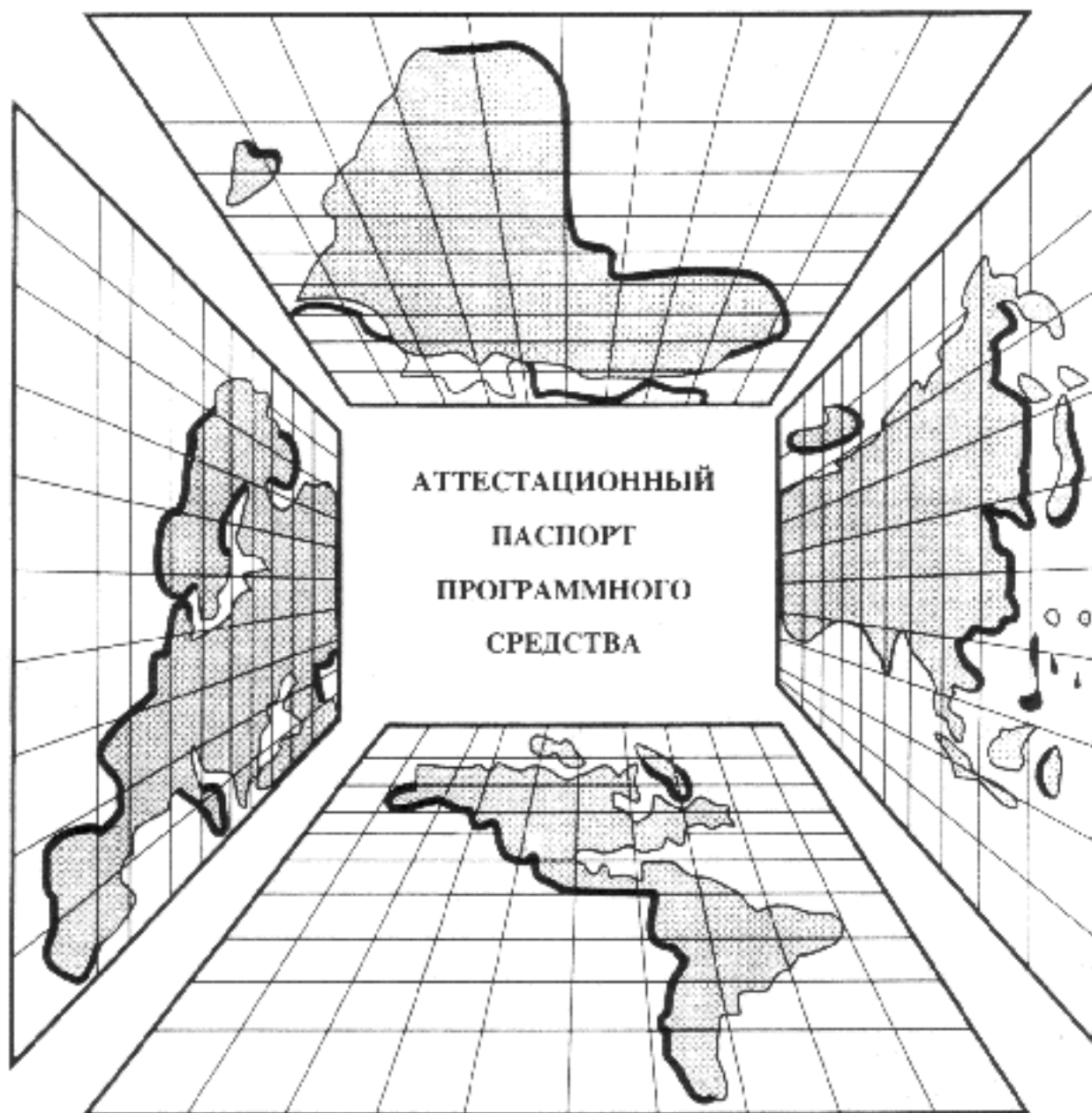


**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**



**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ПО ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**



№ 388

№ 61

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР ПС В ЦЭИ

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР  
ПАСПОРТА АТТЕСТАЦИИ ПС

16.04.96

дата регистрации

17.10.96

дата выдачи

НАЗВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА: Программа MSU-RFEI/A с библиотекой  
констант DLC/MSUAT-1.0.

