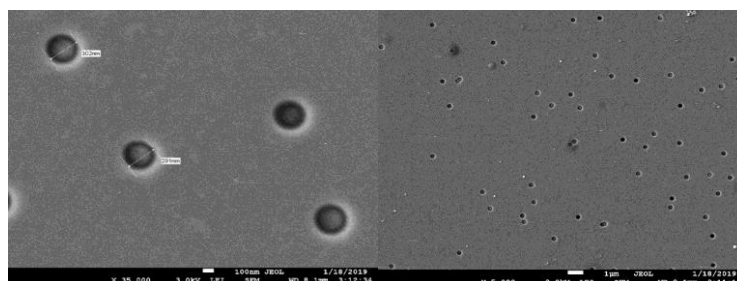


**СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛОВ  $ZnSe_2O_5$  В НАНОПОРИСТОМ СЛОЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА КРЕМНИЯ**Акылбекова А.Д.<sup>1</sup>, Шаяманов Б.Ф.<sup>2</sup>, Садуова Б.К.<sup>3</sup>[Aiman88\\_88@mail.ru](mailto:Aiman88_88@mail.ru)<sup>1</sup>Докторант ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан<sup>2</sup>Магистрант ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан<sup>3</sup>Преподаватель ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

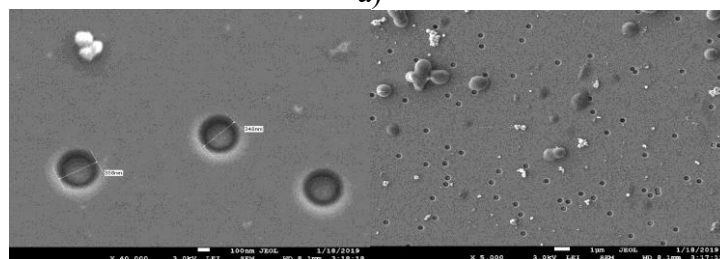
Научный руководитель – Даулетбекова А.К.

В настоящей работе исследуется формирование нанокристаллов  $ZnSe_2O_5$  при электрохимическом осаждении в трековый темплэйт а  $SiO_2/Si_n$ .

Структуры  $SiO_2/Si$  облучались ионами Хе 200 МэВ,  $10^8$  ионов/см<sup>2</sup>. При таком флюенсе не наблюдается перекрывание треков, что позволяет получить достаточно равномерное распределение треков по поверхности и при травлении получить требуемый диаметр нанопор, также достаточно низкий фон радиационных дефектов. Структура а- $SiO_2/Si$  – n типа изготавливалась термическим оксидированием кремниевой подложки (Si –n типа) в атмосфере влажного кислорода при 900°C. Толщина оксидного слоя по данным эллипсометрии составляла 700 нм. Образцы были в форме дисков диаметром 100 мм и облучение проводилось на канале для полимерных пленок. С помощью кода SRIM[1] были рассчитаны электронные и ядерные потери энергии для иона ксенона в структуре а- $SiO_2/Si$ , а также длина пробега. Химическое травление образцов  $SiO_2/Si$  проводилось в 4 % водном растворе HF, в состав травителя входил m(Pd)=0,025 г, температура травления  $T=18^\circ\pm 1^\circ C$ . Перед травлением треков проводилась ультразвуковая очистка поверхности образцов в изопропанол в течение 15 минут в ультразвуковом очистителе 6.SB25-12DTS. После обработки в HF образцы промывались в деионизованной воде (18,2 МОм). Анализ нанопор после травления проводился на СЭМ JSM-7500F.



а)



б)

Рисунок 1 – СЭМ изображения поверхности а) 4 образец,  $D = 302$  нм;  $D = 291$  нм; б) 6 образец  $D = 348$  нм;  $D = 356$  нм после ЭХО в течении 15 мин., при напряжении на электродах  $U=1.25$  В

Были получены наноканалы в виде усеченного конуса. Контроль за формой и размерами нанопор осуществлялся временем травления. Варьируя время травления были получены диаметры нанопор от 291 нм до 356 нм. Для ЭХО использовался следующий состав электролита: (Zn – 7,2г/л, SeO<sub>2</sub> – 0,2г/л).

