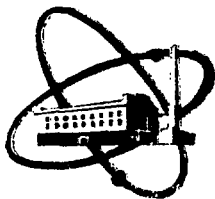


848702-186

В



ФЭИ-1802

ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

*О. Д. ГРУДЗЕВИЧ, А. В. ЗЕЛЕНЕЦКИЙ,  
А. Б. ПАЩЕНКО*

**КОП—программа расчета сечений  
взаимодействия нейтронов и заряженных  
частиц с атомными ядрами  
по оптической модели**

Обнинск — 1986

УДК 539.172.4(035)

**О. Т. Грудзевич, А. В. Зеленецкий, А. Б. Пащенко.**

КОП — программа расчета сечений взаимодействия нейтронов и заряженных частиц с атомными ядрами по оптической модели.

ФЭИ-1802. Обнинск, 1986. — 16 с.

Выполнено описание последней версии программы КОП для расчета сечений взаимодействия нейтронов и заряженных частиц с атомными ядрами в рамках оптической модели.

Подробно описаны структура и организация программы, библиотека глобальных параметров оптического потенциала, идентификаторы программы и особенности ее работы, ввод исходных данных и вывод результатов расчета на печать. Программа КОП написана на языке Фортран-4 и поставлена на ЭВМ ЕС-1033 Центра ядерных данных ГКАЭ.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1). Настоящая версия программы КОП представляет собой составленную на языке Фортран 1 и работающую на ЭВМ серии БС программу, которая ранее была написана на АЛГОЛе и поставлена на ЭВМ М-222 Центра Аварных Данных ЦАЭС [1].

Некоторые изменения организационная программа и усовершенствована ее структура, хотя алгоритм расчетов [2] остался без изменений.

Существенно расширена библиотека глобальных параметров комплексного оптического потенциала. Изменена организация ввода исходных данных и расширены возможности вывода результатов расчета на печать или на внешнее запоминающее устройство (лента, диск), в том числе в формате, позволяющем использовать полученные данные без каких-либо преобразований в программе STAPRE [3].

2). Программа КОП - Кулоновская Оптика предназначена для расчета сечений взаимодействия нейтронов и заряженных частиц (протонов, ядер трития, ядер  $He^3$  и альфа-частиц) с атомными ядрами по оптической модели и позволяет получать следующие величины:

- а) коэффициенты проницаемости,  $T_{ej}$  ;
- б) полное сечение,  $\sigma_{tot}$  (для нейтронов);
- в) сечение образования составного ядра,  $\sigma_c$  ;
- г) интегральное сечение потенциального рассеяния нейтронов на атомных ядрах,  $\sigma_{el}$  ;
- д) дифференциальное сечение потенциального рассеяния налетающих частиц на ядра-мишени,  $d\sigma_{el}(\theta)/d\theta$  ;
- е) отношение дифференциального сечения потенциального рассеяния к сечению Резерфордского рассеяния заряженных частиц на ядре-мишени,  $\frac{d\sigma_{el}(\theta)}{d\theta} / \frac{d\sigma_R(\theta)}{d\theta}$  .

3). Ограничения:

а)  $E \leq 20$  МэВ

б)  $L \leq 17$

в) налетающие частицы со спином 0 и  $1/2$ .

2. Организация расчетов по программе КОП.

Программа КОП состоит из 4х наборов данных.

Набор с именем KOPGR представляет собой программу расчета сечений взаимодействия нейтронов и заряженных частиц с атомными ядрами по оптической модели, составленную на языке Фортран - 4.

Набор с именем POTI содержит параметры для вычисления оптического комплексного потенциала.

Набор с именем COOPTN предназначен для записи в него результатов расчета в формате входных данных для программы STAPRE..

Набор с именем СТ предназначен для запуска задания на счет. В нем содержатся JCL -карты оформления пакета задания. В соответствующих ДД - предложениях этого набора должны быть описаны все три вышеупомянутые набора данных. Набор COOPTN должен быть образован до запуска задания на счет и содержать хотя бы одну строку, т.к. он расширяется автоматически на требуемое количество строк при записи в него данных. Кроме этого, в наборе содержатся входные данные программы КОП. Входные данные описаны подробно в п.3.

2.1. Описание программы KOPGR.

