

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «Красная звезда»

Е.А. Сакадынец

2018 г.

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертационную работу А.К. Павлова
«Расчётное обоснование методологии перевода растворного реактора
«Аргус» на низкообогащённое урановое топливо», представленную на
соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование,
эксплуатацию и вывод из эксплуатации»**

Актуальность темы диссертации А.К. Павлова обусловлена решением руководства Госкорпорации «Росатом» от 27.07.2012 о выпуске «Программы перевода гражданских исследовательских ядерных реакторов и мишеней для наработки ^{99}Mo с ВОУ на НОУ» с целью продвижения на мировой рынок технологий и продукции отечественного производства радионуклидов.

Диссертация раскрывает суть методологии, содержащей экспериментальную составляющую в виде программы необходимых действий по переводу растворного реактора на низкообогащённое урановое топливо и три расчётные методики, разработанные и реализованные при непосредственном участии автора, обосновывающие экспериментальную составляющую. Методология, с одной стороны, позволила перевести реактор «Аргус» на низкообогащённое топливо. С другой стороны, идеология её разработки и реализации и некоторые методики целиком могут являться основой при планировании и реализации перевода на низкообогащённое топливо любого из нескольких десятков мировых исследовательских растворных реакторов.

Основными компонентами методологии являются:

- программные средства для планирования и обоснования действий по переводу реактора на базе метода Монте-Карло;
- предварительное расчётное планирование последовательности загрузки;
- перегрузка непосредственно в корпусе реактора без выгрузки ВОУ топлива;
- комбинированный расчётно-экспериментальный метод оценки ядерной безопасности реактора с НОУ топливом.

Данная методология нацелена на преодоление проблемы перегрузки ядерных реакторов с высокообогащённым топливным раствором, отработавших на мощности порядка тридцати лет и более. Вследствие чего в их топливных растворах накоплено большое количество высокоактивных долгоживущих радионуклидов. Расчётно обоснованное автором решение проведения перегрузки непосредственно в корпусе реактора без выгрузки высокообогащённого топлива позволило исключить риски переоблучения персонала и возникновения самоподдерживающейся цепной реакции деления нейтронов.

Основные научно-практические результаты, полученные автором, и их новизна заключаются в следующем.

- В рамках разработанной методологии верифицирована расчётная методика планирования перевода растворного реактора на НОУ топливо без выгрузки ВОУ топливного раствора.
- Верифицирована расчётная процедура определения ядерных концентраций элементов «водород» и «кислород» материала «топливный раствор».
- Впервые установлено отсутствие критического повышения альфа-активности раствора при переходе на НОУ топливо.
- Осуществлён перевод реактора «Аргус» на НОУ топливо.
- Реактор «Аргус» мощностью до 20 кВт стал прототипом создаваемого реактора «Аргус-М» мощностью 50 кВт, являющегося основой опытного образца производственного комплекса для получения медицинского радионуклида ^{99}Mo .
- Разработана и впервые успешно применена методология, которая может быть использована при полной смене топливного раствора при переходе на НОУ топливо или при частичной смене топливного раствора при смене концентрации топлива на многих растворных исследовательских реакторах в РФ и за рубежом.

Практическая ценность предложенной методологии иллюстрируется, в том числе, её высокой точностью при расчётном планировании последовательности загрузки с получением нейтронно-физических характеристик топливного раствора после каждой загруженной порции. Также преимуществом методологии с точки зрения её практического применения является использование кодов Монте-Карло, дающих, в том числе, удовлетворительную сходимость с экспериментальными методами при оценке ядерной безопасности реактора на низкообогащённом урановом топливе.

Результаты диссертации целесообразно внедрять при индивидуальном подходе к каждому растворному исследовательскому реактору при решении задачи его перевода на низкообогащённое урановое топливо. Автору рекомендуется продолжить работу как по универсализации предложенной методологии, так и по расширению задач её применения.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

1. Теоретическому анализу предложенной методологии в диссертации уделено достаточно места, но в основном - общим определяющим положениям. Было бы интересным, например, осветить роль отрицательного мощностного эффекта реактивности как основного механизма гашения вспышки мощности в растворном реакторе.

2. Понимая, что натурные эксперименты на реакторе «Аргус» с НОУ топливом не входят в объем данной диссертации, для полноты обоснования ядерной безопасности необходимо указать какие планируются дальнейшие шаги для проведения реакторных испытаний с НОУ топливом, результаты которых могли бы подтвердить проведенные автором расчеты и более точно верифицировать обоснованную автором методологию.

Отмеченные недостатки не снижают практическую ценность работы в целом.

Диссертация представляет собой завершённое научное исследование, выполненное автором самостоятельно и на высоком уровне. В диссертационной работе в полной мере отражено решение поставленной задачи по расчетному обоснованию методологии перевода реактора "Аргус" на низкообогащенное урановое топливо, данная задача имеет важное значение для развития исследовательского направления реакторной отрасли. Полученные автором выводы достаточно обоснованы.

Работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор А.К. Павлов заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Главный конструктор
Начальник отдела № 12
канд. техн. наук
Начальник отдела № 06

С.Ф. Ледовский

И.Е. Люблинский

А.Е. Давыденко