

5. БОР

5.1. Бор-10

Содержание в естественной смеси: $19.8 \pm 0.3\%$.

Спин основного состояния: 3^+ .

1. Файлы

Реакции $^{10}\text{B}(n,\alpha)$ (MT=107) и $^{10}\text{B}(n,\alpha\gamma_1)$ (MT=801) используются в качестве стандартов при измерении нейтронных сечений¹. Поэтому только файлы, которые включают международные стандарты этих сечений могут быть рекомендованы для библиотек общего пользования. Последняя оценка стандартов была выполнена в 2005 году и в настоящее время включена только в оценку ENDF/B-VII. Однако, сравнение с другими оценками представляет интерес. Из-за большого количества экспериментальных данных и использованию в R-матричной модельной оценке методом наименьших квадратов экспериментальных данных по сечениям обратных реакций, сравнение оценённых сечений с экспериментальными данными не является информативным.

JENDL-3: оценка 1987 года. Ниже 10 кэВ – R-матричная оценка, 10 кэВ – 800 кэВ – оценка основана на экспериментальных данных, выше 800 кэВ – оценка основана на модельных расчётах и экспериментальных данных.

ENDF/B-VI (JEFF-3.1): оценка 1989 года. Ниже 100 кэВ – сечения стандартов (ENDF/B-VI), 100 кэВ – 1 МэВ – результаты R-матричной оценки выполненной при оценке стандартов, выше 1 МэВ – оценка основана на модельных расчётах и экспериментальных данных.

ENDF/B-VII: интегральные сечения ниже 1 МэВ взяты из новой международной оценки стандартов (2005), угловые распределения ниже 1 МэВ взяты из R-матричного описания (G. Hale, 2004), выполненного в рамках проекта при оценке стандартных сечений. Все сечения выше 1 МэВ взяты из оценки ENDF/B-VI.

2. Данные

Как уже отмечалось, отличие в сечениях ниже 1 МэВ, где оценки, как правило, выполнены описанием методом наименьших квадратов в R-матричной модели большого количества экспериментальных данных, являются небольшими, а их сравнение с экспериментальными данными – малоинформативным. На рисунках 1 и 2 показано сравнение полного и упругого сечений. Выше энергии 1 МэВ оценки ENDF/B-VI, JEFF-3.1 и ENDF/B-VII совпадают. Из рисунка 3 видно, что ENDF/B-VII лучше описывает имеющиеся экспериментальные данные по упругому рассеянию при высоких энергиях.

Сравнение сечения (n,α) , рекомендованного стандартом ниже 1 МэВ показано на рисунке 4, а заметно отличающихся сечений неупругого рассеяния – на рисунке 5. В оценках использовались не прямые экспериментальные данные и модельные расчёты. Так как полное и упругое сечение в ENDF/B-VII лучше согласуется с экспериментом, то можно ожидать, что и парциальные сечения реакций (в сумме дающие разность между полным и упругим сечениями) так же лучше описаны в ENDF/B-VII.