Программа KOPGR состоит из основной программы и 6 подпрограмм. По назначению эти подпрограммы можно разделить следующим образом:

SUBROUTINE REPR - ввод исходных данных;  
SUBROUTINE KULF и POTEN - вычислительные программы;  
SUBROUTINE TABLE 1 и TABLE 2 - вывод результатов расчета на печать в виде таблиц;  
SUBROUTINE PLOT - вывод результатов расчета по внешнему запоминающему устройству (магнитная лента, диск) в формате представления входных данных для программы REPR.

### 2.2. Описание программы.

Идентификаторы программы частично описаны в разделе "Исходные данные".

2.2.1. SUBROUTINE REPR - производит поиск во внешнем наборе данных ( POTI ) и ввод в основную программу ( KOPGR ) требуемого набора параметров оптического комплексного потенциала. В случае ненахождения этого набора параметров печатается сообщение и программа KOPGR прекращает работу.

Обращение к подпрограмме:

CALL REPR ( JL, IP, PR, AP, IGO) где:

JL - целая переменная;

IP - целая переменная; номер набора параметров оптического комплексного потенциала в наборе данных POTI;

PR (20) - вещественный массив; содержит выбранные параметры потенциала;

AP (1,12) - вещественный массив; содержит краткую характеристику выбранного набора параметров;

IGO - целая переменная.

Переменные JL и IP - выходные данные для подпрограммы.

2.2.2. SUBROUTINE KULF - предназначена для вычисления

волновых функций заряженных частиц в кулоновском поле ядра за пределами действия ядерного поля. Алгоритм расчета регулярных  $F_e(\rho)$  и иррегулярных  $G_e(\rho)$  кулоновских волновых функций, их первых производных и кулоновских сдвигов фаз  $\delta_e$  подробно описан в работе [2].

Допустимая область значений:  $\rho \gg \Gamma$ , где:

$\rho = k\Gamma$  - безразмерное расстояние (в единицах  $1/k$ ) от центра ядра до точки, где требуется вычислить кулоновские функции;

$k$  - волновое число налетающей частицы;

$\Gamma = \mu \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot e^2 / k \cdot \hbar^2$  - безразмерный кулоновский параметр взаимодействия частицы с ядром;

$\mu$  - приведенная масса налетающей частицы и ядра-мишени;

$e$  - заряд электрона;

$\hbar$  - постоянная Планка.

Обращение к подпрограмме:

```
CALL KUTE ( RM, RM1, GA, MOM,  
           G, G1, F, F1, SIGMA )
```

Величины  $RM = \rho$ ,  $GA = \Gamma$  и  $MOM$  - число рассчитываемых парциальных волн, являются входными данными для подпрограммы.

Выходные величины:

$RM1 = \rho$  - безразмерное расстояние в единицах  $1/k$  от центра ядра до точки, где вычислены кулоновские функции; фактически совпадает с  $RM$ ;

$G, G1, F, F1$  - массивы размерности  $(MOM + 2)$ , где  $F$  и  $F1$  соответствуют  $F_e(\rho)$  и ее первой производной;

$G, G1$  - соответствуют  $G_e(\rho)$  и ее первой производной;

$SIGMA$  - массив размерности  $(MOM)$  - кулоновские фазовые сдвиги.

2.2.3. SUBROUTINE POTEN - предназначена для расчета параметров оптического потенциала, который записывается в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 U(r) &= V(r) + i W(r), \text{ где} \\
 V(r) &= -V_R \cdot f(r, R_R, a_R) + \text{ - центральный действительный потенциал} \\
 &+ V_{SO} \hat{\sigma} \hat{e} \lambda_{\pi} \frac{1}{r} \frac{d}{dr} [f(r, R_{SO}, a_{SO})] \text{ - спин-орбитальный потенциал} \\
 &+ \begin{cases} z_1 z_2 e^2 / 2 R_c [3 - (r/R_c)^2], & r \leq R_c \\ z_1 z_2 e^2 / r, & r > R_c \end{cases} \text{ - кулоновский потенциал} \\
 W(r) &= -W_V \cdot f(r, R'_V, a'_V) \text{ - потенциал объемного поглощения} \\
 &+ W_{SF} \cdot 4a_1 \frac{d}{dr} [f(r, R_1, a_1)] \text{ - потенциал поверхностного поглощения}
 \end{aligned}$$

$$f(r, R, a) = \{1 + \exp[(r-R)/a]\}^{-1}, \quad R = R_0 \cdot A^{1/3}$$

$\hat{\sigma} \hat{e}$  - скалярное произведение операторов собственного и орбитального угловых моментов:

$$\begin{aligned}
 \hat{\sigma} \hat{e} &= e, \quad j = e + 1/2 \\
 \hat{\sigma} \hat{e} &= -(e+1), \quad j = e - 1/2 > 0,
 \end{aligned}$$

