



## Правила для авторов – редакция 2023 года

Статьи представляются в текстовом редакторе **Microsoft Word 2003** версии.

**Шрифт** набора – Times New Roman (не рекомендуется использовать другие шрифты, кроме шрифта Symbol), размер шрифта – 12 кегль, обычный, межстрочный интервал – 1.5, отступ – 1.25 см. Десятичные дроби (0.1; 0.9; 2.3) необходимо писать через точку

Научная статья / Обзорная статья (*оставить тип своей рукописи*)

УДК 537.226

<https://doi.org/10.17308/kcmf.2023.25/000>

## Моделирование взаимодействия диффузии и фазообразования в тонкопленочной двухслойной системе поликристаллических оксидов титана и кобальта (заголовки и подзаголовки – равнение по левому краю)

Н. Н. Афонин<sup>\*1</sup>, В. А. Логачева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный педагогический университет,  
ул. Ленина, 86, Воронеж 394043, Российская Федерация

(официальное название без сокращений и адрес с сайта организации)

<sup>2</sup>Воронежский государственный университет,

Университетская пл., 1, Воронеж 394018, Российская Федерация

### Аннотация

(на русском языке)

Рекомендуемый объем аннотации – 200–250 слов. В ней должны быть четко обозначены следующие составные части:

**Цель статьи:** актуальность, формулировка научной проблемы, цель статьи.

**Экспериментальная часть:** даются сведения об объекте, конкретных методах исследования.

**Выводы:** излагается краткая формулировка результатов исследования, основные положения, практическая и научная ценность.

**Ключевые слова:** должны отражать основные положения, результаты, терминологию научного исследования. Рекомендуемое количество ключевых слов – 5–10 без точки в конце предложения.

**Источник финансирования:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-24128.

**Благодарности:** исследования методами порошковой рентгеновской дифракции и сканирующей электронной микроскопии были выполнены на оборудовании Инжинирингового центра Санкт-Петербургского государственного технологического института.

(в этом разделе указывают организации, оказавшие финансовую поддержку, и людей, помогавших автору подготовить настоящую статью)

**Для цитирования:** Афонин Н. Н., Логачева В. А. Моделирование взаимодействия диффузии и фазообразования в тонкопленочной двухслойной системе поликристаллических оксидов титана и кобальта. *Конденсированные среды и межфазные границы*. 2023;25(1): 000-000. <https://doi.org/10.17308/kcmf.2023.25/0000>

**For citation:** Afonin N. N., Logacheva V. A. Modeling of interdiffusion and phase formation in the thin-film two-layer system of polycrystalline oxides titanium and cobalt. *Kondensirovannyye sredy i mezhfaznyye granitsy = Condensed Matter and Interphases*. 2023;25(1): 000-000. <https://doi.org/10.17308/kcmf.2023.25/0000>

\*Афонин Николай Николаевич, e-mail: [nafonin@vspu.ac.ru](mailto:nafonin@vspu.ac.ru) (автор, ответственный за переписку)

© Афонин Н. Н., Логачева В. А., 2023

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

<https://doi.org/10.17308/kcmf.2021.23/0000>

## Modeling of interdiffusion and phase formation in the thin-film two-layer system of polycrystalline oxides titanium and cobalt

(первое слово заглавия статьи приводят с прописной буквы, остальные слова – со строчной буквы, кроме собственных имён, общепринятых аббревиатур и т. п.)

N. N. Afonin<sup>1</sup>✉, V. A. Logacheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Pedagogical University,  
86 ul. Lenina, Voronezh 394043, Russian Federation  
(адрес берется с английского сайта организации)

<sup>2</sup>Voronezh State University,  
1 Universitetskaya pl., Voronezh 394018, Russian Federation

### Abstract

(переводится на английский язык текст аннотации)

### Purpose:

### Experimental:

### Conclusions:

**Keywords:** Modelling, Interdiffusion reaction, Kirkendall effect, Interphases, Polycrystalline Films, Complex oxides

**Funding:** This work was funded by RFBR according to the research project No. 18–29–24128.

**Acknowledgments:** The DTATGA, XRD and SEM studies were performed on the equipment of the Engineering Center of Saint Petersburg State Institute of Technology.

