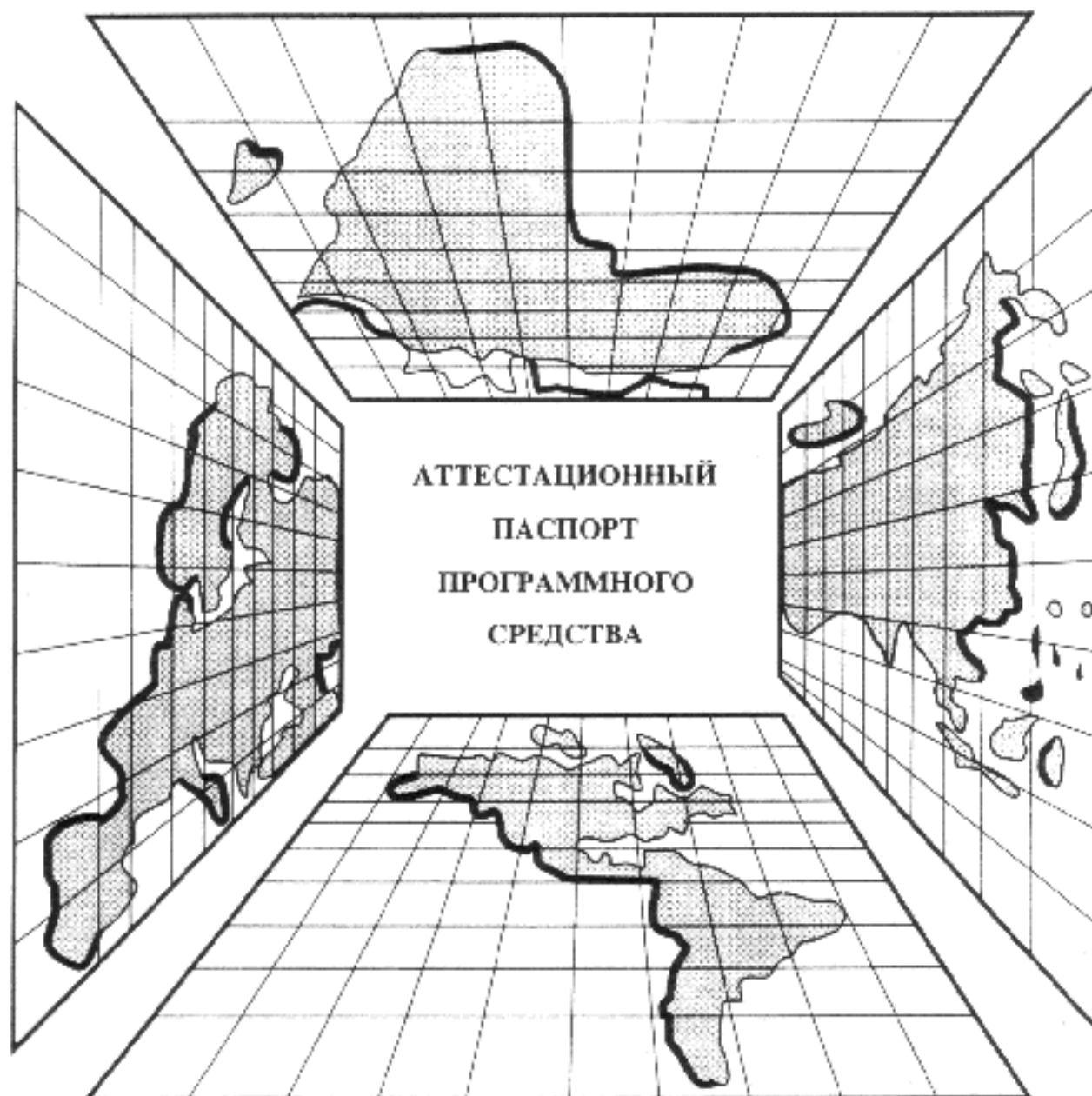


**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**



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



№ 562

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР
ПС В ЦОЭИ ПРИ РНЦ КИ

11.12.2003

дата регистрации

№ 192

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР
ПАСПОРТА АТТЕСТАЦИИ ПС

03.03.2005

дата выдачи

НАЗВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА: Программа MCU-REA/1.0
с библиотекой констант DLC/MCUDAT-2.2

ЭВМ: IBM PC

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

ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ: FORTRAN-77, графический интерфейс
программы визуализации на языке C++

АВТОРЫ: Абагян Л. П., Алексеев Н.И., Брызгалов В.И., Глушков А.Е.,
Гомин Е.А., Городков С.С., Гуревич М.И., Калугин М.А.,
Майоров Л.В., Марин С.В., Шкаровский Д.А., Юдкевич М.С.

