

vostokuka@mail.ru

Калиекперов М.Е.^{1,2}, Козловский А.Л.¹, Шлимас Д.И.¹

¹ Астанинский филиал Института ядерной физики, Нур-Султан, Казахстан

² Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

ВВЕДЕНИЕ

В связи с нарастающим ростом числа АЭС, исследовательских реакторов, медицинских и исследовательских ускорителей, а также активного освоения космического пространства, необходимой мерой является обеспечение радиационной безопасности людей, а также защита различных устройств, находящихся в непосредственной близости от источника излучения. В последние годы все большее внимание притягивают к себе тонкопленочные материалы, которые могут быть использованы в качестве защитных покрытий от разрушающего воздействия ионизирующего излучения. Основным преимуществом такого метода радиационной защиты заключается в том, что изменение свойств поверхностной области и формирование функциональных покрытий является намного более эффективным решением в сравнении с полной переоборудованием существующих массивных установок. Не менее важным преимуществом тонкопленочных покрытий является их относительно небольшие массогабаритные характеристики, что положительно сказывается на экономической составляющей. Также нужно заметить, что приповерхностная область материалов чаще используется и является наиболее нагруженной частью образцов. С этой точки зрения на первый план выходят разработка и создание новых радиационно-стойких покрытий для ядерной энергетики и космических аппаратов [1,2].

В настоящее время в литературе все чаще обсуждается влияние наноструктурирования материалов на их радиационную резистивность. Предполагается, что наноструктурированный материал обладает большей устойчивостью к ионизирующему излучению, чем микроструктурированный материал. Связано это с большей общей протяженностью границ кристаллитов, которые могут действовать как сток для точечных радиационных дефектов и, как следствие, позволяют аннигилировать их. Также при переходе к кристаллитам малых размеров происходит существенное изменение свойств материала, связанное с изменением параметра решетки. Наблюдается скачкообразное повышение твердости и износостойкости [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В данной работе рассмотрено влияние времени синтеза на фазовый состав и морфологию поверхности синтезированных тонкопленочных покрытий на основе CuBi_2O_4 методами АСМ и ЭДА. Тонкопленочные покрытия были получены методом электрохимического осаждения из раствора этиленгликоля, содержащего 97 г/л $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и 7 г/л $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Синтез проводился при напряжении 3.5В при комнатной температуре в течение 20, 40 и 60 минут. В качестве подложки использовались облученные полиэтилентерефталатные пленки, обладающие повышенными адгезионными свойствами. Применение метода электрохимического осаждения тонких пленок предоставляет возможность легко варьировать толщину слоя и их количество для конкретной задачи. Выбор элементов висмута в сочетании с медью обусловлен возможностью получения структур с разными фазами, которые могут существенно влиять на устойчивость к внешним воздействиям. Интерес к двухкомпонентным тонкопленочным покрытиям на основе выбранных металлов обусловлен их структурными свойствами и возможностью использования в качестве защитных покрытий. В качестве подложки были использованы полимерные пленки, которые благодаря своим адгезионным свойствам позволяют получать тонкопленочные покрытия, изотропные по толщине и составу.

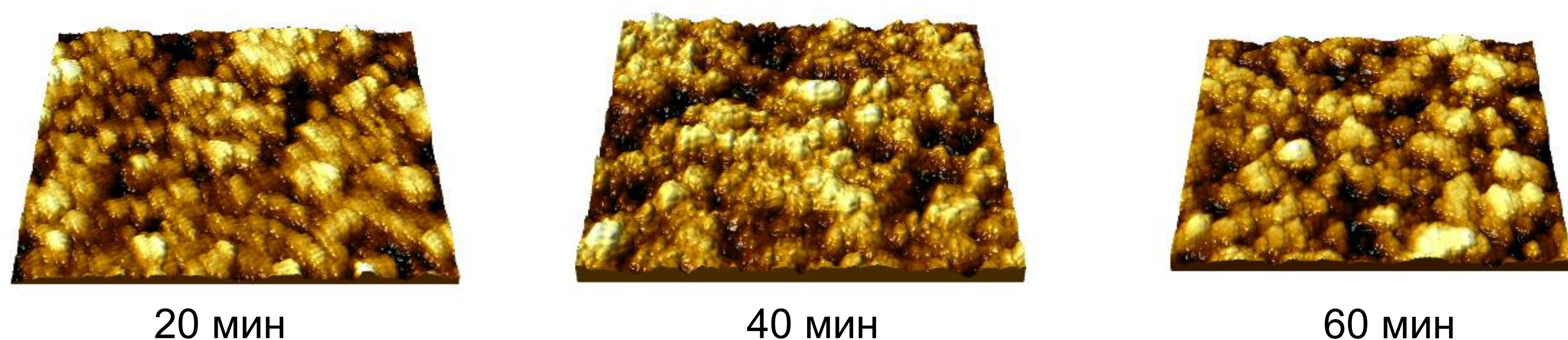


Рис. 1. 3D-снимки АСМ

Анализируя полученные результаты АСМ, можно отметить поэтапное изменение морфологии поверхности тонких пленок. В частности, для времени осаждения 20 минут характерно образование множество мелких центров роста зерен сфероподобной формы. При увеличении времени осаждения до 40 и 60 минут наблюдается формирование более крупных образований, что ведет к постепенному росту средних размеров зерен, что наглядно видно на рисунке 1.