ЭВМ: Персональный компьютер.

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА: MS DOS

ИМЯ АВТОРА (АВТОРОВ): Абагян Л.Н., Алексеев Н.И., Брызгалов В.И.,  
Веретеннов В.В., Глушков А.Е., Гомин Е.А., Гуревич М.И.,  
Калугин М.А., Майоров Л.В., Марин С.В., Юдкевич М.С.

ОРГАНИЗАЦИЯ - ЗАЯВИТЕЛЬ: РИЦ "Курчатовский институт"

ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК: РИЦ "Курчатовский институт"

РЕШЕНИЕ СОВЕТА ПО АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ  
Аттестовать бессрочно.

ПРИЛОЖЕНИЕ на 5 стр.



ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА  
ПО АТТЕСТАЦИИ ПС

*Ковалевич*  
Ковалевич О.М.

СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

Уголева И.Р.  
*Уголева*

**ПРИЛОЖЕНИЕ К АТТЕСТАЦИОННОМУ ПАСПОРТУ ПС**  
**Программа MCU-RFF/A с библиотекой констант DLC/MCUDAT-1.0**

1. Перечень программных модулей, их регистрационные номера в ЦЭП.

Программа не содержит отдельно регистрируемых модулей.

2. Назначение и область применения ПС.

2.1 Назначение.

Программа предназначена для математического моделирования систем, размножающих нейтроны. Она позволяет вычислять следующие нейтронно-физические характеристики (НФХ) систем в заданном состоянии: эффективный коэффициент размножения; распределения скоростей реакций деления, поглощения, активации и др.; групповые константы, используемые в малогрупповых инженерных программах расчета НФХ ядерных реакторов.

Состояние системы задается детальным описанием ее геометрии и материального состава.

2.2 Типы систем.

Программа позволяет рассчитывать НФХ (п. 2.1) размножающих нейтроны систем с быстрым, промежуточным и тепловым спектром нейтронов и с геометрией, описываемой комбинацией тел-примитивов, перечисленных в п. 2.4.2. Каждый из материалов моделируемой системы может быть любой смесью изотопов, представленных в библиотеке констант DLC/MCUDAT-1.0, являющейся частью программы и содержащей нейтронно-физические константы для 131 изотопа (п. 4). Число материалов в моделируемых системах практически неограничено.

Перечисленным условиям, в частности, удовлетворяют реакторы типа ВВЭР, РБМК, транспортные, промышленные, ВТГР, ТОПАЗ-2, исследовательские реакторы СМ, ИГР, МИР, ИРТ, ИБР-2, широкий класс критических сборок, хранилища ядерных материалов и контейнеры для их транспортировки.

2.3 Область применения

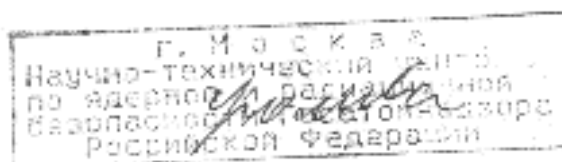
2.3.1 Расчет НФХ (п. 2.1) для реакторов перечисленных в п.2.2 типов без упрощающих предположений о геометрии систем с использованием наиболее точных моделей взаимодействия нейтронов с материалами; расчет параметров и эффектов, которые не могут быть вычислены с необходимой точностью по инженерным программам и измерены в критических экспериментах.

2.3.2 Расчет коэффициента размножения нейтронов при обосновании ядерной безопасности хранилищ ядерных материалов и контейнеров для транспортировки ядерных материалов.

2.3.3 Расчет НФХ для экспертизы ядерной безопасности критическихборок.

2.4 Ограничения на применение.

2.4.1 Ограничения по изотопному составу материалов.



Материалы моделируемых систем могут быть произвольной смесью изотопов, данные о которых содержатся в библиотеке DLC/MCUDAT-1.0 (см. п. 4).

В качестве замедлителей могут использоваться: вода, гидрид циркония, гидрид иттрия, тяжелая вода, бериллий, окись бериллия, графит.

В качестве топлива может использоваться металлическое и окисное топливо, изготовленное из урана любого обогащения, плутония или смешанное (MOX) уран-плутониевое.

