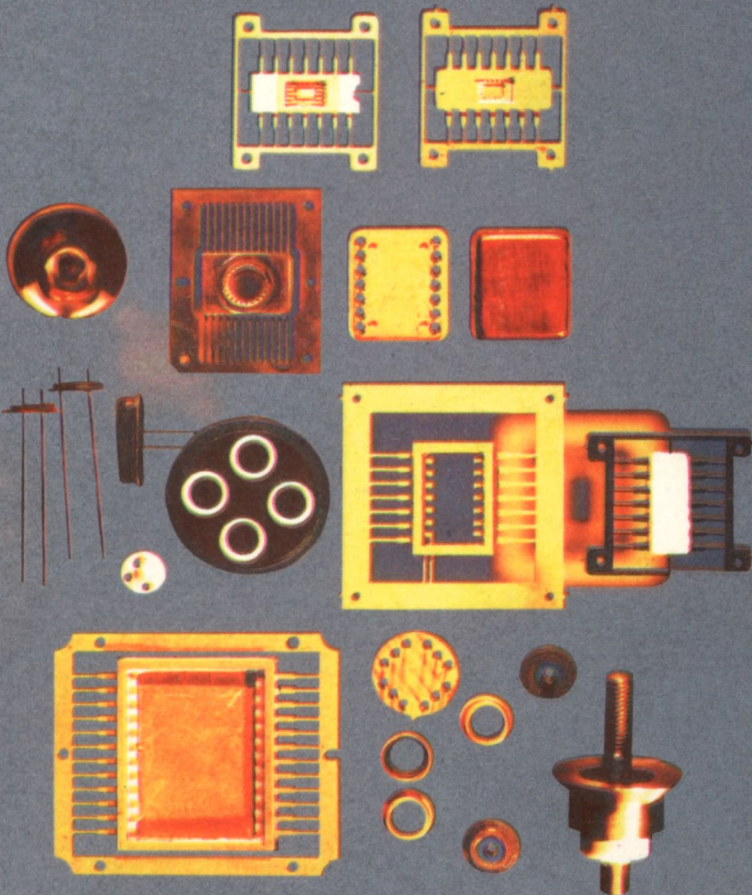


Nr 1(65)  
1989

# MATERIAŁY ELEKTRONICZNE





**CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE  
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH „UNITRA-CEMAT”  
INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH**

# **MATERIAŁY ELEKTRONICZNE**

**Nr 1 (65) — 1989**

**WYDAWNICTWA PRZEMYSŁOWE „WEMA”  
WARSZAWA 1989**

<http://rcin.org.pl>

## KOLEGIUM REDAKCYJNE

Jan BEKISZ, Andrzej BUKOWSKI, Andrzej JELEŃSKI, Andrzej JAKUBOWSKI, Łukasz KACZYŃSKI (sekretarz redakcji), Jan KOWALCZYK, Zdzisław LIBRANT, Wiesław MARCINIAK (redaktor naczelny), Bohdan PASZKOWSKI, Andrzej SZYMAŃSKI (z-ca redaktora naczelnego) Romuald WADAS, Władysław K. WŁOSIŃSKI

### Adres Redakcji

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych  
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

tel. 34 86 10 — redaktor naczelny  
35 30 11 wewn. 105 — z-ca redaktora naczelnego  
43 74 61 wewn. 321 — sekretarz redakcji

PL ISSN 0209-0058

SPIS TREŚCI

Technologie końca lat 80-tych /Słowo wstępne/ - A. SZYMAŃSKI .....	7
Nadprzewodniki. Własności i technologia - L. HOZER, A. SZYMAŃSKI, R. WADAS .....	11
Statyczna synteza diamentu poniżej 4 GPa - A. NIEDBALSKA, A. SZYMAŃSKI ...	23
Mikroepitaksjalna technika rozrostu diamentu w piecu optycznym - A. NIEDBALSKA, M. SUBSTYK, E. PRUSZKOWSKA .....	30
Implanty z ceramiki korundowej w otolaryngologii i stomatologii - S. TARWID-MACIEJOWSKA .....	35
Nominacje profesorskie - prof. A. Jeleński .....	41
Prace doktorskie - dr. W. Strupiński .....	44

CONTENTS

Introduction - A. SZYMAŃSKI .....	7
Superconductors. Properties and Technology - L. HOZER, A. SZYMAŃSKI, R. WADAS .....	11
Static diamond synthesis below 4 GPa - A. NIEDBALSKA, A. SZYMAŃSKI .....	23
Microepitaxy of Diamond in Optical Furnace - A. NIEDBALSKA, M. SUBSTYK, E. PRUSZKOWSKA .....	30
The polycrystalline alumina implants of tooth roots and middle ear - S. TARWID-MACIEJOWSKA .....	35