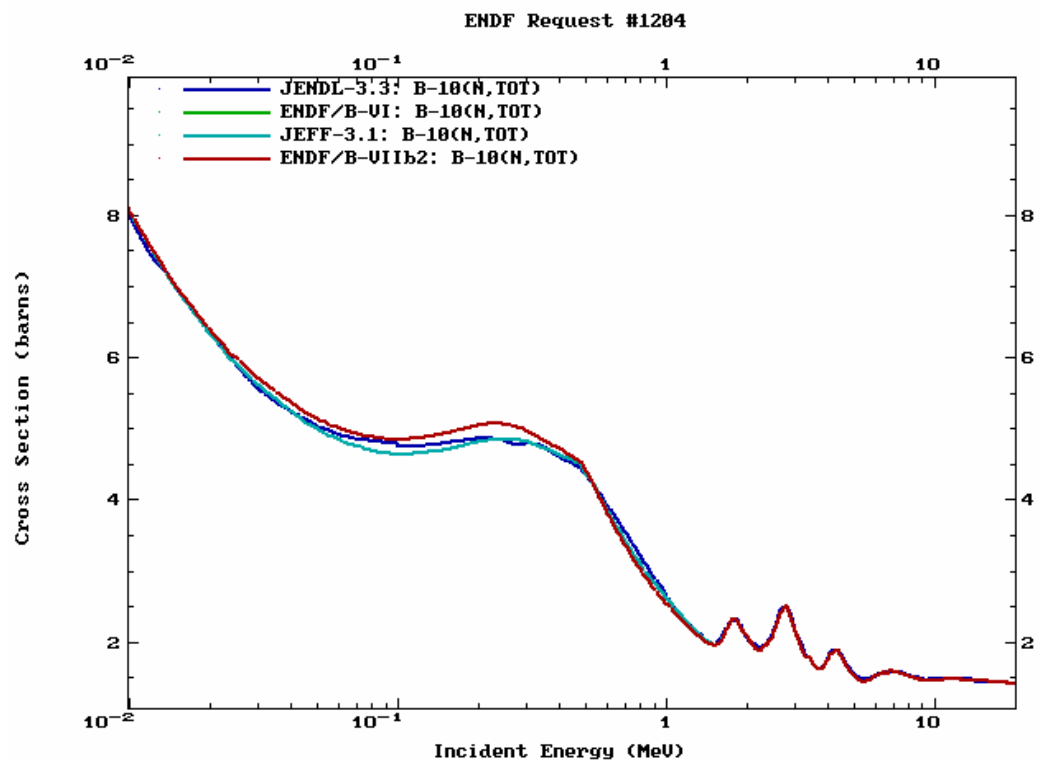


Рисунок 1. Сравнение полного сечения нейтронов из разных библиотек.

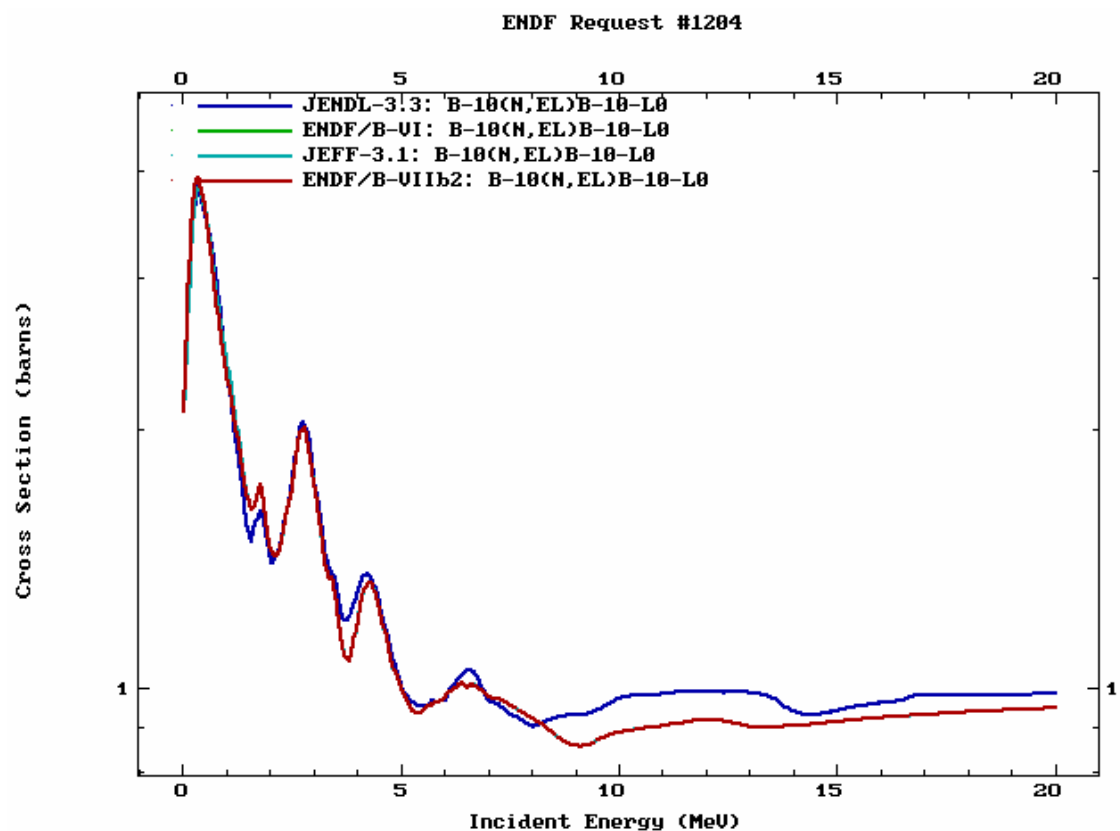


Рисунок 2. Сравнение сечения упругого рассеяния нейтронов из разных библиотек.

