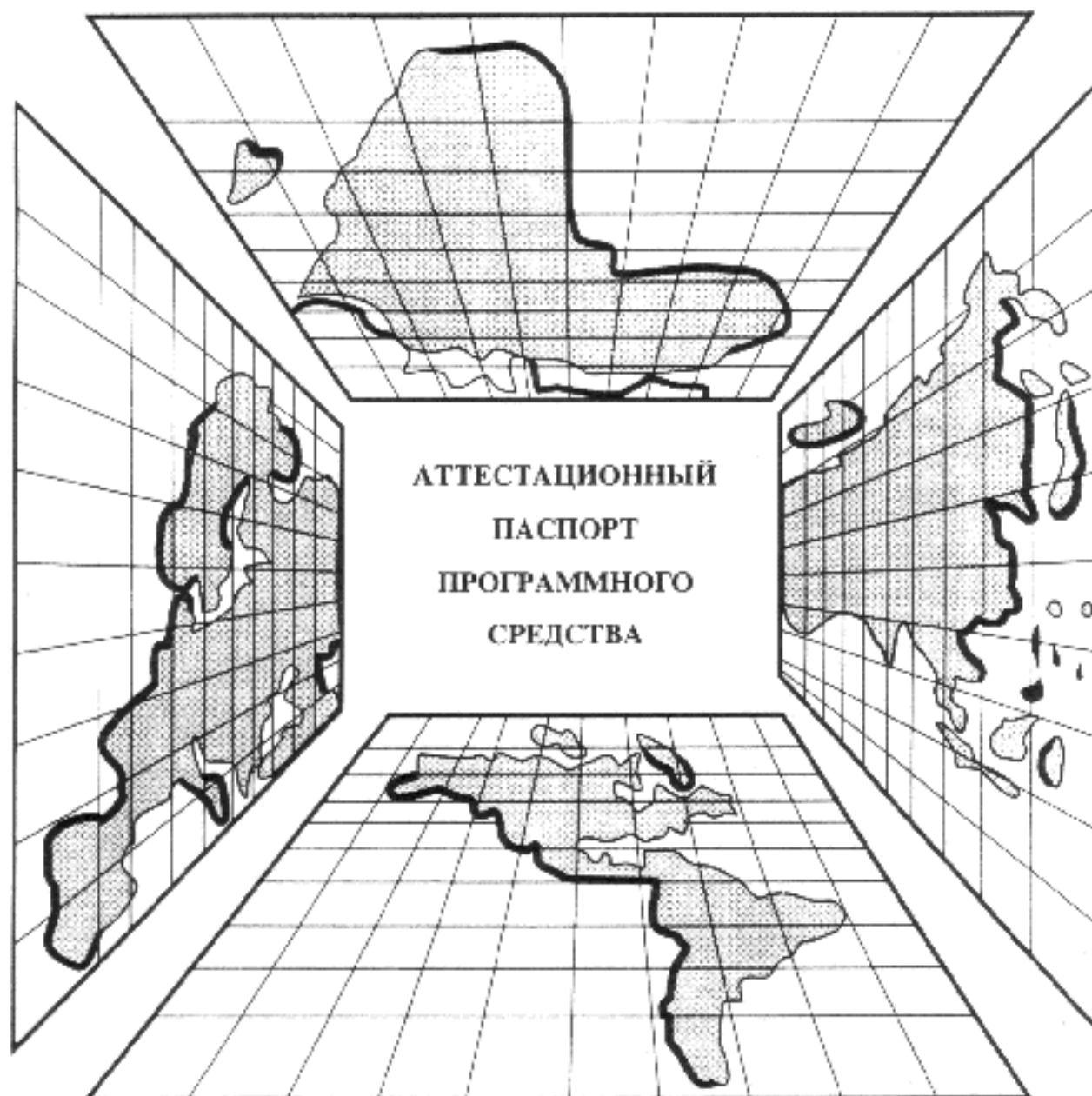


**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**



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



№ 429
РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР ПС В ЦЭИ

18.12.1998

дата регистрации

№ 115
РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР
ПАСПОРТА АТТЕСТАЦИИ ПС

02.03.2000

дата выдачи

НАЗВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА: Программный комплекс MCU-REA
с библиотекой констант
DLC/MCUDAT-2.1

ЭВМ: IBM PC

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА: MS DOS (версия выше 3.3), WINDOWS-95,
WINDOWS-98, WINDOWS-NT

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

ОРГАНИЗАЦИЯ - ЗАЯВИТЕЛЬ: Концерн "РОСЭНЕРГОАТОМ"

ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК: ИЯР РНЦ "Курчатовский институт"

РЕШЕНИЕ СОВЕТА ПО АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Аттестовать бессрочно.

