

26-2925-Б

ЭТА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

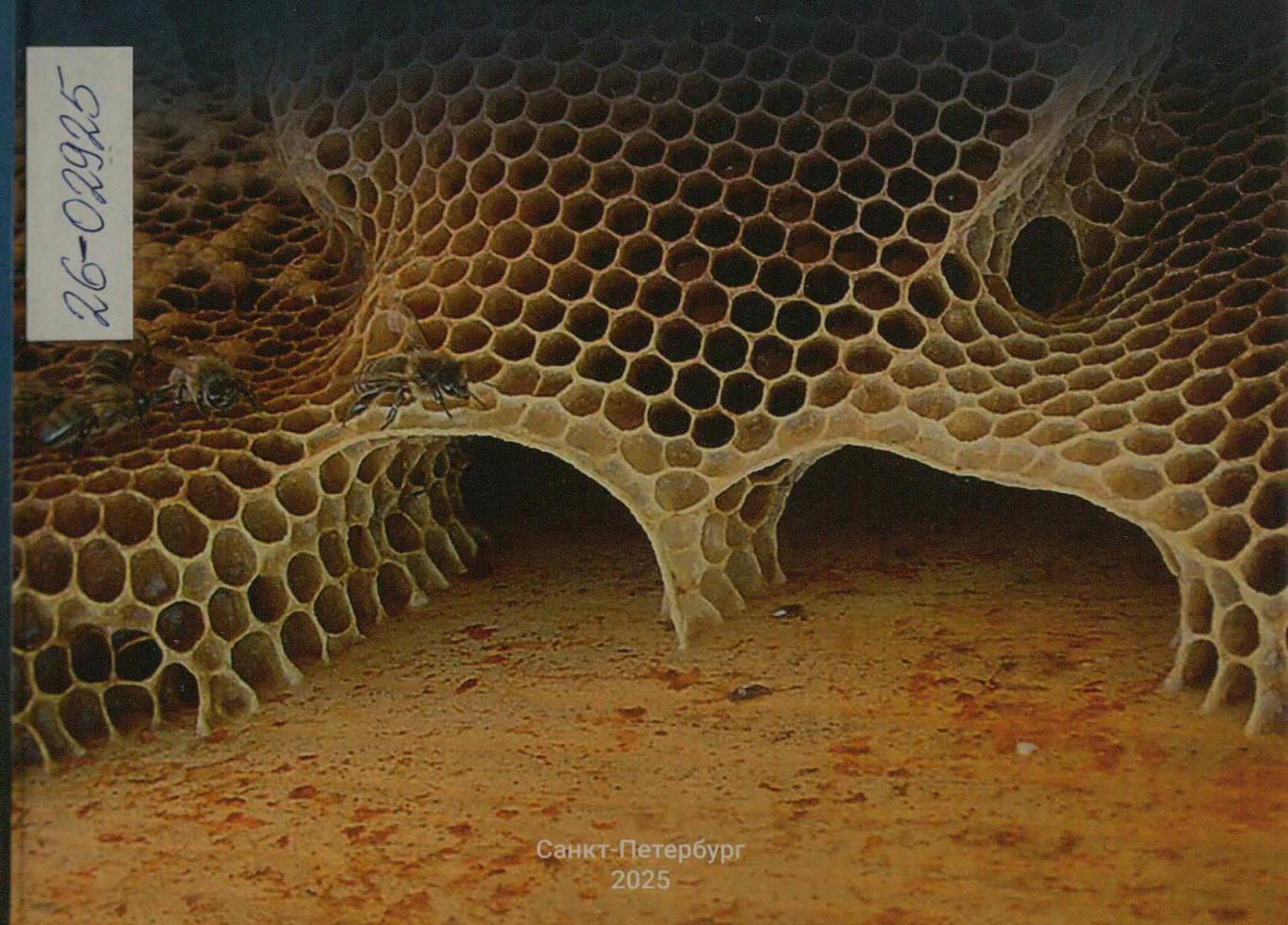


**ПОЛИТЕХ**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

**А. И. РУДСКОЙ    А. А. ПОПОВИЧ**

# **ПРИРОДОПОДОБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА**

26-02925



Санкт-Петербург  
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

---

*А. И. Рудской. А. А. Попович*

**ПРИРОДОПОДОБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ИХ ПРОИЗВОДСТВА**

Монография



**ПОЛИТЕХ-ПРЕСС**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

Санкт-Петербург  
2025

УДК 620.22+778.64

ББК 30.3:30.6

Р83

**Рецензенты:**

Академик РАН, научный руководитель Волгоградского государственного  
технического университета *В. И. Лысак*

Член-корреспондент РАН, доктор технических наук, главный научный сотрудник,  
заведующий отделом материаловедения и лабораторией механических свойств  
Института физики металлов имени М. Н. Михеева Уральского отделения  
Российской академии наук *А. В. Макаров*

*Рудской А. И.* **Природоподобные материалы и аддитивные технологии их производства :**  
монография / А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – 446 с.

