 cyt | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,22989E+<br>00 |
| 115 | <b>In115m</b> | 2 | 4,49 ч   | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,33600E+<br>00 |
| 116 | <b>Sn113</b>  | 2 | 115 cyt  | 1,0            | 1,0            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,29522E-<br>01 |
| 117 | <b>Sn125</b>  | 2 | 9,64 cyt | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,11370E+<br>01 |
| 118 | <b>Sb122</b>  | 2 | 2,7 cyt  | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,10055E+<br>01 |

| 1   | 2             | 3 | 4          | 5              | 6              | 7               | 8      | 9      | 10     | 11      | 12 | 13      | 14          |
|-----|---------------|---|------------|----------------|----------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|----|---------|-------------|
| 119 | <b>Sb124</b>  | 2 | 60,2 сут   | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,22321E+01 |
| 120 | <b>Sb125</b>  | 2 | 2,77 г     | 0,1            | 1,6            | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,53720E+00 |
| 121 | <b>Te123m</b> | 2 | 120 сут    | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,24374E+00 |
| 122 | <b>Te125m</b> | 2 | 58 сут     | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,14043E+00 |
| 123 | <b>Te127</b>  | 2 | 9,35 ч     | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,22925E+00 |
| 124 | <b>Te127m</b> | 2 | 109 сут    | 10             | 10             | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,93720E-01 |
| 125 | <b>Te129</b>  | 2 | 1,16 ч     | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,60517E+00 |
| 126 | <b>Te129m</b> | 2 | 33,6 сут   | 10             | 10             | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,30066E+00 |
| 127 | <b>Te131</b>  | 2 | 25 мин**   | 100            | 100            | <b>1,01e+2*</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,11826E+01 |
| 128 | <b>Te131m</b> | 2 | 1,25 сут   | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,16492E+01 |
| 129 | <b>Te132</b>  | 2 | 3,26 сут   | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,33540E+00 |
| 130 | <b>Te133</b>  | 2 | 12,45мин** | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,18600E+01 |
| 131 | <b>Te133m</b> | 2 | 55,4 мин** | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,21991E+01 |
| 132 | <b>Te134</b>  | 2 | 41,8 мин** | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,11021E+01 |
| 133 | <b>I123</b>   | 2 | 13,2 ч     | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,19811E+00 |
| 134 | <b>I125</b>   | 2 | 60,1 сут   | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,58720E-01 |

| 1   | 2             | 3          | 4                 | 5              | 6              | 7               | 8      | 9      | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|-----|---------------|------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 135 | <b>I126</b>   | 2          | 13 сут            | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,57940E+00 |
| 136 | <b>I129</b>   | <b>2.1</b> | <b>1,57E+07</b> г | 0,01           | 0,01           | 1,0e+2          | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,86840E-01 |
| 137 | <b>I130</b>   | 2          | 12,4 ч            | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,24149E+01 |
| 138 | <b>I131</b>   | 2          | 8,04 сут          | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,57390E+00 |
| 139 | <b>I132</b>   | 2          | 2,3 ч             | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,27518E+01 |
| 140 | <b>I133</b>   | 2          | 20,8 ч            | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,10204E+01 |
| 141 | <b>I134</b>   | 2          | 0,876 ч           | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,31462E+01 |
| 142 | <b>I135</b>   | 2          | 6,61 ч            | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,19443E+01 |
| 143 | <b>Xe131m</b> | 2          | 11,84 сут         | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,16247E+00 |
| 144 | <b>Xe133</b>  | 2          | 5,24 сут          | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,17962E+00 |
| 145 | <b>Xe135</b>  | 2          | 9,14 ч            | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,56320E+00 |
| 146 | <b>Cs129</b>  | 2          | 1,34 сут          | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,30062E+00 |
| 147 | <b>Cs131</b>  | 2          | 9,69 сут          | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,29490E-01 |
| 148 | <b>Cs132</b>  | 2          | 6,48 сут          | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,72931E+00 |
| 149 | <b>Cs134</b>  | 2          | 2,06 г            | 0,1            | 0,1            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,17186E+01 |
| 150 | <b>Cs134m</b> | 2          | 2,9 ч             | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,13888E+00 |

| 1   | 2            | 3          | 4                | 5              | 6              | 7               | 8               | 9               | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|-----|--------------|------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 151 | <b>Cs135</b> | <b>2.1</b> | <b>2,3E+06 г</b> | 100            | 100            | <b>0,991e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,75900E+01 |
| 152 | <b>Cs136</b> | 2          | 13,1 сут         | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,22879E+01 |
| 153 | <b>Cs137</b> | 2          | 30,17 г          | 0,1            | 1,0            | 10***           | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,18790E+00 |
| 154 | <b>Cs138</b> | 2          | 33,41мин**       | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,35990E+01 |
| 155 | <b>Ba131</b> | 2          | 11,8 сут         | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,50575E+00 |
| 156 | <b>Ba133</b> | 2          | 10,7 г           | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,45518E+00 |
| 157 | <b>Ba140</b> | 2          | 12,7 сут         | 1,0            | 1,0            | 10***           | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,49070E+00 |
| 158 | <b>La140</b> | 2          | 1,68 сут         | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,28481E+01 |
| 159 | <b>Ce139</b> | 2          | 138 сут          | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,19271E+00 |
| 160 | <b>Ce141</b> | 2          | 32,5 сут         | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,24491E+00 |
| 161 | <b>Ce143</b> | 2          | 1,38 сут         | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,70970E+00 |
| 162 | <b>Ce144</b> | 2          | 284 сут          | 10             | 10             | 1,0e+2***       | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,11028E+00 |
| 163 | <b>Pr142</b> | 2          | 19,1 ч           | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,86741E+00 |
| 164 | <b>Pr143</b> | 2          | 13,6 сут         | 1,0e+3         | 1,0e+3         | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,31460E+00 |
| 165 | <b>Nd147</b> | 2          | 11 сут           | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,40660E+00 |
| 166 | <b>Nd149</b> | 2          | 1,73 ч           | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,87210E+00 |