где  $j$  и  $e$  - квантовые числа полного и орбитального угловых моментов падающей частицы;

$\lambda_{\pi}$  - комptonовская длина волны  $\pi$  - мезона;

$z_1, z_2$  - заряды падающей частицы и ядра-мишени;

$A$  - массовое число ядра-мишени.

Обращение к подпрограмме:

$CALL POTEN(KCI, ELAV, AC, ZNUC, IP)$ , где:

$$KCI \equiv \xi = (A - 2Z) / A;$$

$ELAV$  - энергия падающей частицы в лабораторной системе координат, (МэВ);

$$AC \equiv A^{1/3}$$

$$ZNUC \equiv Z$$

$IP$  - признак потенциала; кодировка используемых глобальных систематик потенциалов приведена в таблице:

Оптические потенциалы в подпрограмме  $POTEN$

Признак	Характеристика потенциала	Литература
1	Нейтронный потенциал Бычкова и др. для $Fe, Cr, Ni$	4
2	Протонный потенциал Бечетти - Гринлиса	5
3	Нейтронный потенциал Бечетти - Гринлиса	5
4	Альфа-потенциал Тромбика	6
5	Альфа-потенциал Хойзенги - Иго	7
6	Нейтронный потенциал Вилмора - Ходгсона	8
7	Трития потенциал Бечетти - Гринлиса	9



Все эти величины являются входными для подпрограммы. Результатом работы подпрограммы является массив PP(I3), который передается в основную программу через общую область.

Элементы массива PP имеют следующие значения:

$$\begin{array}{lll} PP(1) = V_R & PP(2) = R_R & PP(3) = a_R \\ PP(4) = V_{s0} & PP(5) = R_{s0} & PP(6) = a_{s0} \\ PP(7) = W_v & PP(8) = R'_1 & PP(9) = a'_1 \\ PP(10) = W_{sp} & PP(11) = R_1 & PP(12) = a_1 \\ PP(13) = R_c \end{array}$$

Эти параметры комплексного потенциала вычисляются в подпрограмме POTEN в соответствии с различными рекомендованными систематиками параметров оптического потенциала для отдельных ядер, различных энергий и типов налетающих частиц. Идентификация потенциала производится по признаку IP, который задается во входных данных программы.

2.2.4. SUBROUTINE TABLE 1 - предназначена для выдачи на печать в виде таблицы рассчитанных коэффициентов проницаемости ядра налетающими частицами.

Обращение к подпрограмме:

CALL TABLE 1 (TNE, NE, E, PRP, IP, ZNUC, ANUC)

или

CALL TABLE 1 (TSR, NE, E, PRP, IP, ZNUC, ANUC)

где:

TNE (NE, 13, 2) - массив коэффициентов проницаемости ядра налетающими частицами;

TSR (NE, 13, 2) - массив усредненных по орбитальному угловому моменту падающей частицы коэффициентов проницаемости;

NE - количество энергий для налетающих частиц;

PPP - тип налетающих частиц;

IP - тип потенциала, используемого в расчете;

ZNUC и ANUC - заряд и массовое число ядер мишени, соответственно.

2.2.5. SUBROUTINE TABLE 2 - предназначена для вывода на печать в виде таблицы следующих рассчитанных величин:

1. полного сечения;
2. сечения упругого рассеяния;
3. сечения образования составного ядра;
4. углового распределения упругого рассеяния налетающих частиц при взаимодействии с ядром-мишенью.

