

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Metody badań biomateriałów**

Nazwa w języku angielskim: **Methods of Biomaterials Testing**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Biomechanika Inżynierska**

Specjalność (jeśli dotyczy):

Poziom i forma studiów: **II stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **BIM041011**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		1.4		

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zna podstawowe zagadnienia dotyczące materiałoznawstwa oraz technologii wytwarzania materiałów.
2. Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą klasyfikacji biomateriałów oraz wymogów stawianych biomateriałom. Potrafi scharakteryzować właściwości biologiczne, strukturalne i mechaniczne biomateriałów służących do konkretnych zastosowań klinicznych.
3. Posiada podstawową wiedzę z zakresu mechaniki i wytrzymałości materiałów.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z kierunkami rozwoju nowoczesnych metod pomiarowych biomateriałów, prowadzonych w różnej skali: makro/mikro/nano.
- C2. Nabycie wiedzy i umiejętności z zakresu prowadzenia badań doświadczalnych, mających na celu wyznaczenie właściwości fizycznych i mechanicznych biomateriałów.
- C3. Nabycie wiedzy i umiejętności z zakresu prowadzenia badań chemicznych i strukturalnych właściwości biomateriałów, szczególnie w aspekcie ich funkcji i wymaganych cech użytkowych.
- C4. Nabycie podstawowej wiedzy dotyczącej badań aktywności biologicznej wyrobów medycznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu metod badań właściwości fizycznych, mechanicznych, chemicznych i biologicznych biomateriałów.

PEK\_W02 - Posiada podstawową wiedzę dotyczącą badań doświadczalnych produktów degradacji materiałów implantacyjnych.

PEK\_W03 - Ma podstawową wiedzę w zakresie możliwości wykorzystania linii komórkowych w badaniach toksyczności biomateriałów.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi analizować związki między właściwościami fizycznymi, chemicznymi i strukturalnymi biomateriałów a pełnioną przez nie funkcją i wymaganymi cechami użytkowymi.

PEK\_U02 - Potrafi przeprowadzić proste pomiary aparaturą przeznaczoną do badań chemicznych, fizycznych i strukturalnych właściwości biomateriałów.

PEK\_U03 - Potrafi dokonać wyboru odpowiednich technik i procedur pomiarowych, w zależności od rodzaju badanego biomateriału i rodzaju badanych właściwości.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi interpretować wyniki przeprowadzonych doświadczeń.

PEK\_K02 - Ma świadomość potrzeby stosowania interdyscyplinarnych badań wyrobów medycznych wprowadzanych na rynek.

PEK\_K03 - Potrafi pracować nad zadaniami samodzielnie i w grupie.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Metody badań eksperymentalnych: wprowadzenie, podział, normy dotyczące badań.	2
Wy2	Badania doświadczalne na różnym poziomie organizacji w skali mikro, makro, mezo i nano.	2
Wy3	Metody badań właściwości fizycznych i strukturalnych tkanek i biomateriałów.	3
Wy4	Metody badań właściwości mechanicznych: metody badań niszczących, statyczne i dynamiczne testy mechaniczne.	2
Wy5	Metody badań właściwości mechanicznych: pomiar twardości i udarności.	2