Представлены принципиально новые возможности применения аддитивных технологий, способных достаточно близко воспроизводить природоподобные материалы и конструкции. Рассмотрены различные типы природных и природоподобных материалов, описаны их структура и свойства. Отмечено, что, используя природообразные конструкции и аддитивные технологии, можно создавать детали сложных геометрических форм с заданным комплексом физико-химических, механических и функциональных свойств.

Предназначена для широкого круга специалистов, работающих на промышленных предприятиях и в научных учреждениях, а также для обучающихся по направлениям магистерской подготовки и аспирантуры «Металлургия», «Машиностроение», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Материаловедение и технология материалов».

Табл. 22. Ил. 304. Библиогр.: 1413 назв.

Печатается по решению  
Совета по издательской деятельности Ученого совета  
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

ISBN 978-5-7422-8893-0  
doi:10.18720/SPBPU/2/id25-6

© Рудской А. И., Попович А. А., 2025  
© Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, 2025

Ministry of science and higher education of the Russian Federation

---

PETER THE GREAT  
ST. PETERSBURG POLYTECHNIC UNIVERSITY

---

*A. I. Rudskoy A. A. Popovich*

**NATURE-INSPIRED MATERIALS  
AND ADDITIVE TECHNOLOGIES  
FOR THEIR PRODUCTION**

Monograph



**POLYTECH PRESS**  
Peter the Great  
St. Petersburg Polytechnic  
University

Saint Petersburg  
2025

Reviewers:

Academician of the RAS, academic supervisor of Volgograd State  
Technical University *V. I. Lysak*

Corresponding member of the RAS, Doctor of Engineering, chief researcher, head  
of the Materials Science Department and Mechanical Properties Laboratory of M. N. Mikheev  
Institute of Metal Physics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences  
*A. V. Makarov*

*Rudskoy A. I. Nature-inspired materials and additive technologies for their production* : monograph /  
A. I. Rudskoy A. A. Popovich. – St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2025. – 446 p.

The monograph presents fundamentally new possibilities for applying additive technologies to closely reproduce nature-inspired materials and structures. The authors consider different types of natural and nature-inspired materials, describe their structure and properties. It is noted that, using nature-inspired structures and additive technologies, it is possible to create parts with complex geometric shapes and a specified set of physical, chemical, mechanical, and functional properties.

The monograph is intended for a wide range of specialists working at industrial enterprises and scientific institutions, as well as for students in master's and doctoral programs in "Metallurgy", "Mechanical engineering", "Design and technology in machine-building" and "Materials science and technology".

Tables 22. Figures 304. References: 1413 titles.

Printed by decision of the Council on Publishing Activities of the Academic Board of Peter the  
Great St. Petersburg Polytechnic University.

## Оглавление

Предисловие.....	6
Глава 1. Природные и природоподобные материалы .....	15
1.1. Природные и природоподобные материалы и структуры.....	16
1.2. Применение аддитивного производства для получения природоподобных материалов и конструкций.....	39
Библиографический список .....	67
Глава 2. Природоподобные металлические материалы с пространственным изменением химического состава.....	77
2.1. Природоподобные металлические материалы с пространственным изменением химического состава и технологии их получения .....	80
2.2. Методы проектирования и моделирования природоподобных металлических материалов с пространственным изменением химического состава.....	94
Библиографический список.....	109
Глава 3. Природоподобные полимерные и металлические функционально-градиентные материалы .....	115
3.1. Технологии получения природоподобных полимерных функционально-градиентных материалов и их свойства.....	115
3.2. Технологии получения природоподобных металлических функционально-градиентных материалов и их свойства.....	140
Библиографический список.....	192
Глава 4. Природоподобные функционально-градиентные пористые материалы и метаматериалы.....	204
4.1. Природные функционально-градиентные пористые материалы.....	204
4.2. Метаматериалы, технологии получения и области применения .....	218
4.3. Метабиоматериалы, технологии получения и области применения .....	241
4.4. Проектирование метаматериалов.....	258
Библиографический список .....	283
Глава 5. Материалы с природоподобной геликоидальной структурой.....	311
5.1. Особенности природоподобной геликоидальной структуры .....	313
5.2. Влияние природоподобной геликоидальной структуры на свойства материала .....	317
Библиографический список .....	346
Глава 6. Природоподобные материалы с низким модулем упругости .....	351
6.1. Природные материалы с низким модулем упругости .....	351
6.2. Природоподобные материалы с низким модулем упругости в биомедицинской инженерии. Структура, свойства и технологии получения изделий.....	354
Библиографический список.....	385
Глава 7. Природоподобные конструкции для систем охлаждения и виброустойчивого инструмента.....	391
7.1. Природные конструкции с терморегуляцией .....	391
7.2. Природоподобные конструкции с терморегуляцией .....	394
7.3. Природоподобные конструкции для систем охлаждения газотурбинных лопаток....	409
7.4. Природоподобные спиралеобразные конструкции для виброустойчивого инструмента.....	425
Библиографический список.....	434
Заключение.....	441