**For citation:** Afonin N. N., Logacheva V. A. Modeling of interdiffusion and phase formation in the thin-film two-layer system of polycrystalline oxides titanium and cobalt. *Kondensirovannye sredy i mezhfaznye granitsy = Condensed Matter and Interphases*. 2023;25(1): 000-000. <https://doi.org/10.17308/kcmf.2023.25/0000>

**Для цитирования:** Афонин Н. Н., Логачева В. А. Моделирование взаимодиффузии и фазообразования в тонкопленочной двухслойной системе поликристаллических оксидов титана и кобальта. *Конденсированные среды и межфазные границы*. 2023;25(1): 000-000. <https://doi.org/10.17308/kcmf.2023.25/0000>

✉ Nikolay N. Afonin, [nafonin@vspu.ac.ru](mailto:nafonin@vspu.ac.ru)

© Afonin N. N., Logacheva V. A., 2023

The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

## ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ

(статьи журнала структурированы по схеме IMRAD)

В 2022 году все статьи будут переводиться на английский язык, требования к русскоязычной версии статьи, отдаваемой в перевод:

1. Автор должен снабжать статью глоссарием, охватывающим все научные термины для нее.
2. Избегать длинных предложений (4 и более строк).
3. Избегать сложносочиненных предложений.
4. Избегать последовательные обороты в родительном падеже (не более 3х в одном предложении).
5. Избегать большое количество причастных и деепричастных оборотов (в одном предложении их не должно быть более 2х).
6. Автор должен сообщить свой e-mail и сотовый телефон, чтобы переводчик смог связаться с ним для консультации по непонятным частям текста.

### 1. Введение

(1–2 стр.) – постановка научной проблемы, ее актуальность, связь с важнейшими задачами, которые нужно решить. Необходимо обозначить проблемы, не решенные в предыдущих исследованиях, которые призвана решить данная статья. Необходимо описать основные современные исследования и публикации, на которые опирается автор. Желательно рассмотреть 20–30 источни-

ков, из которых не менее 30 % являются научными статьями из ядра РИНЦ, не более 20 % являются собственными работами, не менее 50 % источников, в том числе зарубежные, опубликованы в последние пять лет. Важно провести сравнительный анализ с зарубежными публикациями по заявленной проблематике. **Цель статьи** вытекает из постановки научной проблемы.

В журнале принят Ванкуверский стиль цитирования (отсылка в тексте в квадратных скобках, полное библиографическое описание источника в списке литературы в порядке упоминания в тексте статьи).

### **Пример оформления:**

Монокристаллы дифторидов щелочноземельных металлов широко применяются в качестве материалов фотоники [1–3], в том числе как матрицы для легирования редкоземельными ионами [4, 10].

Ссылаться нужно только на оригинальные источники из научных журналов, включенных в глобальные индексы цитирования. Следует указать фамилии авторов (необходимо в описание вносить всех авторов, не сокращая их до трех, четырех и т. п.), название статьи, название журнала, год издания, том (выпуск), номер, страницы, DOI (Digital Object Identifier <https://search.crossref.org/>). В списке литературы обязательно указывать этот идентификатор или адрес доступа в сети Интернет. Ссылки на авторефераты диссертаций на соискание ученой степени допускаются при наличии их электронных версий. Интересующийся читатель должен иметь возможность найти указанный литературный источник в максимально сжатые сроки. Ссылки на источники, неопубликованные в сети Интернет, недопустимы.

## **2. Экспериментальная часть**

(2–3 стр.) – в данном разделе описываются процесс организации эксперимента, примененные методики, использованная аппаратура; даются подробные сведения об объекте исследования; указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов.

## **3. Результаты и обсуждение**

(6–8 стр.) – результаты исследования должны быть изложены кратко, но при этом содержать достаточно информации для оценки сделанных выводов. Также должно быть обосновано, почему для анализа были выбраны именно эти данные. Все названия, подписи и структурные элементы графиков (размерность величин на осях указывается после запятой), таблиц, схем, единицы измерений и т. д. оформляются на русском и **отдельно** английском языках. **Формулы набираются только средствами Microsoft Office Equation 3 или Math Type** по левому краю. Латинские буквы набирают курсивом; русские, греческие буквы, цифры и химические символы, критерии подобия – прямым шрифтом.