Энергодисперсионный анализ показал, что соотношение меди и висмута практически не изменяется с увеличением времени осаждения (рисунок 2).

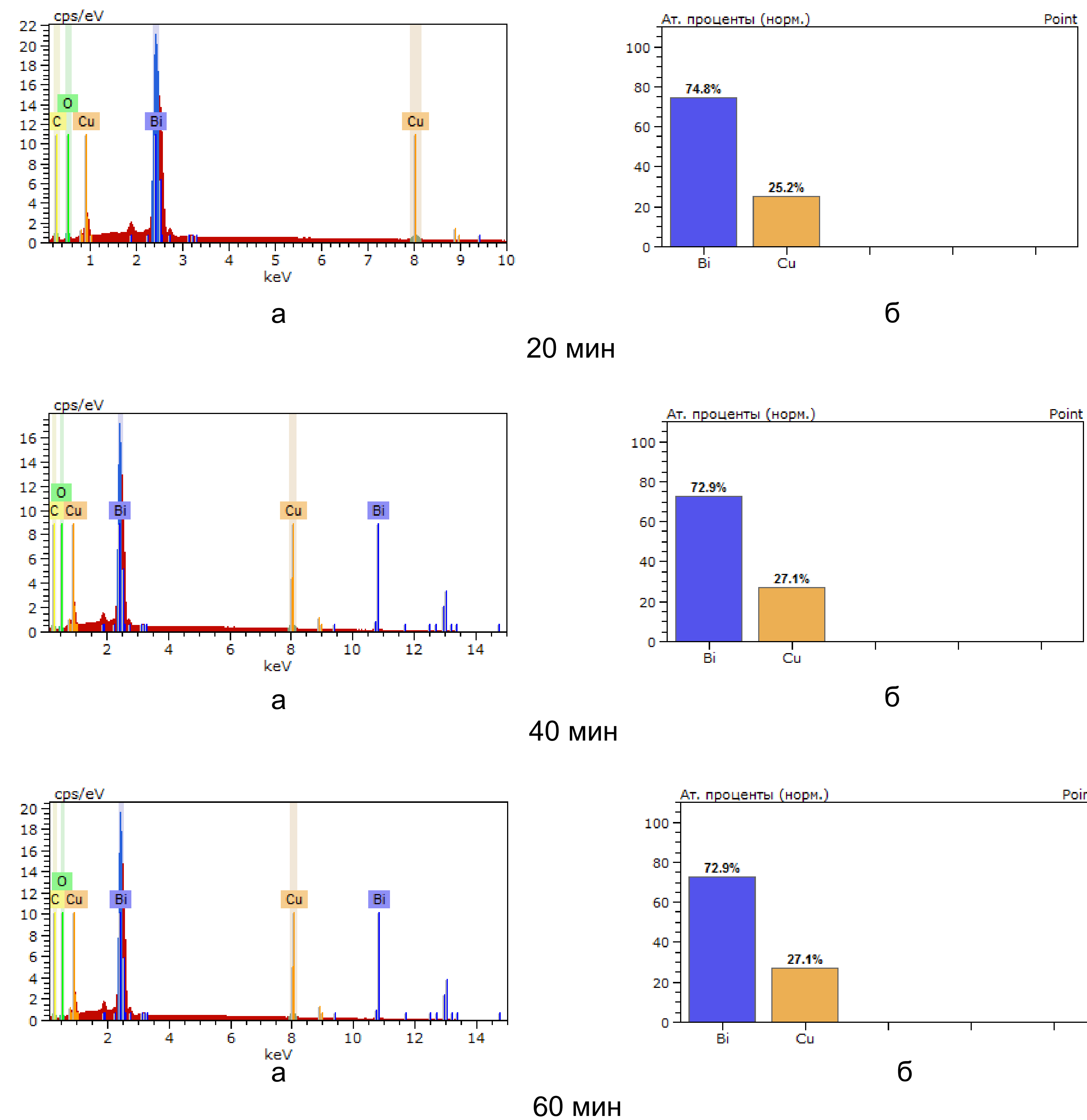


Рис. 2. а) ЭДА спектры; б) соотношение элементов на поверхности образца

При этом стоит отметить, что осаждение металлов происходит равномерно по всей поверхности (рисунок 3).