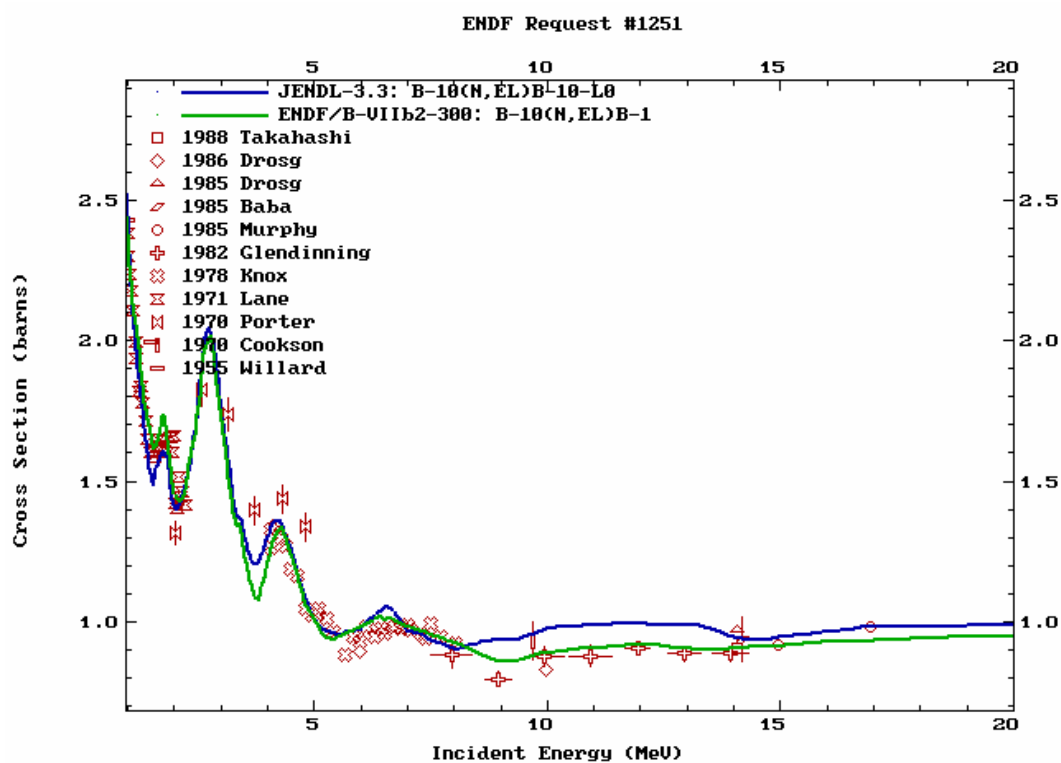


Рисунок 3. Сравнение сечения упругого рассеяния нейтронов из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII с экспериментальными данными.

