

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 1.4.01.01
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от 08 июня 2023 г. №13

о присуждении **Селяниной Анастасии Дмитриевне**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация **«Состав, структура, функциональные свойства пленок твердых растворов $Cd_xPb_{1-x}S$, химически осажденных с использованием галогенидов кадмия»** по специальности **1.4.4. Физическая химия** принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.4.01.01 20 апреля 2023 г., протокол № 9.

Соискатель, **Селянина Анастасия Дмитриевна**, 1995 года рождения, в 2019 г. окончила ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология; с 01.09.2019 г. обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (Технология неорганических веществ), предполагаемый срок окончания аспирантуры – 31.08.2023 г.; сдала кандидатский экзамен в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению 04.06.01 Химические науки (Физическая химия) 28.03.2023; работает в должности инженера-исследователя на кафедре физической и коллоидной химии Химико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург).

Диссертация выполнена на кафедре физической и коллоидной химии Химико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный

университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор **Маскаева Лариса Николаевна**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Химико-технологический институт, кафедра физической и коллоидной химии, профессор.

Официальные оппоненты:

Дунюшкина Лилия Адиевна, доктор химических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория электрохимического материаловедения, заведующая;

Захарова Галина Степановна, доктор химических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория неорганического синтеза, главный научный сотрудник;

Логунов Александр Александрович, кандидат химических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», лаборатория технологий получения веществ электронной чистоты, старший научный сотрудник.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 22 работы, из них 11 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, из них 7 статей, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и WoS. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 7.16 п.л. / 1.67 п.л. – авторский вклад.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

- 1) Гидрохимический синтез пленок халькогенидов металлов. Часть 30. Влияние лигандного фона реакционной смеси на формирование тонких пленок CdS - PbS гидрохимическим осаждением / Н.А. Форостяная, Л.Н. Маскаева, **А.Д. Кутявина (Селянина)**, М.А. Пономарева, А.А. Рожина, П.О. Михневич, В.Ф. Марков // Бутлеровские сообщения. – 2016. – Т. 46. – № 5. – С. 80-88. (Influence of reaction mixture ligand background at the formation of CdS – PbS thin films by chemical bath deposition / N.A. Forostyanaya, L.N.Maskaeva, **A.D. Kutyavina (Selyanina)**, M.A. Ponomareva, A.A. Rozhina, P.S. Mihnevich, V.F. Markov // Butlerov Communications. – 2016. – Vol. 46. –№ 5.– P. 80-89); 0.68 п.л./0.15 п.л.
- 2) Влияние размера частиц, формирующих поликристаллические пленки $Cd_xPb_{1-x}S$ на их состав / Л.Н. Маскаева, **А.Д. Кутявина (Селянина)**, В.Ф. Марков, Р.Е. Яговитин, И.В. Ваганова // Бутлеровские сообщения.– 2017. –Т. 50. –№ 6.– С. 86-94(Maskaeva L.N., **Kutyavina (Selyanina) A.D.**, Markov V.F., Yagovitin R.E., Vaganova I.V. Influence of the particle size forming polycrystal $Cd_xPb_{1-x}S$ films on the composition // Butlerov Communications. – 2017. – Vol. 50. – No. 6.– P. 86-94); 0.56 п.л./0.17п.л.
- 3) Особенности формирования тонких пленок пересыщенных твердых растворов $Cd_xPb_{1-x}S$ химическим осаждением / Л.Н. Маскаева, **А.Д. Кутявина (Селянина)**, В.Ф. Марков, И.В. Ваганова, В.И. Воронин // Журнал общей химии. – 2018. – Т. 88. – № 2. – С. 319-328. (Features of the formation of thin films of supersaturated $Cd_xPb_{1-x}S$ solid solutions by chemical bath deposition / Maskaeva L.N., **Kutyavina (Selyanina) A.D.**, Markov V.F., Vaganova I.V., Voronin V.I. // Russian Journal of General Chemistry. – 2018. – Vol. 88. –No. 2.– P. 295-304) (Scopus, Web of Science); 0.63 п.л./0.15п.л.
- 4) Microstructure and optic properties of supersaturated substitutional $Cd_xPb_{1-x}S$ solid solution films / I.V. Vaganova, L.N. Maskaeva, V. F. Markov, **A.D. Kutyavina (Selyanina)**, E.V. Mostovschikova, V.I. Voronin, M.V. Markova // AIP Conference Proceedings. – 2019. – V. 2063. – No. 040063. (Scopus, Web of Science) 0.38 п.л./0.05 п.л.
- 5) Annealing effect on temperature stability and mechanical stress at the “ $Cd_xPb_{1-x}S$ film - substrate” interface / L.N. Maskaeva, **A.D. Kutyavina (Selyanina)**,

