

## **PROGRAM STUDIÓW**

**WYDZIAŁ: Podstawowych Problemów Techniki KIERUNEK STUDIÓW: Inżynieria biomedyczna**  
**Przyporządkowany do dyscypliny: D1 Inżynieria biomedyczna (dyscyplina wiodąca)**

**POZIOM KSZTAŁCENIA: studia pierwszego stopnia (inżynierskie)**

**FORMA STUDIÓW: stacjonarna**

**PROFIL: ogólnoakademicki JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski, angielski (dla specjalności: MEDICAL INFORMATICS) OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023**

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów (wszystkie specjalności)
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów (dla specjalności: Biomechanika Inżynierska, Elektronika Medyczna, Optyka Biomedyczna)
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów (dla specjalności: Biomechanika Inżynierska, Elektronika Medyczna, Optyka Biomedyczna)
4. Opis programu studiów – zał. nr 4 do programu studiów w języku polskim (dla specjalności: Medical Informatics)
5. Plan studiów – zał. nr 5 do programu studiów w języku polskim (dla specjalności: Medical Informatics)
6. Opis programu studiów – zał. nr 6 do programu studiów w języku angielskim (dla specjalności: Medical Informatics)
7. Plan studiów – zał. nr 7 do programu studiów w języku angielskim (dla specjalności: Medical Informatics)

Załącznik nr 3 do ZW 121/2020

Załącznik nr 1 do programu studiów

# ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

## ASSUMED LEARNING OUTCOMES

**Wydział:** Podstawowych Problemów Techniki

**Kierunek studiów:** Inżynieria Biomedyczna (IBM)

**Poziom studiów:** studia pierwszego stopnia

**Profil:** ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki inżyniersko-techniczne

Dyscyplina: Inżynieria Biomedyczna

Specjalności: Biomechanika Inżynierska, Elektronika Medyczna, Optyka Biomedyczna, Medical Informatics

Objaśnienie oznaczeń:

P6U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia - 6 poziom PRK

P6S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia studiów - 6 poziom PRK W  
– kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

*K(symbol kierunku)\_W1, K(symbol kierunku)\_W2, K(symbol kierunku)\_W3, ...*- efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

*K(symbol kierunku)\_U1, K(symbol kierunku)\_U2, K(symbol kierunku)\_U3, ...*- efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

*K(symbol kierunku)\_K1, K(symbol kierunku)\_K2, K(symbol kierunku)\_K3, ...*- efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

*S(symbol specjalności)\_W..., S(symbol specjalności)\_W..., S(symbol specjalności)\_W..., ...*- efekty specjalnościowe dot. kategorii „wiedza”

*S(symbol specjalności)\_U..., S(symbol specjalności)\_U..., S(symbol specjalności)\_U..., ...*- efekty specjalnościowe dot. kategorii „umiejętności” *S(symbol*

*specjalności)\_K..., S(symbol specjalności)\_K..., S(symbol specjalności)\_K..., ...*- efekty specjalnościowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”....\_inż – efekty uczenia się umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich

Symbol kierunkowych efektów uczenia się  Main field of study learning outcomes	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Inżynieria Biomedyczna  Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:  Description of learning outcomes for the main-field-of study <b>BIOMEDICAL ENGINEERING</b>  After completion of studies, the graduate:	Odniesienie do charakterystyk PRK  Reference to PRK characteristics		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)  Universal firstdegree characteristics (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)  Second degree characteristics typical for qualifications obtained in higher education (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 PRK  Characteristics for qualifications on 6 / 7* levels of PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich  Characteristics for qualifications on 6 and 7 levels of PRK, enabling acquiring engineering competences
<b>WIEDZA/ KNOWLEDGE (W)</b>				
K6IBM_W01	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu teorie, fakty i metody z zakresu matematyki, fizyki, chemii, elektrotechniki, mechaniki przydatne do formułowania i rozwiązywania prostych zadań z zakresu Inżynierii Biomedycznej  <i>Has corresponding knowledge of theories, facts and methods of Mathematics, Physics, Chemistry, Electrical Engineering, Electronics useful for formulating and solving simple tasks in Biomedical Engineering</i>	P6U_W	P6S_WG	
K6IBM_W02	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu fakty i zjawiska w zakresie nauk medycznych powiązanych z Inżynierią	P6U_W	P6S_WG	

	<p>Biomedyczną, w szczególności z zakresu anatomii, fizjologii, propedeutyki nauk medycznych, biologii</p> <p><i>Knows and understands at an advanced degree facts and phenomena of Medical Sciences related to Biomedical Engineering, in the fields of Anatomy, Physiology, Propaedeutics of Medical Sciences and Biology</i></p>			
K6IBM_W03	<p>Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu Inżynierii Biomedycznej, w szczególności: automatyki i robotyki, biochemii, biofizyki, biomateriałów, czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych, elektronicznej aparatury medycznej, grafiki inżynierskiej, implantów i sztucznych narządów, laserów i ich zastosowania w medycynie, mechaniki i wytrzymałości, metrologii, optyki inżynierskiej, podstaw biofotoniki, programowania i grafiki komputerowej, przetwarzania sygnałów, technik obrazowania medycznego</p> <p><i>Has well-ordered and theoretically founded general knowledge covering key issues in Biomedical Engineering, in particular: Automation and Robotics, Biochemistry, Biophysics, Biomaterials, Sensors and Measurement of NonElectrical Quantities, Electronic Medical Equipment, Engineering Graphics, Lasers and their Applications in Medicine, Microscopy, Metrology, Engineering Optics, Fundamentals of Biophotonics, Programming and Computer Graphics, Signal Processing and Medical Imaging Techniques</i></p>	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_INŻ
K6IBM_W04	<p>Ma podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych stosowanych w Inżynierii Biomedycznej</p> <p><i>Has basic knowledge of the life cycle of technical equipment, facilities and systems used in Biomedical Engineering</i></p>	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_INŻ
K6IBM_W05	<p>Ma podstawową wiedzę niezbędną do zrozumienia społecznych, ekonomicznych i prawnych uwarunkowań działalności inżynierskiej z zakresu Inżynierii Biomedycznej</p>	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK_INŻ

	<i>Has basic knowledge necessary to understand the social, economic and legal aspects of engineering activities in Biomedical Engineering</i>			
K6IBM_W06	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością w Inżynierii Biomedycznej <i>Has basic knowledge of management, including quality management in Biomedical Engineering</i>	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK_INŻ
K6IBM_W07	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu własności przemysłowej i prawa autorskiego; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej w zakresie Inżynierii Biomedycznej <i>Has knowledge of basic concepts and principles of industrial property and copyrights; can use patent information resources in the field of Biomedical Engineering</i>	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK_INŻ
K6IBM_W08	Zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla Inżynierii Biomedycznej <i>Knows and understands the general principles of creating and developing forms of individual entrepreneurship using knowledge from the fields of science and scientific disciplines specific to Biomedical Engineering</i>	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK_INŻ
K6IBM_W09	Zna podstawowe technologie inżynierskie, metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu Inżynierii Biomedycznej <i>Has basic knowledge of engineering technologies, methods, techniques, tools and materials used in solving simple engineering tasks in the field of Biomedical Engineering</i>	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_INZ
<b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS (U)</b>				
K6IBM_U01	Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy Inżynierii Biomedycznej w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach	P6U_U	P6S_UW	