Для ЭХО использовалась стандартная электролитическая ячейка, с цинковыми электродами, напряжение на электродах 1,25В, время осаждения – 15 мин. На рисунке 1 представлены СЭМ изображения поверхности темплайтов после ЭХО.

Рентгеноструктурный анализ (РСА) шести образцов проводили на рентгеновском дифрактометре D8 ADVANCE ECO.

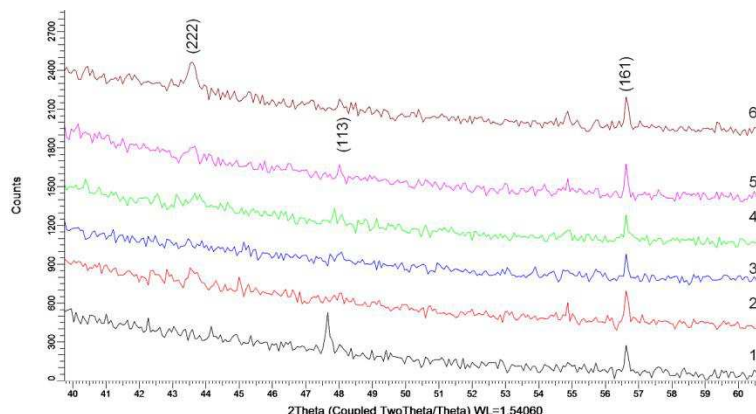


Рисунок 2 – Рентгеновские дифрактограммы исследуемых образцов

Таблица 1

№	Фаза	Тип структуры	Пространственная группа	(hkl)	2θ°	d, Å	L, nm	Параметр ячейки, Å
1	ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Zinc selenium oxide	Orthorhombic	Pbcn(60)	113	47.669	1.90623	88.99	a=6.84898, b=10.4058 c=6.10726
				161	56.573	1.62550	83.15	
2	ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Zinc selenium oxide	Orthorhombic	Pbcn(60)	222	43.532	2.07729	30.09	a=6.82438, b=10.3018, c=6.08451
				161	56.668	1.62301	77.74	
3	ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Zinc selenium oxide	Orthorhombic	Pbcn(60)	161	56.605	1.62467	108.20	a=6.83702, b=10.3442, c=6.10479
4	ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Zinc selenium oxide	Orthorhombic	Pbcn(60)	161	56.668	1.62301	108.21	a=6.82495, b=10.3097, c=6.16404
5	ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Zinc selenium oxide	Orthorhombic	Pbcn(60)	222	43.596	2.07442	35.73	a=6.77276, b=10.4128, c=6.18404
				115	47.985	1.89442	104.17	
				161	56.637	1.62384	88.38	
6	ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Zinc selenium oxide	Orthorhombic	Pbcn(60)	222	43.564	2.07585	32.22	a=6.71034, b=10.3414, c=6.24588
				161	56.637	1.62384	80.47	

Результаты РСА для темплэйтов после ЭХО показали создание нанокристаллов  $ZnSe_2O_5$  с орторомбической кристаллической структурой, пространственная группа –  $Pbcn$  (60).

Параметры элементарной ячейки в среднем составляют:  $a = 6,80307$  А;  $b = 10,35266$  А;  $c = 6,14842$  А и совпадают с литературными данными [2].

Основная фаза для всех образцов кристаллическая, она доминирует над аморфной и степень кристалличности изменяется в пределах 60-76%.

Таким образом, впервые получены нанокристаллы диселенида цинка  $ZnSe_2O_5$  методом электрохимического осаждения в трековые темплэйты а  $SiO_2/Si$  n.

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках грантового проекта AP05134367 «Синтез нанокристаллов в трековых темплэйтах  $SiO_2/Si$  для сенсорных, нано - и оптоэлектронных применений»

#### Список использованных источников

1. <http://www.srim.org>
2. Meunier G., Bertaud M., Cristallochimie du sélénium (+IV). II. Structure cristalline de  $ZnSe_2O_5$ . Acta crystallographica. Section B, Structural science 30(12):2840-2843 (1974)