- A.V. Pozdin, B.N. Miroshnikov, I.N. Miroshnikova, V.F. Markov // *Chimica Techno Acta*. – 2020. – V. 7. – Iss. 4. – P. 250-258. (Scopus); 0.35 п.л./0.05 п.л.
- 6) Optical properties of lead sulfide films doped with cadmium and iodine ions / **A.D. Kutyavina (Selyanina)**, L.N. Maskaeva, V.F. Markov, E.V. Mostovschikova, V.I. Voronin // *AIP Conference Proceedings*. – 2020. – No. 18218, (Scopus, Web of Science); 0.35 п.л./0.12 п.л.
- 7) Morphological and structural features of the $Cd_xPb_{1-x}S$ films obtained by CBD from ethylenediamine-citrate bath / **A.D. Kutyavina (Selyanina)**, L.N. Maskaeva, V.I. Voronin, I.A. Anokhina, V.F. Markov // *Chimica Techno Acta*. – 2021. – V. 8. – Iss. 2. – No. 20218210, (Scopus); 0.97 п.л./0.3 п.л.
- 8) Chemical bath deposited $Cd_xPb_{1-x}S$ solid solution films: composition, structure and optical properties / L.N. Maskaeva, E.V. Mostovshchikova, I.V. Vaganova, V.F. Markov, V.I. Voronin, **A.D. Kutyavina (Selyanina)**, I.N. Miroshnikova, E.G. Vovkotrub // *Thin Solid Films*. – 2021. – V. 718. – No. 138468 (Scopus, Web of Science); 0.56 п.л./0.08 п.л.
- 9) Влияние структурно-морфологических характеристик на сенсорные свойства пленок $Cd_xPb_{1-x}S$ / Л.Н. Маскаева, И.В. Ваганова, В.Ф. Марков, А.Е. Бездетнова, **А.Д. Селянина**, В.И. Воронин, И.О. Селянин // *Физика и техника полупроводников*. – 2021. – Т. 55. – № 12. – С. 1186-1194. (Structure and morphology effects on sensing properties $Cd_xPb_{1-x}S$ films / L.N. Maskaeva, I.V. Vaganova, V.F. Markov, A.E. Bezdetnova, **A.D. Selyanina**, V.I. Voronin, I.O. Selyanin // *Semiconductors*. – 2022. – Vol. 56. – No. 14. – P. 2149-2156); 0.96 п.л./0.15 п.л.
- 10) Структура и свойства двухфазных слоев $Cd_xPb_{1-x}S/CdS$, полученных химическим осаждением из этилендиамин-цитратной системы / **А.Д. Селянина**, Л.Н. Маскаева, В.И. Воронин, И.О. Селянин, И.А. Анохина, В.Ф. Марков // *Физика и техника полупроводников*. – 2022. – Т. 56. – № 4. – С. 408-419. (Structure and properties of two-phase $Cd_xPb_{1-x}S/CdS$ films obtained by chemical deposition from the ethylenediamine-citrate system / **Selyanina A.D.**, Maskaeva L.N., Voronin V.I, Selyanin I.O., Anokhina I.A., Markov V.F. // *Semiconductors*. – 2022. – Vol. 56. – No. 4. – P. 279-289); 1.17 п.л./0.3 п.л.

11) Photovoltaic properties and phase composition of CdPbS films / **Selyanina, A. D.**, Maskaeva, L. N., Voronin, V. I., Selyanin, I. O. // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2466. – No. 030031. (Scopus, Web of Science)0.55 п.л./0.15 п.л.