СОДЕРЖАНИЕ

Введение - А. ШИМАНЬСКИ .....	7
Сверхпроводники. Свойства и технология - Л. ХОЗЕР, А. ШИМАНЬСКИ, Р. ВАДАС .....	11
Статический синтез алмазов ниже 4 GPa - А. НЕДБАЛЬСКА, А. ШИМАНЬСКИ .....	23
Эпитаксия алмаза в оптической печи - А. НЕДБАЛЬСКА, М. СУБСТЫК, Е. ПРУШКОВСКА .....	30
Импланты зубных корени и среднего уха из корундовой керамики - - С. ТАРВИД-МАЦЕЕВСКА .....	35

L. HOZER, A. SZYMAŃSKI, R. WADAS: Nadprzewodniki. Własności i technologia  
Dokonano przeglądu własności i technologii nadprzewodników. W zakończeniu  
przedstawiono krótką charakterystykę stanu zainteresowania nadprzewodnikami  
firm przemysłowych.

A. NIEDBALSKA, A. SZYMAŃSKI: Statyczna synteza diamentu poniżej 4 GPa  
Dzięki zastosowaniu jako prekursora specjalnie spreparowanego węgla szklistego  
o strukturze klusterowej oraz zawierającego wolne rodniki uzyskano nukleację  
i wzrost kryształów diamentu poniżej 4 GPa przy typowym zakresie temperatur.  
Zestawiono możliwe mechanizmy nukleacji diamentu.

A. NIEDBALSKA, M. SUBSTYK, E. PRUSZKOWSKA: Mikroepitaksjalna technika rozrostu  
diamentu w piecu optycznym

Przedstawiono konstrukcję pieca optycznego przystosowanego do epitaksji fazy  
diamentowej na zarodkach jak również wyniki pierwszych eksperymentów. Istotny  
okazał się dobór zarodków krystalizacji.

S. TARWID-MACIEJOWSKA: Implanty w otolaryngologii i stomatologii z ceramiki  
korundowej

Tematem artykułu jest adaptacja krajowej technologii wytwarzania korundowej  
ceramiki elektronicznej do zastosowań medycznych, z ograniczeniem do detali  
stomatologicznych i otolaryngologicznych.

L. HOZER, A. SZYMAŃSKI, R. WADAS: Superconductors. Properties and Technology

A review of the properties and a technology of the superconductors is presented. In a conclusion an interest in the superconductors by the industrial institutions is characterised briefly.

A. NIEDBALSKA, A. SZYMAŃSKI: Static diamond synthesis below 4 GPa

Nucleation and growth diamond at less than 4 GPa pressures and typical temperatures was finding if especially prepared vitreous carbon with cluster structure and stimulated free radicals level was used as carbon raw material. Mechanisms of diamond phase nucleation and growth are compiled.

A. NIEDBALSKA, M. SUBSTYK, E. PRUSZKOWSKA: Microepitaxy of Diamond in Optical Furnace

The new concept in the technique of epitaxy is application of optical furnace. The main idea is in a shape of furnace chamber, which has form of spheroid ellipsoid. As a nucleus of crystallization synthetic diamonds were used.

S. TARWID-MACIEJOWSKA: The polycrystalline alumina implants of tooth roots and middle ear

The adjustment of polish technology for electronic alumina ceramics to medical applications is described. The research work is focused on dental implants and otolaryngological components.

- Л. ХОЗЕР, А. ШИМАНЬСКИ, Р. ВАДАС: Сверхпроводники. Свойства и технология  
Сделано обзор свойств и технологии сверхпроводников. В окончании представлено короткую характеристику заинтересованности сверхпроводниками промышленных фирм.
- А. НЕДБАЛЬСКА, А. ШИМАНЬСКИ: Статический синтез алмазов ниже 4 GPa  
Представлено синтез алмаза в синтезе кобальт-стеклоуглерод. Стеклоуглерод сделано так, чтобы содержал свободные радикалы и связи  $sp^3$ . Очень интересные результаты авторы получили для условий  $P=3,8$  GPa и  $T=2170$  K
- А. НЕДБАЛЬСКА, М. СУВСТЫК, Е. ПРУШКОВСКА: Эпитаксия алмаза в оптической печи  
Представлено строение оптической печи для роста алмаза из газовой фазы и результаты первых экспериментов.
- С. ТАРВИД-МАЦЕЇВСКА: Импланты зубных корени и среднего уха из корундовой керамики  
Темой статей приспособление странной технологии производства электронной корундовой керамики к медицинской применении из ограниченном для деталей стоматологических и отоларингологических.