| 1   | 2             | 3   | 4           | 5              | 6              | 7               | 8               | 9               | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|-----|---------------|-----|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 167 | <b>Pm147</b>  | 2   | 2,62 г      | 1,0e+3         | 1,0e+3         | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,61964E-01 |
| 168 | <b>Pm149</b>  | 2   | 2,21 цгТ    | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,37796E+00 |
| 169 | <b>Sm151</b>  | 2.1 | <b>90 г</b> | 1,0e+3         | 1,0e+3         | <b>0,991e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | <b>0,992e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,19884E-01 |
| 170 | <b>Sm153</b>  | 2   | 1,95 цгТ    | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,32983E+00 |
| 171 | <b>Eu152</b>  | 2   | 13,3 г      | 0,1            | 0,5            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,12858E+01 |
| 172 | <b>Eu152m</b> | 2   | 9,32 ч      | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,81310E+00 |
| 173 | <b>Eu154</b>  | 2   | 8,8 г       | 0,1            | 0,5            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,15195E+01 |
| 174 | <b>Eu155</b>  | 2   | 4,96 г      | 1,0            | 1,0            | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,12425E+00 |
| 175 | <b>Gd153</b>  | 2   | 242 цгТ     | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,14533E+00 |
| 176 | <b>Gd159</b>  | 2   | 18,6 ч      | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,36529E+00 |
| 177 | <b>Tb160</b>  | 2   | 72,3 цгТ    | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,13873E+01 |
| 178 | <b>Dy165</b>  | 2   | 2,33 ч      | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,47428E+00 |
| 179 | <b>Dy166</b>  | 2   | 3,4 цгТ     | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,20158E+00 |
| 180 | <b>Ho166</b>  | 2   | 1,12 цгТ    | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,72491E+00 |
| 181 | <b>Er169</b>  | 2   | 9,3 цгТ     | 1000           | 1000           | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,10182E+00 |
| 182 | <b>Er171</b>  | 2   | 7,52 ч      | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4          | 1,0e+4          | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,78900E+00 |

| 1   | 2             | 3 | 4        | 5              | 6              | 7               | 8      | 9      | 10     | 11      | 12 | 13      | 14              |
|-----|---------------|---|----------|----------------|----------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|----|---------|-----------------|
| 183 | <b>Tm170</b>  | 2 | 129 cyт  | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,33168E+<br>00 |
| 184 | <b>Tm171</b>  | 2 | 1,92 г   | 1000           | 1000           | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,26242E-<br>01 |
| 185 | <b>Yb175</b>  | 2 | 4,19 cyт | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,20154E+<br>00 |
| 186 | <b>Lu177</b>  | 2 | 6,71 cyт | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,18073E+<br>00 |
| 187 | <b>Hf181</b>  | 2 | 42,4 cyт | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,73490E+<br>00 |
| 188 | <b>Ta182</b>  | 2 | 115 cyт  | 0,1            | 0,1            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,14993E+<br>01 |
| 189 | <b>W181</b>   | 2 | 121 cyт  | 10             | 10             | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,53890E-<br>01 |
| 190 | <b>W185</b>   | 2 | 75,1 cyт | 1000           | 1000           | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,12685E+<br>00 |
| 191 | <b>W187</b>   | 2 | 23,9 ч   | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,74340E+<br>00 |
| 192 | <b>Re186</b>  | 2 | 3,78 cyт | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,35819E+<br>00 |
| 193 | <b>Re188</b>  | 2 | 17 ч     | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,83808E+<br>00 |
| 194 | <b>Os185</b>  | 2 | 94 cyт   | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,73733E+<br>00 |
| 195 | <b>Os191</b>  | 2 | 15,4 cyт | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,37520E-<br>01 |
| 196 | <b>Os191m</b> | 2 | 13 ч     | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,74387E-<br>01 |
| 197 | <b>Os193</b>  | 2 | 1,25 cyт | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,44666E+<br>00 |
| 198 | <b>Ir190</b>  | 2 | 12,1 cyт | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,15501E+<br>01 |



| 1   | 2             | 3 | 4        | 5              | 6              | 7               | 8      | 9      | 10     | 11      | 12 | 13      | 14          |
|-----|---------------|---|----------|----------------|----------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|----|---------|-------------|
| 199 | <b>Ir192</b>  | 2 | 74 сут   | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,10338E+01 |
| 200 | <b>Ir194</b>  | 2 | 19,1 ч   | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,90129E+00 |
| 201 | <b>Pt191</b>  | 2 | 2,8 сут  | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,36024E+00 |
| 202 | <b>Pt193m</b> | 2 | 4,33 сут | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,15033E+00 |
| 203 | <b>Pt197</b>  | 2 | 18,3 ч   | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,27878E+00 |
| 204 | <b>Pt197m</b> | 2 | 1,57 ч   | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,39298E+00 |
| 205 | <b>Au198</b>  | 2 | 2,69 сут | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,72900E+00 |
| 206 | <b>Au199</b>  | 2 | 3,14 сут | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,24117E+00 |
| 207 | <b>Hg197</b>  | 2 | 2,67 сут | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,14266E+00 |
| 208 | <b>Hg197m</b> | 2 | 23,8 ч   | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,27858E+00 |
| 209 | <b>Hg203</b>  | 2 | 46,6 сут | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,33603E+00 |
| 210 | <b>Tl200</b>  | 2 | 1,09 сут | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,13439E+01 |
| 211 | <b>Tl201</b>  | 2 | 3,04 сут | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,13230E+00 |
| 212 | <b>Tl202</b>  | 2 | 12,2 сут | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,48901E+00 |
| 213 | <b>Tl204</b>  | 2 | 3,78 г   | 1,0            | 1,0            | <b>0,991e+4</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,23818E+00 |
| 214 | <b>Pb203</b>  | 2 | 2,17 сут | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -  | >1,0e+7 | 0,36204E+00 |

| 1   | 2            | 3   | 4          | 5              | 6              | 7               | 8      | 9      | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|-----|--------------|-----|------------|----------------|----------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 215 | <b>Pb210</b> | 2   | 22,3 г     | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10***           | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,45542E-01 |
| 216 | <b>Pb212</b> | 2   | 10,6 ч     | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10***           | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,31340E+00 |
| 217 | <b>Bi206</b> | 2   | 6,24 сут   | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,33978E+01 |
| 218 | <b>Bi207</b> | 2.1 | 38 г       | 0,1            | 0,1            | 10              | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+4 | 1,0e+4  | 1,0e+7 | >1,0e+7 | 0,16585E+01 |
| 219 | <b>Bi210</b> | 2   | 5,01 сут   | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,38838E+00 |
| 220 | <b>Bi212</b> | 3   | 1,01 ч     | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10***           | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,28269E+01 |
| 221 | <b>Po203</b> | 2   | 36,7 мин** | 10             | 10             | <b>10,01*</b>   | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,15233E+01 |
| 222 | <b>Po205</b> | 2   | 1,8 ч      | 9,9            | 9,9            | 10              | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,15137E+01 |
| 223 | <b>Po207</b> | 2   | 5,83 ч     | 9,9            | 9,9            | 10              | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,13171E+01 |
| 224 | <b>Po210</b> | 3   | 138 сут    | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10              | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,54080E+01 |
| 225 | <b>At211</b> | 3   | 7,21 ч     | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | <b>0,991e+3</b> | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,25432E+01 |
| 226 | <b>Rn222</b> | 3   | 3,82 сут   | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10***           | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,55904E+01 |
| 227 | <b>Ra223</b> | 3   | 11,4 сут   | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+2***       | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,59910E+01 |
| 228 | <b>Ra224</b> | 3   | 3,66 сут   | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10***           | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,57888E+01 |
| 229 | <b>Ra225</b> | 2   | 14,8 сут   | 10             | 10             | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,12163E+00 |
| 230 | <b>Ra226</b> | 3.1 | 1,6E+03 г  | <b>0,1*</b>    | 0,4            | 10***           | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,48698E+01 |