	<i>Can innovatively perform tasks and solve complex and unusual Biomedical Engineering problems under changing and not fully predictable conditions</i>			
K6IBM_U02	Ma umiejętność samokształcenia się, potrafi samodzielnie planować własne uczenie się przez całe życie <i>Has the ability to self-educate, can independently plan his/her own lifelong learning</i>	P6U_U	P6S_UU	
K6IBM_U03	Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę –potrafi wykonywać zadania poprzez właściwy dobór źródeł oraz informacji z nich pochodzących, dokonywać oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji z zakresu Inżynierii Biomedycznej <i>Is able to use the acquired knowledge to formulate and solve complex and non-typical problems in the field of Biomedical Engineering and to perform tasks through proper selection of sources and information from them to evaluate, critically analyse and synthesise such information</i>	P6U_U	P6S_UW	
K6IBM_U04	Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę – wykonywać zadania poprzez dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych z zakresu Inżynierii Biomedycznej <i>Is able to use the acquired knowledge to formulate and solve complex and non-typical problems of Biomedical Engineering and to perform tasks through selection and application of proper methods and tools, including advanced information and communication techniques</i>	P6U_U	P6S_UW	
K6IBM_U05	Potrafi komunikować się z użyciem specjalistycznej terminologii z zakresu Inżynierii Biomedycznej, potrafi komunikować się z otoczeniem, uzasadniać swoje stanowisko <i>Can communicate using specialized terminology in the field of Biomedical Engineering, can communicate with the public, justify his/her position</i>	P6U_U	P6S_UK	

K6IBM_U06	<p>Potrafi brać udział w debacie – przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich w zakresie dyscypliny Inżynierii Biomedycznej</p> <p><i>Is able to participate in a debate – present, evaluate and discuss different opinions and positions within the discipline of Biomedical Engineering</i></p>	P6U_U	P6S_UK	
K6IBM_U07	<p>Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauk technicznych i dyscypliny Inżynierii Biomedycznej, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego</p> <p><i>Has foreign language skills in the fields of technical sciences and the discipline of Biomedical Engineering in accordance with the requirements of the B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages</i></p>	P6U_U	P6S_UK	
K6IBM_U08	<p>Potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole</p> <p><i>Can plan and organize individual and teamwork</i></p>	P6U_U	P6S_UO	
K6IBM_U09	<p>Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty w tym pomiary i symulacje komputerowe w zakresie Inżynierii Biomedycznej, potrafi interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski</p> <p><i>Can plan and carry out experiments including measurements and computer simulations in the field of Biomedical Engineering, is able to interpret the obtained results and draw conclusions</i></p>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_INŻ
K6IBM_U10	<p>Potrafi wykorzystywać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne w zakresie dyscypliny Inżynierii Biomedycznej</p> <p><i>Is able to use analytical, simulation and experimental methods to formulate and solve engineering tasks within the discipline of Biomedical Engineering</i></p>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_INŻ

K6IBM_U11	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu Inżynierii Biomedycznej – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne <i>Can - when formulating and solving engineering tasks in the field of Biomedical Engineering - see their systemic and nontechnical aspects</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_INŻ
K6IBM_U12	Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich z zakresu Inżynierii Biomedycznej	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_INŻ

	<i>Is able to perform a preliminary economic analysis of undertaken Biomedical Engineering activities</i>			
K6IBM_U13	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi <i>Is able to critically analyse the way of functioning and evaluate – especially in connection with Biomedical Engineering – existing technical solutions, in particular devices, objects, systems, processes, services</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_INŻ
K6IBM_U14	Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi <i>Is able – according to given specifications – to design and realize a simple device, object, system or process, typical for Biomedical Engineering, using appropriate methods, techniques and tools</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_INŻ

**KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCES (K)**



K6IBM_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu <i>Is prepared to critically evaluate his/her knowledge and perceived content and to seek expert advice if he/she has difficulty solving a problem independently</i>	P6U_K	P6S_KK	
K6IBM_K02	Jest gotów do samodzielnego podejmowania decyzji, krytycznej oceny działań własnych, działań zespołów, którymi kieruje i organizacji, w których uczestniczy, przyjmowania odpowiedzialności za skutki tych działań <i>Is prepared to make decisions independently, to critically evaluate his own actions, actions of the teams he leads and</i>	P6U_K	P6S_KK	

	<i>organizations he participates in, to accept responsibility for the consequences of those actions</i>			
K6IBM_K03	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, jest gotów do działań na rzecz otoczenia gospodarczo - społecznego <i>Is aware of the social role of a technical university graduate, is ready to act for the benefit of the economic and social environment</i>	P6U_K	P6S_KO	
K6IBM_K04	Inicjuje działania na rzecz interesu publicznego <i>Initiates public interest activities</i>	P6U_K	P6S_KO	
K6IBM_K05	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, jest gotów do oceny znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych <i>Is able to think and act in an entrepreneurial way, is ready to assess the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems</i>	P6U_K	P6S_KO	

K6IBM_K06	<p>Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały</p> <p><i>Is aware of the social role of a graduate of a technical university, especially of the need to formulate and convey to the society, in particular through mass media, information and opinions on the achievements of technology and other aspects of engineering activities; makes efforts to convey such information and opinions in a commonly understood way</i></p>	P6U_K	P6S_KO	
K6IBM_K07	<p>Dbą o przestrzeganie zasad etyki zawodowej i wymaga tego od innych, dba o dorobek i tradycje zawodu</p> <p><i>Takes care to adhere to professional ethics and requires it from others; cares about the achievements and traditions of the profession</i></p>	P6U_K	P6S_KR	
K6IBM_K08	<p>Dbą o zachowanie kultury fizycznej</p> <p><i>Care for preservation of physical culture</i></p>	P6U_K		

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

### 1. Opis ogólny

<p>1.1 Liczba semestrów: 7</p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 210</p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: (ZZU)</p> <p>Elektronika Medyczna: 2295</p> <p>Optyka Biomedyczna: 2325</p> <p>Biomechanika Inżynierska: 2370</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</p> <p>Podstawą decyzji o przyjęciu na studia I stopnia jest wskaźnik rekrutacyjny, o którego wartości decydują wybrane wyniki egzaminu maturalnego.</p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów: inżynier</p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:</p> <p>Absolwenci mają dogłębną wiedzę z zakresu inżynierii biomedycznej, w szczególności informatyki medycznej, elektroniki medycznej, biomechaniki inżynierskiej. Są przygotowani do projektowania i korzystania z nowoczesnej aparatury do celów pomiarowych, diagnostycznych i terapeutycznych. Poza tym potrafią gromadzić, przetwarzać informacje, a także implementować, testować i utrzymywać systemy e-zdrowia. Absolwenci są przygotowani do uczestnictwa w pracach badawczych oraz podjęcia studiów drugiego stopnia.</p> <p>Absolwenci są przygotowani do pracy w:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1) jednostkach organizacyjnych lecznictwa (np. szpitalach, jednostkach klinicznych, ambulatoryjnych)</li><li>(2) jednostkach aparatury i urzędów medycznych</li><li>(3) jednostkach naukowo-badawczych</li><li>(4) przedsiębiorstwach informatycznych</li></ol>

