

OPTIMIZATION OF THE NEUTRON SPECTRUM UNFOLDING ALGORITHM USING SHIFTED LEGENDRE POLYNOMIALS BASED ON WEIGHTED TIKHONOV REGULARIZATION

K. Chizhov^{1,2,*}, *A. Chizhov*^{1,**}

¹ Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

² Dubna State University, Dubna, Russia

A weight-based algorithm for unfolding neutron spectra from the results of measurements with the Bonner multisphere spectrometer is proposed. Measurements are related to the spectrum through a system of Fredholm integral equations of the first kind. The energy dependences of the response functions for moderator spheres of different diameters have different extended shapes with mutual overlaps, which makes it difficult to get an appropriate solution for the ill-posed inverse task of spectrum unfolding. To solve the system of Fredholm integral equations, we use decomposition of the spectrum into shifted Legendre polynomials and apply the Tikhonov regularization with weighting factors which are based on the condition numbers of the matrix constructed by the spectrometer response functions. It is shown that including the weight factors in the stabilizing functional ensures statistical balancing of the contributions of measurements with moderator spheres of different diameters. This allows one to determine the optimal set of spheres for measurements, as well as to more accurately unfold spectra using a more subtle regularization procedure. The proposed algorithm is used to unfold neutron spectra at the IREN facility at JINR.

Предложен алгоритм восстановления спектра нейтронов по результатам измерений многошарового спектрометра Боннера на основе весовых коэффициентов. Данные измерений связаны со спектром через систему интегральных уравнений Фредгольма первого рода. Энергетические зависимости функций отклика шаров-замедлителей разного диаметра отличаются по виду и имеют области взаимного перекрытия, что затрудняет получение адекватного решения некорректной обратной задачи восстановления спектра. Для решения системы интегральных уравнений Фредгольма используется разложение спектра по смещенным полиномам Лежандра и применяется регуляризация Тихонова с весовыми коэффициентами, которые основаны на числах обусловленности матрицы, построенной по функциям отклика спектрометра. Показано, что включение весовых коэффициентов в стабилизирующий функционал обеспечивает статистическое выравнивание вкладов измерений с шарами-замедлителями разного диаметра. Это

* E-mail: kchizhov@jinr.ru

** E-mail: chizhov@jinr.ru

позволяет определять оптимальный набор шаров для измерений, а также точнее восстанавливать спектры, используя более тонкую процедуру регуляризации. Предложенный алгоритм применяется для восстановления спектров нейтронов на установке ИРЕН ОИЯИ.

PACS: 02.30.Zz; 02.30.Rz; 29.30.Hs