Подзаголовки в разделах набираются курсивом.

### **Пример оформления:**

#### *2.1. Рентгенодифракционные исследования*

**Пример оформления подрисуночных подписей в тексте:** рис. 1, кривая 1, рис. 2б.

Список подрисуночных подписей на русском и английском языках размещается в конце статьи после сведений об авторах.

**Рисунки и таблицы не ставятся в текст статьи**, размещаются на отдельной странице. Дополнительно рисунки на **русском и английском** языках представляются отдельными файлами в формате \*.tif, \*.jpg, \*.cdr, \*.ai. с разрешением **не менее 300 dpi**. Каждый файл именуется по фамилии первого автора и номеру рисунка.

## **4. Выводы или Заключение**

(1 абзац) – заключение содержит краткую формулировку результатов исследования. Повторы излагаемого материала недопустимы. В этом разделе необходимо сопоставить полученные резуль-

таты с обозначенной в начале работы целью. В заключении делаются выводы, обобщения и рекомендации, вытекающие из работы, подчеркивается их практическая значимость, а также определяются основные направления для дальнейшего исследования в этой области.

### **Заявленный вклад авторов**

После фамилии и инициалов автора в краткой форме описывается его личный вклад в написание статьи – идея, написание статьи, научное редактирование текста, исполнитель гранта и т. д.

### **Пример 1:**

Афонин Н. Н. – научное руководство, концепция исследования, развитие методологии, написание текста, итоговые выводы. Логачева В. А. – проведение исследования, написание обзора и редактирование текста.

### **Пример 2:**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют, что у них нет известных финансовых конфликтов интересов или личных отношений, которые могли бы повлиять на работу, представленную в этой статье.

### **Список литературы**

*(библиографическое описание документов оформляется в соответствии с Vancouver Style. Включаются только рецензируемые источники)*

### **Примеры оформления:**

#### **Статьи в научных журналах**

1. Bahadur A., Hussain W., Iqbal S., Ullah F., Shoaib M., Liu G., Feng K. A morphology controlled surface sulfurized  $\text{CoMn}_2\text{O}_4$  microspike electrocatalyst for water splitting with excellent OER rate for binder-free electrocatalytic oxygen evolution. *Journal of Materials Chemistry A*. 2021;20(9): 12255–12264. <https://doi.org/10.1039/D0TA09430G>

2. Александров А. А., Маякова М. Н., Воронов В. В., Поминова Д. В., Кузнецов С. В., Баранчиков А. Е., Иванов В. К., Лысакова Е. И., Фёдоров П. П. Синтез ап-конверсионных люминофоров на основе фторида кальция. *Конденсированные среды и межфазные границы*. 2020;22(1): 3–10. <https://doi.org/10.17308/kcmf.2020.22/2524>

3. Копейченко Е. И., Миттова И. Я., Перов Н. С., Нгуен А. Т., Миттова В. О., Алехина Ю. А., Фам В. Синтез, состав и магнитные свойства нано-порошков феррита лантана, допированного кадмием. *Неорганические материалы*. 2021;57(4): 388–392. <https://doi.org/10.31857/S0002337X21040072>

#### **Книги и монографии**

4. Накамото К. *Инфракрасные спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений*. М.: Мир; 1991. 441 с.

5. Barker M. G. *Inorganic chemistry of the main group elements*. Volume 3. C. C. Addison (ed.). Royal Society of Chemistry, UK; 2007. 550 p. <https://doi.org/10.1039/9781847556400>

6. *Наноструктурные оксидные материалы в современной микро-, нано- и оптоэлектронике* / под ред. В. А. Мошникова, О. А. Александровой. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; 2017. 266 с.

#### **Материалы конференции**

7. Афонин Н. Н., Логачева В. А., Ховив А. М. Синтез и свойства функциональных нанокристаллических тонкопленочных систем на основе сложных оксидов железа и титана. *Аморфные и микрокристаллические полупроводники: Сборник трудов IX международной конференции, 7–10 июля 2014, Санкт-Петербург*. СПб.: Издательство Политехнического университета; 2014. с. 356–357.

