



УТВЕРЖДАЮ
Директор Лаборатории
нейтронной физики им. И.М. Франка
В.Н. Швецов
“16” 02 2018 г.

ВЫПИСКА
из решения Научно-технического совета
ОЯФ ЛНФ от 31 января 2018 г.

Численный состав НТС – 24 человек.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: 33 человек, из них 18 членов НТС.

СЛУШАЛИ: сообщение ЦОЛМОНА ЦОГТСАЙХАНА о содержании, основных положениях и выводах диссертационной работы «ИССЛЕДОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ РЕАКТИВНОСТИ РЕАКТОРА ИБР-2М» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики. Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, Ю.Н. Пепельшев.

На обсуждении было отмечено, что работа отвечает требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, и соответствует специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики. Диссертация рекомендована к защите в диссертационном совете Д 720.001.06 при Лаборатории нейтронной физики и Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Заключение о диссертационной работе.

В диссертационной работе «Исследование случайных возмущений реактивности реактора ИБР-2М» проведено исследование случайных колебаний энергии импульсов и шумов различных параметров реактора, определяющих нормальное функционирование ИБР-2М, таких, например, как термогидравлические параметры системы охлаждения активной зоны, колебания лопастей модулятора реактивности и множество других. На основе измеренных временных рядов реакторных параметров оценены парциальные компоненты реактивности и определены их источники, а также динамика их изменения в процессе работы реактора. Для реализации этой задачи разработаны методики и создано программное обеспечение статистического анализа временных рядов, включая методы распознавания образов (клusterный анализ) и нейронных сетей. Последнее использовалось для задач прогнозирования шумового состояния реактора. Показано, что в задаче прогнозирования можно существенно (в три раза) уменьшить случайные колебания тепловой мощности реактора. Исследования показали, что знание параметров нейтронных шумов (шумового образа реактора) необходимо для обоснования условий безопасной работы реактора на протяжении всей кампании.

Основные результаты работы:

1. Разработаны методики, и создано программное обеспечение для статистического анализа колебаний реакторных параметров и диагностики шумового состояния ИБР-2М.

2. Проведено исследование шумов энергии импульсов и их динамики в зависимости от времени работы ИБР-2М (выгорания топлива), что позволило выбрать оптимальные параметры работы системы автоматического регулирования мощности.
3. Определены статистические характеристики колебаний основных термодинамических параметров первого контура системы охлаждения активной зоны. Изучены их взаимосвязи, а также даны оценки влияния шумов натриевой системы охлаждения активной зоны на шумы реактивности и мощности реактора.
4. Разработан алгоритм прогнозирования колебаний мощности и колебаний основных параметров первого контура системы охлаждения активной зоны ИБР-2М. Показана возможность с помощью прогноза на основе нейронных сетей в три раза уменьшить медленные колебания реактивности и, соответственно, тепловой мощности.
5. Показано, что за весь анализируемый период работы реактора при энерговыработке до ~ 1100 МВт·сут шумы энергии импульсов в процессе работы ИБР-2М существенно меняются как по спектральному составу, так и по уровню колебаний. Уровень шумов при указанной энерговыработке существенно меньше допустимого. Кроме того, нужно отметить, что малый уровень низкочастотных шумов свидетельствует об отсутствии признаков колебательной неустойчивости ИБР-2М и, соответственно, запасе энерговыработки до появления нестабильности.

Основные результаты, изложенные в диссертации, получены при определяющем вкладе автора.

Результаты, представленные в работе, докладывались на международных и российских конференциях, на семинарах в группе Ядерной безопасности Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка:

1. Mathematical Modelling and Computational Physics (13-17 July, 2015 Stará Lesná, High Tatra Mountains, Slovakia);
2. XXV International Symposium on Nuclear Electronics and Computing (28 September – 02 October, 2015, Montenegro, Budva);
3. XX Научной конференции молодых ученых и специалистов (14-18 марта 2016 г., ОИЯИ, Дубна);
4. VI International Conference on Contemporary Physics (7-10 June, 2016, Ulaanbaatar, Mongolia).
5. International Conference on Mathematical Modeling and Computational Physics (3-7 July, 2017, JINR, Dubna, Russia);
6. International Conference on Developments and Application of Nuclear Technologies (10-13 September, 2017, Krakow, Poland).

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Pepelyshev Yu.N., **Tsogtsaikhan Ts.**. Investigation of the Pulse Energy Noise Dynamics at IBR-2M using Cluster Analysis //Annals of Nuclear Energy. 2015. V. 83. p. 50–56.
2. Ososkov G.A., Pepelyshev Yu. N., **Tsogtsaikhan Ts.**, Prediction of Liquid Sodium Flow Rate through the Core of the IBR-2M Reactor Using Nonlinear Autoregressive Neural Networks //European Physical Journals. 2016. V.108. 02036

3. Пепельшев Ю.Н., Цогтсайхан Ц., Осоков Г.А. Использование методов кластерного анализа и авторегрессионных нейронных сетей для диагностики шумов реактора ИБР-2М //Письма в ЭЧАЯ. 2016. Т. 13, вып. 5. с. 1089-1094.
4. Пепельшев Ю.Н., Цогтсайхан Ц., Прогнозирование колебаний термодинамических параметров системы охлаждения реактора ИБР-2М с помощью нейронных сетей //Атомная энергия. 2016. Т. 121, вып. 3. с. 136-139.
5. Пепельшев Ю.Н., Рогов А.Д., Цогтсайхан Ц. Статистический анализ флуктуаций энергии импульсов реактора ИБР-2М. Препринт ОИЯИ Р13-2012-131. Дубна, 2012.
6. Пепельшев Ю.Н., Цогтсайхан Ц. Влияние шумов натриевой системы охлаждения активной зоны ИБР-2М на колебания реактивности. Препринт ОИЯИ Р13-2014-61. Дубна, 2014.
7. Пепельшев Ю.Н., Цогтсайхан Ц. Исследование динамики шумов энергии импульсов реактора ИБР-2М в процессе выгорания топлива. Препринт ОИЯИ Р13-2017-4. Дубна, 2017.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать представленную ЦОЛМОНОМ ЦОГТСАЙХАНОМ диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики к защите в диссертационном совете Д 720.001.06 при Лаборатории нейтронной физики и Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.
2. Утвердить текст заключения о диссертационной работе ЦОЛМОНА ЦОГТСАЙХАНА

Председатель НТС ОЯФ ЛНФ ОИЯИ

А.Б. Попов

Секретарь НТС ОЯФ ЛНФ ОИЯИ

В.К. Игнатович

“Выписка верна”

Ученый секретарь ЛНФ ОИЯИ

Д.М. Худоба