



Digitally signed by
Technical Scientific
Library, TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity of
this document

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**FACULTATEA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI
MICROELECTRONICĂ
DEPARTAMENTUL MICROELECTRONICĂ ȘI INGINERIE
BIOMEDICALĂ**

МАТЕРИАЛЫ И КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

**Методические указания
к лабораторным работам**



2024

CZU 621.3(076.5)

Л 850

Работа обсуждена и одобрена для издания на заседании Совета факультета СИМ, протокол № 9 от 06 июня 2024 года.

Настоящее руководство включает методические указания для лабораторных работ по курсу "Материалы и компоненты электроники" и предназначено для студентов специальностей *0714.5 Микроэлектроника и нанотехнологии*, *0714.9 Биомедицинская инженерия* и *0714.4 Прикладная электроника*, факультета Вычислительная техника, Информатика и Микроэлектроника. Руководство предназначено для изучения свойств и характеристик проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов, а также пассивных компонентов современной электроники, в котором кратко изложены теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ, и требования к оформлению отчета.

Руководство разработано в сотрудничестве с коллегами Департамента Микроэлектроники и Биомедицинской Инженерии, ДМІВ, ТУМ.

Авторы: проф. унив., доктор хабилитат Олег Лупан
ассист. универс. Павел Метлинский

Ответственный редактор: проф.унив., докт. хабил. Виорел Трофим

Рецензенты: конф. унив., доктор, Василий Крецу
конф. унив., доктор, Николай Абабий

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Лупан, Олег.

Материалы и компоненты электроники: Методические указания к лабораторным работам / Олег Лупан, Павел Метлинский; ответственный редактор: Виорел Трофим; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. – 185 p.: fig., tab.

Aut. indicați pe verso f. de tit. – Referințe bibliogr. la sfârșitul lucrărilor. – 60 ex.

ISBN 978-9975-64-422-6.

© UTM, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	2
Общие указания к выполнению лабораторных работ и оформлению отчетов по курсу <i>Материалы и компоненты электроники</i>	3
Лабораторная работа № 1. Исследование электрических характеристик проводниковых материалов	4
Лабораторная работа № 2. Исследование параметров постоянных и переменных резисторов	28
Лабораторная работа №3. Исследование температурной зависимости электропроводности полупроводниковых материалов	55
Лабораторная работа №4. Исследование диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь электроизоляционных материалов	79
Лабораторная работа №5. Исследование характеристик конденсаторов	106
Лабораторная работа №6. Исследование основных магнитных характеристик ферромагнитных материалов.....	131
Лабораторная работа № 7. Исследование характеристик нелинейных полупроводниковых резисторов	156
Лабораторная работа №8. Исследование свойств наноматериалов.....	172

Bun de tipar 14.06.24
Hârtie ofset. Tipar RISO
Coli de tipar 11,5

Formatul hârtiei 60×84 1/16
Tirajul 60 ex.
Comanda nr. 80

MD-2004, Chişinău, bd. Ştefan cel Mare şi Sfânt,168, UTM
MD-2004, Chişinău, str. Studenţilor, 9/9, Editura “Tehnica-UTM”

Литература

1. Gabriel Daniliuc. Elemente de nanotehnologie. Nanomateriale. Manual. București: Ed. Tehnica, 2007.
2. Nanomaterials: The Original Product of Nanotechnology, IOP Concise Physics (2 May 2019).
3. Nanosponges: Synthesis and Applications, First Edition. Edited by Francesco Trotta and Andrea Mele. Nanomaterials: Classification and Properties Francesco Trotta and Andrea Mele, 2019 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Published 2019 by Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
4. Boysen E. and Muir, N.C. Nanotechnology for Dummies. Chichester: Wiley, 2011.
5. Novel Nanomaterials for Biomedical, Environmental and Energy Applications, Editors: Xiaoru Wang, Xi Chen, 2018.

6. Nanotehnologii. Aplicații, Principii, implementări și activități. Compendiu pentru educație. Comisia Europeană, B-1049 Brussel, 2013. - 416 p.

7. Andrew W. Salamon, Patrick Courtney and Ian Shuttler. Nanotechnology and Engineered Nanomaterials, 2010.

8. И.П. Суздаев. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М., 2005 - 589 с.

9. Гочжун Цао, Ин Ван. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение. Перевод с англ. А.И. Ефимова, С.И. Каргов, науч. ред. В.Б. Зайцев, 2012. - 520 с.

10. Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications, 2nd edition / Guozhong Cao, Ying Wang / 2010

11. Tiginyanu I.M., Lupan O., Ursaki V.V., Chow L., Enachi M. Nanostructures of Metal Oxides. Comprehensive Semiconductor Science & Technology, Chapter 105, 2011, p. 396-479. Elsevier. Review.

12. Lupan O., Postica V., Labat F., Ciofini I., Pauporté Th., Adelung R. "Ultra-sensitive and selective hydrogen nanosensor with fast response at room temperature based on a single Pd/ZnO nanowire". Sensors and Actuators B 2018, 254, p. 1259-1270.

13. Lupan O., Postica V., Ababii N., Reimer T., Shree S., Hoppe M., Polonskyi O., Sontea V., Chemnitz S., Adelung R. "Ultra-thin TiO₂ films by atomic layer deposition and surface functionalization with Au nanodots for sensing applications" Materials Science in Semiconductor Processing 2018, 87, p.44-53.

14. Suzanne J., Gay J.M. in Handbook of surface science, vol 1 Ed W.N. Unertl, North-Holland, 1996.

15. Shackelford, J.F., Alexander W., Materials Science and Engineering Handbook, 3rd Ed., CRC Press LLC N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, 2000.

16. Lupan O., Chow L., Chai G. "Novel hydrogen gas sensor based on single ZnO nanorod. Microelectronic Engineering, 2008, vol. 85, p. 2220-2225.