Rada Państwa uchwałą z dnia 15 września 1988 r. nadała tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego nauk technicznych docentowi, doktorowi habilitowanemu inżynierowi Andrzejowi Jeleńskiemu.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Jeleński urodził się 14 listopada 1932 r. w Wilnie. Po ukończeniu studiów I stopnia na Wydziale Łączności Politechniki Gdańskiej i po uzyskaniu dyplomu inżyniera ze specjalnością w dziedzinie radionawigacji, rozpoczął w 1954 r. pracę jako stażysta w P.P.MORS. W 1955 r. został skierowany na kurs magisterski, na którym za dobre wyniki w nauce, otrzymał stypendium im. M. Kopernika. W 1956 r. uzyskał dyplom magistra inżyniera ze specjalnością w dziedzinie radionawigacji.

W czasie studiów, w 1955 r., został powołany na stanowisko asystenta w Katedrze Radionawigacji Politechniki Gdańskiej. W latach 1957/58 ukończył zorganizowany przez Polską Akademię Nauk kurs z dziedziny teorii informacji, obwodów i pola elektromagnetycznego.

W 1959 r. otrzymał roczne stypendium Rządu Francuskiego i odbył staż w Laboratoire d'Electronique et de Radioelectricite Wydziału Nauk Ścisłych Uniwersytetu Paryskiego, gdzie opracował jeden z pierwszych wzmacniaczy parametrycznych we Francji oraz teorie działania zdegenerowanych wzmacniaczy parametrycznych. W 1960 r. dyrektor tego laboratorium Prof. P. Grivet zaproponował mu asystenturę dla umożliwienia kontynuacji prac nad zastosowaniem tych wzmacniaczy, zarówno w urządzeniach radiolokacyjnych, jak i dla badania słabych widm rezonansu magnetycznego, który to temat stał się przedmiotem jego pracy doktorskiej. Na uniwersytecie studiował również fizykę ciała stałego i elektronikę kwantową. Pracę doktorską pt. "O wzmacniaczach parametrycznych i ich zastosowaniu dla detekcji rezonansu magnetycznego", obronił w Faculte des Sciences de l'Universite de Paris w lipcu 1963 r. otrzymując dyplom doktora inżyniera z wyróżnieniem.

Po powrocie do kraju dr Jeleński rozpoczął prace w dziedzinie elektroniki kwantowej i mikrofal, najpierw w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, a później w Instytucie Technologii Elektronowej PAN, na stanowisku kierownika pracowni. Do najważniejszych wyników prac, należało obliczenie podatności magnetycznych w wielopoziomowych systemach kwantowych i wykazanie, na podstawie analizy pełnej macierzy gęstości, że w obecności dużych pól elektromagnetycznych występują w pewnych warunkach silne oddziaływa-

nia nieliniowe typu parametrycznego, które mogą być wykorzystane dla przemiany częstotliwości z dużą sprawnością, oraz opracowanie metod oceny jakości materiałów elektroniki kwantowej (rubin, rutil) w oparciu o metody rezonansu paramagnetycznego. Drugim nurtem działania były badania i aplikacja mikrofalowych przyrządów półprzewodnikowych. Dr Jeleński przedstawił w 1972 r. przed Radą Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki rozprawę habilitacyjną pt. "Analiza i optymalizacja mikrofalowych wzmacniaczy maserowych" uzyskując tytuł doktora habilitowanego.

W latach 1965-1969 prowadził na Wydziale Fizyki i Chemii Technicznej Wojskowej Akademii Technicznej wykłady z elektroniki kwantowej oraz teorii i techniki maserów.

W 1970 r. przebywał przez 6 miesięcy w Research Laboratory of Electronics Chalmers University w Goteborgu, gdzie pracował nad udoskonaleniem technologii i pomiarami rutilu, dla elektroniki kwantowej. Zostało wówczas zidentyfikowanych wiele nowych widm elektronowego rezonansu paramagnetycznego i opracowana oryginalna metoda obróbki cieplnej materiału, która pozwoliła na znaczne polepszenie wzmocnienia i charakterystyk szumowych maserów. Za prace te otrzymał tytuł honorowy "Docenta Uniwersytetu Chalmersa".

