



Федеральная служба
по экологическому, технологическому и атомному надзору
(Ростехнадзор)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ПО АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
ПРИ РОСТЕХНАДЗОРЕ



АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

Регистрационный номер 390 от 16 декабря 2015 года

Настоящий аттестационный паспорт устанавливает назначение и область применения программного средства

«САПФИР_95.1»,

которые указаны в разделе 2 приложения к настоящему аттестационному паспорту.

Аттестационный паспорт предоставлен

Федеральному государственному унитарному предприятию «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова» (ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»). Юридический адрес: 188540, Россия, Ленинградская область, г. Сосновый Бор, Копорское шоссе, д. 72.

*Настоящий аттестационный паспорт действует при соблюдении условий
Приложения, являющегося его неотъемлемой частью.*

Срок действия аттестационного паспорта до 16 декабря 2025 года

Председатель экспертного Совета
по аттестации программных средств
при Ростехнадзоре, к.т.н.

С.Н. Богдан



ETSON

EUROPEAN
TECHNICAL SAFETY
ORGANISATIONS
NETWORK



ISO 9001:2008

Certified Management System

ПРИЛОЖЕНИЕ

к аттестационному паспорту программного средства № 390 от 16 декабря 2015 года

1 Общие сведения

1.1 Название программного средства (далее – ПС)

«САПФИР_95.1».

1.2 Организация-разработчик ПС

ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»;

НИЦ «Курчатовский институт».

1.3 Авторы ПС

Артемов В.Г., Ельшин А.В., Иванов А.С., Карпов А.С., Обухов В.В.,
Сергеев В.К., Тебин В.В.

1.4 Сведения о регистрации ПС и его компонентов

Программное средство «САПФИР_95.1» зарегистрировано в ОФАП-ЯР
под № 579 от 08.12.2004.

1.5 Основание для выдачи аттестационного паспорта программного средства:

Отчет о НИР «Комплекс программ САПФИР_95&RC. Результаты
верификации для реакторов типа ВВЭР. Часть 1. Результаты верификации
программы САПФИР_95», ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», инв. №
990/О, г. Сосновый Бор, 2003.

Решение секции № 1 об утверждении результатов экспертизы (протокол
заседания от 03.11.2005 № 27). Решение экспертного Совета по аттестации
программных средств (протокол заседания от 15.11.2005 № 43).

Рекомендация секции № 1 о продлении срока действия аттестационного
паспорта ПС (протокол заседания от 09.10.2015 № 52) и решение экспертного
Совета по аттестации программных средств (протокол заседания от 16.12.2015
№ 67).

1.6 Сведения о ранее выданных аттестационных паспортах ПС

Настоящий аттестационный паспорт выдан взамен аттестационного паспорта
программного средства «САПФИР_95.1» от 15.12.2005 № 205. Эксперты,
проводившие экспертизу ПС: В.И. Орлов, АО «ВНИИАЭС»; В.А. Пивоваров,
АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»; А.И. Попыкин, ФБУ «НТЦ ЯРБ»; Г.Л. Пономаренко,
АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»; В.Д. Сидоренко, НИЦ «Курчатовский институт».

1.7 Эксперты, проводившие повторную экспертизу ПС:

А.И. Попыкин, к.ф.-м.н., ФБУ «НТЦ ЯРБ».

2 Назначение и область применения ПС

2.1 Назначение ПС

ПС «САПФИР_95.1» предназначено для подготовки эффективных
малогрупповых нейтронно-физических характеристик (констант) сборок,
активных зон, хранилищ отработавшего ядерного топлива, а также для расчета

Экспертный Совет

следующих нейтронно-физических характеристик ячеек (полиячеек) ядерных реакторов в процессе выгорания:

- коэффициент размножения нейтронов;
- скорости реакций в элементах тепловыделяющих сборок;
- потвэльное распределение энерговыделения в тепловыделяющих сборках;
- изотопный состав топлива;
- активность мишеней в облучательных устройствах;
- коэффициенты реактивности;
- эффективность поглощающих элементов.

2.2 Область применения ПС по типу объектов использования атомной энергии

Водо-водяные и уран-графитовые реакторы и критические сборки.

2.3 Область применения ПС по моделируемым режимам

Режимы нормальной эксплуатации и проектные аварии.

2.4 Область применения ПС по условиям и параметрам расчета

Стержневые твэлы круглого, квадратного, крестообразного или кольцевого сечения.

Топливо на основе урана и плутония:

- металлическое;
- керамическое;
- дисперсное.

Замедлитель: вода, графит.

Теплоноситель: вода.

Тепловыделяющие сборки:

- технологический канал;
- кассета;
- сложный технологический канал с твэлами разных типов.

Компенсирующие органы:

- стержни;
- компенсирующая решетка;
- компенсирующая решетка с плитами;
- кластер.

Поглощающие элементы компенсирующих групп, органов регулирования, системы управления и защиты:

- стержневые;

Экспертиза

кластерные;
кольцевого сечения.