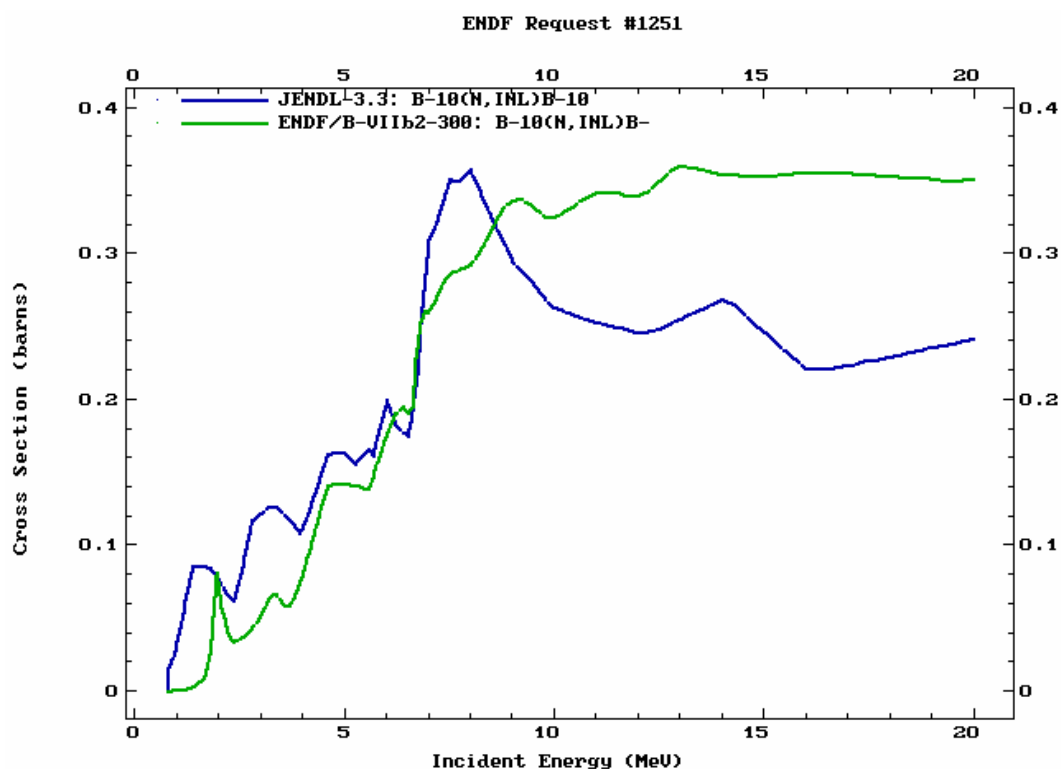


Рисунок 4. Сравнение полного сечения неупругого рассеяния нейтронов из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII.

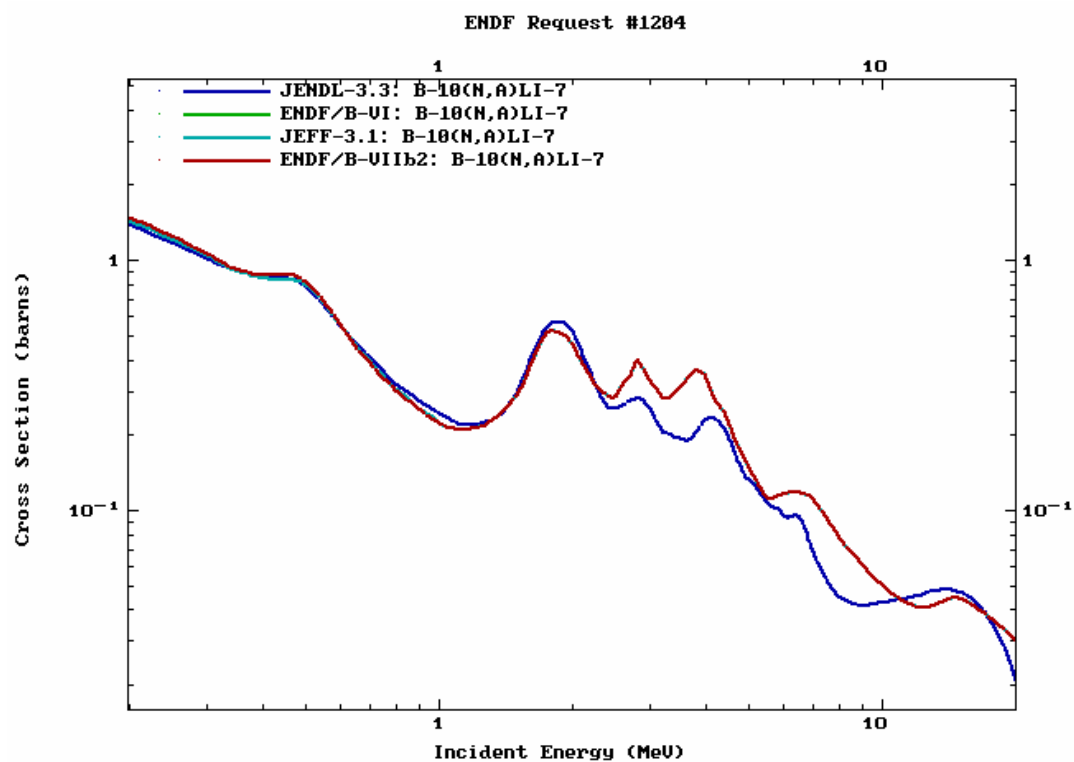


Рисунок 5. Сравнение сечения (n,α) из разных библиотек.

3. Заключение

3.1. Выводы

Для библиотеки РОСФОНД оцененные нейтронные данные для В-10 могут быть рекомендованы из библиотеки ENDF/B-VII.