Po przejściu Instytutu Technologii Elektronowej do Naukowo-Produkcyjnego Centrum Półprzewodników prace kierowanej przez niego pracowni skupiły się nad mikrofalowymi metodami pomiarów materiałów półprzewodnikowych i dielektrycznych oraz przyrządów półprzewodnikowych. Do ważniejszych osiągnięć należało opracowanie jednych z pierwszych na świecie rezonatorów dielektrycznych i wykorzystujących je filtrów mikrofalowych (Patent PRL Nr. 49960). W 1973 r. został mianowany docentem.

W 1974 r. doc. Jeleński objął kierownictwo Zakładu Miernictwa Przyrządów Mikrofalowych w ITE i podjął prace nad uruchomieniem kompletu metod dla pomiaru wszystkich podstawowych parametrów diod i tranzystorów mikrofalowych, ich niezawodności oraz prace nad automatyzacją pomiarów konieczną przy produkcji seryjnej tych elementów. W Zakładzie opracowano wiele oryginalnych metod pomiarowych, między innymi metodę pomiaru czasów życia w półprzewodnikowych strukturach PIN (Patent PRL Nr. 119349).

W okresie tym promotował 4 prace doktorskie oraz prowadził wykłady na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej i na kursie doktoranckim w Instytucie Technologii Elektronowej.

Oprócz działalności podstawowej w ITE doc. Jeleński służył doświadczeniem rozwojowi i rozpowszechnieniu elektroniki mikrofalowej w kraju. Był współorganizatorem Krajowych Konferencji "Mikrofalowa Elektronika Ciała Stałego" i pełnił funkcję sekretarza naukowego

pierwszych pięciu konferencji. Został również powołany na sekretarza naukowego X Europejskiej Konferencji Mikrofalowej, która odbyła się w Warszawie w 1980 roku. Był także członkiem Komitetów Naukowych Europejskich Konferencji Mikrofalowych w Amsterdamie w 1981 r. w Helsinkach w 1982 r. i w Norymberdze w 1983 r. oraz członkiem Międzynarodowego Komitetu Zarządzającego tych konferencji w latach 1981-1983.

Był redaktorem naukowym wydanej w 1976 r. monografii pt. "Mikrofalowa Elektronika Ciała Stałego".

Od roku 1974 doc. Jeleński był doradcą ds. rozwoju i współpracy naukowo-technicznej z zagranicą Dyrektora Zjednoczenia, a później Zrzeszenia Przemysłu Elektronicznego "Unitra". Między innymi koordynował on jedyną w Przemysle Maszynowym umowę o bezpośredniej współpracy naukowej, technicznej i handlowej pomiędzy ZPE Unitra, a francuskim koncernem przemysłowym - Grupa Thomson, która oprócz rozszerzenia wzajemnej wymiany przemysłowej i handlowej, pozwoliła naszym specjalistom na zapoznanie się z najnowocześniejszymi technologiami oraz na przeszkolenie wielu stażystów w laboratoriach firmy Thomson.

W latach 1983-1985 na zaproszenie Wydziału Elektroniki i Komputerów Uniwersytetu w Massachusetts przebywał jako "visiting professor" na tym uniwersytecie. Prowadził wykłady z fizycznych podstaw teorii szumów w mikrofalowych przyrządach półprzewodnikowych dla słuchaczy kursu magisterskiego i doktorantów oraz opiekował się pracą doktorską dotyczącą konstrukcji i optymalizacji mieszaczy na fale milimetrowe i pracami magisterskimi dotyczącymi modelowania komputerowego i automatycznych pomiarów diod Schottky'ego. Jednocześnie brał udział w pracach badawczych nad diodami Schottky'ego z GaAs na fale milimetrowe, współpracując z grupą M. Schneidera z ATT & Bell Laboratories oraz z grupą prof. E. Kollberga z Research Laboratory of Electronics, Uniwersytetu im. Chalmersa.

W 1987 i 1988 r. doc. Jeleński przebywał na zaproszenie Uniwersytetu Hannowerskiego w Instytucie Wysokich Częstotliwości, gdzie zajmował się analizą i optymalizacją diod Schottky'ego przeznaczonych do pracy w paśmie fal milimetrowych we współpracy z grupą dr. N. Keena z Max Planck Institut w Bonn.

Od 1 lipca 1988 r. jest Sekretarzem Naukowym Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych.

Prof. Jeleński jest członkiem Rad Naukowych Instytutu Technologii Elektronicznej i Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych oraz członkiem Sekcji Materiałów Elektronicznych i Technologii Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN.

