

АНСАМБЛИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА С ВЫСОКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ИЗЛУЧЕНИЯ

Смольников Н.В.¹, Наймушин А.Г.¹, Лебедев И.И.¹, Аникин М.Н.¹

¹) Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: nvs38@tpu.ru

ENSEMBLE LEARNING METHODS TO PREDICT NEUTRONIC PARAMETERS OF REACTOR CORE WITH A HIGH DEGREE OF HETEROGENEITY

Smolnikov N.V.¹, Naymushin A.G.¹, Lebedev I.I.¹, Anikin M.N.¹

¹) National Research Tomsk Polytechnic University

Most of the nuclear research reactors characterized by non-uniformity of energy release distributions, so the core neutronic parameters modeling is important. In this research we proposed approach to optimize neutronic parameters calculation by developed ensemble machine learning models

Исследовательские ядерные реакторы (ИЯУ) имеют небольшие размеры активной зоны и большую утечку нейтронного излучения, что делает такие установки ключевыми инструментами в проведении фундаментальных и прикладных исследований. Однако, для большинства ИЯУ характерны высокие плотность потока тепла с поверхности топлива и неравномерность распределения энерговыделения, что влияет, как на условия эксплуатации реактора, так и на параметры в экспериментальных устройствах [1].

Как правило, для наиболее точного описания физических процессов, происходящих в активной зоне, используются прецизионные программные средства, детально учитывающие гетерогенную структуру конструктивных элементов реактора, но требующие больших вычислительных мощностей.

В настоящее время на реакторе ИРТ-Т (г. Томск) для расчетного сопровождения эксплуатации реактора и исследований используется программа серии MCU, решающая уравнения переноса излучения методом Монте-Карло в трехмерной геометрии. Однако, ввиду работы реактора в режиме частичных перегрузок, в активной зоне присутствует многообразие распределения топлива (тепловыделяющие сборки с разной глубиной выгорания), что приводит к существенному перераспределению энерговыделения в тепловыделяющих сборках (ТВС).

Таким образом, численное определение распределение энерговыделения в объеме реактора и профилирование неоднородности энерговыделения сводится к итеративному процессу, при котором ТВС переставляются в различные ячейки активной зоны с целью получения оптимальных параметров.

В настоящей работе предлагается использовать методы машинного обучения для предсказания значений энерговыделения по ячейкам активной зоны на основе картограммы загрузки топлива, что позволит оценивать неравномерность распределения энерговыделения по топливным ячейкам, значительно ускорив процесс поиска оптимального компоновочного решения [2].

В работе рассматриваются подходы к минимизации эффектов мультиколлинеарности в процессе обучения моделей и построению ансамбля моделей для эффективной работы комбинации разных алгоритмов [3].

1. Bae, I. H., Na, M. G., Lee, Y. J., & Park, G. C. (2008). Calculation of the power peaking factor in a nuclear reactor using support vector regression models. *Annals of Nuclear Energy*, 35(12), 2200–2205. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2008.09.004>
2. В.Е. Гмурман. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш.шк.; 1999. 479 р
3. Н.Паклин, В.Орешков. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. Учебное пособие. СПб.: Питер; 2013. 704 с.: ил.