#### **Интернет ресурс**

8. NIST Standard Reference Database 71. *NIST Electron Inelastic-Mean-Free-Path Database: Version 1.2*. Режим доступа: [www.nist.gov/srd/nist-standard-reference-database-71](http://www.nist.gov/srd/nist-standard-reference-database-71)

## References

### Примеры оформления:

#### Journal article

1. Bahadur A., Hussain W., Iqbal S., Ullah F., Shoaib M., Liu G., Feng K. A morphology controlled surface sulfurized  $\text{CoMn}_2\text{O}_4$  microspike electrocatalyst for water splitting with excellent OER rate for binder-free electrocatalytic oxygen evolution. *Journal of Materials Chemistry A*. 2021;20(9): 12255–12264. <https://doi.org/10.1039/D0TA09430G>

2. Alexandrov A. A., Mayakova M. N., Voronov V. V., Pominova D. V., Kuznetsov S. V., Baranchikov A. E., Ivanov V. K., Fedorov P. P. Synthesis upconversion luminophores based on calcium fluoride. *Condensed Matter and Interphases*. 2020;22(1): 3–10. <https://doi.org/10.17308/kcmf.2020.22/2524>

3. Kopeychenko E. I., Mittova I. Y., Perov N. S., Alekhina Y. A., Nguyen A. T., Mittova V. O., Pham V. Synthesis, composition and magnetic properties of cadmium-doped lanthanum ferrite nanopowders. *Inorganic Materials*. 2021;57(4): 367–371. <https://doi.org/10.1134/S0020168521040075>

#### Book: print

4. Nakamoto K. *Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds*. New York: John Wiley; 1986. 479 p.

5. Fedorov P. P., Osiko V. V. Crystal growth of fluorides. In: *Bulk Crystal Growth of Electronic, Optical and Optoelectronic Materials*. P. Capper (ed.). Wiley Series in Materials for Electronic and Optoelectronic Applications. John Wiley & Son. Ltd.; 2005. pp. 339–356. <https://doi.org/10.1002/9780470012086.ch11>

6. *Nanostructured oxide materials in modern micro-, nano- and optoelectronics*. V. A. Moshnikov, O. A. Aleksandrova (eds.). Saint Petersburg: Izd-vo SPbGETU “LETI” Publ., 2017. 266 p. (in Russ.)

#### Conference proceeding: individual paper

7. Afonin N. N., Logacheva V. A., Khoviv A. M. Synthesis and properties of functional nanocrystalline thin-film systems based on complex iron and titanium oxides. In: *Amorphous and microcrystalline semiconductors: Proc. 9th Int. Conf., 7–10 July 2014*. St. Petersburg: Polytechnic University Publ.; 2014. p. 356–357. (In Russ.)

#### Website

8. NIST Standard Reference Database 71. *NIST Electron Inelastic-Mean-Free-Path Database: Version 1.2*. Available at: [www.nist.gov/srd/nist-standard-reference-database-71](http://www.nist.gov/srd/nist-standard-reference-database-71)

Если нет переведенной версии, дается английский перевод названия статьи (книги) без транслитерации. Чаще всего перевод названия статьи можно найти на странице журнала в сети Интернет, или на странице журнала в РИНЦ на сайте <http://elibrary.ru/>. Если такое название не удастся найти, то Вы можете перевести ее название на английский язык самостоятельно, после такого перевода необходимо поставить звездочку\* и в конце списка оставить примечание:

\*Перевод названий источников выполнен автором статьи / Translated by author of the article.

Звездочка ставится после каждого названия, переведенного лично автором статьи. Если перевод названия был найден в верифицированных источниках, звездочку ставить не надо. Для автоматической транслитерации в латиницу рекомендуется обращаться на сайт <https://www.translit.ru> (стандарт транслитерации BSI – настройка перед транслитерацией). Если статья опубликована только на русском языке, указать в конце библиографической ссылки **перед** DOI (In Russ., abstract in Eng.).

### Информация об авторах

(приводится на русском и английском языках)

Полные фамилия, имя и отчество авторов; степень, звание, должность, место работы, официальное название организации без сокращений, город, страна. ORCID (зарегистрировать ORCID <https://orcid.org/register>) и электронная почта указываются на следующей строке.

