

О Т З Ы В

официального оппонента, на диссертацию Павлова Андрея Константиновича «**Расчётное обоснование методологии перевода растворного реактора «Аргус» на низкообогащённое урановое топливо**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 - "Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации".

Диссертационная работа Павлова А.К. посвящена проблемам перевода исследовательских растворных ядерных реакторов с высокообогащенного уранового (ВОУ) топлива на низкообогащенное урановое (НОУ) топливо. В настоящий момент в мире уделяется большое внимание по предотвращению потенциальной террористической угрозы при использовании ВОУ топлива. В Госкорпорации «Росатом» с 2012 г. реализуется «Программа перевода гражданских исследовательских ядерных реакторов и мишеней для наработки Молибдена-99 с ВОУ на НОУ». Поэтому, разработка и обоснование методологии перевода на НОУ растворного реактора является **актуальной** задачей.

В ходе выполнения работы автором решены следующие задачи:

- разработка математической модели реактора «Аргус» с высокообогащённым (ВОУ) топливом и проведение её верификации;
- определение работоспособности реактора «Аргус» после снижения обогащения топлива;
- планирование последовательности проведения процедуры снижения обогащения и расчёт характеристик топлива после каждой загрузки;
- обоснование ядерной безопасности путём расчётного и экспериментального моделирования возможных аварийных ситуаций.

Задачи были решены по разработанным в диссертации расчётным методикам, обосновывающим методологию перевода на НОУ топливо.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем:

1. В рамках разработанной методологии верифицирована расчётная методика планирования перевода растворного реактора на НОУ топливо без выгрузки ВОУ топливного раствора. Она позволила избежать манипуляций с перемещением ядерного топлива, выделением мест промежуточного хранения, изменения зон баланса ядерных материалов и т.д. Кроме того, произо-

шла существенная экономия времени при вышеуказанных процедурах, а также уменьшился риск переоблучения персонала.

2. Верифицирована расчётная процедура определения ядерных концентраций элементов «водород» и «кислород» материала «топливный раствор».

3. Впервые установлено отсутствие критического повышения альфа-активности раствора при переходе на НОУ топливо. Таким образом, качество целевого радионуклида Мо-99 возможно обеспечить без дополнительных ступеней очистки.

Не вызывает сомнений достоверность и обоснованность выводов и результатов расчётов по ПС MCU-RFFI/A нейтронно-физических характеристик растворных реакторов «Аргус» и его импульсного аналога «Гидра» с высокообогащённым урановым топливом, что подтверждается совпадением результатов расчётов и экспериментальных измерений, проведённых на этих реакторах за несколько десятков лет их эксплуатации.

В первой главе представлен объект исследования – реактор «Аргус», его основные характеристики и системы, область применения; показаны предпосылки необходимости снижения обогащения топливного раствора, приведена математическая модель, реализованная в ПС MCU-RFFI/A, и её верификация, а также результаты литературного обзора по актуальному аспекту применения реактора – перспективному получению новых медицинских радионуклидов.

Во второй главе приведены результаты реализации методики расчёта нейтронно-физических характеристик для определения возможности эксплуатации реактора «Аргус» с НОУ топливом.

На базе верифицированной математической модели реактора «Аргус» с ВОУ топливом разработана компьютерная модель реактора «Аргус» с НОУ топливом.

В третьей главе представлены результаты реализации расчётной методики планирования последовательности перевода на НОУ топливо. Также показаны и оценены основные параметры ($k_{эф}$) для различных фаз загрузки топлива.

В четвёртой главе представлено описание методики расчётно-экспериментального обоснования ядерной безопасности реактора «Аргус» с НОУ топливом. Рассмотрены несколько основных исходных событий для оценки протекания аварийных ситуаций.

По диссертационной работе можно сделать следующие **замечания**:

1. В главе 2 (стр. 53) на Рис. 2.5 не указаны пределы погрешностей для усредненного по высоте азимутального распределение энерговыделения.
2. В тексте диссертации (стр. 58, 62) автор использует термин «перегрузка топлива», который обычно используют при выгрузке из активной зоны реактора отработавшего топлива и загрузку «свежего» топлива. Более корректным выражением можно считать «перевод реактора на НОУ топливо» тоже использованное автором.

Наличие указанных замечаний не снижает значимости работы, и не меняет положительной оценки. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, полностью решает поставленные задачи и является самостоятельным законченным исследованием.

Автореферат соответствует основному содержанию и выводам диссертации.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена существенная задача: впервые разработана методология перевода растворного реактора на НОУ топливо без перемещения раствора из бака реактора. Также впервые осуществлен перевод растворного реактора «Аргус» на НОУ топливо.

Диссертационная работа полностью удовлетворяет **критериям Положения** о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Павлов А.К. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
главный инженер АО
«НИФХИ им. Л.Я. Карпова»



О.Ю. Кочнов

Подпись О.Ю. Кочнова заверяю

Директор по инновационной деятельности

АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», дхн.

В.Р. Дуфлот