#### 2.4.2 Ограничения по геометрии и материалному составу.

Допускается моделирование систем практически любой степени сложности. Геометрии систем описываются как булевские комбинации следующих тел-примитивов: шар, правильный круговой цилиндр, эллипсоид вращения, произвольный параллелепипед, призма с треугольником в основании, шестиугольная призма, произвольно ориентированное полупространство, слой между двумя параллельными плоскостями, правильный эллиптический цилиндр, правильный круговой усеченный конус, произвольный выпуклый многогранник.

Моделируемые системы могут состоять из любого набора однородных по материалам геометрических зон произвольной формы. Каждый материал может состоять из любого числа изотопов, константы которых содержатся в библиотеке DLC/MCUDAT-1.0 (п. 4).

#### 2.5 Допустимые значения параметров.

Количество однородных геометрических элементов произвольной структуры и состава: без ограничений.

Температура воды - до 350 градусов С.

Температура тяжелой воды - до 300 градусов С.

Температура графита и окиси бериллия - до 1800 градусов С.

Температура гидрида циркония - до 1000 градусов С.

Температура топлива - вплоть до температуры плавления.

Содержание  $Pu^{240}$  в смеси изотопов плутония - до 40%.

#### 2.6 Точность, обеспечиваемая в области допустимых значений параметров.

Для холодных водо-водяных систем: с низкообогащенным (до 5%) урановым топливом, в частности, для реакторов ВВЭР  $dK_{eff}=0,003$ ; с плутониевым и смешанным уран-плутониевым топливом  $dK_{eff}=0,005$ ; с высокообогащенным (свыше 5%) урановым топливом  $dK_{eff}=0,006$ .

Для холодных уран-графитовых систем  $dK_{eff}=0,004$ .

Для холодных уран-тяжеловодных систем  $dK_{eff}=0,004$ .

Для холодных систем с высокообогащенным урановым топливом, гидридом циркония в качестве замедлителя и окисью бериллия в качестве отражателя, в частности, для реактора ТОПА3-2:  $dK_{eff}=0,006$ .

Для урановых и плутониевых систем без замедлителя:

для топлива без разбавителей (кислород, конструкционные материалы) -  $dK_{eff}=0,005$ ;

для топлива с разбавителями -  $dK_{eff}=0,015$ .

Для горячих систем приведенные выше погрешности увеличиваются на величину 0,002.

Методическая погрешность (см. п. 3) значений потоков нейтронов, проинтегрированных по выделенным в системе объемам, составляет 3%.

### 3. Сведения о методиках расчета, используемых в ПС.

Системы, имеющие материальный состав, ограниченный набором изотопов в библиотеке DLC/MCUDAT-1.0 (п. 4) и геометрию, ограниченную набором тел-примитивов (п. 2.4.2), моделируются без упрощающих предположений, в расчете используются оценочные ядерные данные.

Уравнение переноса решается методом Монте-Карло. Вычисляется статистическая погрешность оценки рассчитываемых функционалов потока. Все указанные в п. 2.6 точности приведены в пренебрежении статистической ошибкой расчета. Погрешность при пулевой статистической ошибке рассматривается как методическая погрешность величин, вычисляемых программой. Статистическая ошибка обратно пропорциональна корню квадратному из величины затраченного машинного времени.

### 4. Сведения о константах, заложенных в ПС.

Программа использует библиотеку констант DLC/MCUDAT-1.0, являющуюся ее неотъемлемой частью.

Перечень нуклидов, для которых в библиотеке имеются нейтронно-физические константы, приведен в таблице 1.

Таблица 1. Содержание библиотеки DLC/MCUDAT-1.0.

N	изотоп	N	изотоп	N	изотоп
1	1-H - 1	45	54-Xe-131	89	72-Hf-178
2	1-H - 2	46	54-Xe-135	90	72-Hf-179
3	2-He-3	47	55-Cs-133	91	72-Hf-180
4	2-He-4	48	56-Cs-134	92	73-Ta
5	3-Li-6	49	56-Cs-135	93	73-Ta-181
6	3-Li-7	50	59-Pr-141	94	74-W
7	4-Be	51	60-Nd-143	95	74-W-180
8	5-B-10	52	60-Nd-145	96	74-W-182
9	5-B-11	53	61-Pm-147	97	74-W-183
10	6-C	54	61-Pm-148M	98	74-W-184
11	7-N	55	61-Pm-149	99	74-W-186
12	8-O	56	62-Sm-149	100	75-Re
13	9-F	57	62-Sm-150	101	79-Au
14	11-Na	58	62-Sm-151	102	82-Pb
15	12-Mg	59	62-Sm-152	103	83-Bi
16	13-Al	60	63-Eu	104	90-Th-232
17	14-Si	61	63-Eu-151	105	91-Pa-233
18	17-Cl	62	63-Eu-153	106	92-U-233
19	19-K	63	63-Eu-154	107	92-U-234
20	20-Ca	64	63-Eu-155	108	92-U-235
21	22-Ti	65	64-Gd	109	92-U-236