3.2. Автор рекомендации

Проняев В.Г.

5.2. Бор-11

Содержание в естественной смеси: $80.2 \pm 0.3\%$.

Спин основного состояния: $3/2^-$.

1. Файлы

JENDL-3: оценка 1988 года. Ниже 1 МэВ – расчёты по многоуровневой формуле Брейта-Вигнера с резонансными параметрами С. Мугхабгхаба (1981), 1 МэВ – 4 МэВ – описание в R- матричном подходе. Для энергий выше 4 МэВ - описание экспериментальных данных с помощью теоретических моделей с учётом вклада всех возможных механизмов реакций.

ENDF/B-VII: (ENDF/B-VI, JEFF-3.1): оценка 1989 года. Ниже 1 МэВ – расчёты по многоуровневой формуле Брейта-Вигнера с резонансными параметрами С. Мугхабгхаба (1981), выше 1 МэВ оценка по экспериментальным данным и моделям с учётом вклада всех возможных механизмов реакций.

2. Данные

На рисунках 6 и 7 показано сравнение полного и упругого сечений из двух независимых оценок с имеющимися экспериментальными данными. Заметны отличия только в упругом рассеянии при энергии выше 12 МэВ. Большой разброс экспериментальных данных при энергии в 14 МэВ вероятно объясняется проблемами выделением упруго-рассеянных нейтронов из спектров эмиссии нейтронов получаемых на эксперименте.

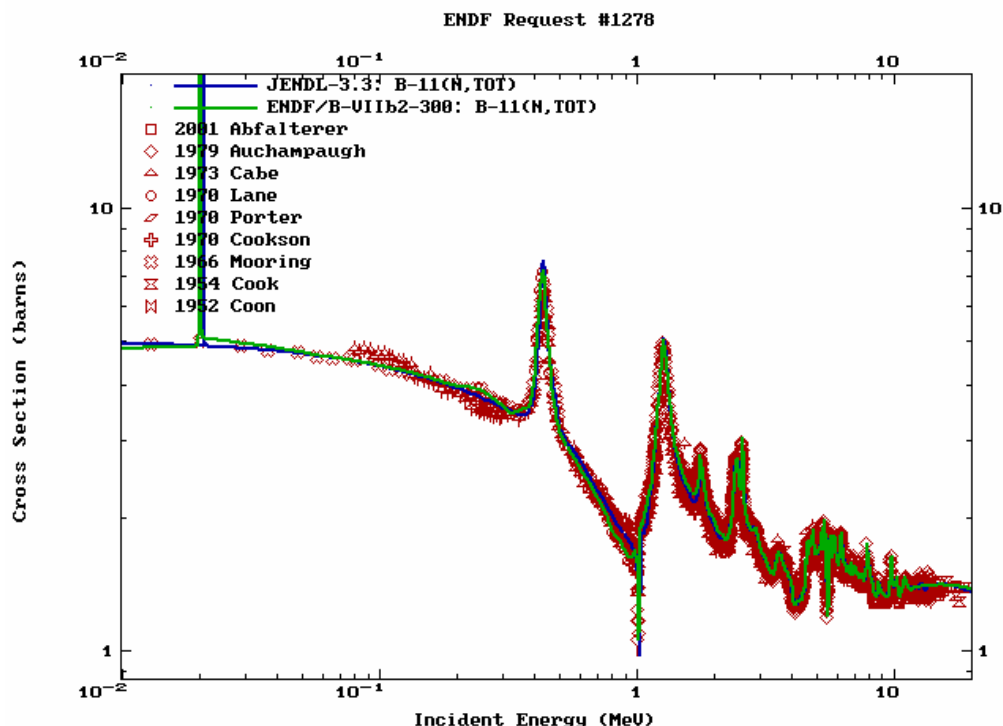


Рисунок 6. Сравнение полного сечения нейтронов В-11 из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII с экспериментальными данными.

Хорошее согласие наблюдается в оценке полного сечения неупругого рассеяния (рисунок 8) и сечения (n, α) (рисунок 9). Однако оценки сечений реакций $(n, p \alpha)$ и последовательных реакций с выходом гелия и трития существенно отличаются (рисунки 10, 11). Прецизионное измерение сечения производства гелия Кнеффом ($X4=10933$) при энергии 14.8 МэВ даёт значение 306 ± 21 мб. Сечение производства гелия с учётом вклада от четырёх реакций в JENDL-3 – около 200 мб и двух реакций в ENDF/B-VII – 336 мб. учитывая также, что сечение упругого рассеяния в JENDL-3 полученное как разность между полным сечением и суммой сечений всех реакций имеет сильную энергетическую зависимость в области энергий выше 14 МэВ, то предпочтение при выборе должно быть отдано библиотеке ENDF/B-VII.