	(5) <i>szkolnictwie.</i>
<p><i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p><i>możliwość ubiegania się o przyjęcie na studia drugiego stopnia, studia podyplomowe</i></p>	<p><i>1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p><i>Celami programu studiów jest umożliwienie rozwoju studentów w dynamicznie rozwijającej się dziedzinie inżynierii biomedycznej i technologii informatycznych oraz zrozumienie potrzeb pacjentów i profesjonalistów.</i></p>

### **Wykaz przypisów stosowanych w załącznikach 2 i 3:**

<sup>1</sup> **BK** – liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup> Tradycyjna – **T**, zdalna – **Z** <sup>3</sup> Egzamin – **E**, zaliczenie na ocenę – **Z**. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, s, p) <sup>4</sup> Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – **O**

<sup>5</sup> Kurs/ grupa kursów Praktyczny – **P**. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup> **KO** - kształcenia ogólnego, **PD** – podstawowy, **K** – kierunkowy, **S** – specjalnościowy <sup>7</sup> **W** - wybieralny, **Ob** – obowiązkowy

## **2. Opis szczegółowy**

**2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 9 U (umiejętności) = 14, K (kompetencje) = 8, W + U + K = 31**

**2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:**

**D1 31** (liczba ta musi być większa od połowy całkowitej liczby efektów uczenia się)

**2.3** Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

**D1 100%** punktów ECTS

**2.4a** Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)

131

**2.4b** Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) **NIE DOTYCZY**

## **2.5** Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Na rynku pracy jest rosnące zapotrzebowanie na inżynierów biomedycznych posiadających interdyscyplinarną wiedzę w zakresie medycyny, informatyki i aparatury medycznej. Taka wiedza jest wymagana przez szybko rozwijający się system opieki medycznej, który dąży do zaspokojenia wymagań pacjentów i pracowników opieki zdrowotnej.

**2.6** Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU<sup>1</sup>) Elektronika Medyczna: 126,1; Optyka Biomedyczna: 122,7; Biomechanika Inżynierska: 124,5

**2.7** Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	42
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	42



**2.8 Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych**  
(wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych		61
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	Elektronika Medyczna	50
	Optyka Biomedyczna	49
	Biomechanika Inżynierska	49
Łączna liczba punktów ECTS	Elektronika Medyczna	111
	Optyka Biomedyczna	110
	Biomechanika Inżynierska	110

**2.9 Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów** (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O)

44 punkty ECTS

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS)**

78 punktów ECTS

### **3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się**

Karty przedmiotów zawierają metody sprawdzania zakładanych efektów uczenia się (Załącznik Nr 2 do ZW 16/2020). Do oceny efektów uczenia się w zakresie wiedzy stosuje się ustne/pisemne egzaminy, kolokwia, prezentacje i udział w dyskusjach grupowych. Nabyte umiejętności są oceniane na podstawie raportów pisemnych oraz umiejętności rozwiązywania problemów. Obserwacja zachowania studenta podczas pracy indywidualnej i grupowej, a także jego interakcja z nauczycielem są stosowane do oceny kompetencji społecznych.



## 4. Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1 Technologie informacyjne (min. 3 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZ U	CNPS	łącna	DN	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	INP001031L	Wprowadzenie do programowania			2			K6IBM_U04	30	75	3	0	2	T	Z			P3	KO
Razem			0	0	2	0	0		30	75	3	0	2					3	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
0	0	2	0	0	30	75	3	0	2

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych 4.1.2.1

##### Blok Matematyka

L p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin	Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin	Liczba pkt. ECTS	Forma <sup>2</sup> kursu/	Spo- sób <sup>3</sup>	Kurs/grupa kursów
---------	-------------------------------	---	-----------------------------	---------------------------------	------------------	------------------------	------------------------------	--------------------------	-------------------

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	DN	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	MAP001140W	Algebra z geometrią analityczną	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	E	O			PD
2	MAP001140C	Algebra z geometrią analityczną		1				K6IBM_U10 K6IBM_K01	15	60	2	0	1,5	T	Z	O		P2	PD
3	MAP001142C	Analiza matematyczna 1		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
4	MAP001142W	Analiza matematyczna 1	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	100	4	0	2	T	E	O			PD
5	MAP001156C	Analiza matematyczna 2		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
6	MAP001156W	Analiza matematyczna 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	120	4	0	2	T	E	O			PD
7	MAP003016C	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa		2				K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1,5	T	Z	O		P2	PD
8	MAP003016W	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	2					K6IBM_W01 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	E	O			PD
Razem			8	7	0	0	0		225	670	23	0	14					10	

#### 4.1.2.2 Blok Fizyka

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	DN	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj



1	CHP001008C	Podstawy chemii ogólnej		2					K6IBM_W01 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	PD
2	CHP001010W	Podstawy chemii ogólnej	1						K6IBM_W01	15	30	2	0	1	T	E				PD
3	CHP001009L	Podstawy chemii ogólnej			2				K6IBM_U01 K6IBM_K03	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	PD
4	CHP001011W	Podstawy chemii organicznej	2						K6IBM_W01	30	60	2	0	1,5	T	E				PD
Razem			4	2	2	0	0			105	210	8	0	5,5					4	

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
17	11	5	0	0	480	1180	42	0	29,5

## 4.2 Lista bloków kierunkowych

### 4.2.1 Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	DN	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności q. naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	MDP001000W	Anatomia	2					K6IBM_W02 K6IBM_U01 K6IBM_K03 K6IBM_K06	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		K

2	ETP001012W	Podstawy elektroniki medycznej 1	2					K6IBM_W03 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		K
3	ETP001013W	Podstawy elektroniki medycznej 2	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		K
4	ETP001013C	Podstawy elektroniki medycznej 2		1				K6IBM_W04 K6IBM_U09 K6IBM_K02	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
5	MDP002001W	Propedeutyka nauk medycznych	2					K6IBM_W02 K6IBM_K04	30	30	1	1	1	T	Z		DN		K
6	INP001031W	Wprowadzenie do programowania	1					K6IBM_W04	15	30	1	0	0,7	T	Z				K
7	ETP001014L	Mikrokontrolery			2			K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K02	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	K
8	ETP001014W	Mikrokontrolery	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	60	2	0	1	T	Z				K
9	FTP002003W	Podstawy biofotoniki	1					K6IBM_W03	15	60	2	2	0,6	T	Z		DN		K
10	ETP001013L	Podstawy elektroniki medycznej 2			2			K6IBM_W04 K6IBM_U09 K6IBM_K02	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
11	CHC003031L	Biochemia			1			K6IBM_U10	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
12	CHC003031W	Biochemia	2					K6IBM_W01 K6IBM_W03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		K
13	FTP002002C	Biofizyka		1				K6IBM_U09	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
14	FTP002002L	Biofizyka			1			K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K
15	FTP002032W	Biofizyka	1					K6IBM_W03	15	60	2	2	1	T	Z		DN		K
16	ETP002013L	Elektroniczna aparatura medyczna 1			1			K6IBM_U08 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
17	ETP002013W	Elektroniczna aparatura medyczna 1	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04 K6IBM_K01	30	90	3	3	2	T	E		DN		K
18	FTP002003L	Podstawy biofotoniki			1			K6IBM_U11 K6IBM_U08 K6IBM_K03	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
19	FTP002029S	Podstawy biofotoniki				1		K6IBM_U06 K6IBM_U04	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
20	ETP002042L	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów			2			K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K

