

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

от 12 декабря 2024 г. № 26

о присуждении **Поздину Андрею Владимировичу**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «**Пленки PbS, легированные йодом и переходными элементами (Co, Ni): синтез, состав, структура, свойства**» по специальности **1.4.4. Физическая химия** принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.4.01.01 05 ноября 2024 г. протокол № 20.

Соискатель, **Поздин Андрей Владимирович**, 1996 года рождения, в 2020 г. окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология; в 2024 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (Технология неорганических веществ); работает в должности ассистента кафедры 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 Адибовна**, доктор химических наук, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория кинетики, ведущий научный сотрудник;

**Титов Александр Натанович**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория электрических явлений, главный научный сотрудник;

**Шалаева Елизавета Викторовна**, доктор химических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория квантовой химии и спектроскопии, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 26 работ, из них 5 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, из них 4 статьи, входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и WoS, а также 1 патент РФ. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 6.49 п.л. / 1.51 п.л. – авторский вклад.

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

1. Maskaeva, L.N. Cobalt-Doped Chemically Deposited Lead-Sulfide Films / L.N. Maskaeva, E.V. Mostovshchikova V.F. Markov, V.I. Voronin, **A.V. Pozdin**, I.O. Selyanin, A.I. Mikhailova // Semiconductors. – 2022. – Vol. 56. – No 2. – P. 91-100. 0.6 п.л./0.1 п.л. (Scopus, Web of Science).

2. Maskaeva, L.N. The influence of iodide addition on the composition, morphology, crystal structure, and semiconductor and photoelectric properties of PbS films / L.N. Maskaeva, V.F. Markov, E.V. Mostovshchikova V.I. Voronin, **A.V. Pozdin**, A.V. Beltseva, I.O. Selyanin, I.V. Baklanova // Physical Chemistry

Chemical Physics. – 2022. – Vol. 24. – No 26. – P.16085-16100. 0.94 п.л./0.15 п.л. (Scopus, Web of Science).

3. Маскаева, Л.Н. Структурные характеристики и фотоэлектрические свойства легированных йодом химически осажденных пленок PbS / Л.Н. Маскаева, В.Ф. Марков, В.И. Воронин, **А.В. Поздин**, Е.С. Борисова, И.А. Анохина // Неорганические материалы. – 2023. – Т.59. – №4. – С.363-373. 0.6 п.л. / 0.1 п.л.

4. Kozhevnikova, N.S. The effect of sulfur precursor on the morphology, properties and formation mechanism of chemical bath deposited  $Pb_{1+x}S$  thin solid films / N.S. Kozhevnikova, L.N. Maskaeva, A.N. Enyashin, A.A. Uritskaya, **A.V. Pozdin**, V.I. Voronin, I.O. Selyanin, E.V. Mostovshchikova V.F. Markov // Materials Chemistry and Physics. – 2023. – Vol. 305. – No.127936. 0.8 п.л./0.15 п.л. (Scopus, Web of Science).

5. Maskaeva, L.N. Charge carrier transport in PbS films doped with iodine / L.N. Maskaeva, **A.V. Pozdin**, A.Yu. Pavlova, Yu.V. Korkh, T.V. Kuznetsova, V.I. Voronin, K.E. Krivonosova, T.B. Charikova, V.F. Markov // Physical Chemistry Chemical Physics. – 2024. – Vol. 26. – No. 14. – P.10641-10649. 0.5 п.л./0.1 п.л. (Scopus, Web of Science).

#### **Патент:**

6. Пат. 2783294 Российская Федерация, МПК H01L 21/208. Способ получения фоточувствительных пленок сульфида свинца / Маскаева Л.Н., Марков В.Ф., Борисова Е.С., **Поздин А.В.** –№ 2022103882; заявл. 16.02.2022; опубл. 11.11.2022, Бюл. №32. – 9 с; 0.6 п.л. / 0.15 п.л.