ПРИЛОЖЕНИЕ на 5 стр.



ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА
ПО АТТЕСТАЦИИ ПС

О. М. Ковалевич

СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

И. Р. Уголева

ПРИЛОЖЕНИЕ К АТТЕСТАЦИОННОМУ ПАСПОРТУ № 115

Программный комплекс MCU-REA с библиотекой
констант DLC/MCUDAT-2.1

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

Программный комплекс не содержит отдельно регистрируемых модулей.

2. Назначение и область применения ПС

2.1. Назначение

Определение нейтронно-физических характеристик трехмерных ячеек, полячек и фрагментов активных зон реакторов:

- расчет эффективного коэффициента размножения $K_{эфф}$;
- расчет плотности потока нейтронов;
- расчет эффектов реактивности;
- расчет скоростей реакций;
- расчет изменения $K_{эфф}$, изотопного состава топлива и выгорающих поглотителей в процессе работы реактора.

2.2. Тип реактора

Водо-водяной энергетический реактор типа ВВЭР.

2.3. Режимы

Состояния активной зоны, при которых значения параметров лежат в пределах, указанных в п.2.5.

2.4. Ограничения на применение

Область применения MCU-REA ограничена следующими параметрами.

- Моделируются трехмерные активные зоны практически с любыми топливными и поглощающими элементами при условии, что их геометрия может быть описана как булевская комбинация 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 эллип-

тический цилиндр, правильный круговой усеченный конус, произвольный выпуклый многогранник.

- Расчеты выгорания могут проводиться для ячеек, полиячеек и фрагментов активных зон, включающих топливные элементы и выгорающие плотители.
- Выдача результатов для скоростей реакций в топливных элементах может проводиться для групп, включающих произвольное число топливных элементов, с возможностью их разбивки по высоте.

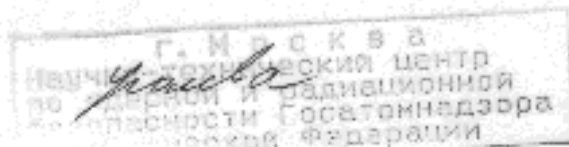
2.5. Допустимые значения параметров

- топливо - металлическое или окисное, изготовленное из урана любого обогащения или плутония, или смешанное (MOX) уран-плутониевое, уран-гадолиниевое;
- концентрация Gd_2O_3 в двуокиси урана до 8% весовых;
- плотность воды 0-1 г/см³;
- глубина выгорания топлива до 60 МВт.сут/кг;
- содержание Pu^{240} в смеси изотопов плутония до 40%;
- температура:
 - воды до 350°C
 - топлива вплоть до температуры плавления

2.6. Точность расчета, обеспечиваемая в области допустимых значений параметров:

2.6.1. Оценки погрешности расчетов основаны на том, что:

- в программе используется метод Монте-Карло, позволяющий решать уравнение переноса нейтронов без аппроксимаций в описании оцененных ядерных данных и трехмерной геометрии рассчитываемой системы, что обеспечивает точность расчета, определяемую только точностью известных ядерных данных и не зависящую от геометрической сложности системы;
- в программе используется библиотека ядерных констант, оцененных на основе обработки экспериментальных данных о сечениях взаимодействия нейтронов с веществом и интегральных бенчмарк экспериментов;
- для оценки погрешности расчета уран-водных систем и систем, содержащих плутоний (растворы солей, плутониевое и MOX топливо), использовалась большая совокупность оцененных интегральных экспериментов для различных сборок;



- для расчета выгорания топлива и выгорающих поглотителей используются оцененные параметры (энергосодержание на одно деление, выход осколков деления, времена распада и пр.);
- проведено сравнение с результатами расчетов по программам MCNP4B, KENO, MONK, TBC-M, HELIOS;
- проведено сравнение с результатами экспериментов по определению изотопного состава выгоревшего топлива реакторов ВВЭР-440 и РБМК.

2.6.2. Количественные оценки погрешностей

Приведенные ниже количественные оценки погрешностей расчета даны в предположении, что материальный состав, значения концентраций изотопов и температуры, а также геометрия системы заданы в исходных данных точно. Погрешности приведены при нулевой статистической ошибке и должны рассматриваться как оценки методической погрешности величин, вычисляемых программой.

2.6.2.1. Максимальная оцененная (наблюдавшаяся при верификации) относительная погрешность расчета коэффициента размножения в холодном состоянии для систем с низкообогащенным (до 5%) свежим окисным урановым топливом

- с поглотителями из В, Gd или Dy $\pm 0,3\%$;
- то же с поглотителями из Eu $\pm 0,5\%$.