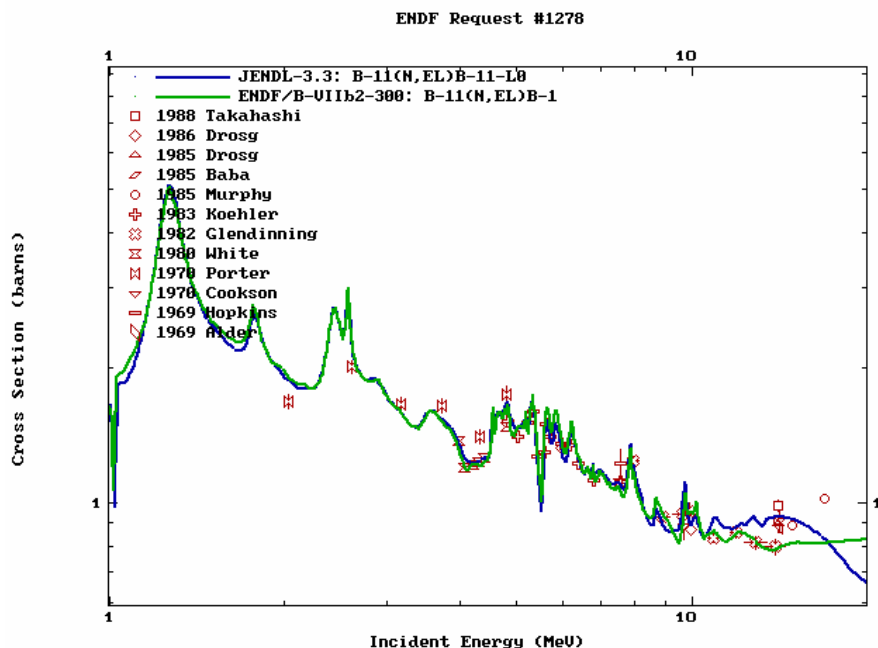


Рисунок 7. Сравнение сечения упругого рассеяния нейтронов из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII с экспериментальными данными.

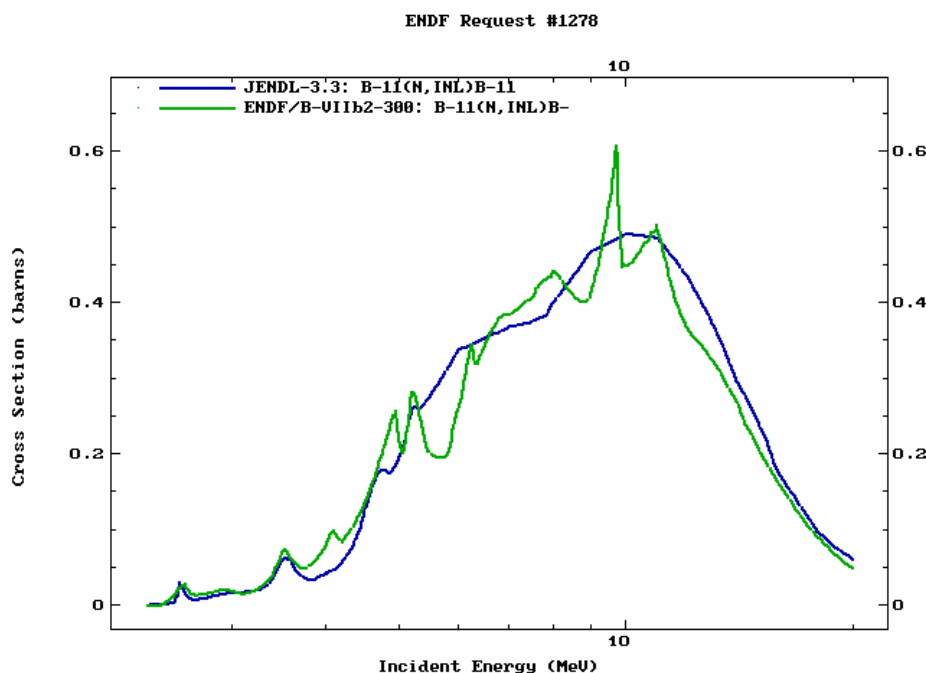


Рисунок 8. Сравнение сечения неупругого рассеяния нейтронов из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII.