На автореферат поступило 5 положительных отзывов: от профессора кафедры электроники и наноэлектроники ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет «МЭИ», д.т.н., профессора **Мирошниковой Ирины Николаевны**, г. Москва; профессора кафедры аналитической химии, сертификации и менеджмента качества, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», д.х.н., профессора **Юсупова**

**Рафаила Акмаловича**, г. Казань; профессора кафедры общей и неорганической химии ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», д.х.н., профессора **Гаркушина Ивана Кирилловича**, г. Самара; заведующего кафедрой физической и неорганической химии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», д.ф.-м.н., профессора **Безносюка Сергея Александровича**, г. Барнаул; профессора кафедры техносферной безопасности и аналитической химии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», д.х.н., профессора **Смагина Владимира Петровича**, г. Барнаул.

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: о точности проведения касательной для определения оптической ширины запрещенной зоны для пленок PbS, об определении плотности дислокаций и уточнении механизма проводимости (Мирошникова И.Н.); о необходимости пояснения ингибирующего действия  $\text{NH}_4\text{I}$  на процесс образования пленок PbS (Юсупов Р.А.); о выборе исходной реакционной смеси для получения пленок PbS, о расчетах ЭДС и энергии Гиббса для реакций (Гаркушин И.К.).

**Выбор официальных оппонентов** обосновывается компетентностью Дунюшкиной Л.А., Титова А.Н. и Шалаевой Е.В. 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, в которой содержится решение задачи по установлению физико-химических закономерностей формирования тонких пленок PbS на подложках различной природы при их химическом осаждении и с использованием легирующих добавок, что вносит значительный вклад в развитие физической химии полупроводниковых материалов.

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

– Выявлены общие закономерности влияния природы и микрорельефа поверхности подложек на морфологические характеристики пленок PbS.

– Установлено ингибирующее действие легирующей добавки в виде NH<sub>4</sub>I на химическое осаждение PbS, сопровождающееся снижением эффективной константы скорости образования твердой фазы PbS в объеме реакционной смеси в 20 раз при 0.3 моль/л NH<sub>4</sub>I в растворе и уменьшением толщины пленок PbS на предметном стекле от 490 до 120 нм при длительности осаждения 90 мин.

– Методом полнопрофильного анализа рентгеновских дифрактограмм, с использованием одно- или двухфазной модели, проведена аттестация основных структурных характеристик пленок PbS, PbS(I), PbS(I, Co) и PbS(I, Ni).

– Исследованием эффекта Холла показано, что с увеличением в пленках PbS содержания йода до 1.2 ат.% происходит инверсия типа проводимости с *n*- на неустойчивый *p*-, сопровождающийся уменьшением концентрации носителей заряда до  $1.1 \times 10^{16} \text{ см}^{-3}$  и максимумом их подвижности  $\mu = 32.57 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ , т.е. наблюдается явление самокомпенсации, установленное впервые для химически осажденных пленок.

– Выявлено, что при введении в реакционную смесь комбинированной добавки NH<sub>4</sub>I с солью переходного металла, наблюдается синергетический эффект увеличения вольтовой чувствительности в 1.5 раза пленок PbS(I, Co) и PbS(I, Ni) по сравнению с PbS(I) за счет образования на их поверхности не только оптически активных соединений PbI<sub>2</sub> и I<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, но и иодат-ионов IO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой установлены взаимосвязи между условиями получения, морфологией, составом, структурой, фотоэлектрическими и электрофизическими свойствами пленок PbS, PbS(I), PbS(I, Co) и PbS(I, Ni), перспективных для использования в оптоэлектронике, гелиоэнергетике и сенсорной технике.

На заседании 12 декабря 2024 г. диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 принял решение присудить **Поздину А.В.** ученую степень кандидата **химических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного  
совета УрФУ 1.4.01.01

Черепанов  
Владимир Александрович

Ученый секретарь диссертационного  
совета УрФУ 1.4.01.01

Аксенова  
Татьяна Владимировна

12.12.2024