

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РЕФЛЕКТОМЕТРИИ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НЕЙТРОНОВ

Попов А.И.^{1,2}, Смирнов А.А.¹, Максимов Д.А.³, Антропов Н.О.²,
Кравцов Е.А.^{1,2}

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

³⁾ Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: 79126678476@mail.ru

APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN POLARIZED NEUTRON REFLECTOMETRY

Popov A.I.^{1,2}, Smirnov A.A.¹, Maksimov D.A.³, Antropov N.O.², Kravtsov E.A.^{1,2}

¹⁾ Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin

²⁾ Institute of Metal Physics Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

³⁾ Institute of High Temperature Electrochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

This report will show the principles of calculating time-of-flight optics of neutron scattering installations using machine learning algorithms

Эксперименты с использованием нейтронов на высокопоточных реакторах становятся очень дорогими. Современные установки такого типа крайне сложны в строительстве и эксплуатации. Использование стационарных источников нейтронов предполагает проведение уникальных экспериментов, для регулярных задач в физике конденсированного состояния оптимальным решением будет строительство низкочастотных и среднечастотных импульсных источников нейтронов. На таких источниках нейтроны получают с помощью реакции, возникающей при бомбардировке протонами минерала (например Be). Низкие энергии протонов до 15 МэВ обеспечивают отсутствие цепной реакции и как следствие активации, что значительно упрощает эксплуатацию установки. Возможность разместить всю нейтронную оптику на близком расстоянии от мишени делает импульсный источник эффективным и сравнимым по интенсивности с источниками, использующими цепные ядерные реакции. Консорциумом из ведущих российских нейтронных центров разрабатывается проект DARIA (compact neutron source Dedicated to Academic Research and Industrial Applications) по созданию в России сети компактных источников нейтронов, пилотный проект планируется реализовать в Екатеринбурге.[1] Строительство прототипа компактного источника нейтронов DARIA является одной из приоритетных целей для развития различных сфер науки и техники в области физики твердого тела на Урале. На компактном источнике может быть

установлено 1-2 мишенных сборки, до 5 различных нейтронных инструментов на каждой.

Одной из основных задач при проектировании установок подобного типа является задание оптимальных параметров времяпролетной оптики, требуемых под конкретные условия эксперимента. Элементы такой оптики включают в себя большое число параметров: время импульса протонного ускорителя, геометрические размеры нейтроноводов, расстояние от замедлителя до формирователя нейтронного импульса, параметры согласующийся между собой прерывателей и тд. Зная влияние каждого из параметров и используя как классические алгоритмы машинного обучения (k-ближайших соседей, линейная регрессия, деревья решений и др.), так и современные ансамблевые методы (беггинг, бустинг), а также глубокое обучение с использованием нейронных сетей разной архитектуры, можно производить оптимизационный машинный расчет параметров установки по требованиям к энергетическому спектру и длительности пучка в установке.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Соглашения № 075-15-2022-830 от 27 мая 2022 г. (продолжение Соглашения № 075-15-2021-1358 от 12 октября 2021г).

1. К. А. Павлов, П. И. Коник, Н. А. Коваленко, Т. В. Кулевой, Д. А. Серебренников, В. В. Субботина, А. Е. Павлова, С. В. Григорьев. Компактные источники нейтронов для физики конденсированного состояния в России и мире: состояние дел и перспективы. Кристаллография, 2022, Т. 67, No 1, стр. 5-20.