| 1   | 2               | 3          | 4                | 5              | 6              | 7                | 8      | 9      | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|-----|-----------------|------------|------------------|----------------|----------------|------------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 231 | <b>Ra227</b>    | <b>2</b>   | 42,2 мин**       | 100            | 100            | <b>1,01e+2*</b>  | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,88540E+00 |
| 232 | <b>Ra228</b>    | <b>2</b>   | 5,75 г           | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10***            | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,23475E-01 |
| 233 | <b>Ac228</b>    | <b>2</b>   | 6,13 ч           | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10               | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,14034E+01 |
| 234 | <b>Th226</b>    | <b>3</b>   | 30,57мин**       | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | <b>0,991e+3*</b> | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,64485E+01 |
| 235 | <b>Th227</b>    | <b>3</b>   | 18,7 сут         | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10               | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,61712E+01 |
| 236 | <b>Th228</b>    | <b>3</b>   | 1,91 г           | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0***           | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,55216E+01 |
| 237 | <b>Th229</b>    | <b>3.1</b> | <b>7,34E+03г</b> | 0,1            | 0,1            | 1,0***           | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,51532E+01 |
| 238 | <b>Th230</b>    | <b>3.1</b> | <b>7,7E+04 г</b> | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0              | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,47607E+01 |
| 239 | <b>Th231</b>    | <b>2</b>   | 1,06 сут         | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3           | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,19072E+00 |
| 240 | <b>Th232</b>    | <b>3.1</b> | <b>1,4E+10 г</b> | <b>0,1*</b>    | 0,3            | 1,0***           | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,40913E+01 |
| 241 | <b>Th-прир.</b> | <b>3.1</b> | <b>1,4E+10 г</b> | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0***           | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,40913E+01 |
| 242 | <b>Th234</b>    | <b>2</b>   | 24,1 сут         | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0e+3***        | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,69361E-01 |
| 243 | <b>Pa230</b>    | <b>2</b>   | 17,4 сут         | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10               | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,83217E+00 |
| 244 | <b>Pa231</b>    | <b>3.1</b> | <b>3,27E+04г</b> | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 1,0              | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,51520E+01 |
| 245 | <b>Pa233</b>    | <b>2</b>   | 27 сут           | 10             | 10             | 1,0e+2           | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,41270E+00 |
| 246 | <b>U230</b>     | <b>3</b>   | 20,8 сут         | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10***            | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,59931E+01 |

| 1   | 2       | 3   | 4                | 5              | 6              | 7               | 8      | 9      | 10     | 11      | 12     | 13      | 14          |
|-----|---------|-----|------------------|----------------|----------------|-----------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| 247 | U231    | 2   | 4,2 сут          | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+3 | 1,0e+3 | 1,0e+6 | >1,0e+6 | -      | >1,0e+6 | 0,57413E+01 |
| 248 | U232    | 3.1 | 72 г             | 0,1            | 0,1            | 1,0***          | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,54155E+01 |
| 249 | U233    | 3.1 | <b>1,58E+05г</b> | 1,0            | 4,0            | 10              | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,49128E+01 |
| 250 | U234    | 3.1 | <b>2,44E+05г</b> | <b>0,1*</b>    | 4,0            | 10              | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,48576E+01 |
| 251 | U235    | 3.1 | <b>7,04E+08г</b> | <b>0,1*</b>    | 1,0            | 10***           | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,46793E+01 |
| 252 | U236    | 3.1 | <b>2,34E+07г</b> | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,45843E+01 |
| 253 | U237    | 2   | 6,75 сут         | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | 1,0e+2          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,34310E+00 |
| 254 | U238    | 3.1 | <b>4,47E+09г</b> | <b>0,1*</b>    | 4,0            | 10***           | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,42703E+01 |
| 255 | U-прир. | 3.1 | <b>4,47E+09г</b> | <b>0,1*</b>    | 0,3            | 1,0             | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+3 | 1,0e+3  | 1,0e+6 | >1,0e+6 | 0,42703E+01 |
| 256 | U239    | 2   | 23,47мин**       | 100            | 100            | <b>1,01e+2*</b> | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,46147E+00 |
| 257 | U240    | 2   | 14,1 ч           | 100            | 100            | 1,0e+3          | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,15466E+00 |
| 258 | U240*   | 2   | 14,1 ч           | <b>0,1*</b>    | <b>0,1*</b>    | 10***           | 1,0e+4 | 1,0e+4 | 1,0e+7 | >1,0e+7 | -      | >1,0e+7 | 0,15466E+00 |
| 259 | Np237   | 4.1 | <b>2,14E+06г</b> | <b>0,99</b>    | <b>0,99</b>    | 1,0***          | 10     | 10     | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,49307E+01 |
| 260 | Np239   | 4   | 2,36 сут         | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | <b>0,991e+2</b> | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,44500E+00 |
| 261 | Np240   | 4   | 1,08 ч           | <b>9,99</b>    | <b>9,99</b>    | 10              | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,17138E+01 |
| 262 | Pu234   | 4   | 8,8 ч            | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | <b>0,991e+2</b> | 1,0e+2 | 1,0e+2 | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,43416E+00 |

