

1 ECIS

ECIS - программа, созданная для решения задачи о связанных каналах с наименьшим количеством вычислений. Ее принцип работы заключается в получении нескольких решений, необходимых в конкретном случае без обработки всех решений системы уравнений. В программе реализованы расчеты в деформированном оптическом потенциале, колебательных и вращательных возбуждений, компаунд-процессов в подходе Хаузера-Фешбаха.

1.1 Создание входных файлов ECIS

ECIS-6 встроен непосредственно в код TALYS-1.9 как подпрограмма *ecist(ecisinp,ecisout,eciscs,ecisin,ecistr,ecisang,ecisleg)*, отличия которой от оригинального ECIS-6, по-видимому (*это не проверялось*) сводятся к возможности задания имен входных и выходных файлов. Для создания входных файлов и чтения результатов расчета в TALYS присутствуют специальные подпрограммы. Созданные входные файлы совместимы с ECIS-12, за исключением ключевого слова *fin*, которое должно быть набрано в верхнем регистре для ECIS-12. Перечень таких подпрограмм и их назначение приведен в таблице 1. Перечень подпрограмм с создаваемыми файлами при-

Подпрограмма	Назначение
gaunalcomp	создает входной файл для расчетов в рамках сост. ядра
inverseecis	создает файл для выходных каналов
incidentecis	создает файл для входного канала
endfecis	создает входной файл с энергиями из ENDF-6
directecis	создает файл для расчета прямых реакций (только DWBA)
dwbaecis	создает файл для DWBA MSD

Таблица 1: Перечень подпрограмм, осуществляющих создание входных файлов для ECIS

веден в таблице 2. Для записи сгенерированных перечисленными подпрограммами параметров во входной файл используются подпрограммы *ecisinput* (для *inverseecis*,

endfecis, incidentecis, directecis) и eciscompound (только для raunalcomp). Следует отметить, что результаты расчета для составного ядра не считываются (подпрограмма raunalcomp, это явно упоминается в коде), также в коде не было обнаружено считывания файлов для DWBA MSD. (подпрограмма dwbaecis).

Подпрограмма	вх. файл	файлы с результатами расчета
raunalcomp	eciscomp.inp	ecis.comcs, ecis.comin, ecis.comang, ecis.comleg, eciscomp.out
inverseecis	ecisinv.inp	ecisinv.out, csZZZAAA, ecis.invin, trZZZAAA
incidentecis	ecisinc.inp	ecisinc.out, ecis.inccs, ecis.inctr, ecis.incang, ecis.incleg
endfecis	ecisendf.inp	ecisendf.out, ecis.endfcs, ecis.endfin
directecis	ecisdisc.inp	ecisdisc.out, ecis.dircs, ecis.dirin, ecis.dirang, ecis.dirleg
dwbaecis	ecisdwba.inp	ecisinc.out, ecis.inccs, ecis.inctr, ecis.incang, ecis.incleg

Таблица 2: Перечень подпрограмм и создаваемых ими входных файлов, а так же файлов с результатами расчета

1.2 Считывание результатов расчета

1.2.1 inverseread

Считываются сечения реакции, полное сечение из оптической модели(?), упругое сечение из файла csZZZAAA, проницаемости из trZZZAAA, в данной подпрограмме для ротаторов проницаемости пересчитываются к сферическим эквивалентам, для состояний с большими спинами $j = l + s$ принимаются значения проницаемостей для $j = l + s$, что связано с особенностями ecis. *Как я понимаю, все это нужно исключительно для получения проницаемостей для продуктов, т.е., по сути, рассматривается распад составного ядра.*

1.2.2 endfread

Чтение информации аналогично inverseread, добавляется сечение shape elastic.

1.2.3 directread

Читаются сечения образования дискретных состояний, их происхождение (предравновесное или прямое), угловые распределения, параметры гигантских резонансов, путем интегрирования угловых распределений вычисляется сечение неупругих процессов.

1.2.4 incidentread

Считываются параметры входного канала, сечения total, inelastic, total elastic, проницаемости, угловые распределения.

1.3 Структура .def файла

В файлах .def описываются деформации ядер и типы коллективных возбуждений в рассматриваемых ядрах, существует возможность задать тип возбуждения для конкретных уровней. Схема формата этих файлов приведена на Рис. 1, типы возбуждений задаются в соответствии с таблицей 3.