Jest współautorem 3 książek oraz autorem i współautorem 105 publikacji naukowych oraz referatów zaproszonych i komunikatów wygłoszonych na konferencjach krajowych i międzynarodowych.

dr inż. Włodzimierz STRUPIŃSKI

st. asystent w Zakładzie Technologii Związków Półprzewodnikowych ITME

Politechnika Warszawska. Instytut Fizyki

Promotor: prof. dr inż. Witold Rosiński ITME

Recenzenci: prof. dr h.c. inż. Bohdan Paszkowski PW IF

prof. dr hab. Józef Piotrowski WAT IFP

Data nadania stopnia doktora nauk fizycznych 1988.12.19

Badanie zależności właściwości elektronooptycznych  
fosforu galu od parametrów procesu wzrostu epitak-  
syalnego z fazy gazowej

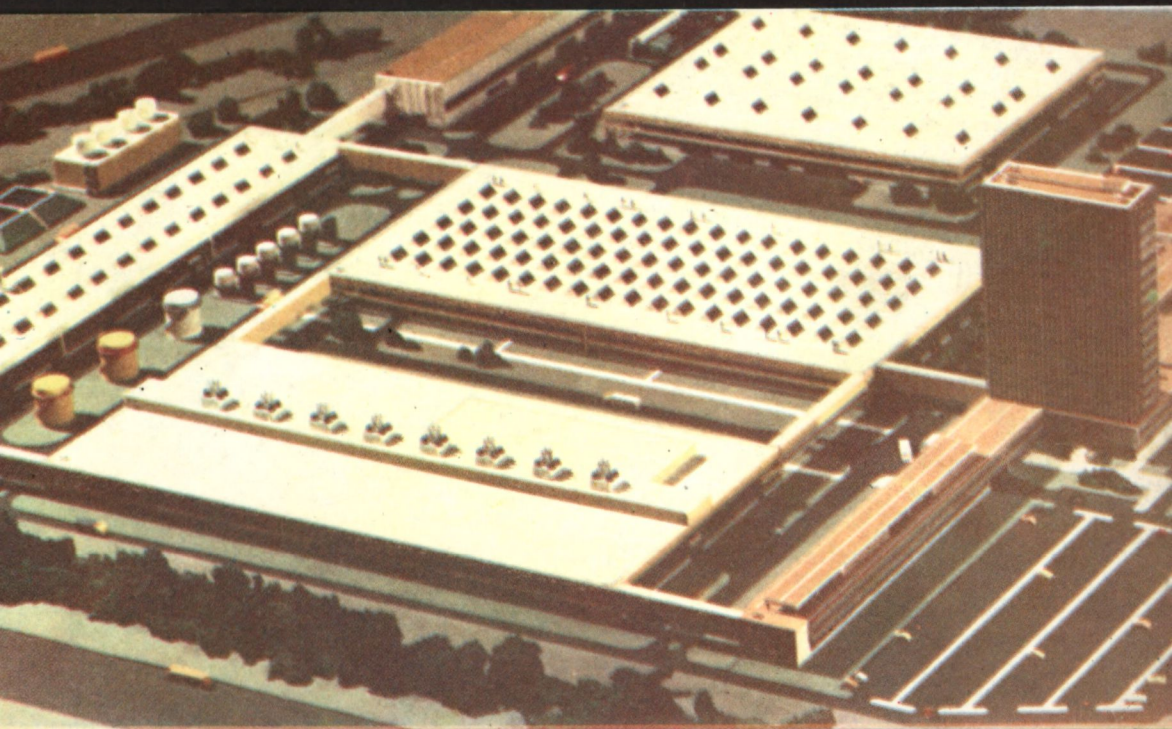
Fosforek galu w postaci cienkich, monokrystalicznych warstw służy do produkcji struktur półprzewodnikowych emitujących światło w zakresie 555-600 nm. W niniejszej pracy przedstawiono rezultaty badań obejmujących wzrost warstw GaP metodą epitaksji z fazy gazowej VPE oraz ich domieszkowanie siarką i azotem. Przeprowadzono analizę zjawisk termodynamicznych, która posłużyła do ustalenia wstępnych warunków termicznych w komorze reakcyjnej. Rozwiązano zagadnienie domieszkowania fosforu galu azotem nawet do bardzo dużych koncentracji ok.  $1E20 / \text{cm}^3$  poprzez generację wakansów fosforowych w epiwarstwie. Dokonano analizy właściwości fotoluminescencyjnych w funkcji koncentracji azotu na podstawie charakterystyk widmowych PL. Przeprowadzono badania nad centrami rekombinacji niepromienistej w szczególności związanymi z obecnością atomów siarki w sieci GaP oraz wysoką koncentracją azotu. Pomiaru właściwości warstw rozszerzono o miernictwo efektu elektroluminescencyjnego struktur ze złączem p-n,

Uzyskane wyniki są opublikowane w PRACACH ITME 27 - 1988.