N	изотоп	N	изотоп	N	изотоп
22	23-V	66	64-Gd-152	110	92-U -238
23	24-Cr	67	64-Gd-154	111	93-Np-237
24	25-Mn- 55	68	64-Gd-155	112	93-Np-239
25	26-Fe	69	64-Gd-156	113	94-Pu-238
26	27-Co	70	64-Gd-157	114	94-Pu-239
27	28-Ni	71	64-Gd-158	115	94-Pu-240
28	29-Cu	72	64-Gd-160	116	94-Pu-241
29	31-Ga	73	66-Dy	117	94-Pu-242
30	36-Kr- 83	74	66-Dy-156	118	95-Am-241
31	39-Y	75	66-Dy-158	119	95-Am-242M
32	40-Zr	76	66-Dy-160	120	95-Am-243
33	41-Nb- 93	77	66-Dy-161	121	96-Cm-242
34	42-Mo	78	66-Dy-162	122	96-Cm-243
35	42-Mo- 95	79	66-Dy-163	123	96-Cm-244
36	43-Tc- 99	80	66-Dy-164	124	96-Cm-245
37	44-Rh	81	68-Er	125	96-Cm-246
38	44-Ru-101	82	68-Er-166	126	96-Cm-247
39	45-Rh-103	83	68-Er-167	127	96-Cm-248
40	45-Rh-105	84	68-Er-168	128	98-Cf-252
41	46-Pd-105	85	72-Hf	129	осколки <sup>233</sup> U
42	47-Ag-109	86	72-Hf-174	130	осколки <sup>235</sup> U
43	48-Cd	87	72-Hf-176	131	осколки <sup>239</sup> Pu
44	48-Cd-113	88	72-Hf-177		

#### 5. Дополнительные рекомендации.

Рекомендуются следующие дополнительные области применения программы.

5.1 Оценка точности (обоснование) инженерных программ, используемых для расчета НФХ (п. 2.1) ядерных реакторов типов, перечисленных в п.2.2.

5.2 Оценки точности критических экспериментов и возможности их использования для верификации инженерных программ и экспертизы ядерной безопасности ядерно-энергетических установок; оценки проводятся как при планировании критических экспериментов, так и при анализе результатов выполненных экспериментов.

#### 6. Перечень организаций, которым разрешена эксплуатация ПС.

РНЦ КИ.

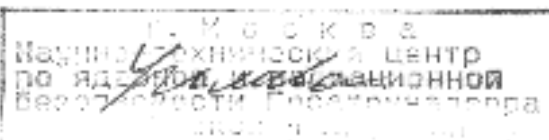
#### 7. Официальные эксперты ПС.

Андросенко Петр Александрович - д.ф.м.н, зав. кафедрой, ИАТЭ;

Компаниец Георгий Васильевич - нач. лаб., отделение  
высокотемпературной энергетики  
ИЯР РНЦ КИ;

Митяев Юрий Иванович - к.т.н., нач. лаб., НИКИЭТ;

Песков Рудольф Алексеевич - д.т.н, нач. бюро, ОКБМ;



Сидоренко Владимир Дмитриевич - к.ф.-м.н, нач. лаб., отделение  
 физики ВВЭР ИЯР РНЦ КИ;  
 Хренников Николай Николаевич - к.ф.-м.н, нач. лаб., ИИБ РНЦ КИ;  
 Цибуля Анатолий Макарович - к.ф.-м.н, нач. лаб., ГИЦ РФ ФЭИ.

Ученый секретарь Совета по аттестации

И.Р. Уголева

М.П.

Председатель Секции N 1 Совета  
 по аттестации

С.М. Зарицкий