| 1   | 2             | 3          | 4                       | 5              | 6              | 7                    | 8             | 9             | 10     | 11      | 12     | 13      | 14              |
|-----|---------------|------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|--------|---------|--------|---------|-----------------|
| 263 | <b>Pu235</b>  | <b>4</b>   | 25,3 мин <sup>***</sup> | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | <b>0,991e+2</b><br>* | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,75977E+<br>00 |
| 264 | <b>Pu236</b>  | <b>4</b>   | 2,85 г                  | 1,0            | 1,0            | 10                   | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,58670E+<br>01 |
| 265 | <b>Pu237</b>  | <b>4</b>   | 45,3 сут                | 100            | 100            | <b>0,991e+3</b>      | <b>1,0e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,72894E-<br>01 |
| 266 | <b>Pu238</b>  | <b>4.1</b> | <b>87,7 г</b>           | 0,1            | 0,1            | 1,0                  | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,55927E+<br>01 |
| 267 | <b>Pu239</b>  | <b>4.1</b> | <b>2,41E+04г</b>        | 0,1            | 0,1            | 1,0                  | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,52467E+<br>01 |
| 268 | <b>Pu240</b>  | <b>4.1</b> | <b>6,54E+03г</b>        | 0,1            | 0,1            | 1,0                  | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,52555E+<br>01 |
| 269 | <b>Pu241</b>  | <b>4</b>   | 14,4 г                  | 10             | 10             | <b>0,991e+2</b>      | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,53593E-<br>02 |
| 270 | <b>Pu242</b>  | <b>4.1</b> | <b>3,76E+05г</b>        | 0,1            | 0,1            | 1,0                  | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,49837E+<br>01 |
| 271 | <b>Pu243</b>  | <b>4</b>   | 4,95 ч                  | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | <b>0,991e+3</b>      | <b>1,0e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,19868E+<br>00 |
| 272 | <b>Pu244</b>  | <b>4.1</b> | <b>8,26E+07г</b>        | 0,1            | 0,1            | 1,0                  | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,48905E+<br>01 |
| 273 | <b>Am241</b>  | <b>4.1</b> | <b>432 г</b>            | 0,1            | 0,1            | 1,0                  | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,56236E+<br>01 |
| 274 | <b>Am242</b>  | <b>4</b>   | 16 ч                    | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | <b>0,991e+3</b>      | <b>1,0e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,19940E+<br>00 |
| 275 | <b>Am242m</b> | <b>4.1</b> | <b>152 г</b>            | 0,1            | 0,1            | 1,0 <sup>***</sup>   | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,74913E-<br>01 |
| 276 | <b>Am243</b>  | <b>4.1</b> | <b>7,38E+03г</b>        | 0,1            | 0,1            | 1,0 <sup>***</sup>   | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,54399E+<br>01 |
| 277 | <b>Cm242</b>  | <b>4</b>   | 163 сут                 | 10             | 10             | <b>0,991e+2</b>      | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,62175E+<br>01 |
| 278 | <b>Cm243</b>  | <b>4</b>   | 28,5 г                  | <b>0,99</b>    | <b>0,99</b>    | 1,0                  | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,62124E+<br>01 |

| 1   | 2            | 3          | 4                | 5              | 6              | 7               | 8             | 9             | 10     | 11      | 12     | 13      | 14              |
|-----|--------------|------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|--------|---------|--------|---------|-----------------|
| 279 | <b>Cm244</b> | <b>4</b>   | 18,1 г           | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,59041E+<br>01 |
| 280 | <b>Cm245</b> | <b>4.1</b> | <b>8,5E+03 г</b> | 0,1            | 0,1            | 1,0             | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,56231E+<br>01 |
| 281 | <b>Cm246</b> | <b>4.1</b> | <b>4,73E+03г</b> | 0,1            | 0,1            | 1,0             | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,55252E+<br>01 |
| 282 | <b>Cm247</b> | <b>4.1</b> | <b>1,56E+07г</b> | 0,1            | 0,1            | 1,0             | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,53532E+<br>01 |
| 283 | <b>Cm248</b> | <b>4.1</b> | <b>3,39E+05г</b> | 0,1            | 0,1            | 1,0             | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,20395E+<br>02 |
| 284 | <b>Bk249</b> | <b>4</b>   | 320 cyт          | 100            | 100            | <b>0,991e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,33150E-<br>01 |
| 285 | <b>Cf246</b> | <b>4</b>   | 1,49 cyт         | <b>0,99e+3</b> | <b>0,99e+3</b> | <b>0,991e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,68622E+<br>01 |
| 286 | <b>Cf248</b> | <b>4</b>   | 334 cyт          | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,63571E+<br>01 |
| 287 | <b>Cf249</b> | <b>4.1</b> | <b>350 г</b>     | 0,1            | 0,1            | 1,0             | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,62870E+<br>01 |
| 288 | <b>Cf250</b> | <b>4</b>   | 13,1 г           | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,62743E+<br>01 |
| 289 | <b>Cf251</b> | <b>4.1</b> | <b>898 г</b>     | 0,1            | 0,1            | 1,0             | 10            | 10            | 1,0e+2 | 1,0e+2  | 1,0e+5 | >1,0e+5 | 0,61800E+<br>01 |
| 290 | <b>Cf252</b> | <b>4</b>   | 2,64 г           | 1,0            | 1,0            | 10              | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,12033E+<br>02 |
| 291 | <b>Cf253</b> | <b>4</b>   | 17,8 cyт         | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | <b>0,991e+2</b> | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,99364E-<br>01 |
| 292 | <b>Cf254</b> | <b>4</b>   | 60,5 cyт         | <b>0,99</b>    | <b>0,99</b>    | 1,0             | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,18320E-<br>01 |
| 293 | <b>Es253</b> | <b>4</b>   | 20,5 cyт         | <b>0,99e+2</b> | <b>0,99e+2</b> | <b>0,991e+2</b> | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,67396E+<br>01 |
| 294 | <b>Es254</b> | <b>4</b>   | 276 cyт          | 0,1            | 0,1            | 10              | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -      | >1,0e+5 | 0,65771E+<br>01 |

| 1   | 2             | 3        | 4        | 5              | 6              | 7               | 8             | 9             | 10     | 11      | 12 | 13      | 14          |
|-----|---------------|----------|----------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|--------|---------|----|---------|-------------|
| 295 | <b>Es254m</b> | <b>4</b> | 1,64 сут | 10             | 10             | <b>0,991e+2</b> | 1,0e+2        | 1,0e+2        | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -  | >1,0e+5 | 0,77854E+00 |
| 296 | <b>Fm254</b>  | <b>4</b> | 3,24 ч   | <b>0,99e+4</b> | <b>0,99e+4</b> | <b>0,991e+4</b> | <b>1,0e+4</b> | <b>1,0e+4</b> | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -  | >1,0e+5 | 0,73037E+01 |
| 297 | <b>Fm255</b>  | <b>4</b> | 20,1ч    | 1,0e+2         | 1,0e+2         | <b>0,991e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | <b>1,0e+3</b> | 1,0e+5 | >1,0e+5 | -  | >1,0e+5 | 0,72506E+01 |

Величины активности, приведенные жирным шрифтом, введены авторами.

\* Величины активности УАМАТ, УАМЕТ и ПЗУА, отмеченные звездочками, введены авторами.

\*\* Периоды полураспада, которых нет в документах [1] и [2], поэтому они взяты из других источников.