Рис. 1: Структура .def файла

Файлы деформаций считываются подпрограммой deformprg. Для уровней вращательной полосы, в случае, если параметры деформации не заданы, то они берутся из переменных beta2, beta4, с. 143-144, происхождение этих переменных пока не выяснено. В случаях, когда деформации не заданы и выполнено одно из условий, приведенных в списке ниже:

1. тип коллективных возбуждений (первая строка файла) – вибрации (V), тип уровня – любой
2. тип коллективных возбуждений (первая строка файла) – сферический (S), тип уровня – не V
3. тип коллективных возбуждений (первая строка файла) – любой(?) (A), тип уровня – не R

деформации задаются с использованием следующих систематик:

1. Уровень 2^+ : $\beta = 0.4e^{-0.012A} + 0.025 * d$
2. Уровень 3^- , не ротационный: $\beta = 0.35e^{-0.008A}$
3. Уровень 4^+ : $\beta = 0.2 * e^{-0.006A}$
4. Уровни $2_{gs}^+, 4_{gs}^+, 3_{gs}^-$: $\beta = 0.02$

здесь d -расстояние до ближайшего магического числа, в случае, если оно > 5 , то в качестве d берется 5.

Тип возбуждения(стр.1.)	Описание	Тип возбуждения (уровень)	Описание
V	колебания	V	колебания
R	вращения	R	вращения
S	сфера (DWBA)	D	DWBA
A	любой?		

Таблица 3: Типы возбуждений

гласно Рис. 9 и 9, при этом в Talys присутствуют систематики и для дисперсионных коэффициентов (omppar.f)

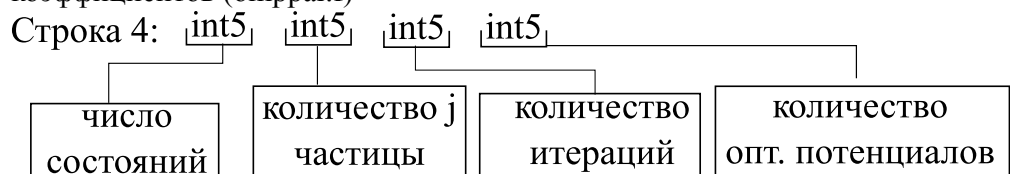


Рис. 3: Ввод параметров вычислений

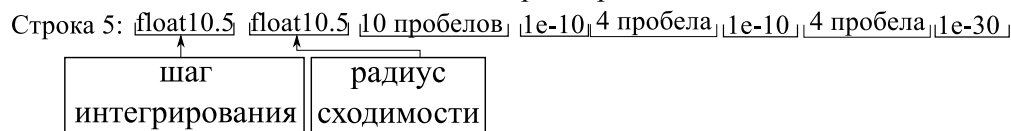


Рис. 4: Ввод параметров интегрирования

Информация о мишени и начальной частице:

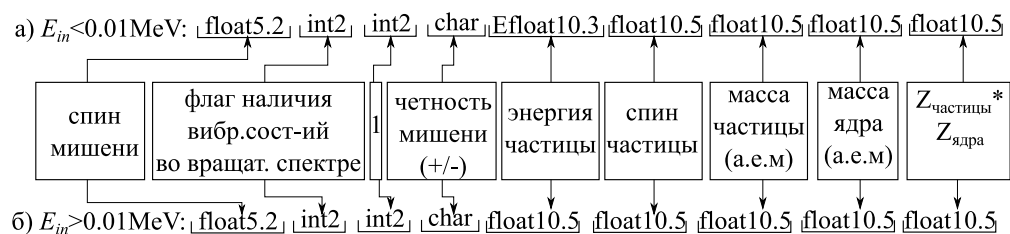


Рис. 5: Ввод параметров начальной частицы и ядра-мишени

Информация об отдельных уровнях:

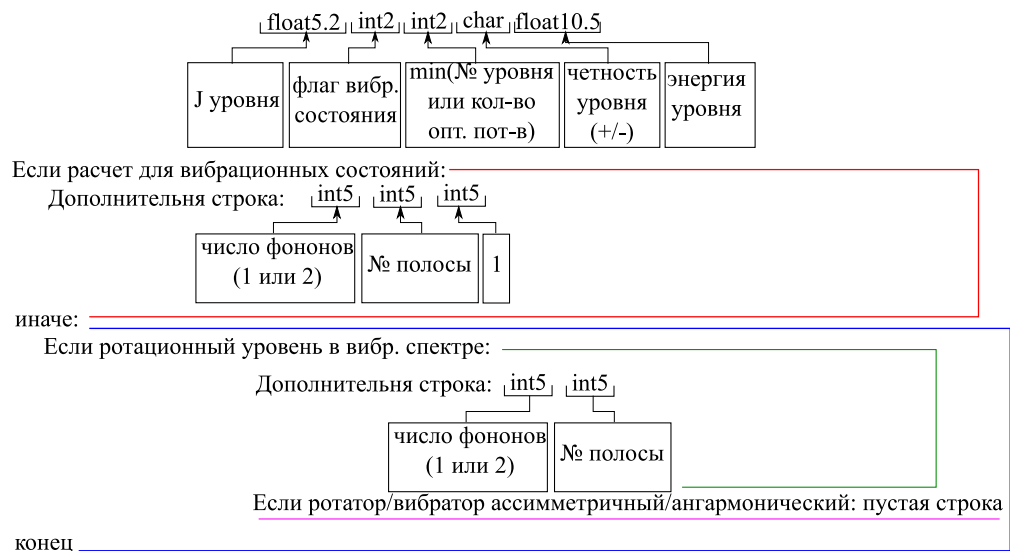


Рис. 6: Ввод параметров отдельных уровней

Информация о полосах:

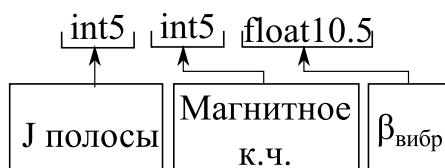
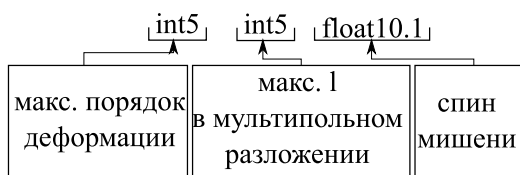


Рис. 7: Ввод информации о свойствах вращательной/колебательной полос

Параметры ротатора:

Если ротационная модель:



след. строка: float10.5 float10.5 float10.5 float10.5 float10.5 float10.5 float10.5
 β_2 β_4 $\beta_{\text{rot}}(?)$ $\beta_{\text{rot}}(?)$ $\beta_{\text{rot}}(?)$ $\beta_{\text{rot}}(?)$ $\beta_{\text{rot}}(?)$

Рис. 8: Ввод информации о свойствах ротатора

Феноменологическая ОМ

float10.5	float10.5	float10.5
V	r_v	a_v
float10.5	float10.5	float10.5
W	r_w	a_w
float10.5	float10.5	float10.5
$V_{\text{пов}}$	$r_{v(\text{пов})}$	$a_{v(\text{пов})}$
float10.5	float10.5	float10.5
$W_{\text{пов}}$	$r_{w(\text{пов})}$	$a_{w(\text{пов})}$
float10.5	float10.5	float10.5
V_{so}	$r_{v(\text{so})}$	$a_{v(\text{so})}$
float10.5	float10.5	float10.5
W_{so}	$r_{w(\text{so})}$	$a_{w(\text{so})}$
float10.5	float10.5	float10.5
r_c	0	0
float10.5	float10.5	float10.5
0	0	0

Рис. 9: Ввод оптического потенциала

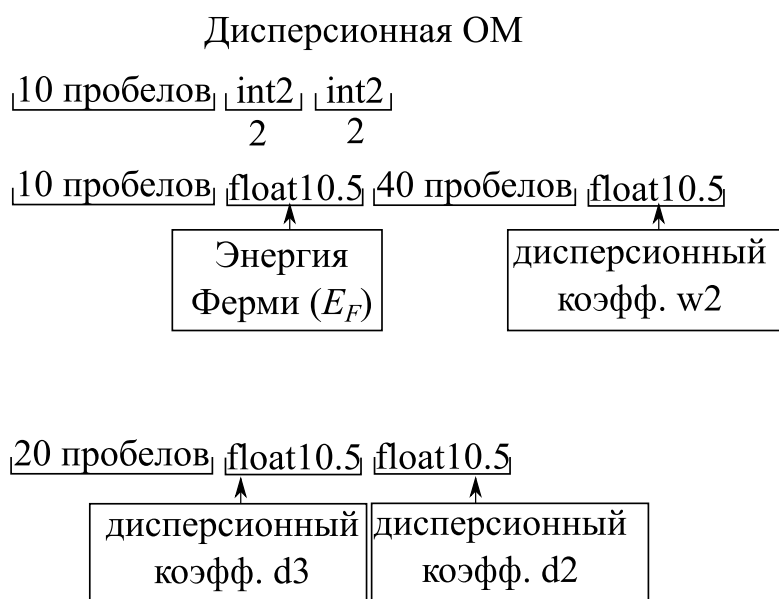


Рис. 10: Ввод дополнительных параметров для дисп. оптической модели

1.5 Пример для ^{12}C

При расчете ^{12}C по умолчанию без деформаций, заданных вручную, (листинг 1

Листинг 1: Параметры оптической модели в файле n-C.omr

```

1 element C
2 mass 12
3 projectile n
4 energy 14.1
5 outgamdis y
6 ecissave y

```

входные файлы создаются подпрограммами *inverseecis*, *incidentecis*, *directecis*, при этом для входного канала (файл *ecisinc.inp*) деформация не записывается. Для расчета вклада прямых реакций в выходные каналы происходит неоднократный запуск *ecis* подпрограммой *directecis*, для каждого уровня по отдельности. Параметры расчетов