### Пример оформления:

Афонин Николай Николаевич, д. х. н., с. н. с., профессор кафедры технологических и естественнонаучных дисциплин, Воронежский государственный педагогический университет (Воронеж, Российская Федерация).

<https://orcid.org/0000-0002-9163-744X>  
 nafonin@vspu.ac.ru" nafonin@vspu.ac.ru  
 Nikolay N. Afonin, Dr. Sci. (Chem.), Research Fellow, Professor at the Department of Science and Technology Studies, Voronezh State Pedagogical University (Voronezh, Russian Federation).  
<https://orcid.org/0000-0002-9163-744X>  
 nafonin@vspu.ac.ru" nafonin@vspu.ac.ru

*Логачева Вера Алексеевна*, к. х. н., с. н. с. кафедры общей и неорганической химии, Воронежский государственный университет (Воронеж, Российская Федерация).

<https://orcid.org/0000-0002-2296-8069>  
 kcmf@main.vsu.ru" kcmf@main.vsu.ru

*Vera A. Logachova*, Cand. Sci. (Chem.), Research Fellow at the Department of General and Inorganic Chemistry, Voronezh State University (Voronezh, Russian Federation).

<https://orcid.org/0000-0002-2296-8069>  
 kcmf@main.vsu.ru" kcmf@main.vsu.ru

*Воронов Валерий Вениаминович*, к. ф.-м. н., заведующий лабораторией, Институт общей физики им. А. М. Прохорова Российской академии наук (Москва, Российская Федерация).

<https://orcid.org/0000-0001-5029-8560>  
 voronov@lst.gpi.ru

*Valery V. Voronov*, Cand. Sci. (Phys.–Math.), Head of the Laboratory, Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Science (Moscow, Russian Federation).

<https://orcid.org/0000-0001-5029-8560>  
 voronov@lst.gpi.ru

*Поступила в редакцию* \_\_. \_\_.2023; *одобрена после рецензирования* \_\_. \_\_.2023; *принята к публикации* \_\_. \_\_.2023; *опубликована онлайн* \_\_. \_\_.2023.

На следующем листе предоставляются названия рисунков и таблиц на русском и английском языках.

### **Пример оформления:**

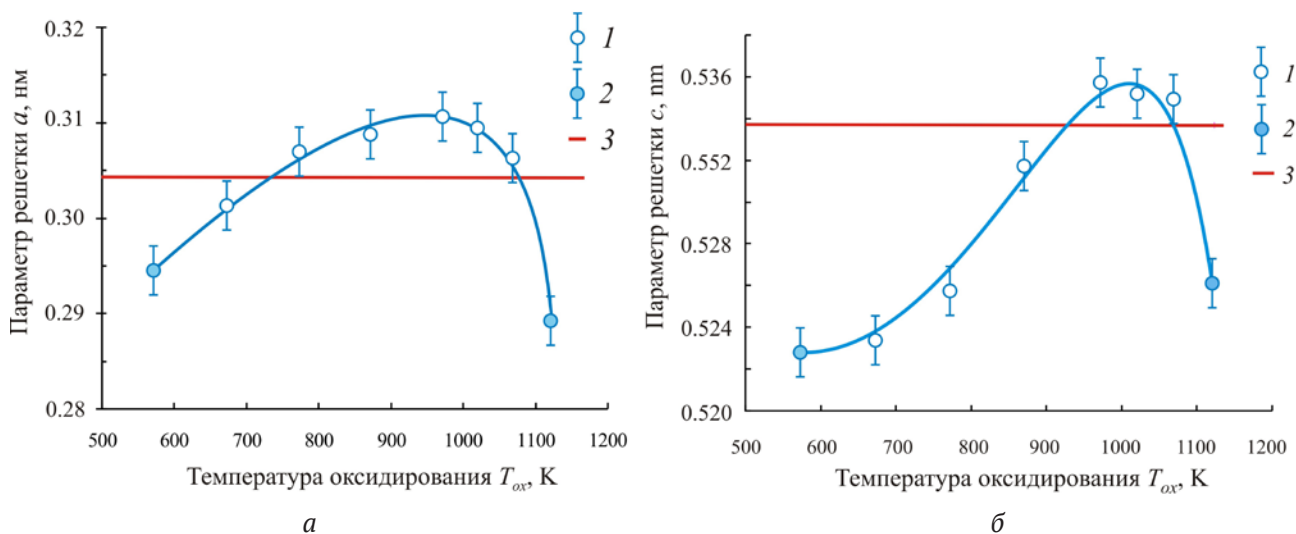
**Рис. 1.** Зависимости параметров  $a$  и  $c$  тетрагональной решетки нанокристаллических пленок PdO от температуры окисления  $T_{\text{ок}}$ : 1 – однофазные пленки PdO; 2 – гетерофазные пленки PdO + Pd; 3 – данные эталона ASTM [22, 23]