2.6.2.2. Максимальная оцененная относительная погрешность расчета коэффициента размножения в холодном состоянии для систем с плутониевым и смешанным уран-плутониевым (МОХ) топливом $\pm 0,5\%$.

2.6.2.3. Максимальная оцененная относительная погрешность расчета коэффициента размножения в горячих состояниях для систем с низкообогащенным (до 5%) свежим окисным урановым топливом:

- до температуры 400К $\pm 0,3\%$;
- до температуры 1800К $\pm 0,5\%$;
- до температуры плавления $\pm 0,7\%$.

2.6.2.4. Максимальная оцененная относительная погрешность расчета коэффициента размножения в горячих состояниях для систем с плутониевым и смешанным уран-плутониевым (МОХ) топливом $\pm 0,7\%$.

2.6.2.5. Максимальная оцененная относительная погрешность расчета потвзельного распределения скорости реакции деления ^{235}U в свежем топливе:

- с поглотителями из В, Gd или Dy $\pm 3\%$

- с поглотителями из Eu $\pm 5\%$
- то же для скорости реакции деления ^{239}Pu в свежем топливе $\pm 5\%$.

2.6.2.6. Максимальные оцененные относительные отклонения расчетных концентраций в процессе выгорания от имевшихся экспериментальных данных и результатов международных расчетных бенчмарков:

- ядер ^{235}U $\pm 5\%$;
- ядер ^{239}Pu $\pm 5\%$;
- ядер ^{155}Gd и ^{157}Gd $\pm 10\%$.

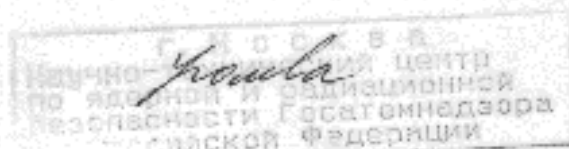
2.6.2.7. Максимальная погрешность в потере реактивности при выгорании до 60 МВт.сут/кг (отклонение от результатов независимых расчетов) $\pm 0,02(\text{абс})$.

3. Сведения о методиках расчета, реализованных в ПС

Расчеты критичности, нейтронных потоков и одногрупповых констант, необходимых для работы модуля расчета изменения изотопного состава, осуществляются методом Монте-Карло. Расчет изменения изотопного состава проводится модулем BURNUP, который функционально аналогичен блоку ORIGEN-S (пакет SCALE) в режиме расчета выгорания. В модуле используются оцененные параметры, необходимые для расчета изменения изотопного состава (см. п.2.6.1.).

4. Сведения о базах данных (библиотеках констант), используемых в ПС

В программном комплексе MCU-REA используется библиотека DLC/MCUDAT-2.1, являющаяся его неотъемлемой частью. Библиотека DLC/MCUDAT-2.1 представляет собой пересмотренную и расширенную версию библиотеки DLC/MCUDAT-1.0 (составная часть аттестованной программы MCU-RFFI/A, аттестационный паспорт № 61 от 10.10.96 г.), дополненную изотопами, необходимыми для расчета выгорания. Константы подготовлены по той же методике, которая использовалась при подготовке библиотеки DLC/MCUDAT-1.0, с использованием файлов оцененных нейтронных данных JENDL-2, JENDL-3, ENDF/B-5, ENDF/B-6, BROND, собственных оценок, а также данных микроэкспериментов, скорректированных в пределах экспериментальных ошибок по результатам бенчмарк макроэкспериментов. Библиотека дополнена разделом MULTIC (ГНЦ РФ ФЭИ), содержащим, в частности, для основных делящихся нук-



лидов информацию о температурной зависимости подгрупповых параметров в области неразрешенных резонансов.

5. Перечень организаций, которым разрешена эксплуатация ПС

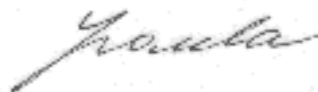
ИЯР РНЦ «Курчатовский институт», концерн РОСЭНЕРГОАТОМ.

6. Дополнительные сведения

7. Официальные эксперты

- | | |
|--|-----------------|
| • Ведущий научный сотрудник НИИАР, к.ф.-м.н. | Ванесв Ю.Е. |
| • Начальник лаборатории ФЭИ, к.ф.-м.н. | Калашников А.Г. |
| • Начальник лаборатории НТЦ ГАН РФ,
к.ф.-м.н. | Попыкин А.И. |
| • Начальник лаборатории ИЯР РНЦ КИ, к.т.н. | Сидоренко В.Д. |

Ученый секретарь
Совета по аттестации



И.Р.Уголева

Председатель Секции № 1
Совета по аттестации



С.М.Зарицкий