Wy6	Metody badań właściwości mechanicznych: metody badań nieniszczących, metody ultradźwiękowe.	2
Wy7	Metody badań powierzchni biomateriałów: metody obrazowania medycznego.	2
Wy8	Metody badań powierzchni biomateriałów: rentgenografia, mikroskopia optyczna, TEM, SEM i AFM.	2
Wy9	Metody badań powierzchni biomateriałów: pomiar chropowatości oraz kąta zwilżania materiałów.	2
Wy10	Metody badań powierzchni biomateriałów: badania odporności na zużycie.	3
Wy11	Metody oznaczania składu chemicznego biomateriałów: analiza elementarna, spektroskopia FT-IR, spektroskopia Ramana, spektroskopia NMR. Chromatografia cieczowa i gazowa.	2
Wy12	Badania histologiczne i histochemiczne.	2
Wy13	Badania in vivo i in vitro biomateriałów: badania cytotoksyczności i hemozgodności.	2
Wy14	Ocena jakościowa produktów końcowych.	1
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	1
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie do laboratorium, szkolenie BHP. Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych tkanek biologicznych.	2
Lab2	Wyznaczanie charakterystyk odkształceniowych tkanek i biomateriałów, w pomiarach dynamicznych.	2
Lab3	Metody badań powierzchni biomateriałów: metody mikroskopowe.	2
Lab4	Metody badań powierzchni biomateriałów: profilometr, kąt zwilżania, chropowatość powierzchni.	2
Lab5	Badania odporności na korozję biomateriałów metalicznych.	2
Lab6	Badanie twardości biomateriałów: pomiar mikrotwardości i scratchtesty.	2
Lab7	Badania biotribologiczne: pomiar odporności na zużycie metali i tworzyw sztucznych.	2
Lab8	Badania degradacji biomateriałów w sztucznym środowisku biologicznym.	2
Lab9	Pomiar właściwości mechanicznych z wykorzystaniem metod ultradźwiękowych.	2
Lab10	Techniki wytwarzania powłok: metoda zol-żel.	2
Lab11	Badania właściwości strukturalnych: mikrotomografia komputerowa	2
Lab12	Badania cytotoksyczności biomateriałów I.	2
Lab13	Badania cytotoksyczności biomateriałów II.	2
Lab14	Badania hemozgodności biomateriałów.	2
Lab15	Charakterystyka flory bakteryjnej i biofilmu na powierzchni biomateriałów.	2
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. eksperyment laboratoryjny  
 N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N4. przygotowanie sprawozdania  
 N5. konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Ocena przygotowania i realizacji zadań laboratoryjnych, odpowiedzi ustne, opcjonalnie - pisemne sprawozdania z realizacji zadań laboratoryjnych.
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Błażewicz S., Stoch L. (2003); Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000. Tom 4. Biomateriały, pod red. Macieja Nałęcza, Exit, Warszawa
- [2] Jaźwiński S. (1988); Instrumentalne metody badań materiałów, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa
- [3] Szczepaniak, W. (2008); Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa
- [4] Michler, G.H. (2008); Electron microscopy of polymers, Springer
- [5] Bala, H. (2003) Wstęp do chemii materiałów, WNT, Warszawa

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [6] Cygański, A. (2009); Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, WNT, Warszawa
- [7] Łaskawiec J., Michalik R. (2002); Zagadnienia teoretyczne i aplikacyjne w implantach, Gliwice
- [8] Rabek, J.F. (2009); Współczesna wiedza o polimerach, PWN, Warszawa
- [9] Niezgodziński, M.E., Niezgodziński, T. (2010); Wytrzymałość materiałów, PWN, Warszawa
- [10] Kurzydłowski, K., Lewandowska, M. (2010); Nanomateriały inżynierskie konstrukcyjne i funkcjonalne, PWN, Warszawa

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Anna Nikodem tel.: 71 320-29-83 email: Anna.Nikodem@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Metody badań biomateriałów**

Name in English: **Methods of Biomaterials Testing**

Main field of study (if applicable): **Engineering Biomechanics**

Specialization (if applicable):

Level and form of studies: **II level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **BIM041011**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		1.4		

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows the basics of material science and technology of materials.
2. Student has knowledge about classification of biomaterials, he is able to characterize the biological properties, structural and mechanical properties of biomaterials used for specific clinical applications.
3. Student has a basic knowledge of mechanics and strength of materials.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Get to know the trends in the development of modern methods of measurement of biomaterials, conducted at different scales: macro / micro / nano.
- C2. Student get knowledge and skills in conducting experimental studies aimed at determining the physical and mechanical properties of biomaterials.
- C3. Acquisition of knowledge and skills in the field of research of chemical and structural properties of biomaterials, especially in terms of their functions and the required traits.
- C4. Acquisition of basic knowledge about testing the biological activity of medical devices.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Student has knowledge of investigations of physical, mechanical, chemical and biological properties of biomaterials.

PEK\_W02 - Student has a basic knowledge of experimental studies of degradation of implant materials.

PEK\_W03 - Student has a basic knowledge of the possibilities to use cell lines in toxicity studies of biomaterials.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Student is able to analyze the relationship between the physical, chemical and structural properties of biomaterials and their functions.

PEK\_U02 - Student is able to perform simple measurement apparatus designed to study the chemical, physical and structural properties of biomaterials.