Материал поглощающих элементов органов регулирования на основе:

бора, гафния, европия, кадмия, диспрозия.

Выгорающие поглотители:

стержневые;
пластинчатые;
элементы конструкций тепловыделяющих сборок из борированных сталей.

Материалы стержней выгорающих поглотителей на основе:

бора, гадолиния, эрбия, гафния, диспрозия, в том числе интегрированные поглотители (смешанные с топливом).

Расчет ячейки реактора проводится в ПС в одно-, двух-, или трехмерной геометрии.

Размер полячейки уран-водо-графитового реактора – не более, чем 3×3 ячейки.

Диапазоны значений параметров расчета с применением ПС:

плотность теплоносителя в ячейке тепловыделяющей сборки:

для водо-водяных реакторов (в среднем по каналу и межканальному пространству) от 200 до 1000 кг/м³;

для уран-водо-графитовых реакторов от 0 до 1000 кг/м³.

температура топлива – до 2000 °С.

обогащение топлива – до 90 %.

глубина выгорания топлива:

для водо-водяных реакторов – до 70 МВт·сут./кг U);

для уран-водо-графитовых реакторов – до 35 МВт·сут./кг U);

для реакторов с высокообогащенным топливом – до 70 % загрузки ²³⁵U.

2.5 Погрешность, обеспечиваемая ПС в области его применения

Параметр	Отклонение
Максимальные отличия полученных с помощью ПС результатов расчетов от результатов расчетов, выполненных методом Монте-Карло:	
1/Kэфф для однородных (без поглотителей) решеток тепловыделяющих сборок различных типов, %	± 0,7

Параметр	Отклонение
1/ $k_{эфф}$ для решеток тепловыделяющих сборок различных типов с тяжелыми поглотителями (стержни выгорающих поглотителей, компенсирующие группы), %	$\pm 1,0$
1/ $k_{эфф}$ для решеток тепловыделяющих сборок различных типов при обезвоживании канала, %	$\pm 1,2$
1/ $k_{эфф}$ для решеток тепловыделяющих сборок различных типов с учетом выгорания топлива и поглотителей, %	$\pm 1,5$
потвэльное распределение энерговыделения в тепловыделяющих сборках, %	± 5
температурный коэффициент реактивности по топливу: в диапазоне от 300 до 1000 К, % в диапазоне от 1000 до 2000 К, %	± 10 ± 20
температурный коэффициент реактивности по теплоносителю (вместе с плотностным, до кипения), %	± 5
температурный коэффициент реактивности по графиту, %	± 10
плотностной эффект реактивности при кипении теплоносителя и эффект обезвоживания в ячейках водо-водяных реакторов, %	± 5
плотностной эффект реактивности при кипении теплоносителя и эффект обезвоживания в ячейках уран-водо-графитовых реакторов для свежего топлива (максимальная погрешность) для выгоревшего топлива (максимальная погрешность)	± 10 % (отн.) или $\pm 0,003$ (абс.) ± 10 % (отн.) или $\pm 0,005$ (абс.)
интегральная эффективность компенсирующей группы ОР, %	± 5
Максимальные расхождения с имевшимися экспериментальными данными, полученные при верификации программы:	
Содержание делящихся изотопов в выгоревшем топливе	
^{235}U , %	± 3
^{239}Pu , %	± 5
^{241}Pu , %	± 15
трансурановые изотопы (Am, Cm), %	± 30
Содержание ^{60}Co в мишенях облучательных устройств, %	± 7

3 Сведения о методиках расчета, реализованных в ПС

Для расчета ячейки реактора и подготовки малогрупповых констант в ПС используются многогрупповое приближение и метод вероятности первых столкновений.

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

ПС аттестуется вместе с библиотекой БНАБ-78/С-95, которая является неотъемлемой частью ПС.

5 Дополнительная информация

ПС «САПФИР_95.1», работающее в операционной системе Windows, является развитием ПС «САПФИР_95» (аттестационный паспорт от 10.02.2014 № 116.1).

Экспертная

6 Пользователи ПС

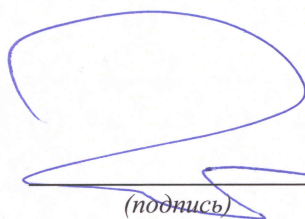
Пользователями ПС являются специалисты следующих организаций, прошедшие соответствующее обучение по применению ПС:

ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»;

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»;

АО «АТОМПРОЕКТ».

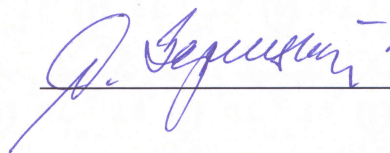
Ученый секретарь экспертного Совета
по аттестации программных средств
при Ростехнадзоре



(подпись)

С.А. Шевченко

Председатель секции № 1 «Нейтронно-
физические расчеты» экспертного
Совета по аттестации программных
средств при Ростехнадзоре, к.ф.-м.н.



С.М. Зарицкий

Экспертная