

## IN SITU ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОКРЫТИЙ, СОДЕРЖАЩИХ БОР И ДРУГИЕ «ЛЕГКИЕ» ВКЛЮЧЕНИЯ, НА МИКРОННЫХ ГЛУБИНАХ НА ОСНОВЕ «СПЕКТРОСКОПИИ ОТРАЖЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ»<sup>\*)</sup>

Афанасьев В.П., Лобанова Л.Г., Будаев В.П., Семенов-Шефов М.А., Федорович С.Д.

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия,  
[universe@mpei.ac.ru](mailto:universe@mpei.ac.ru)

Традиционными методами послойного анализа многокомпонентных мишеней являются Резерфордское обратное рассеяние и послойное распыление, сопровождающееся анализом компонентного состава с помощью Оже спектроскопии. Однако, первый метод не позволяет определять распределение «легкой» компоненты в «тяжелой»; второй метод изменяет состав образца в результате эффекта преимущественного распыления, также имеются трудности в определении скорости распыления многокомпонентных образцов.

Спектроскопия отраженных электронов (СОЭ) – метод, который находится на стадии своего становления и не получил широкой известности. Данную методику широко используют только три научные группы [1–3]. Метод СОЭ лишен всех недостатков, присущих указанным выше подходам. Метод прост в экспериментальной реализации, но требует нетривиальную технику расшифровки данных. За последние годы удалось значительно усовершенствовать технику расшифровки спектров отраженных электронов, что позволило повысить точность измерения послойных профилей [3].

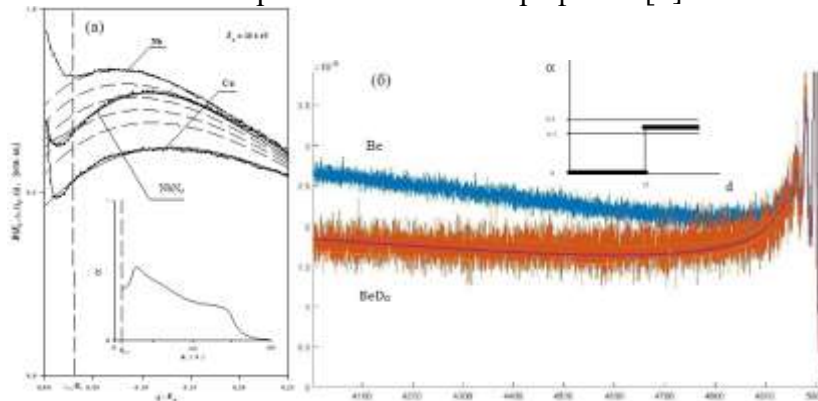


Рис. 1. Энергетические спектры электронов, отраженных от (а): Cu, Nb и  $NbN_x$ ,  $E_0 = 10$  кэВ; (б): Be и  $BeD_x$ ,  $E_0 = 5$  кэВ. Угол падения  $0^\circ$ , угол отражения  $135^\circ$ . На встроенных картинках представлены послойные профили N в Nb и D в Be.

Рис. 1 указывает, что значительное изменение сигнала отраженных электронов позволяет определить послойные профили имплантированной легкой примеси в массиве образца. Энергетические спектры измерены энергоанализатором с энергетическим разрешением 0.7% (а) и 0.03% (б). Столь значительное различие в возможностях энергоанализатора не повлияло на качество измерения профилей имплантированных атомов, что связано с тем, что информация получается из континуума точек на куполе спектра. Определение компонентного состава мишеней в приповерхностных слоях выполняется на основе отработанных Оже и РФЭС методов. Представлен метод, позволяющий расширить возможности анализа образцов, представляющие распределение легкого материала в тяжелом на микрометровых глубинах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (FSWF-2023-0016).

### Литература

- [1]. Niedrig H., Rau E.I., Nucl. Instrum. Methods, 1998, 142, 523.
- [2]. Afanas'ev V.P. et al., J. Phys. Conf. Ser., 2020, 1713, 012001.

<sup>\*)</sup> DOI – тезисы на английском