21	ETP002042W	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	2						K6IBM_W03 K6IBM_K01	30	90	3	3	2	T	E		DN		K
22	MDP002005P	Techniki obrazowania medycznego				1			K6IBM_W03 K6IBM_U06 K6IBM_U11 K6IBM_K05	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K
23	MDP002014W	Techniki obrazowania medycznego	1						K6IBM_W03	15	60	2	2	1,2	T	E		DN		K
24	FTP002098P	Zasady redagowania opracowań i prac naukowych				1			K6IBM_U02 K6IBM_U07 K6IBM_U08 K6IBM_K06	15	30	1	0	0,6	T	Z		DN	P1	K
25	FTP001045L	Metody statystyczne w bioinżynierii			2				K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K
26	MDP001002P	Prawne i etyczne aspekty w inżynierii biomedycznej				1			K6IBM_W08 K6IBM_U11 K1IBM_K04	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
27	FTP002012S	Seminarium dyplomowe				2			K6IBM_W03 K6IBM_W07 K6IBM_U01 K6IBM_U03 K6IBM_U06 K1IBM_K05 K6IBM_K06	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K
Razem			18	2	12	2	3			585	1500	50	44	32,9					26	

### 4.3.1 Lista bloków specjalnościowych

#### 4.3.1.1 Blok Przedmioty obowiązkowe specjalnościowe:

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo-sób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącz na	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>	ogólno - uczelniany <sup>4</sup>			zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt .6	rodzaj <sup>7</sup>	
1	INP001030L	Pakiety obliczeniowe			2			K6IBM_W07 K6IBM_U04	30	60	2	2	1,5	T	Z				P2	S
2	MMM000144C	Grafika inżynierska		1				K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K03	15	30	1	1	0,7	T	Z				P1	S
3	FTP001020W	Wybrane zagadnienia optyki biomedycznej	1					K6IBM_W03 K6IBM_U01	15	30	1	1	0,7	T	Z					S
4	FTP002094L	Optyka inżynierska			1			K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K05	15	30	1	1	0,7	T	Z				P1	S

5	FTP002001W	Optyka inżynierska	2				K6IBM_W03	30	60	2	2	1,5	T	Z				S	
6	ETP002039W	Biologia z elementami mikrobiologii	2				K6IBM_W02 K6IBM_K01	30	90	3	3	2	T	Z				S	
7	INP001032W	Techniki programowania	1				K6IBM_W04	15	30	1	0	0,8	T	Z				S	
8	INP001032L	Techniki programowania			2		K6IBM_U04 K6IBM_K05	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	S	
9	MDM000156W	Biomechanika inżynierska	2				K6IBM_W03	30	60	2	2	2	T	Z				S	
10	MDM000159W	Implanty i sztuczne narządy I	1				K6IBM_W03	15	30	1	1	1,0	T	Z				S	
11	MDP002016L	Fizjologia			1		K6IBM_U01 K6IBM_U04 K6IBM_U09 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	1,5	T	Z			P2	S	
12	INP001034L	Grafika komputerowa			1		K6IBM_W03 K6IBM_U10	15	60	2	2	1,5	T	Z			P2	S	
13	ETP002006L	Podstawy zastosowań ultradźwięków w medycynie			1		K6IBM_U05 K6IBM_U09 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,8	T	Z			P1	S	
14	ETP002006W	Podstawy zastosowań ultradźwięków w medycynie	2				K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	60	2	2	1,5	T	Z				S	
15	MDP001001W	Podstawy biomateriałów	1				K6IBM_W03	15	30	1	1	0,8	T	Z				S	
16	ETP002047W	Czujniki i pomiary wielkości nonelektrycznych	2				K6IBM_W03 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	E			DN	S	
17	ETP002047L	Czujniki i pomiary wielkości nonelektrycznych			2		K6IBM_U01 K6IBM_U06 K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K02 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z			DN	P2	S
Razem			<b>12</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>375</b>	<b>840</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>21,5</b>				<b>13</b>		

## 4.4 Lista bloków wybieralnych

### 4.4.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.4.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie* (min. 5 pkt. ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	FLP105616BU	PO-W11 ST-IL, li-/15/NH1	2					K6IBM_W05 K6IBM_K04	30	90	3	0	1,5	T	Z	O			KO
2	PKP105617BU	PO-W11- - - -ST-IL,li-/15/NH2	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	0,7	T	Z	O			KO
3	ZMP105574BU	PO-W11- - - -ST-IL,li-/15/NS	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	0,7	T	Z	O			KO
Razem			<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2,9</b>						

#### 4.4.4.2 Blok *Języki obce* (min.5 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalno ściami naukowymi	o charakt. praktycznym	rodzaj	
1	JZL100707BU	Język obcy A1/A2/ B1/ B2.1/ C1.1		4				K6IBM_U07	60	60	2	0	2	T	Z	O			P2	KO
2	JZL100708BU	Język obcy B2.2/C1.2		4				K6IBM_U07	60	90	3	0	2	T	Z	O			P3	KO
Razem			<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>						<b>5</b>	



#### 4.4.4.3 Blok Zajęcia sportowe (0 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1		Zajęcia sportowe		2			K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O		P	KO	
2		Zajęcia sportowe		2			K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O		P	KO	
		Razem	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					<b>0</b>		

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
4	12	0	0	0	240	360	10	0	6,9

## 4.5.1 Lista bloków specjalnościowych

### 4.5.1.1 Blok Przedmioty specjalnościowe – Elektronika Medyczna (min.47 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączy	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	ETP002056L	Automatyka i robotyka			1			K6IBM_U09 K6IBM_K01	15	60	2	2	0,8	T	Z		DN	P2	S
2	ETP002056W	Automatyka i robotyka	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,8	T	Z		DN		S
3	ETP001015L	Elektroniczna aparatura medyczna 2			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01	45	120	4	4	2	T	Z		DN	P4	S
4	ETP002048W	Elektroniczna aparatura medyczna 2	1					K6IBM_W08 K6IBM_K01 K6IBM_K07	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
5	ETP001016L	Układy elektroniczne 1			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01	30	90	3	3	2,5	T	Z		DN	P3	S
6	ETP002025L	Mikrokontrolery 2			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
7	ETP001016W	Układy elektroniczne 1	1					K6IBM_W08	15	60	2	2	2	T	Z		DN		S
8	ETP001017W	Systemy pomiarowe	2					K6IBM_W08	30	90	3	3	3	T	E		DN		S
9	ETP002022L	Pomiary wielkości cieplnych			1			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,8	T	Z		DN	P1	S
10	ETP001019W	Pomiary wielkości cieplnych	2					K6IBM_W2	30	60	2	2	1,5	T	E		DN		S

11	ETP001017L	Systemy pomiarowe			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	45	90	3	3	1,5	T	Z		DN	P3	S
12	ETP001017P	Systemy pomiarowe				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	S
13	ETP001020L	Układy elektroniczne 2			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	45	120	4	4	2	T	Z		DN	P4	S
14	ETP001021W	Systemy wbudowane w zastosowaniach biomedycznych	1					K6IBM_W08	15	60	2	2	2	T	Z		DN		S
15	ETP001021L	Systemy wbudowane w zastosowaniach biomedycznych			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	45	120	4	4	2	T	Z		DN	P4	S
16	ETP001022W	Pomiary bioimpedancyjne	1					K6IBM_W08	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN		S
17	ETP001022L	Pomiary bioimpedancyjne			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P2	S
18	ETP001023W	Bezpieczeństwo elektryczne w zakładach opieki zdrowotnej	1					K6IBM_W04 K6IBM_K07	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
19	ETP001024P	Konstrukcja urządzeń biomedycznych				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	S
20	ETP001024L	Konstrukcja urządzeń biomedycznych			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	90	3	3	1,5	T	Z		DN	P2	S
Razem			<b>10</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		<b>510</b>	<b>1410</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>32,3</b>					<b>30</b>	