\*\*\* Величины активности ПЗУА, отмеченные тремя звездочками, приведены в условиях их равновесия с дочерними радионуклидами.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Радиоактивные цепочки

| Номер реакции | Тип реакции     | Номер реакции | Тип реакции     |
|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 16            | (n,2n)          | 105           | (n,t)           |
| 17            | (n,3n)          | 106           | (n,t)           |
| 22            | (n,n $\alpha$ ) | 107           | (n, $\alpha$ )  |
| 28            | (n,np)          | 108           | (n,2 $\alpha$ ) |
| 32            | (n,nd)          | 111           | (n,2p)          |
| 33            | (n,nt)          | 116           | (n,pt)          |
| 102           | (n, $\gamma$ )  | 166           | (n,t)           |
| 103           | (n,p)           | 1004          | (n,n $\gamma$ ) |
| 104           | (n,d)           | -             | -               |

#### **В**

1. B10 (n,p) Be10  $\xrightarrow{\beta^-}$  B10
2. B10 (n,t) Be8  $\rightarrow$  He4
3. B11 (n, $\gamma$ ) B12  $\xrightarrow{\beta^-}$  C12
4. B11 (n,p) Be11  $\xrightarrow{\beta^-}$  B11
5. B11 (n,d) Be10  $\xrightarrow{\beta^-}$  B10
6. B11 (n,t) Be9

#### **С**

1. C12 (n,p) B12  $\xrightarrow{\beta^-}$  C12
2. C13 (n, $\gamma$ ) C14 (n, $\gamma$ ) C15  $\xrightarrow{\beta^-}$  N15
3. C13 (n,p) B13  $\xrightarrow{\beta^-}$  C13
4. C13 (n, $\alpha$ ) Be10  $\xrightarrow{\beta^-}$  B10
5. C13 (n,t) B11



## **N**

1.  $\text{N14 (n,2n) N13} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{C13}}$
2.  $\text{N14 (n,p) C14} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{N14}}$
3.  $\text{N14 (n,t) C12}$
4.  $\text{N15 (n,\gamma) N16} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{O16}}$
5.  $\text{N15 (n,p) C15} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{N15}}$
6.  $\text{N15 (n,\alpha) B12} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{C12}}$
7.  $\text{N15 (n,np) C14} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{N14}}$
8.  $\text{N15 (n,d) C14} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{N14}}$
9.  $\text{N15 (n,t) C13}$

## **Mg**

1.  $\text{Mg24 (n,p) Na24} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg24}}$
2.  $\text{Mg24 (n,p) Na24m} \rightarrow \text{Na24} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg24}}$
3.  $\text{Mg24 (n,np) Na23}$
4.  $\text{Mg25 (n,p) Na25} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg25}}$
5.  $\text{Mg25 (n,d) Na24} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg24}}$
6.  $\text{Mg25 (n,d) Na24m} \rightarrow \text{Na24} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg24}}$
7.  $\text{Mg25 (n,t) Na23}$
8.  $\text{Mg26 (n,\gamma) Mg26} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Al27}}$
9.  $\text{Mg26 (n,p) Na26} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg26}}$
10.  $\text{Mg26 (n,d) Ne23} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Na23}}$

## Al

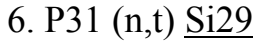
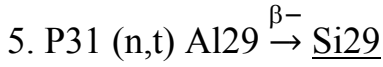
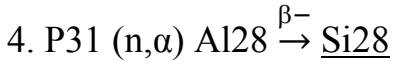
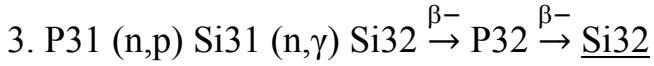
1.  $\text{Al27 (n,2n) Al26} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Mg26}}$
2.  $\text{Al27 (n,2n) Al26m} \rightarrow \underline{\text{Mg26}}$
3.  $\text{Al27 (n,\gamma) Al28} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si28}}$
4.  $\text{Al27 (n,p) Mg27} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Al27}}$
5.  $\text{Al27 (n,\alpha) Na24} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg24}}$
6.  $\text{Al27 (n,\alpha) Na24m} \rightarrow \text{Na24} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mg24}}$
7.  $\text{Al27 (n,t) } \underline{\text{Mg25}}$

## Si

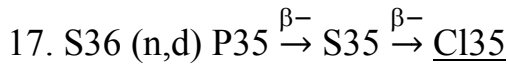
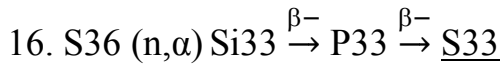
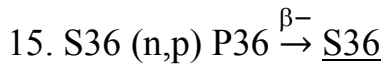
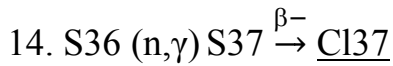
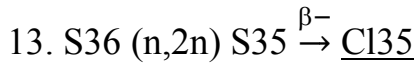
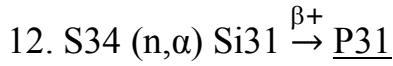
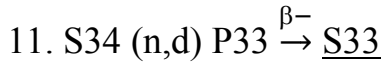
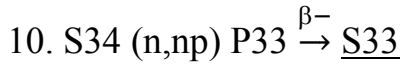
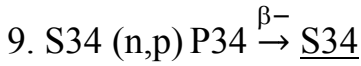
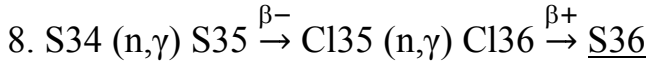
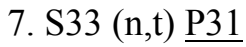
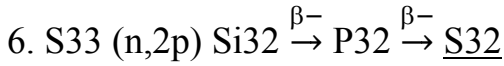
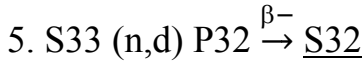
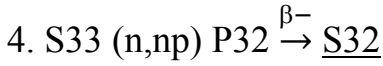
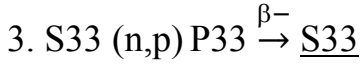
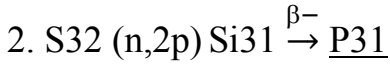
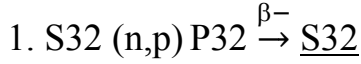
1.  $\text{Si28 (n,p) Al28} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si28}}$
2.  $\text{Si29 (n,p) Al29} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si29}}$
3.  $\text{Si29 (n,\alpha) Al28} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si28}}$
4.  $\text{Si29 (n,t) } \underline{\text{Al27}}$
5.  $\text{Si29 (n,2p) Mg28} \xrightarrow{\beta^-} \text{Al28} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si28}}$
6.  $\text{Si30 (n,\gamma) Si31} \xrightarrow{\beta^-} \text{P31 (n,\gamma) P32} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{S32}}$
7.  $\text{Si30 (n,\gamma) Si31 (n,\gamma) Si32} \xrightarrow{\beta^-} \text{P32} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{S32}}$
8.  $\text{Si30 (n,p) Al30} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si30}}$
9.  $\text{Si30 (n,d) Al29} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si29}}$
10.  $\text{Si30 (n,\alpha) Mg27} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Al27}}$
11.  $\text{Si30 (n,t) Al28} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si28}}$

## P

1.  $\text{P31 (n,2n) P30} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Si30}}$
2.  $\text{P31 (n,\gamma) P32 (n,\gamma) P33} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Si33}}$