## INFORMACJA DLA AUTORÓW

**Redakcja Materiałów Elektronicznych uprzejmie prosi Autorów o przestrzeganie podanych niżej wskazówek:**

1. Objętości artykułów nie powinny przekraczać 15 stron maszynopisu łącznie z rysunkami i tabelami.
2. Artykuły powinny być napisane na pojedynczych arkuszach formatu A4, jednostronnie z interlinią, z marginesem 3,5 cm z lewej strony. Na arkuszu nie powinno być więcej niż 31 wierszy po 65 znaków. Wszystkie strony powinny być numerowane.
3. Na marginesie tekstu należy zaznaczyć miejsca, w których powinny być umieszczone rysunki i tabele.
4. Wszystkie tabele i zestawienia (unikać zbyt dużych) należy wykonywać osobno, nie w maszynopisie całego artykułu, w 3 egzemplarzach na oddzielnych arkuszach i numerować kolejno. U góry każdej tabeli podać tytuł objaśniający.
5. Artykuły należy nadsyłać w 3 egzemplarzach; powinny być dołączone krótkie streszczenia w języku polskim, rosyjskim i angielskim, również w 3 egzemplarzach, także przetłumaczony tytuł artykułu.
6. Wzory należy numerować kolejno cyframi arabskimi w nawiasach okrągłych.
7. Rysunki powinny być nadsyłane w 1 egzemplarzu, nie wklejone do tekstu, lecz załączone oddzielnie w usztywnionej kopercie. Spisy rysunków zawierające teksty napisów pod rysunkami należy sporządzać oddzielnie (niezależnie od tekstu artykułów) w 3 egzemplarzach. Rysunki należy wykonywać na przezroczystej kalce, tuszem.
8. Fotografie powinny być wykonane na białym błyszczącym papierze fotograficznym. Numery fotografii i powiększenie należy podawać na odwrocie — ołówkiem. Numeracją należy objąć rysunki i fotografie łącznie. W przypadku gdy istotne jest rozmieszczenie fotografii, zamieszczenie dodatkowych wskaźników lub skali — prosimy o sporządzenie makiety (niezależnie od fotografii do reprodukcji).
9. Po zakończeniu należy podać wykaz literatury, wymieniając kolejno nazwisko autora i pierwsze litery imion, pełny tytuł dzieła, tytuł czasopisma, numer tomu i zeszytu, miejsce wydania i rok, ewentualny numer strony. Pozycje wykazu literatury powinny być ponumerowane, w tekście powołania na numer pozycji w nawiasach kwadratowych, np. [1].
10. Słownictwo techniczne, jednostki miar, skróty najważniejszych oznaczeń wielkości we wzorach muszą być zgodne z terminologią przyjętą przez Polskie Normy i Międzynarodowy Układ Miar (SI).
11. Maszynopis powinien być bezwarunkowo przejrzany i czytelnie poprawiony przez Autora. Nazwy fonetyczne liter greckich lub innych oznaczeń należy podawać ołówkiem w lewym marginesie.
12. Redakcja zastrzega sobie prawo przeprowadzania drobnych zmian redakcyjnych, niezbędnych skrótów, korekty stylistycznej itp.
13. Fakt nadesłania pracy do wydrukowania w „Materiałach Elektronicznych” uważany jest za równoznaczny z oświadczeniem Autora, że praca nie była drukowana ani wysłana do druku w żadnym innym czasopiśmie krajowym lub zagranicznym.
14. Maszynopis artykułu należy zaopatrzyć pełnym imieniem i nazwiskiem Autora oraz nazwą i adresem instytucji. W oddzielnej notatce prosimy o podawanie tytułu naukowego lub zawodowego oraz adresu domowego Autora (celem przesłania honorarium). W przypadku artykułu opracowanego przez zespół Autorów prosimy o podanie procentowego udziału autorskiego. Bez tych danych honorarium będzie dzielone na równe części.



CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE  
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH  
ul. Wólczyńska 133 01-919 WARSZAWA