**4.5.1.2 Blok Przedmioty specjalnościowe – Biomechanika Inżynierska (min.47 pkt ECTS):**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZ U	CNP S	łączn a	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	MDM000156L	Biomechanika inżynierska			3			K6IBM_U01 K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01 K6IBM_K03	45	120	4	4	2	T	Z		DN	P4	S
2	MDM010142W	Biomechanika sportu	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
3	MDM010141W	Bioprzepływy	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	1,5	T	E		DN		S
4	MMM020143C	Mechanika i wytrzymałość		1				K6IBM_U01 K6IBM_U14 K6IBM_K01	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
5	MDM000157P	Metody numeryczne w biomechanice				3		K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K02 K6IBM_K06	45	120	4	4	2,5	T	Z		DN	P4	S
6	ARM005304W	Metody numeryczne w biomechanice	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
7	MDM010154P	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 1				1		K6IBM_U09 K6IBM_U14 K6IBM_K01	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
8	MDM010154W	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 1	2					K6IBM_W09 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		S
9	MDM000147L	Biomateriały			1			K6IBM_W03 K1IBM_U13	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
10	MDM005303W	Biomateriały	1					K6IBM_W03 K6IBM_W09	15	30	1	1	0,8	T	Z		DN		S
11	MDM010141L	Bioprzepływy			1			K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
12	MDM015315S	Inżynieria rehabilitacyjna					1	K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_K01 K6IBM_K07	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P1	S

13	MDM005315WW	Inżynieria rehabilitacyjna	2					K6IBM_W09	30	60	2	2	2	T	E		DN		S
14	ARM015301L	Metody doświadczalne i numeryczne w biomechanice			3			K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K02 K6IBM_K06	45	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
15	MDM020154P	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 2				2		K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_U06 K6IBM_U12 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
16	MDM020154W	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 2	1					K6IBM_W09 K6IBM_U14	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
17	MDM000150S	Systemy nawigacyjne w medycynie					1	K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_U01 K6IBM_U06 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P1	S
18	MDM000158W	Technika mikroprocesorowa	2					K6IBM_W09	30	60	2	2	2	T	Z		DN		S
19	MDM000151P	Technologia implantów				2		K6IBM_U01 K6IBM_U14 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
20	MDM000151W	Technologia implantów	2					K6IBM_W0 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		S
21	MDM000148P	Implanty i sztuczne narządy				3		K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_U01 K6IBM_K06	45	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
22	MDM000160W	Implanty i sztuczne narządy 2	1					K6IBM_W03 K6IBM_W09	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
23	MDM000155L	Technika mikroprocesorowa			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	45	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
Razem			<b>14</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>2</b>		<b>585</b>	<b>1410</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>30,7</b>					<b>29</b>	

**4.5.1.3 Blok Przedmioty specjalnościowe – Optyka Biomedyczna (min. 47 pkt ECTS):**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			For ma <sup>2</sup> k kursu/ grup y kurs ów	Spo- sób: zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącz na	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	FTP002064C	Optyka falowa		1				K6IBM_W08 K6IBM_U13 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	0,7	T	Z		DN	P2	S
2	FTP002009L	Optyka falowa			2			K6IBM_U13 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
3	FTP002009W	Optyka falowa	2					K6IBM_W08	30	90	3	3	2	T	Z		DN		S
4	FTP002084L	Konstrukcje i pomiary optyczne			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K05	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
5	FTP002084W	Konstrukcje i pomiary optyczne	1					K6IBM_W08	15	30	1	1	1	T	E		DN		S
6	FTP002100L	Metody numeryczne w optyce biomedycznej			2			K6IBM_W08 K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
7	ETP002053P	Optyczne czujniki chemiczne i biosensory				2		K6IBM_U02 K6IBM_U13	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
8	ETP002053W	Optyczne czujniki chemiczne i biosensory	1					K6IBM_W08 K6IBM_K06	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
9	ETP001018P	Przyrządy i układy optyczne				2		K6IBM_W08 K6IBM_U14	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
10	FTP001046L	Analiza danych spektroskopowych			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
11	FTP002096W	Analiza danych spektroskopowych	1					K6IBM_W08	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P2	S
12	MDP002004W	Biomedycyna laserowa	1					K6IBM_W08	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
13	FTP005312L	Interferometria i holografia			2			K6IBM_U14 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
14	FTP005312W	Interferometria i holografia	2					K6IBM_W08	30	90	3	3	2	T	Z				S
15	FTP001047L	Optyczna diagnostyka medyczna			2			K6IBM_U09 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	90	3	3	1,5	T	Z			P3	S
16	FTP001047S	Optyczna diagnostyka medyczna					1	K6IBM_U06 K6IBM_U07	15	60	2	2	1	T	Z			P2	S



10	0	22	0	0	540	1860	62	62	33,3
----	---	----	---	---	-----	------	----	----	------

**Razem w semestrze – Optyka Biomedyczna:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów w ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	2	14	5	1	570	1860	62	62	29,9

**Razem w semestrze – Biomechanika Inżynierska:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów w ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	1	11	11	0	615	1860	62	62	31,7

**5. Blok praktyk (uchwała Rady Wydziału (dla programów uchwalanych do 30.09.2019 / rekomendacja komisji programowej kierunku (dla programów uchwalanych po 30.09.2019) nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr ...)**

Nazwa praktyki			
Liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>	Tryb zaliczenia praktyki	Kod
6	0	Dziennik praktyki i pisemne sprawozdanie z praktyki zawodowej	FTP002051Q
Czas trwania praktyki		Cel praktyki	



4 tygodnie	Zapoznanie studenta z podstawowymi zadaniami i obowiązkami wynikającymi ze specyfiki pracy zawodowej inżyniera, zwłaszcza w dziedzinie Inżynierii Biomedycznej
------------	--

## 6. Blok „praca dyplomowa” (o ile jest przewidywana na studiach pierwszego stopnia)

Typ pracy dyplomowej	inżynierska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	15	FTP002080D
<b>Charakter pracy dyplomowej</b>		
Praca dyplomowa jest opracowaniem oryginalnego i niezależnego projektu badawczego, przedstawiającym badawcze kompetencje studenta w: projektowaniu, rozeznaniu literaturowym, zbieraniu danych i analizie wyników i ich ograniczeń. Zagadnienia pracy dyplomowej powinny być ukierunkowane na zagadnienia charakterystyczne dla specjalności.		
Liczba punktów ECTS BU <sup>1</sup>	1	

## 7. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	egzamin, kolokwium
ćwiczenia	test, kolokwium
laboratorium	wejściówka, sprawozdanie z laboratorium
projekt	prezentacja projektu

seminarium	udział w dyskusji, prezentacja tematu, esej
praktyka	raport z praktyki
praca dyplomowa	obrona pracy dyplomowej

## 8. Zakres egzaminu dyplomowego

Zakres egzaminu dyplomowego określa Komisja ds. Dyplomowania dla kierunku Inżynieria Biomedyczna i podaje go do wiadomości studentów najpóźniej do końca przedostatniego semestru studiów. Egzaminacja obejmuje prezentację zagadnień dotyczących tematyki pracy, jej obronę i egzamin dyplomowy.