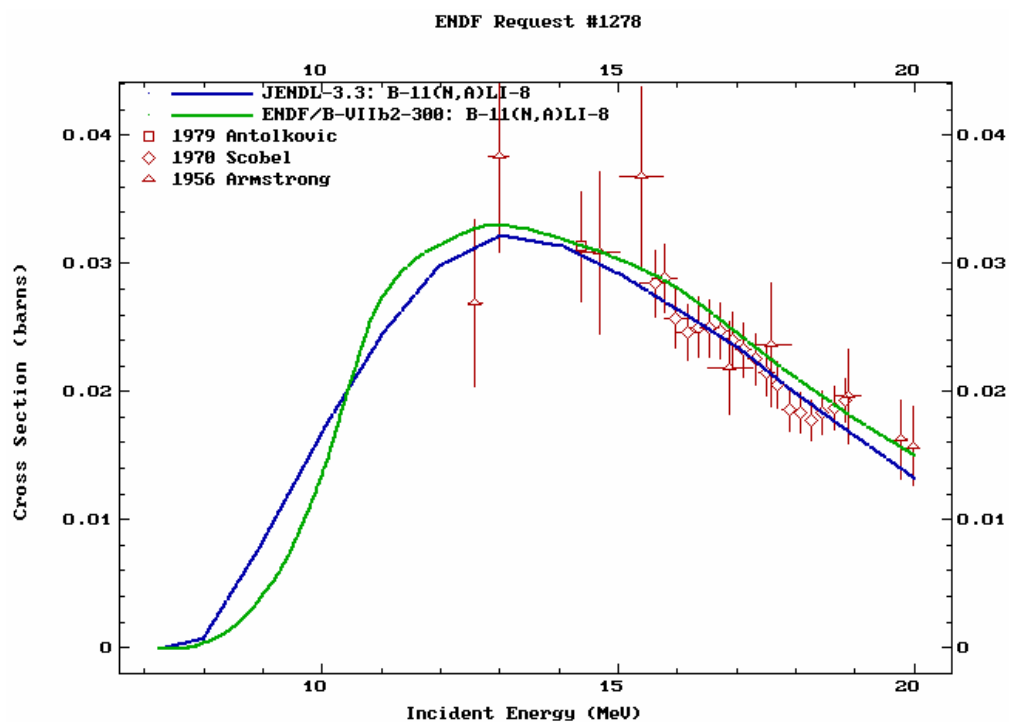


Рисунок 9. Сравнение сечения (n,α) из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII с имеющимися экспериментальными данными.