Обращение к подпрограмме:

CALL TABLE 2(NE, E, IP, ZNUC, ANUC, SDNE, ST1, SE1, SC1) ,

где:

NE - количество энергий для налетающих частиц в массиве E;

E(NE) - массив значений энергий налетающих частиц;

IP - тип используемого потенциала;

ZNUC и ANUC - заряд и массовое число ядра-мишени, соответственно;

SDNE (M3, 19) - массив дифференциальных сечений:

- а) потенциального рассеяния нейтронов на ядре мишени, если рассматривалось рассеяние нейтронов,  $d\sigma_{el}(\theta)/d\theta$  (барн/стерадиан);
- б) массив отношений дифференциального сечения потенциального рассеяния к значению резерфордского рассеяния заряженных частиц на ядре-мишени,  $\frac{d\sigma_{el}(\theta)}{d\theta} / \frac{d\sigma_R(\theta)}{d\theta}$  ;

ST1 (NE) - массив полных сечений взаимодействия нейтронов с ядром-мишенью,  $\sigma_{tot}$ , барн (если рассматривалось рассеяние нейтронов).

Если изучается взаимодействие заряженных частиц с атомными ядрами -

этот массив не имеет смысла;

SE1(NE) - массив интегральных сечений потенциального рассеяния нейтронов на ядре-мишени,  $\sigma_{el}$  барн (если рассматривалось рассеяние нейтронов). Если налетающая частица - заряженная, то этот массив не имеет смысла;

SC1(NE) - массив сечений образования составного ядра налетающей частицы с ядром-мишенью,  $\sigma_c$  (барн).

2.2.6. SUBROUTINE PPZL - предназначена для вывода на внешнее запоминающее устройство (магнитная лента, диск) результатов расчета в формате входных данных для программы STAPRE. Параллельно с записью результаты распечатываются, что позволяет выполнить их контроль.

Обращение к подпрограмме:

CALL PPZL (TWL, AAA, IPZ, EZN, IW, ZNUC, ANUC, NEZ, IB1, IB2, IPOTE,  
AP, IRPZ) ,

где:

TWL (50,4,I3) - массив усредненных по орбитальному угловому моменту  $L$  коэффициентов проницаемости падающей частицы в ядро-мишень;

AAA(4) - символы ядер-мишеней;

IPZ(4) - массив целых чисел; IPZ (I) - определяет используемый в расчете набор параметров оптического потенциала из внешнего набора (POT I) или из подпрограммы POTEN, который соответствует ядру - мишени AAA(I);

EZN (50,4) - массив значений энергий налетающих частиц; EZN (50,I) - значения энергии для ядра-мишени AAA(I);

IW (4,I3) - вспомогательный массив;

ZNUC (4) и ANUC (4) - массивы зарядов и массовых чисел ядер-мишеней, соответственно; ZNUC (I) и ANUC(I) соответствуют ядру-мишени AAA(I);

NEZ (4) - массив, задающий количество значений энергий налетающих

частиц из массива  $EZN(50,4)$ , для которых будет произведен расчет;  
 $NEZ(I)$  - задается количество значений энергий по расчету для ядра-мишени  $AAA(I)$ ;

$IB1$  и  $IB2$  - определяют начальное и конечное ядра мишени из четырех возможных;

например, если  $IB1=2$ , а  $IB2=4$ , тогда будет произведено три отдельных расчета. Первый расчет будет выполнен для ядра-мишени с параметрами:

заряд -  $ZNUC(2)$ ;  
массовое число -  $ANUC(2)$ ;  
символ ядра -  $AAA(2)$

и для налетающей частицы с параметрами, которые будут выбраны в программе в соответствии с признаком  $IRPZ(2)$ . Расчет будет выполнен с  $NEZ(2)$  количеством значений энергий налетающей частицы. Значения энергии содержатся в массиве  $EZN(50,2)$ ; для расчета будут выбраны первые  $NEZ(2)$  значений из этого массива и т.д.

Далее будет выполнен расчет ядра-мишени с параметрами  $ZNUC(3)$ ,  $ANUC(3)$  и т.д., и последний, третий расчет будет сделан для ядра-мишени с параметрами  $ZNUC(4)$ ,  $ANUC(4)$  и т.д.

$IPOTZ(4)$  - массив целых чисел;  $IPOTZ(I)$  определяет набор параметров потенциала, используемого в расчете с ядром  $AAA(I)$ ;

$AP(4,10)$  - массив символьной информации, содержащий в векторе  $AP(I,10)$  некоторую характеристику набора параметров для потенциала, с которым будет производиться расчет для ядра-мишени  $AAA(I)$ ;

$IRPZ(4)$  - массив целых чисел;

$IRPZ(I)$  - задает тип частицы для ядра-мишени  $AAA(I)$ .