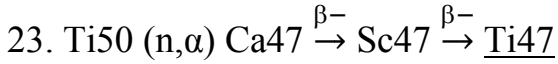
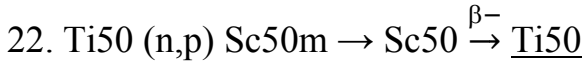


## S

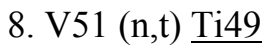
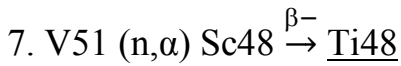
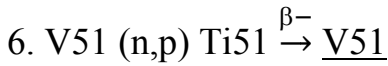
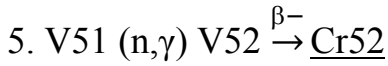
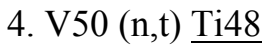
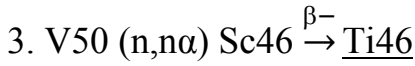
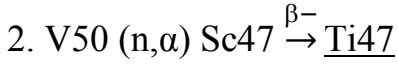
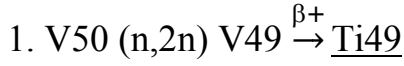


## Ti

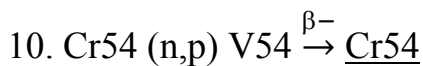
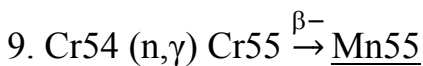
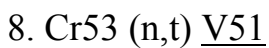
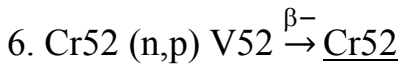
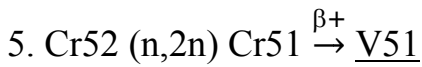
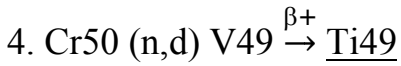
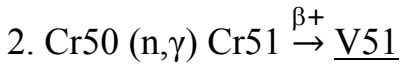
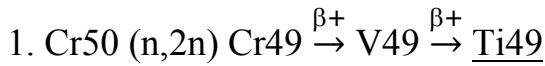
1.  $\text{Ti46 (n,2n) Ti45} \rightarrow \text{Sc45m} \rightarrow \underline{\text{Sc45}}$
2.  $\text{Ti46 (n,p) Sc46} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti46}}$
3.  $\text{Ti46 (n,p) Sc46m} \rightarrow \text{Sc46} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti46}}$
4.  $\text{Ti46 (n,n}\alpha) \text{Ca42 (n,}\alpha) \text{Ar39} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{K39}}$
5.  $\text{Ti46 (n,}\alpha) \text{Ca43 (n,n}\alpha) \text{Ar39} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{K39}}$
6.  $\text{Ti46 (n,2p) Ca45 (n,}\alpha) \text{Ar42} \xrightarrow{\beta^-} \text{K42} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ca42}}$
7.  $\text{Ti46 (n,t) Sc44} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Ca44}}$
8.  $\text{Ti47 (n,p) Sc47} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti47}}$
9.  $\text{Ti47 (n,np) Sc46} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti46}}$
10.  $\text{Ti47 (n,np) Sc46m} \rightarrow \text{Sc46} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti46}}$
11.  $\text{Ti47 (n,d) Sc46} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti46}}$
12.  $\text{Ti47 (n,d) Sc46m} \rightarrow \text{Sc46} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti46}}$
13.  $\text{Ti47 (n,t) } \underline{\text{Sc45}}$
14.  $\text{Ti48 (n,p) Sc48} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti48}}$
15.  $\text{Ti48 (n,}\alpha) \text{Ca45 (n,}\alpha) \text{Ar42} \xrightarrow{\beta^-} \text{K42} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ca42}}$
16.  $\text{Ti48 (n,d) Sc47} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti47}}$
17.  $\text{Ti49 (n,p) Sc49} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti49}}$
18.  $\text{Ti49 (n,d) Sc48} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti48}}$
19.  $\text{Ti49 (n,t) Sc47} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti47}}$
20.  $\text{Ti50 (n,}\gamma) \text{Ti51} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{V51}}$
21.  $\text{Ti50 (n,p) Sc50} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ti50}}$

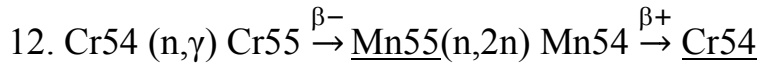
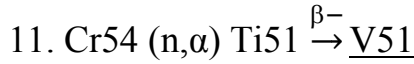


### **V**

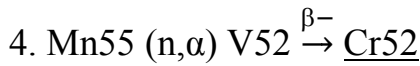
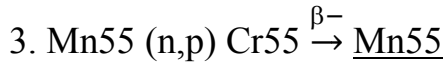
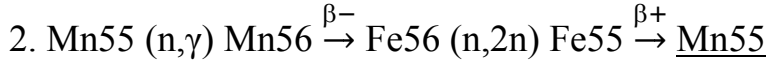
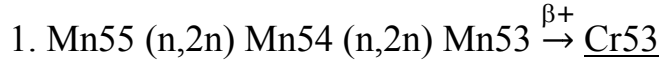


### **Cr**

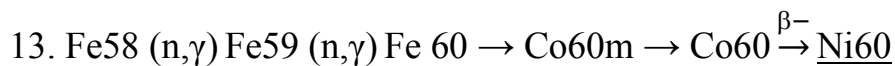
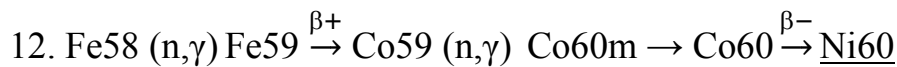
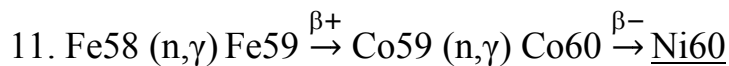
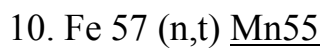
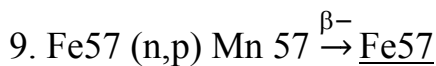
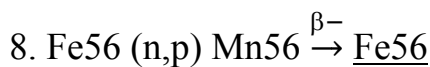
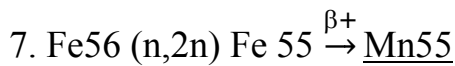
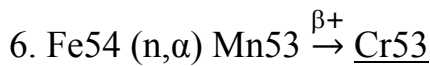
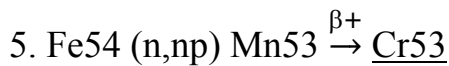
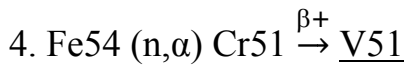
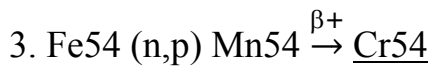
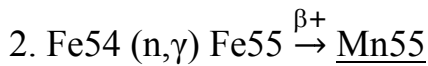
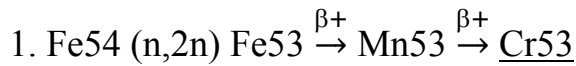