PEK\_U03 - Student can choose the appropriate techniques and measurement procedures, depending on the type of test and the type of biomaterial.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Student is able to interpret the results of the experiments.

PEK\_K02 - Student is aware of the need for interdisciplinary research in medical devices placed on the market.

PEK\_K03 - Student can work on tasks independently and in groups.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Methods of experimental studies: introduction, classification, testing standards.	2
Lec2	Experimental studies on different organization levels at the micro, macro, meso and nano scales.	2
Lec3	Test methods for physical and structural properties of tissues and biomaterials.	3
Lec4	Test methods for mechanical properties: destructive test methods, static and dynamic mechanical tests.	2
Lec5	Test methods for mechanical properties: hardness and impact resistance measurements.	2
Lec6	Test methods for mechanical properties: methods of non-destructive testing, ultrasonic methods.	2

Lec7	Methods of test surfaces of biomaterials: methods of medical imaging.	2
Lec8	Test methods for biomaterial surfaces: X-ray, optical microscopy, TEM, SEM and AFM.	2
Lec9	Test methods for biomaterial surfaces: roughness and contact angle measurement.	2
Lec10	Test methods for biomaterial surfaces: test for resistance to wear.	3
Lec11	Methods for determining the chemical composition of biomaterials: elemental analysis, FT-IR spectroscopy, Raman spectroscopy, NMR spectroscopy. Liquid and gas chromatography.	2
Lec12	Histological and histochemical measurement methods.	2
Lec13	Studies in vivo and in vitro biomaterials: cytotoxicity and thrombocompatibility	2
Lec14	Qualitative assessment of the final products.	1
Lec15	Final test	1
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction to laboratory safety training. Determination of mechanical properties of biological tissues.	2
Lab2	Determination of mechanical characteristics of tissues and biomaterials, in dynamic measurements.	2
Lab3	Test methods for biomaterial surfaces: microscopic methods.	2
Lab4	Test methods for biomaterial surfaces: profiler, contact angle, surface roughness.	2
Lab5	Corrosion testing of metallic biomaterials.	2
Lab6	Hardness test of biomaterials: the measurement of microhardness and scratchtests.	2
Lab7	Biotribological tests:: Measurement of wear resistance of metals and plastics.	2
Lab8	Degradation of biomaterials in simulated biological environment.	2
Lab9	Measurement of the mechanical properties using ultrasonic methods.	2
Lab10	Techniques for producing coatings: sol-gel method.	2
Lab11	Test methods for structural properties: microcomputed tomography	2
Lab12	Cytotoxicity biomaterials measurements I.	2
Lab13	Cytotoxicity biomaterials measurements II.	2
Lab14	Thrombocompatibility of biomaterials measurements.	2
Lab15	Characteristics of bacteria and biofilm on the surface of biomaterials.	2
		Total hours: 30



TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. self study - self studies and preparation for examination N4. report preparation N5. tutorials		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Final test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Evaluation of preparation and implementation of laboratory tasks, verbal response, optional - a written report of the laboratory tasks.
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- [1] Błażewicz S., Stoch L. (2003); Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000. Tom 4. Biomateriały, pod red. Macieja Nałęcz, Exit, Warszawa
- [2] Jaźwiński S. (1988); Instrumentalne metody badań materiałów, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa
- [3] Szczepaniak, W. (2008); Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa
- [4] Michler, G.H. (2008); Electron microscopy of polymers, Springer
- [5] Bala, H. (2003) Wstęp do chemii materiałów, WNT, Warszawa

### SECONDARY LITERATURE

- [6] Cygański, A. (2009); Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, WNT, Warszawa
- [7] Łaskawiec J., Michalik R. (2002); Zagadnienia teoretyczne i aplikacyjne w implantach, Gliwice
- [8] Rabek, J.F. (2009); Współczesna wiedza o polimerach, PWN, Warszawa
- [9] Niezgodziński, M.E., Niezgodziński, T. (2010); Wytrzymałość materiałów, PWN, Warszawa
- [10] Kurzydłowski, K., Lewandowska, M. (2010); Nanomateriały inżynierskie konstrukcyjne i funkcjonalne, PWN, Warszawa

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Anna Nikodem tel.: 71 320-29-83 email: Anna.Nikodem@pwr.edu.pl