На автореферат поступило 3 положительных отзыва: профессора кафедры общей и неорганической химии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», д.х.н., профессора **Гаркушина Ивана Кирилловича**; заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры ЭиН НИУ МЭИ Национальный исследовательский университет «МЭИ», д.т.н. **Попова Анатолия Игоревича** и доцента кафедры ЭиН НИУ МЭИ Национальный исследовательский университет «МЭИ», к.т.н. **Мирошникова Бориса Николаевича** г. Москва; профессора кафедры техносферной безопасности и аналитической химии, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», д.х.н., доцента **Смагина Владимира Петровича**, г. Барнаул.

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: о составе и структуре сульфидных осадков, выделяющихся при химическом осаждении, и корреляции их состава с пересыщенными твердыми растворами в тонком слое (Гаркушин И.К.); о точности определения составов твердых растворов и доказательстве включения в состав пленок аморфной фазы сульфида кадмия (Попов А.И., Мирошников Б.Н.); о необходимости пояснений в автореферате метрологического сопровождения экспериментального материала (Смагин В.П.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью Дунюшкиной Л.А., Захаровой Г.С. и Логунова А.А. в области физической химии, а именно их научными достижениями при изучении физико-химических, функциональных и сенсорных свойств халькогенидов металлов, что подтверждается публикациями в высокорейтинговых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата **химических** наук соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и является научно-квалификационной работой, внесшей значительный вклад в

развитие физической химии полупроводниковых материалов в части особенностей формирования и свойств пересыщенных твердых растворов замещения халькогенидов металлов.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат **новые научные результаты** и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

– Обнаружен размерный эффект, связанный с увеличением содержания кадмия при уменьшении размера частиц в составе пересыщенных твёрдых растворов $Cd_xPb_{1-x}S$, синтезированных в аммиачно-цитратной ($0 \leq x \leq 0.12$), этилендиаминовой ($0 \leq x \leq 0.09$) и этилендиамин-цитратной ($0 \leq x \leq 0.19$) реакционных смесях.

– Выявлены общие закономерности замещения свинца в кристаллической решетке PbS на кадмий при использовании различных галогенидов кадмия в составе реакционной смеси, что связано с уменьшением степени активации тиомочевины в ряду понижения нуклеофильности ионов $Cl^- \rightarrow Br^- \rightarrow I^-$ за счет ослабления связи углерод-сера и приводит к уменьшению содержания кадмия в составе твердого раствора $Cd_xPb_{1-x}S$.

– Установлено образование одно- ($Cd_xPb_{1-x}S$) и двухфазных тонкопленочных композиций $Cd_xPb_{1-x}S + CdS$ (аморфный), а при максимальной концентрации хлорида кадмия в реакционной смеси - трехфазной, содержащей кубическую фазу твердого раствора $Cd_xPb_{1-x}S$, гексагональную фазу Cd_3S и аморфный CdS.

– Показано, что ширина запрещенной зоны коррелируют с немонотонным вхождением кадмия в кристаллическую решетку твердого раствора и доказывает формирование как кубической фазы $Cd_xPb_{1-x}S$, так и включения в пленку, помимо твёрдого раствора, кристаллической фазы гексагонального Cd_3S .

– Выявлено, что физико-химические закономерности формирования пленок в системе CdS-PbS в присутствии различных галогенидов кадмия при

химическом осаждении определяют возможность их практического использования: для фотодетекторов и фотоприемных устройств различного назначения для ближнего диапазона ИК-спектра (CdI_2), для создания преобразователей солнечной энергии (CdBr_2) и сенсорных элементов для определения аммиака в воздушной среде (CdCl_2).

Диссертация является фундаментальным исследованием, направленным на решение комплексной научно-технической проблемы целенаправленного химического синтеза функциональных пленок широкого диапазона составов твердых растворов замещения в системе PbS-CdS , изучения их состава, структуры, морфологии, фотоэлектрических и газочувствительных свойств, перспективных для использования в оптоэлектронике, гелиоэнергетике и сенсорной технике.

На заседании 08 июня 2023 г. диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 принял решение присудить **Селяниной А.Д.** ученую степень кандидата **химических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета УрФУ 1.4.01.01

Черепанов
Владимир Александрович

Ученый секретарь диссертационного
совета УрФУ 1.4.01.01

Кочетова
Надежда Александровна

08.06.2023