**Fig. 1.** Dependences of the parameters  $a$  and  $c$  of the tetragonal lattice of nanocrystalline PdO films on the oxidation temperature  $T_{\text{ок}}$ : 1 – single-phase PdO films, 2 – heterophase PdO + Pd films; 3 – data of the ASTM standard [22, 23]

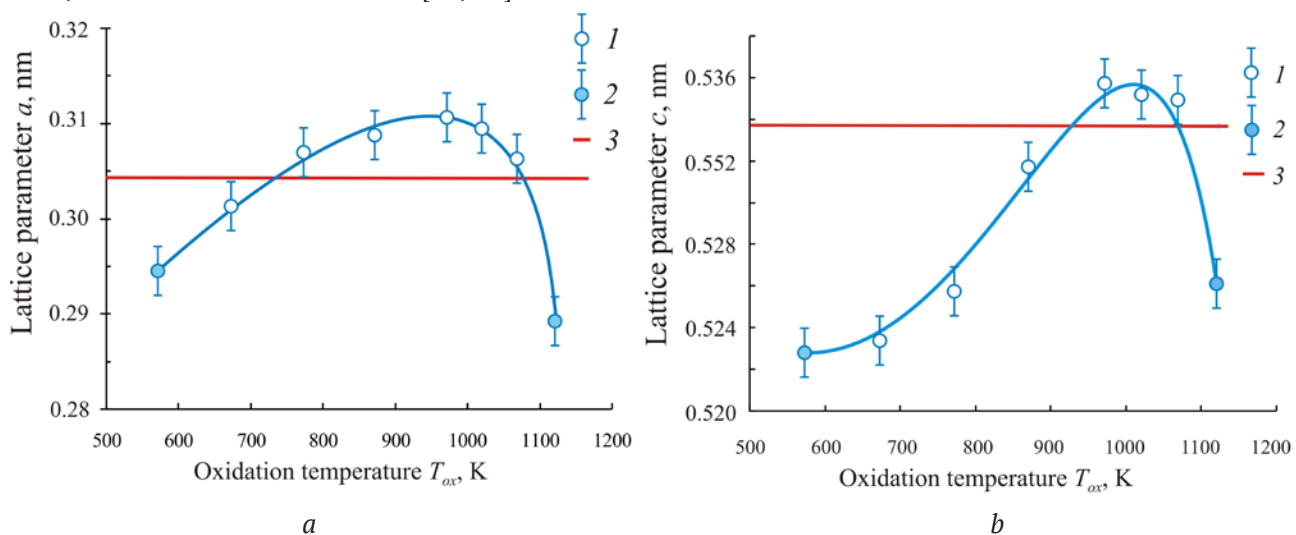
**Таблица 1.** Значения относительной электроотрицательности (ОЭО) некоторых химических элементов [30] и доля ионной составляющей химической связи в бинарных соединениях состава АВ, образованных этими элементами

**Table 1.** The values of relative electronegativity (ENE) of some chemical elements [30] and the proportion of the ionic component of the chemical bond in binary compounds of the AB composition formed by these elements

**Пример оформления рисунков:**



**Рис. 1.** Зависимости параметров  $a$  и  $c$  тетрагональной решетки нанокристаллических пленок PdO от температуры окисления  $T_{ox}$ : 1 – однофазные пленки PdO; 2 – гетерофазные пленки PdO + Pd; 3 – данные эталона ASTM [22, 23]