## 9. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach

Wszystkie kursy – zakończone egzaminem lub oceną – są określone w Regulaminie studiów Politechniki Wrocławskiej.

## 10. Plan studiów (załącznik nr 3)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

.....

Data

.....

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....

Data

.....

Podpis Dziekana

## **PLAN STUDIÓW**

**WYDZIAŁ: PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI**

**KIERUNEK STUDIÓW: INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

Przyporządkowany do dyscypliny: **D1 Inżynieria Biomedyczna (dyscyplina wiodąca)**

**POZIOM KSZTAŁCENIA: studia pierwszego stopnia (inżynierskie)**

**FORMA STUDIÓW: stacjonarna**

**PROFIL: ogólnoakademicki**

**SPECJALNOŚĆ: ELEKTRONIKA MEDYCZNA, OPTYKA BIOMEDYCZNA, BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: POLSKI**

**OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023**

# 1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe      liczba punktów ECTS 30

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu	Sposób zaliczenia	Kurs			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością naukową	o charakter. praktycznym	rodzaj
1	MAP001140C	Algebra z geometrią analityczną		1				K6IBM_U10 K6IBM_K01	15	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
2	MAP001140W	Algebra z geometrią analityczną	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	60	2	0	1,5	T	E	O			PD
3	MAP001142C	Analiza matematyczna 1		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
4	MAP001142W	Analiza matematyczna 1	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	100	4	0	2	T	E	O			PD
5	MDP001000W	Anatomia	2					K6IBM_W02 K6IBM_U01 K6IBM_K03 K6IBM_K06	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		K
6	FZP001064C	Fizyka 1		2				K6IBM_U06 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	60	2	0	1,5	T	Z	O		P2	PD
7	FZP001064W	Fizyka 1	3					K6IBM_W01 K6IBM_U06 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	150	5	0	3	T	E	O			PD
8	CHP001008C	Podstawy chemii ogólnej		2				K6IBM_W01 K6IBM_U10 K6IBM_K01	39	60	2	0	1,5	T	Z			P1	PD

9	CHP001010W	Podstawy chemii ogólnej	1					K6IBM_W01	15	30	2	0	1	T	E			PD
10	MMM000144C	Grafika inżynierska		1				K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K03	15	30	1	1	0,7	T	Z		P1	K
11	FTP001020W	Wybrane zagadnienia optyki biomedycznej	1					K6IBM_W03 K6IBM_U01	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	S
12	INP001030L	Pakiety obliczeniowe			2			K6IBM_W07 K6IBM_U04	30	60	2	0	1,5	T	Z		P2	S
13	ETP001012W	Podstawy elektroniki medycznej 1	2					K6IBM_W03 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	K
Razem			<b>13</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>345</b>	<b>850</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>19,4</b>				<b>11</b>	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
13	8	2	0	0	345	850	30	6	19,4

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 27

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	MAP001156C	Analiza matematyczna 2		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
2	MAP001156W	Analiza matematyczna 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	120	4	0	2	T	E	O			PD
3	FZP002001L	Fizyka 2			3			K6IBM_U09 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	90	3	0	2,5	T	Z	O		P3	PD
4	FZP002116W	Fizyka 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	50	2	0	2	T	E	O			PD
5	CHP001009L	Podstawy chemii ogólnej			2			K6IBM_U01 K6IBM_K03	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	PD
6	CHP001011W	Podstawy chemii organicznej	2					K6IBM_W01	30	60	2	0	1,5	T	E				PD
7	ETP001013W	Podstawy elektroniki medycznej 2	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		K
8	ETP001013C	Podstawy elektroniki medycznej 2		1				K6IBM_W04 K6IBM_U09 K6IBM_K02	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
9	FTP002094L	Optyka inżynierska			1			K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K05	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K



15	3	8	0	0	390	875	30	7	21,5
----	---	---	---	---	-----	-----	----	---	------

## Semestr 3

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 26

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	ETP001014L	Mikrokontrolery			2			K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K02	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	K
2	ETP001014W	Mikrokontrolery	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	60	2	0	1	T	Z				K
3	ETP002039W	Biologia z elementami mikrobiologii	2					K6IBM_W02 K6IBM_K01	30	90	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
4	FTP002003W	Podstawy biofotoniki	1					K6IBM_W03	15	60	2	2	0,6	T/Z	Z		DN		K
5	MDP002002W	Fizjologia	1					K6IBM_W02 K6IBM_K01 K6IBM_K06	15	60	2	2	1,5	T	E		DN		S
6	MMM020143L	Mechanika i wytrzymałość			1			K6IBM_U01 K6IBM_U10 K6IBM_K01	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
7	MMM020143W	Mechanika i wytrzymałość	1					K6IBM_W01 K6IBM_W03	15	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S



8	MAP003016C	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa		2					K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	PD
9	MAP003016W	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	2						K6IBM_W01 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	E				PD
10	ETP001013L	Podstawy elektroniki medycznej 2			2				K6IBM_W04 K6IBM_U09 K6IBM_K02	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
11	INP001032W	Techniki programowania	1						K6IBM_W04	15	30	1	0	0,8	T	Z				S
12	INP001032L	Techniki programowania			2				K6IBM_U04 K6IBM_K05	30	60	2	0	1,5	T	Z			P2	S
Razem			9	2	7	0	0			270	780	26	14	16					11	

### Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 90 godzin w semestrze, 4 punkty ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj	
1	JZL100707BU	Język obcy A1/A2/ B1/ B2.1/ C1.1		4					60	60	2	0	2	T	Z	O			P2	KO
2	PKP105617BU	PO-W11- - - -ST-IL,li-/15/NH2	1						15	30	1	0	0,7	T	Z	O				KO
3	ZMP105574BU	PO-W11- - - -ST-IL,li-/15/NS	1						15	30	1	0	0,7	T	Z	O				KO
Razem			2	4	0	0	0		90	120	4	0	3,4						2	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
11	6	7	0	0	360	900	30	14	19,4

## Semestr 4

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 27

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	CHC003031L	Biochemia			1			K6IBM_U10	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
2	CHC003031W	Biochemia	2					K6IBM_W01 K6IBM_W03	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		K
3	MDM000156W	Biomechanika inżynierska	2					K6IBM_W03	30	60	2	2	2	T/Z	Z		DN		S
4	FTP002002C	Biofizyka		1				K6IBM_U09	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
5	FTP002002L	Biofizyka			1			K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K
6	FTP002032W	Biofizyka	1					K6IBM_W03	15	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
7	ETP002047L	Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych			2			K6IBM_U01 K6IBM_U06 K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K02 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K



1	JZL100708BU	Język obcy B2.2/C1.2		4				K6IBM_U07	60	90	3	0	2	T	Z	O		P3	KO
2	WFW030000BU	Zajęcia sportowe		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O			KO
Razem			0	6	2	0	0		90	120	3	0	2					3	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
9	7	9	0	1	390	930	30	25	20,4

**Semestr 5**

**Kursy/grupy kursów  
obowiązkowe liczba punktów  
ECTS 10**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>	ogólnouczelniany <sup>4</sup>			zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj	
1	ETP002042L	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów			2			K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K	