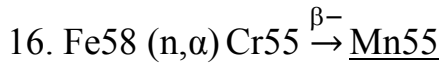


### **Mn**

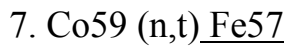
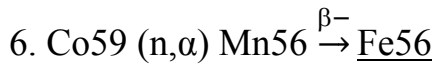
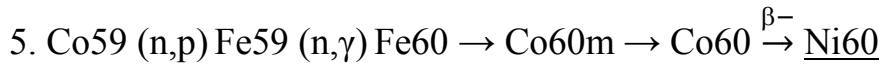
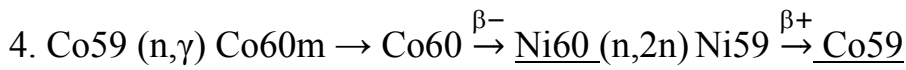
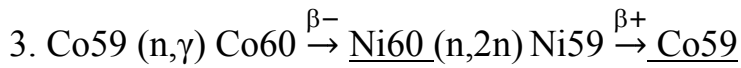
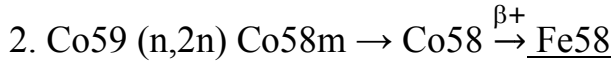
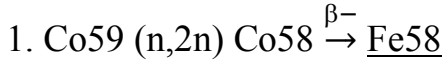


### **Fe**

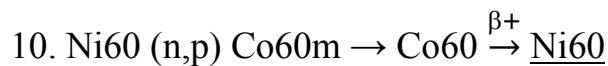
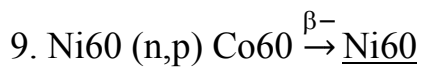
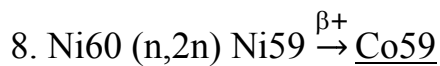
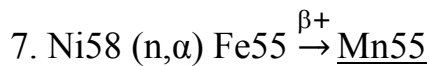
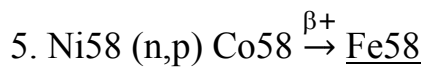
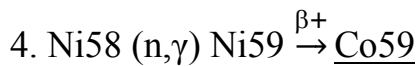
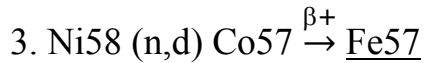
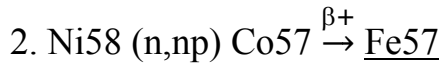
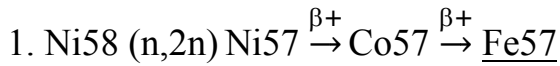




### **Co**



### **Ni**



11.  $\text{Ni60 (n,t) Co58} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Fe58}}$
12.  $\text{Ni61 (n,p) Co61} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni61}}$
13.  $\text{Ni61 (n,np) Co60} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni60}}$
14.  $\text{Ni61 (n,np) Co60m} \rightarrow \text{Co60} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni60}}$
15.  $\text{Ni61 (n,d) Co60} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni60}}$
16.  $\text{Ni61 (n,d) Co60m} \rightarrow \text{Co60} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni60}}$
17.  $\text{Ni61 (n,t) Co59}$
18.  $\text{Ni62 (n,\gamma) Ni63} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Cu63}}$
19.  $\text{Ni62 (n,p) Co62} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni62}}$
20.  $\text{Ni62 (n,p) Co62m} \rightarrow \text{Co62} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni62}}$
21.  $\text{Ni62 (n,d) Co61} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni61}}$
22.  $\text{Ni62 (n,\alpha) Fe59} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Co59}}$
23.  $\text{Ni64 (n,2n) Ni63} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Cu63}}$
24.  $\text{Ni64 (n,\gamma) Ni65} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Cu65}}$
25.  $\text{Ni64 (n,p) Co64} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni64}}$
26.  $\text{Ni64 (n,\alpha) Fe61} \xrightarrow{\beta^-} \text{Co61} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni61}}$
27.  $\text{Ni64 (n, n\alpha) Fe60} \rightarrow \text{Co60m} \rightarrow \text{Co60} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni60}}$

### **Cu**

1.  $\text{Cu63 (n,2n) Cu62} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Ni62}}$
2.  $\text{Cu63 (n,\gamma) Cu64} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Ni64}}$
3.  $\text{Cu63 (n,p) Ni63} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Cu63}}$
4.  $\text{Cu63 (n,\alpha) Co60} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni60}}$



5.  $\text{Cu63 (n,}\alpha\text{) Co60m} \rightarrow \text{Co60} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni60}}$
6.  $\text{Cu63 (n,t) } \underline{\text{Ni61}}$
7.  $\text{Cu65 (n,2n) Cu64} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Ni64}}$
8.  $\text{Cu65 (n,}\gamma\text{) Cu66} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Zn66}}$
9.  $\text{Cu65 (n,p) Ni65} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Cu65}}$
10.  $\text{Cu65 (n,}\alpha\text{) Co 62} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni62}}$
11.  $\text{Cu65 (n,}\alpha\text{) Co62m} \rightarrow \text{Co62} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni62}}$
12.  $\text{Cu65 (n,n}\alpha\text{) Co61} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ni61}}$
13.  $\text{Cu65 (n,t) Ni63} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Cu63}}$
14.  $\text{Cu65 (n,t) Ni63} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Cu63}}$

### **Nb**

1.  $\text{Nb93 (n,2n) Nb92} \xrightarrow{\beta^+} \underline{\text{Zr92}}$
2.  $\text{Nb93 (n,2n) Nb92m} \rightarrow \underline{\text{Zr92}}$
3.  $\text{Nb93 (n,n'}\gamma\text{) Nb93m} \rightarrow \underline{\text{Nb93}}$
4.  $\text{Nb93 (n,}\gamma\text{) Nb94 (n,}\gamma\text{) Nb95 (n,}\gamma\text{) Nb96} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo96}}$
5.  $\text{Nb93 (n,}\gamma\text{) Nb94m} \rightarrow \text{Nb94 (n,}\gamma\text{) Nb95 (n,}\gamma\text{) Nb96} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo96}}$
6.  $\text{Nb93 (n,}\gamma\text{) Nb94 (n,}\gamma\text{) Nb95m} \rightarrow \text{Nb95(n,}\gamma\text{) Nb96} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo96}}$
7.  $\text{Nb93 (n,}\gamma\text{) Nb94m} \rightarrow \text{Nb94 (n,}\gamma\text{) Nb95m} \rightarrow \text{Nb95 (n,}\gamma\text{) Nb96} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo96}}$
8.  $\text{Nb93 (n,p) Zr93} \rightarrow \text{Nb93m} \rightarrow \underline{\text{Nb93}}$
9.  $\text{Nb93 (n,}\alpha\text{) Y90} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Zr90}}$
10.  $\text{Nb93 (n,}\alpha\text{) Y90m} \rightarrow \text{Y90} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Zr90}}$
11.  $\text{Nb93 (n,n}\alpha\text{) Y89m} \rightarrow \underline{\text{Y89}}$
12.  $\text{Nb93 (n,t) } \underline{\text{Zr91}}$