### 3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные содержатся в наборе данных с именем СТ. Рас -  
смотрим их в порядке последовательности ввода строк.

3.1. ( ZNUC(I), ANUC(I)), IB1, IB2, (IPOTZ(I), I=1,4 )

FORMAT (8F5.2, 2I2, 2X, 4I2)

ZNUC(I) и ANUC(I) - заряд и массовое число для I-го ядра-мишени,  
соответственно. Расчеты можно выполнить последовательно для четырех  
ядер-мишеней;

IB1 и IB2 - идентификаторы первого и последнего ядра-мишени из  
последовательности ядер, для которых будут выполнены расчеты. Напри-  
мер, если IB1=2, а IB2=4, тогда первый расчет будет произведен  
с ядром-мишенью ZNUC(2), ANUC(2), а последний, третий расчет с  
ядром-мишенью ZNUC(4), ANUC(4);

IPOTZ(I) - идентификатор, указывающий блок программы, где содержатся  
параметры для расчета оптического потенциала I-го ядра:

IPOTZ(I)=0 - в подпрограмме POTEN;

IPOTZ(I)=1 - в наборе с именем POT I.

3.2. (IRPZ(I), IPZ(I), I=1,4 )

FORMAT (4(2I2, 1X))

IRPZ (I) - тип налетающей частицы для I-го ядра:

= 0 - Нейтрон;                   = 1 - протон;

= 2 - дейтрон;                   = 3 - тритон;

= 4 -  ${}^3_2\text{He}$ ;                   = 5 -  ${}^4_2\text{He}$ ;

IPZ (I) - номер набора параметров для вычисления оптического потен-  
циала, содержащегося в подпрограмме POTEN или в наборе данных с  
именем POT I.

3.3. (AAA(I), I = 1,4) FORMAT (4A2)

AAA(I) - символ I-го ядра-мишени.

3.4. (NEZ(I), I = 1,4) FORMAT (4(I2, 1X))

NEZ(I) - количество энергий колеблющейся частицы для I-го ядра из массива EZN (50,4);

NEZ(I) ≤ 50

3.5. ((EZN(I, L), I=1,50), L=1,4)

FORMAT (10F5.3)

EZN (50,L) - массив значений энергий налетающей частицы для L-го ядра.

3.6. (IND1, IND2, IND3, IND4, INDI)

FORMAT (5I1)

IND1=1 - промежуточная печать результатов расчета.

IND2=1 - обращение к подпрограмме TABLE 1

IND3=1 - -- " -- -- " -- TABLE 2

IND4=1 - -- " -- -- " -- PPZL

INDI

Если значение переменной равно нулю, соответствующее действие не выполняется.

#### 4. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

4.1. ELAB - энергия налетающей частицы в лабораторной системе координат, (МэВ);

PRP - тип налетающей частицы;

NE - количество энергий для счета;

IP - тип неиспользуемого потенциала;

ZNUS, ANUS - заряд (в единицах заряда электрона) и атомный вес

(в а.е.м.) ядра-мишени.

PP(I3) - массив параметров оптического потенциала:

- |                   |                  |                  |
|-------------------|------------------|------------------|
| PP(1) = $V_R$     | PP(2) = $R_R$    | PP(3) = $Q_R$    |
| PP(4) = $V_{SO}$  | PP(5) = $R_{SO}$ | PP(6) = $Q_{SO}$ |
| PP(7) = $W_V$     | PP(8) = $R_V'$   | PP(9) = $Q_V'$   |
| PP(10) = $W_{3F}$ | PP(11) = $R_V$   | PP(12) = $Q_V$   |
| PP(13) = $R_C$    |                  |                  |

4.2. Если IND1=1, выводятся следующие данные:

- SC - сечение образования составного ядра, (барн);
- SE - интегральное сечение потенциального рассеяния нейтронов на ядре-мишени, (барн);
- ST - полное сечение взаимодействия нейтронов с ядром-мишенью, (барн);

T2(I3,2) - массив коэффициентов проницаемости налетающей частицы в ядро-мишень.