**Fig. 1.** Dependences of the parameters  $a$  and  $c$  of the tetragonal lattice of nanocrystalline PdO films on the oxidation temperature  $T_{ox}$ : 1 – single-phase PdO films; 2 – heterophase PdO + Pd films; 3 – data of the ASTM standard [22, 23]

**Пример оформления таблиц:**

**Таблица 1.** Значения ионных радиусов палладия Pd<sup>2+</sup> и кислорода O<sup>2-</sup> [30–32]

Ион	Координационное число КЧ	Координационный многогранник	Значения ионных радиусов $R_{ion}$ , нм
Pd <sup>2+</sup>	4	Квадрат (прямоугольник)	0.078 [30]; 0.086 [31]; 0.078 [32]
O <sup>2-</sup>	4	Тетрагональный тетраэдр	0.132 [30]; 0.140 [31]; 0.124* [31]; 0.132 [32]

\* Значения ионного радиуса получены на основании квантово-механических расчетов.

**Table 1.** Values of palladium Pd<sup>2+</sup> and oxygen O<sup>2-</sup> ionic radii [30 – 32]

Ion	Coordination number CN	Coordination polyhedron	Values of ionic radii $R_{ion}$ , nm
Pd <sup>2+</sup>	4	Square (rectangular)	0.078 [30]; 0.086 [31]; 0.078 [32]
O <sup>2-</sup>	4	Tetragonal tetrahedron	0.132 [30]; 0.140 [31]; 0.124* [31]; 0.132 [32]

\*The values of ionic radius were obtained on the basis of quantum mechanical calculations.

## ГЛОССАРИЙ НАУЧНЫХ ТЕРМИНОВ

*(формируется отдельным файлом)*

### **Пример глоссария:**

**Параметры оксидных пленок, анодно образованных на сплавах Ag-Zn с различной вакансионной дефектностью поверхностного слоя**

S. N. Grushevskaya, A. V. Vvedenskii, V. O. Zaitseva

**Parameters of oxide films anodically formed on Ag-Zn Alloys with different concentrations of vacancy defects in the surface layer**

S. N. Grushevskaya, A. V. Vvedenskii, V. O. Zaitseva

Автор для переписки - Грушевская Светлана Николаевна, e-mail: sg@chem.vsu.ru, phone: +7(903) 857-32-08.

Анодное окисление	Anodic oxidation
Вольтамперометрия	Voltammetry
Диффузионно-лимитируемый	Diffusion-limited
Изопропиловый спирт	Isopropyl alcohol
Коррозионный потенциал	Open-circuit potential
Коттрелевские координаты	Cottrel coordinates
Кулонометрия	Coulometry
Обесцинкование	Dezincification
Оксидообразование	Oxide formation
Перенапряжение	Overpotential
Поляризация	Polarization
Потенциал свободной коррозии	Open-circuit potential
Потенциодинамический	Potentiodynamic
Потенциостат	Potentiostat
Реактивы классификации «х.ч.»	Chemically pure reagents
Рентгеновская дифрактометрия	X-ray diffractometry
Сканирующая электронная микроскопия	Scanning electron microscopy
Структурно-разупорядоченный	Structure-disordered
Токовый транзист	Current transient
Эпоксидная смола	Epoxy resin

## СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Сопроводительное письмо, служащее официальным направлением от учреждения. Должно содержать следующую информацию: статья соответствует научной специальности ВАК (из перечисленных на сайте журнала), рукопись не находится на рассмотрении в другом издании; не была ранее опубликована; все авторы ее читали и одобрили; авторы несут ответственность за достоверность представленных в рукописи материалов (PDF файл).

2. Заключение о возможности открытого опубликования (PDF файл).

3. Экспертное заключение комиссии внутреннего экспертного контроля (PDF файл).



4. Лицензионный договор <https://journals.vsu.ru/kcmf/Licensingcontract>, подписанный всеми авторами, пересылается почтой на адрес редакции: 394018 Воронеж, Университетская пл., 1, Воронежский государственный университет, химический факультет, к. 351, редакция журнала «Конденсированные среды и межфазные границы».

5. Рукопись.