E	J^P	J_{band}	K_{mag}	β_{vib}	происхождение β_{vib}
4.44	2^+	2	0	0.39636	$\beta = 0.4e^{-0.012A} + 0.025 * d$
9.64	3^-	3	0	0.31796	$\beta = 0.35e^{-0.008A}$
10.84	1^-	1	0	0.02	deformpar.f, стр 325 ¹
11.16	2^+	2	0	0.02	deformpar.f, стр 325

Таблица 4: Параметры, используемые для расчетов прямых реакций на ^{12}C

приведены в таблице 4: Информация о сечении упругих и неупругих процессов, выводимая Talys в файле output (см. листинг 2) точно совпадает с данными, выводимыми ecis12 в файле fort.58 и файле ecis.dircs (вывод подпрограммы ecis06, встроенной в Talys) (см. листинг 3):

Листинг 2: вывод Talys (информация о полных сечениях)

```

1 ##### REACTION SUMMARY FOR E= 14.10000 #####
2
3 Center of mass energy: 13.000
4
5 1. Total (binary) cross sections
6
7 Total = 1.52361E+03
8 Shape elastic = 7.88869E+02
9 Reaction = 7.34736E+02
10 Compound elastic= 7.48799E+01
11 Non elastic = 6.59856E+02
12 Direct = 1.78340E+01
13 Pre equilibrium = 0.00000E+00
14 Compound non el = 6.42022E+02
15 Total elastic = 8.63749E+02

```

Листинг 3: fort.58

```

1 <CROSS S.> 1.01 1.41000000D+01 12.00 0 3
2 1.52361D+03
3 7.34737D+02

```

4 7.88869D+02

Аналогично, ”прямые” компоненты упругого и неупругого рассеяния полностью совпадают в выводе Talys (листинг 4) и выводе ecis (листинг 5, примеры приведены для упругого рассеяния и неупругого на первом возбужденном состоянии 4^+).

Листинг 4: вывод Talys (угловое распределение упруго и неупруго рассеянных нейтронов)

```
1 8a2. Elastic scattering angular distribution
2
3 Angle          Total          Direct          Compound
4
5 0.0      8.74180E+02      8.57399E+02      1.67811E+01
6 2.0      8.70508E+02      8.53781E+02      1.67273E+01
7 4.0      8.59581E+02      8.43014E+02      1.65672E+01
8 6.0      8.41656E+02      8.25351E+02      1.63048E+01
9 .....
10
11 8b2. Inelastic angular distributions
12
13 Level 1
14
15 Angle          Total          Direct          Compound
16
17 0.0      1.15132E+01      3.13793E+00      8.37524E+00
18 2.0      1.15078E+01      3.13047E+00      8.37731E+00
19 4.0      1.14917E+01      3.10834E+00      8.38340E+00
20 6.0      1.14654E+01      3.07222E+00      8.39322E+00
```

Листинг 5: fort.66

```
1 <ang. dis.>      1.01      1.41000000D+01      12.00      0      2
2 1 0.0+ 2 91
3 0 0.00000D+00 8.57399D+02      cross section
```

4	2	0.00000D+00	0.00000D+00	asym. or it11
5	0	2.00000D+00	8.53781D+02	cross section
6	2	2.00000D+00	3.71004D 03	asym. or it11
7	0	4.00000D+00	8.43014D+02	cross section
8	2	4.00000D+00	7.45747D 03	asym. or it11
9	0	6.00000D+00	8.25351D+02	cross section
10	2	6.00000D+00	1.12804D 02	asym. or it11
11	0	8.00000D+00	8.01203D+02	cross section
12			
13	2	2.0+	4 91	
14	0	0.00000D+00	3.13793D+00	cross section
15	2	0.00000D+00	0.00000D+00	asym. or it11
16	3	0.00000D+00	0.00000D+00	vect. polar.
17	12	0.00000D+00	2.84697D 03	spin flip
18	0	2.00000D+00	3.13047D+00	cross section
19	2	2.00000D+00	8.43975D 03	asym. or it11
20	3	2.00000D+00	7.63382D 03	vect. polar.
21	12	2.00000D+00	2.87767D 03	spin flip
22	0	4.00000D+00	3.10834D+00	cross section
23	2	4.00000D+00	1.69466D 02	asym. or it11
24	3	4.00000D+00	1.53273D 02	vect. polar.
25	12	4.00000D+00	2.97029D 03	spin flip
26	0	6.00000D+00	3.07222D+00	cross section
27	2	6.00000D+00	2.55852D 02	asym. or it11
28	3	6.00000D+00	2.31379D 02	vect. polar.