Порядок заполнения массива следующий:

...  $T_{e+1/2}$ ,  $T_{e-1/2}$ ,  $T_{e+1+1/2}$ ,  $T_{e+1-1/2}$ , ...,  $T_{e_{max}-1/2}$ , 0, ..., 0

Если  $l_{max}=12$  нулей в массиве не будет;

SDREL(19) - массив отношений дифференциальных сечений потенциального рассеяния к сечениям Резерфордского рассеяния заряженных частиц на ядре-мишени.

SDREL(I) - сечение рассеяния на угол  $\frac{\pi \cdot I}{18}$

ELAB -  
ZNUC -  
ANUC -

см. предыдущие описания;

ZPAR, APAR - заряд (в единицах заряда электрона) и масса (в а.е.м.) налетающей частицы;

VR1, RR1, AR1, VSO1, RSO1, ASO1, RC1, WV1, RT1, AIT1,

W3F1, RI1, AI1 - параметры оптического потенциала.

RM1 - безразмерный радиус сшивки, в единицах  $1/k$ , (где  $k$  - волновое число налетающей частицы), где подпрограмма RMP1 фактически вычисляет значения волновых функций частицы;

LA - безразмерный кулоновский параметр равнодействующей частицы  $Z_1 Z_2 e^2 / \hbar v$ ;

MOB - максимальное число орбитальных моментов налетающей частицы, учитываемых в расчете;

K - волновое число налетающей частицы;

T1 (MOB,2) - массив коэффициентов проницаемости. Порядок заполнения аналогичен порядку массива T2 (I3,2);

SD(19) - массив дифференциальных сечений потенциального рассеяния;

SD(I) - дифференциальное сечение рассеяния на угол  $\pi \cdot I / 18$ .

4.3. Если IIND2=1, то выводятся две таблицы, содержащие массив коэффициентов проницаемости ядра налетающей частицей и массив проницаемостей, усредненных по угловому моменту налетающей частицы, соответственно.

4.4. Если IIND3=1, то выводится таблица дифференциальных сечений:

а) потенциального рассеяния нейтронов на ядре-мишени, если налетающая частица-нейтрон, (барн/стерадиан), или

б) отношения дифференциального сечения потенциального рассеяния к сечению Резерфордского рассеяния заряженных частиц на ядре-мишени.



ЛИТЕРАТУРА

1. Пащенко А.Б. Программа КОП. В кн.: Ядерно-физические исследования в СССР. М., Атомиздат, 1975, вып.20, с.35.
2. Ходгсон П.Е. Оптическая модель упругого рассеяния. М., Атомиздат, 1966.
3. M.Uhl, B.Strohmaier. STAPRE - Computer Code For Particle Induced Activation Cross-Sections and Related Quantities.  
Report IRK - 76/01, Vienna.
4. Бычков В.М. и др. Анализ нейтронных сечений изотопов никеля и хрома в быстрой области энергий. В кн.: Нейтронная физика, ч.1, М., 1976, с.160.
5. F.D.Becchetti, Jr., and G.W.Greenleess, Phys.Rev., 1969, v.182, p.1190.
6. W.Trombik et al., Phys.Rev., 1974, v.C9, p.5.
7. I.R.Huisinga and G.Igo, Nucl.Phys., 1962, v.29, p.462.
8. D.Wilmore and P.E.Hodgson, Nucl.Phys., 1964, v.55, p.673.
9. F.D.Becchetti, Jr., and G.W.Greenleess, Polarisation Phenomena in Nuclear Reactions, The University of Wisconsin Press, Madison, 1971, p.682.

Технический редактор **Н. П. Герасимова**

---

Подписано к печати 25.09.1986 г.	T-21121	Бумага № 1	
Формат 60×90 <sup>1/16</sup>	Усл. п. л. 1	Уч.-изд. л. 0,7	Тираж 85 экз.
Цена 11 коп.	Индекс 3624	ФЭИ-1802	

---

Отпечатано на роталпринте.  
249020, г. Обнинск, Калужской обл., ФЭИ

11 коп.

Индекс 3624

**КОП — программа расчета сечений взаимодействия нейтронов и заряженных частиц с атомными ядрами по оптической модели.  
ФЭИ-1802, 1986, 1-16.**