## Mo

1. Mo92 (n,2n) Mo91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Nb91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr91
2. Mo92 (n,2n) Mo91m  $\rightarrow$  Mo91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Nb91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr91
3. Mo92 (n,2n) Mo91m  $\rightarrow$  Nb91m  $\rightarrow$  Nb91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr91
4. Mo92 (n, $\gamma$ ) Mo93  $\rightarrow$  Nb93m  $\rightarrow$  Nb93
5. Mo92 (n, $\gamma$ ) Mo93m  $\rightarrow$  Mo93  $\rightarrow$  Nb93m  $\rightarrow$  Nb93
6. Mo92 (n,p) Nb92  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr92
7. Mo92 (n,p) Nb92m  $\rightarrow$  Zr92
8. Mo92 (n, $\alpha$ ) Zr89  $\rightarrow$  Y89m  $\rightarrow$  Y89
9. Mo92 (n, $\alpha$ ) Zr89m  $\rightarrow$  Zr89  $\rightarrow$  Y89m  $\rightarrow$  Y89
10. Mo92 (n,np) Nb91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr91
11. Mo92 (n,np) Nb91m  $\rightarrow$  Nb91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr91
12. Mo92 (n,d) Nb91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr91
13. Mo92 (n,d) Nb91m  $\rightarrow$  Nb91  $\xrightarrow{\beta^+}$  Zr91
14. Mo92 (n,n $\alpha$ ) Zr88  $\xrightarrow{\beta^+}$  Y88  $\xrightarrow{\beta^+}$  Sr88
15. Mo94 (n,2n) Mo93  $\rightarrow$  Nb93m  $\rightarrow$  Nb93
16. Mo94 (n,2n) Mo93m  $\rightarrow$  Mo93  $\rightarrow$  Nb93m  $\rightarrow$  Nb93
17. Mo94 (n,p) Nb94  $\xrightarrow{\beta^-}$  Mo94
18. Mo94 (n,p) Nb94m  $\rightarrow$  Nb94  $\xrightarrow{\beta^-}$  Mo94
19. Mo94 (n,np) Nb93m  $\rightarrow$  Nb93
20. Mo94 (n,d) Nb93m  $\rightarrow$  Nb93
21. Mo95 (n,p) Nb95  $\xrightarrow{\beta^-}$  Mo95

22.  $\text{Mo95 (n,p) Nb95m} \rightarrow \text{Nb95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
23.  $\text{Mo95 (n,np) Nb94} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo94}}$
24.  $\text{Mo95 (n,np) Nb94m} \rightarrow \text{Nb94} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo94}}$
25.  $\text{Mo95 (n,d) Nb94} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo94}}$
26.  $\text{Mo95 (n,d) Nb94m} \rightarrow \text{Nb94} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo94}}$
27.  $\text{Mo95 (n,t) Nb93}$
28.  $\text{Mo96 (n,p) Nb96} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo96}}$
29.  $\text{Mo96 (n,\alpha) Zr93} \rightarrow \text{Nb93m} \rightarrow \underline{\text{Nb93}}$
30.  $\text{Mo96 (n,np) Nb95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
31.  $\text{Mo96 (n,np) Nb95m} \rightarrow \text{Nb95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
32.  $\text{Mo96 (n,d) Nb95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
33.  $\text{Mo96 (n,d) Nb95m} \rightarrow \text{Nb95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
34.  $\text{Mo97 (n,p) Nb97} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo97}}$
35.  $\text{Mo97 (n,p) Nb97m} \rightarrow \text{Nb97} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo97}}$
36.  $\text{Mo97 (n,np) Nb96} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo96}}$
37.  $\text{Mo97 (n,d) Nb96} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo96}}$
38.  $\text{Mo97 (n,n\alpha) Zr93} \rightarrow \text{Nb93m} \rightarrow \underline{\text{Nb93}}$
39.  $\text{Mo97 (n,t) Nb95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
40.  $\text{Mo98 (n,\gamma) Mo99} \xrightarrow{\beta^-} \text{Tc99} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ru99}}$
41.  $\text{Mo98 (n,\gamma) Mo99} \rightarrow \text{Tc99m} \rightarrow \text{Tc99} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ru99}}$
42.  $\text{Mo98 (n,p) Nb98} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo98}}$
43.  $\text{Mo98 (n,p) Nb98m} \rightarrow \text{Nb98} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo98}}$

44.  $\text{Mo98 (n,}\alpha\text{) Zr95} \xrightarrow{\beta^-} \text{Nb 95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
45.  $\text{Mo98 (n,}\alpha\text{) Zr95} \rightarrow \text{Nb 95m} \rightarrow \text{Nb 95} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo95}}$
46.  $\text{Mo98 (n,d) Nb97} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo97}}$
47.  $\text{Mo98 (n,d) Nb97m} \rightarrow \text{Nb97} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo97}}$
48.  $\text{Mo100 (n,2n) Mo99} \xrightarrow{\beta^-} \text{Tc99} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ru99}}$
49.  $\text{Mo100 (n,2n) Mo99} \rightarrow \text{Tc99m} \rightarrow \text{Tc99} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ru99}}$
50.  $\text{Mo100 (n,}\gamma\text{) Mo101} \xrightarrow{\beta^-} \text{Tc 101} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ru101}}$
51.  $\text{Mo100 (n,p) Nb100} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo100}}$
52.  $\text{Mo100 (n,p) Nb100m} \rightarrow \underline{\text{Mo100}}$
53.  $\text{Mo100 (n,}\alpha\text{) Zr97} \xrightarrow{\beta^-} \text{Nb97} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo97}}$
54.  $\text{Mo100 (n,}\alpha\text{) Zr97} \rightarrow \text{Nb97m} \rightarrow \text{Nb97} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Mo97}}$
55.  $\text{Mo100 (n,d) Nb99} \xrightarrow{\beta^-} \text{Mo99} \xrightarrow{\beta^-} \text{Tc99} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ru99}}$
56.  $\text{Mo100 (n,d) Nb99m} \xrightarrow{\beta^-} \text{Mo99} \xrightarrow{\beta^-} \text{Tc99} \xrightarrow{\beta^-} \underline{\text{Ru99}}$