РАЗРАБОТЧИК: ИЯР РНЦ "Курчатовский институт"

ЗАЯВИТЕЛЬ: РНЦ "Курчатовский институт"

РЕШЕНИЕ СОВЕТА ПО АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Аттестовать программу MCU-REA/1.0 с библиотекой констант
DLC/MCUDAT-2.2. на срок 10 лет

ПРИЛОЖЕНИЕ на 4 стр.



ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА
ПО АТТЕСТАЦИИ ПС

О.М.Ковалевич

O. M. Kovalevich

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

И.Р.Уголева

I. R. Ugoleva

ПРИЛОЖЕНИЕ К АТТЕСТАЦИОННОМУ ПАСПОРТУ № 192
Программа MCU-REA/1.0 с библиотекой констант DLC/MCUDAT-2.2.

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

Программа не содержит отдельно регистрируемых модулей.

2. Назначение и область применения ПС

2.1. Назначение

Программа MCU-REA/1.0 с библиотекой констант DLC/MCUDAT-2.2 является версией программы MCU-REA с библиотекой констант DLC/MCUDAT-2.1 (аттестационный паспорт №115 от 02.03.2000г.) и предназначена для расчета нейтронно-физических характеристик ячеек, полиячеек и фрагментов активных зон ядерных реакторов:

- эффективного коэффициента размножения $K_{эфф}$ и эффектов реактивности,
- плотности потока нейтронов,
- скорости реакции деления,

а также изменений указанных характеристик, изотопного состава топлива и выгорающих поглотителей в процессе работы реактора.

2.2. Тип объекта использования атомной энергии

Водо-водяные энергетические реакторы типа ВВЭР.

2.3. Моделируемые режимы

Состояния активной зоны при нормальной эксплуатации, при нарушении условий нормальной эксплуатации, при авариях.

2.4. Ограничения на применение

Область применения MCU-REA/1.0 с библиотекой констант DLC/MCUDAT-2.2 ограничена следующими геометрическими, технологическими и прочими параметрами.

Моделируются ячейки, полиячейки и фрагменты активных зон ядерных реакторов, геометрия которых 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 эллиптический цилиндр, правильный круговой усеченный конус, произвольный выпуклый многогранник.

Топливо - металлическое или окисное, урановое или плутониевое, смешанное (MOX) уран-плутониевое, уран-гадолиниевое.

2.5. Допустимые значения параметров

- концентрация Gd_2O_3 в двуокиси урана до 10% весовых,
- глубина выгорания топлива до 60 МВт.сут/кг,
- температура:
 - топлива до температуры плавления,
 - воды до 350 С,
- плотность воды - любая (допускается расчет систем без теплоносителя)

2.6. Погрешность расчета, обеспечиваемая в области допустимых значений параметров

Оценки погрешности расчетов основаны на том, что:

- в программе используется метод Монте-Карло, который в принципе позволяет обеспечить точность расчета, определяемую только точностью оцененных ядерных данных и статистической погрешностью, вне зависимости от геометрической сложности системы;
- в программе используются библиотеки 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 (плутониевое и МОХ топливо), использовалась представительная совокупность оцененных интегральных экспериментов для различныхборок;
- для расчета выгорания топлива и выгорающих поглотителей используются оцененные параметры (энерговыведение на одно деление, выход осколков деления, времена распада и пр.);
- проведено сравнение с результатами экспериментов по определению изотопного состава выгоревшего топлива реакторов ВВЭР-440.

Приведенные ниже количественные оценки погрешностей даны при нулевой технологической погрешности, т.е. в предположении, что материальный состав, плотности изотопов и температура, а также геометрия системы заданы в исходных данных с нулевой погрешностью. Погрешности приведены при нулевой статистической ошибке расчета методом Монте Карло и, таким образом, рассматриваются как оценки методических погрешностей величин, вычисляемых программой.