2	ETP002042W	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	2					K6IBM_W03 K6IBM_K01	30	90	3	3	2	T/Z	E		DN		K
3	INP001034L	Grafika komputerowa			1			K6IBM_W03 K6IBM_U10	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
4	ETP002006L	Podstawy zastosowań ultradźwięków w medycynie			1			K6IBM_U05 K6IBM_U09 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,8	T	Z		DN	P1	S
5	ETP002006W	Podstawy zastosowań ultradźwięków w medycynie	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		S
Razem			4	0	4	0	0		120	270	10	10	7,3				3	5	

**Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 30 godzin w semestrze, 0 ECTS) – Elektronika Medyczna/Optyka Biomedyczna/Biomechanika Inżynierska:**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>	ogólnouczelniany <sup>4</sup>			zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj	
1	WFW030000BU	Zajęcia sportowe		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O				KO
Razem			0	2	0	0	0		30	30	0	0	0							

**Kursy/grupy kursów wybieralne – Elektronika medyczna (minimum 195 godzin w semestrze, 20 punktów ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	ETP001056L	Automatyka i robotyka			1			K6IBM_U09 K6IBM_K01	15	60	2	2	0,8	T	Z		DN	P2	S
2	ETP002056W	Automatyka i robotyka	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,8	T	Z		DN		S
3	ETP001015L	Elektroniczna aparatura medyczna 2			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01	45	120	4	4	2	T	Z		DN	P4	S
4	ETP002048W	Elektroniczna aparatura medyczna 2	1					K6IBM_W09 K6IBM_K01 K6IBM_K07	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
5	ETP001016L	Układy elektroniczne 1			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01	30	90	3	3	2,5	T	Z		DN	P3	S
6	ETP002025L	Mikrokontrolery 2				2		K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
7	ETP001016W	Układy elektroniczne 1	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	2	T	Z		DN		S
8	ETP001017W	Systemy pomiarowe		2				K6IBM_W08	30	90	3	3	3	T	E		DN		S
Razem			5	0	8	0	0		195	600	20	20	14,1					12	

### Razem w semestrze Elektronika Medyczna:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
9	2	12	0	0	345	900	30	30	21,4

**Kursy/grupy kursów wybieralne – Optyka biomedyczna (minimum 225 godzin w semestrze, 20 punktów ECTS)**

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sub>1</sub>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością, naukową	o charak t. prakty- cznym	rodz aj
1	FTP002064C	Optyka falowa		1				K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	0,7	T	Z		DN	P2	S
2	FTP002009L	Optyka falowa			2			K6IBM_U13 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
3	FTP002009W	Optyka falowa	2					K6IBM_W09	30	90	3	3	2	T	Z		DN		S
4	FTP002084L	Konstrukcje i pomiary optyczne			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K05	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
5	FTP002084W	Konstrukcje i pomiary optyczne	1					K6IBM_W09	15	30	1	1	1	T	E		DN		S
6	FTP002100L	Metody numeryczne w optyce biomedycznej			2			K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
7	ETP002053P	Optyczne czujniki chemiczne i biosensory				2		K6IBM_U02 K6IBM_U13	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
8	ETP002053W	Optyczne czujniki chemiczne i biosensory	1					K6IBM_W09 K6IBM_K06	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
9	ETP001018P	Przyrządy i układy optyczne				2		K6IBM_W09 K6IBM_U14	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S

-

Razem	4	1	6	4	0		225	600	20	20	12,7					14	
-------	---	---	---	---	---	--	-----	-----	----	----	------	--	--	--	--	----	--

**Razem w semestrze Optyka Biomedyczna:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
8	3	10	4	0	375	900	30	30	20



**Kursy/grupy kursów wybieralne – Biomechanika Inżynierska (minimum 195 godzin w semestrze, 20 punktów ECTS)**

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> ku rsu/ grupy kursów	Sposó <sup>3</sup> b <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno - uczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności <sup>4</sup> naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	MDM000156L	Biomechanika inżynierska			3			K6IBM_U01 K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01 K6IBM_K03	45	120	4	4	2	T	Z		DN	P4	S
2	MDM010142W	Biomechanika sportu	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
3	MDM010141W	Bioprzepływy	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	1,5	T	E		DN		S
4	MMM020143C	Mechanika i wytrzymałość		1				K6IBM_U01 K6IBM_U14 K6IBM_K01	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
5	MDM000157P	Metody numeryczne w biomechanice				3		K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K02 K6IBM_K06	45	120	4	4	2,5	T	Z		DN	P4	S
6	ARM005304W	Metody numeryczne w biomechanice	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
7	MDM010154P	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 1				1		K6IBM_U09 K6IBM_U14 K6IBM_K01	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
8	MDM010154W	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 1	2					K6IBM_W09 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		S
Razem			5	1	3	4	0		195	600	20	20	11,5					12	

-

**Razem w semestrze Biomechanika Inżynierska:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
9	3	7	4	0	345	900	30	30	18,8

# Semestr 6

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe      liczba punktów ECTS 8

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	MDP001001W	Podstawy biomateriałów	1					K6IBM_W03	15	30	1	1	0,8	T/Z	Z		DN		S
2	MDP002005P	Techniki obrazowania medycznego				1		K6IBM_W03 K6IBM_U06 K6IBM_U11 K6IBM_K05	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	K
3	MDP002014W	Techniki obrazowania medycznego	1					K6IBM_W03	15	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		K
4	FTP002098P	Zasady redagowania opracowań i prac naukowych				1		K6IBM_U02 K6IBM_U07 K6IBM_U08 K6IBM_K06	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z			P1	K
5	FTP001045L	Metody statystyczne w bioinżynierii			2			K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
Razem			2	0	2	2	0		90	240	8	7	5,6					5	

**Kursy/grupy kursów wybieralne Elektronika medyczna (minimum 255 godzin w semestrze, 22 punkty ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączyca	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	ETP002022L	Pomiary wielkości cieplnych			1			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,8	T	Z		DN	P1	S
2	ETP001019W	Pomiary wielkości cieplnych	2					K6IBM_W09	30	60	2	2	1,5	T	E		DN	-	S
3	ETP001017L	Systemy pomiarowe			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	45	90	3	3	1,5	T	Z		DN	P3	S
4	ETP001017P	Systemy pomiarowe				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	S
5	ETP001020L	Układy elektroniczne 2			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	45	120	4	4	2	T	Z			P4	S
6	ETP001021W	Systemy wbudowane w zastosowaniach biomedycznych	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	2	T	Z		DN		S
7	ETP001021L	Systemy wbudowane w zastosowaniach biomedycznych			3			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	45	120	4	4	2	T	Z		DN	P4	S
8	ETP001022W	Pomiary bioimpedancyjne	1					K6IBM_W09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN		S
9	ETP001022L	Pomiary bioimpedancyjne			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P2	S

Razem	4	0	12	1	0		255	660	22	22	14,3					15	
-------	---	---	----	---	---	--	-----	-----	----	----	------	--	--	--	--	----	--

**Razem w semestrze Elektronika Medyczna:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
7	0	14	3	0	345	900	30	29	19,9