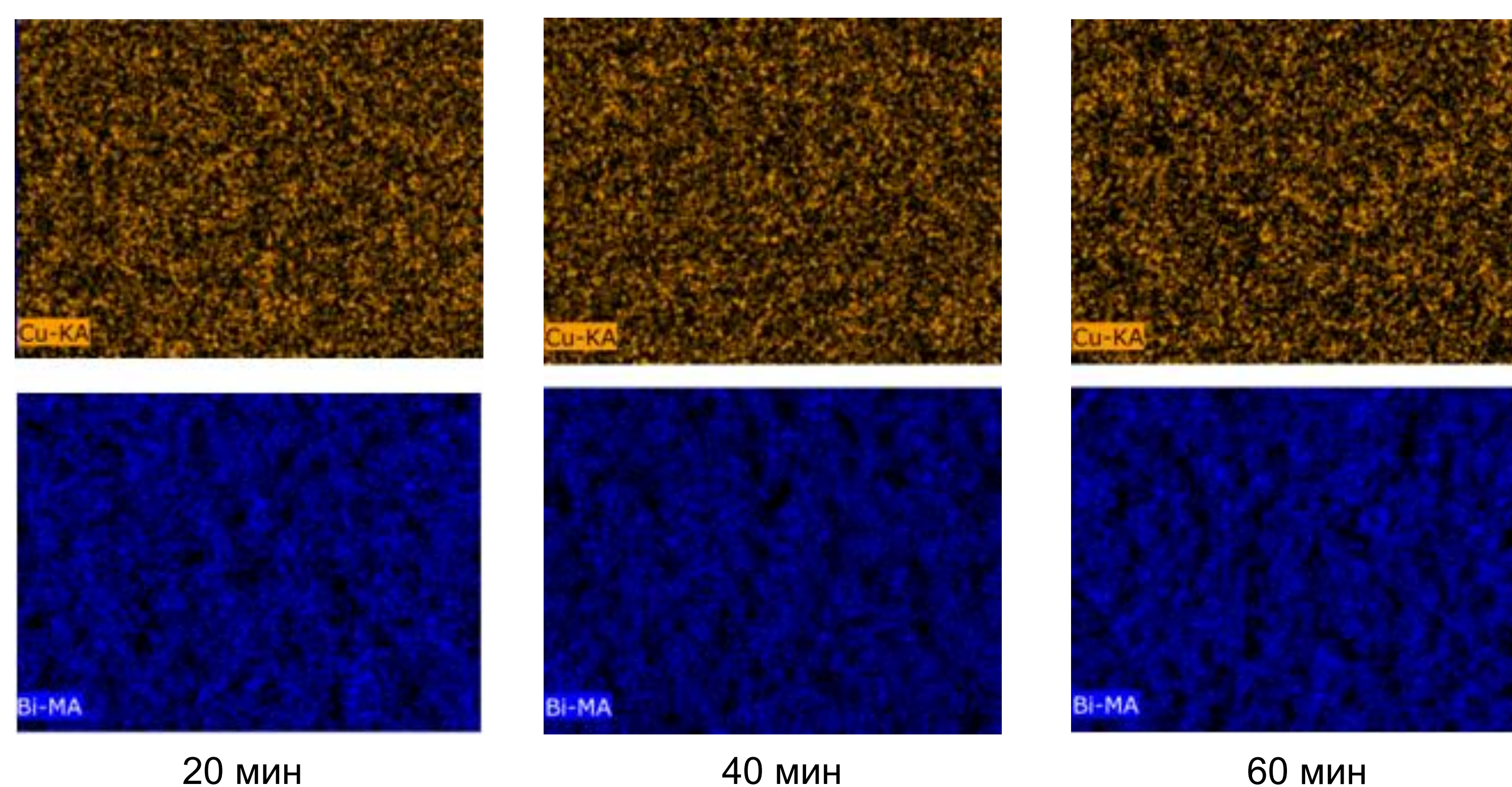


Рис. 3. Карта распределения элементов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрено влияние условий синтеза на фазовый состав синтезированных тонкопленочных покрытий на основе CuBi_2O_4 , полученных методом электрохимического осаждения. В качестве подложки для тонкопленочных покрытий использовались полимерные пленки толщиной 12 мкм. Анализ результатов атомно-силовой микроскопии показал, что увеличение времени осаждения тонкопленочных покрытий приводит к формированию более крупных зерен. При этом, с помощью энергодисперсионного анализа, было выяснено, что время осаждения никак не влияет на процентное соотношение меди и висмута на поверхности пленок и равномерность их осаждения

Список литературы:

- [1] Konstantinov S. V. et al. Radiation tolerance of nanostructured TiAlN coatings under Ar⁺ ion irradiation //Surface and Coatings Technology. – 2020. – V. 386. – p. 125493
- [2] Andrievski R. A. Nanostructures under extremes //Physics-USpekhi. – 2014. – V. 57. – №. 10. – p. 945.
- [3] Lu S. et al. The expression revealing variation trend about radiation resistance of aromatic polymers serving in nuclear environment over absorbed dose //Radiation Physics and Chemistry. – 2015. – V. 108. –p. 74-80.