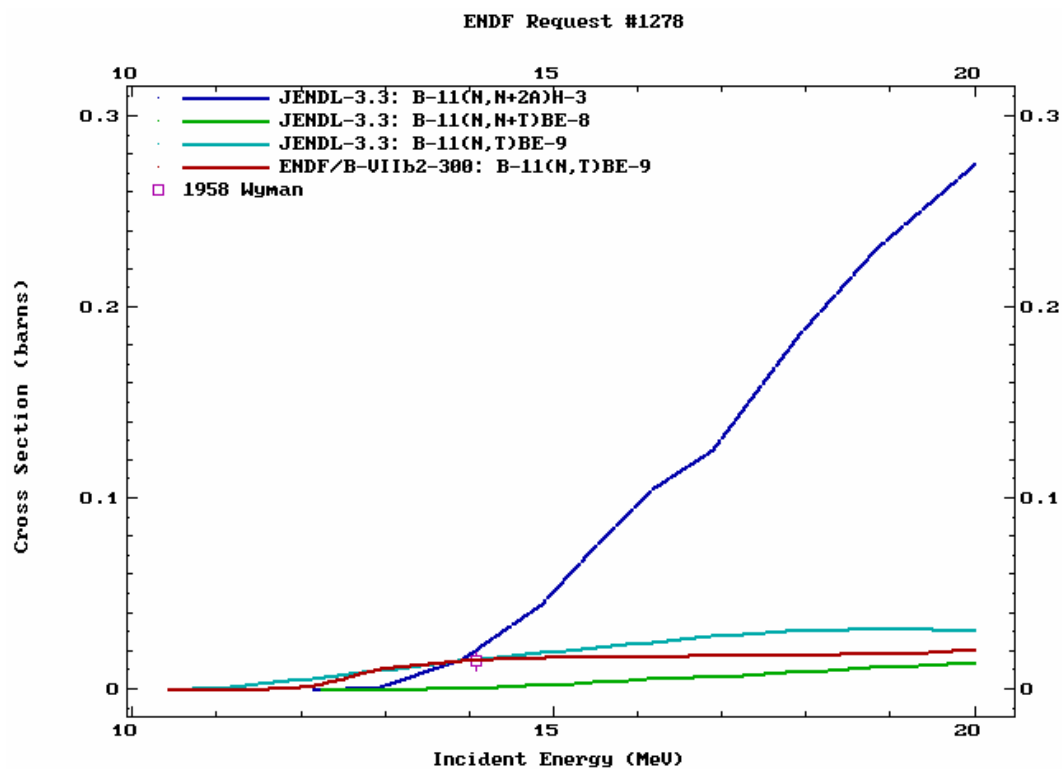


Рисунок 10. Сравнение сечения ведущих к производству трития из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII с имеющимися экспериментальными данными.

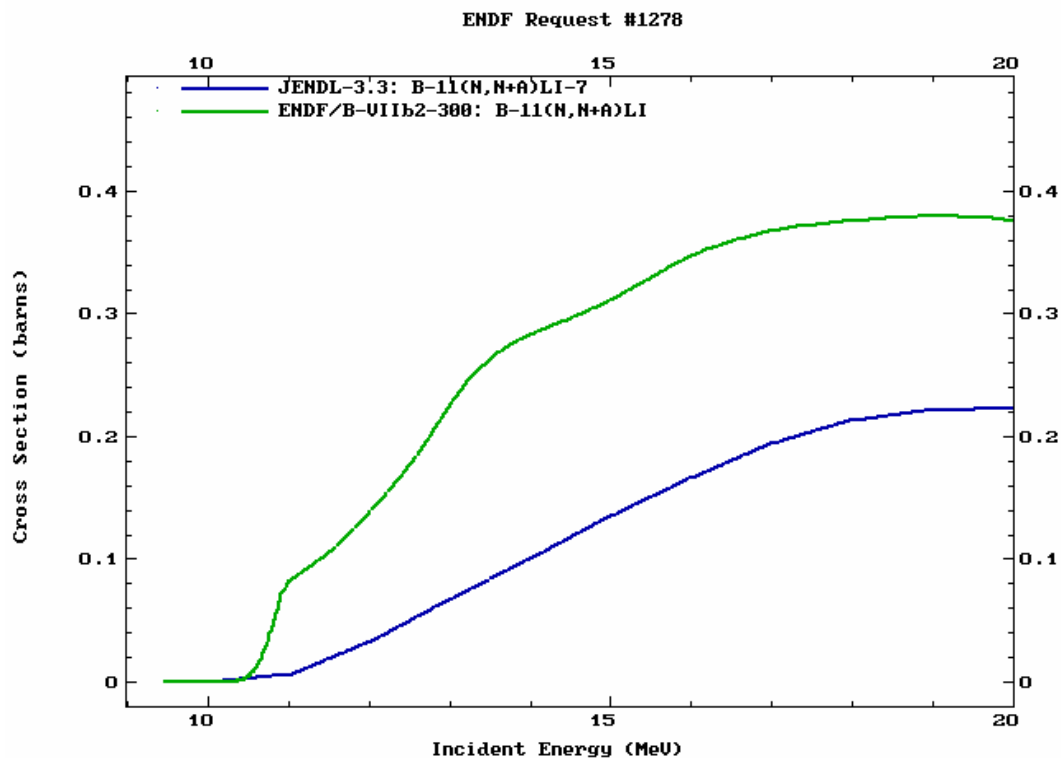


Рисунок 11. Сравнение сечения $(n, n \alpha)$ из библиотек JENDL-3 и ENDF/B-VII.

3. Заключение

3.1. Выводы

Для библиотеки РОСФОНД оцененные нейтронные данные для В-11 могут быть рекомендованы из библиотеки ENDF/B-VII или из JEFF-3.1.

3.2 Автор рекомендации

Проняев В.Г.