Максимальная оцененная (выявленная при верификации) относительная погрешность расчета составляет:

- для коэффициента размножения систем в холодном состоянии с низкообогащенным (до 5%) свежим окисным урановым топливом $\pm 0.3\%$,
- для коэффициента размножения систем в холодном состоянии с плутониевым и смешанным уран-плутониевым (МОХ) топливом $\pm 0.5\%$,

- для коэффициента размножения систем в горячих состояниях с низкообогащенным (до 5%) свежим окисным урановым топливом
 - до температуры 400 К $\pm 0.3\%$,
 - до температуры 1800 К $\pm 0.5\%$,
 - до температуры плавления $\pm 0.7\%$,
- для коэффициента размножения систем в горячих состояниях с плутониевым и смешанным уран-плутониевым (МОХ) топливом $\pm 0.7\%$,
- для пространственного распределения скорости реакции деления в указанных системах со свежим топливом
 - для ^{235}U $\pm 3\%$,
 - для ^{239}Pu $\pm 5\%$.

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

- для ^{235}U $\pm 5\%$,
- для ^{239}Pu $\pm 5\%$.

Максимальная абсолютная погрешность изменения коэффициента размножения при выгорании до 60 МВт.сут/кг (отклонение от результатов независимых расчетов) ± 0.02 .

Погрешности приведены для систем без поглотителей и с поглотителями на основе В, Gd и Dy. Для систем с поглощающими элементами на основе Eu погрешности расчета $K_{эф}$ и скорости реакции деления должны быть увеличены (по модулю) на 0,2% и 2% соответственно.

3. Сведения о методиках расчета, используемых в ПС

Расчеты критичности, нейтронных потоков и одногрупповых констант, необходимых для работы модуля расчета изменения изотопного состава, осуществляются методом Монте-Карло с использованием оценённых ядерных данных. Имеющийся геометрический модуль позволяет описывать практически без упрощений системы в трёхмерной геометрии. Расчет изменения изотопного состава может проводиться с использованием двух альтернативных модулей: BURNUP и ORIMCU. В модуле BURNUP учитываются все стабильные и долгоживущие ($T_{1/2} > 1$ сутки) изотопы актинидов и продуктов деления. В модуле ORIMCU в качестве основного расчетного блока используется программа ORIGEN-S. Кроме перечисленных, рассматриваются изотопы конструкционных материалов, а также короткоживущие продукты деления.

И. К. Ковалева

 (подпись)

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

В программном комплексе MCU-REA/1.0 используется библиотека DLC/MCUDAT-2.2, являющаяся его неотъемлемой частью.

Библиотека DLC/MCUDAT-2.2 представляет собой расширенную версию библиотеки DLC/MCUDAT-2.1, которая ранее была аттестована совместно с программой MCU-REA применительно к расчётам реактора типа ВВЭР (паспорт аттестации ПС №115 от 2.03.2000). По сравнению с версией DLC/MCUDAT-2.1 в DLC/MCUDAT-2.2 добавлен 21 изотоп. Данные для остальных изотопов не изменились.

5. Перечень организаций, эксплуатирующих ПС

ИЯР РНЦ КИ, концерн РОСЭНЕРГОАТОМ, ВНИИАЭС.

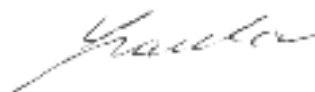
6. Особые условия

7. Дополнительная информация

8. Официальные эксперты

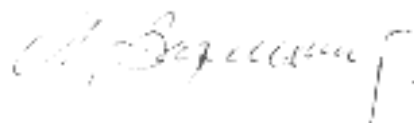
- Ванесев Юрий Евгеньевич, к.т.н., ведущий научный сотрудник НИИАР
- Давыдова Галина Борисовна, старший научный сотрудник ИЯР РНЦ КИ
- Попыкин Александр Иванович, к.ф.-м.н., начальник лаборатории ИТЦ ЯРБ
- Сидоренко Владимир Дмитриевич, к.ф.-м.н., начальник лаборатории ИЯР РНЦ КИ

Ученый секретарь
Совета по аттестации



И.Р. Уголева

Председатель Секции № 1
Совета по аттестации



С.М. Зарицкий