**Kursy/grupy kursów wybieralne Optyka biomedyczna (minimum 255 godzin w semestrze, 22 punkty ECTS)**

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> k ursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZ U	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	FTP001046L	Analiza danych spektroskopowych			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
2	FTP002096W	Analiza danych spektroskopowych	1					K6IBM_W09	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN		S
3	MDP002004W	Biomedycyna laserowa	1					K6IBM_W09	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
4	FTP005312L	Interferometria i holografia			2			K6IBM_U14 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
5	FTP005312W	Interferometria i holografia	2					K6IBM_W09	30	90	3	3	2	T	Z		DN		S
6	FTP001047L	Optyczna diagnostyka medyczna			2			K6IBM_U09 K6IBM_U13 K6IBM_K03	30	90	3	3	1,5	T	Z		DN	P3	S
7	FTP001047S	Optyczna diagnostyka medyczna					1	K6IBM_U06 K6IBM_U07 K6IBM_U13	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
8	FTP001047W	Optyczna diagnostyka medyczna	2					K6IBM_W09	30	60	2	2	1	T	E		DN		S
9	FTP002011L	Światłowody 2			2			K6IBM_U14 K6IBM_K01	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
10	FTP002028W	Światłowody	2					K6IBM_W09	30	90	3	3	2	T	Z		DN		S
		Razem	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		<b>255</b>	<b>660</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>13,3</b>					<b>12</b>	

**Razem w semestrze Optyka Biomedyczna:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	0	10	2	1	330	900	30	29	18,9

**Kursy/grupy kursów wybieralne Biomechanika Inżynierska (minimum 285 godzin w semestrze, 22 punkty ECTS)**

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>3</sup> k ursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sub>1</sub>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością, naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	MDM000147L	Biomateriały			1			K6IBM_W03 K6IBM_U13	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
2	MDM005303W	Biomateriały	1					K6IBM_W03 K6IBM_W00	15	30	1	1	0,8	T	Z		DN		S
3	MDM010141L	Bioprzepływy			1			K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
4	MDM015315S	Inżynieria rehabilitacyjna					1	K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_K01 K6IBM_K07	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P1	S
5	MDM005315W	Inżynieria rehabilitacyjna	2					K6IBM_W09	30	60	2	2	2	T	E		DN		S
6	ARM015301L	Metody doświadczalne i numeryczne w biomechanice			3			K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K02 K6IBM_K06	45	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
7	MDM020154P	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 2					2	K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_U06 K6IBM_U12 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z			P2	S
8	MDM020154W	Projektowanie konstrukcji mechanicznych 2	1					K6IBM_W09 K6IBM_U14	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S



9	MDM000150S	Systemy nawigacyjne w medycynie					1	K6IBM_W09 K6IBM_U14 K6IBM_U13 K6IBM_U01 K6IBM_U06 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P1	S
10	MDM000158W	Technika mikroprocesorowa	2					K6IBM_W09	30	60	2	2	2	T	Z				S
11	MDM000151P	Technologia implantów				2		K6IBM_U01 K6IBM_U14 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
12	MDM000151W	Technologia implantów	2					K6IBM_W09 K6IBM_K01 K6IBM_K03	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		S
Razem			<b>8</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>285</b>	<b>660</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>15,5</b>					<b>13</b>	

**Razem w semestrze Biomechanika Inżynierska:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	0	7	6	2	375	900	30	29	21,1

## Semestr 7

### Elektronika Medyczna/Optyka Biomedyczna/Biomechanika Inżynierska:

#### Kursy/grupy kursów obowiązkowe                      liczba punktów ECTS 4

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	MDM000159W	Implanty i sztuczne narządy 1	1					K6IBM_W03	15	30	1	1	1,0	T	Z		DN		S
2	MDP001002P	Prawne i etyczne aspekty w inżynierii biomedycznej				1		K6IBM_W08 K6IBM_U11 K6IBM_K04	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P1	K
3	FTP002012S	Seminarium dyplomowe					2	K6IBM_W03 K6IBM_W07 K6IBM_U01 K6IBM_U03 K6IBM_U06 K6IBM_K05 K6IBM_K06	30	60	2	2	1,5	T	Z			P2	K
Razem			1			1	2		60	120	4	4	3,2					3	

**Kursy/grupy kursów wybieralne – Elektronika Medyczna (minimum 90 godzin w semestrze, 26 punktów ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1	FTP002080D	Praca dyplomowa						K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04 K6IBM_U07 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K05 K6IBM_K07	30	450	15	15	1	T	Z		DN	P15	S
2	FTP002051Q	Praktyka kierunkowa						K6IBM_U03 K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_U12 K6IBM_K03 K6IBM_K05 K6IBM_K07	0	160	6	6		T	Z		DN	P6	S
3	ETP001023W	Bezpieczeństwo elektryczne w zakładach opieki zdrowotnej	1					K6IBM_W04 K6IBM_K07	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
4	ETP001024P	Konstrukcja urządzeń biomedycznych				1		K6IBM_U13 K6IBM_U13	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	S
5	ETP001024L	Konstrukcja urządzeń biomedycznych			2			K6IBM_U1 K6IBM_U2 K6IBM_K03	30	90	3	3	1,5	T	Z		DN	P2	S
Razem			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>90</b>	<b>760</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>4,7</b>					<b>24</b>	

**Razem w semestrze Elektronika Medyczna:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
2	0	2	2	2	150	880	30	30	7,2

**Kursy/grupy kursów wybieralne – Optyka Biomedyczna (minimum 90 godzin w semestrze, 26 punktów ECTS)**

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> k ursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZ U	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	FTP002010W	Optyka instrumentalna	2					K6IBM_W09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN		S
2	MDP001003C	Biomedycyna laserowa		1				K6IBM_W09 K6IBM_U13	15	60	2	2	0,7	T	Z		DN	P2	S
3	MDP002004P	Biomedycyna laserowa				1		K6IBM_W09 K6IBM_U13 K6IBM_K01	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	S
4	FTP002080D	Praca dyplomowa						K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04 K6IBM_U07 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K05 K6IBM_K07	30	450	15	15	1	T	Z		DN	P15	S
5	FTP002051Q	Praktyka kierunkowa						K6IBM_U03 K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_U12 K6IBM_K03 K6IBM_K05 K6IBM_K07	0	160	6	6		T	Z		DN	P6	S
Razem			2	1	0	1	0		90	760	26	26	3,5					24	

**Razem w semestrze Optyka Biomedyczna:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
3	1	0	2	2	150	880	30	30	6,7

**Kursy/grupy kursów wybieralne – Biomechanika inżynierska (minimum 135 godzin w semestrze, 26 punktów ECTS)**

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZ U	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sub>1</sub>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1	MDM000148P	Implanty i sztuczne narządy				3			45	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P2	S
2	MDM000160W	Implanty i sztuczne narządy 2	1						15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
3	FTP002080D	Praca dyplomowa							30	450	15	15	1	T	Z		DN	P15	S
4	FTP002051Q	Praktyka kierunkowa							0	160	6	6		T	Z		DN	P6	S
5	MDM000155L	Technika mikroprocesorowa			3				45	60	2	2	1,5	T	Z			P2	S
Razem			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>		<b>135</b>	<b>760</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>4</b>					<b>25</b>	

**Razem w semestrze Biomechanika Inżynierska:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
2	0	3	4	2	195	880	30	30	7,2



## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
MAP001140W MAP001142W FZP001064W CHP001004W	1. Algebra z geometrią analityczną 2. Analiza matematyczna 1 3. Fizyka 1 4. Podstawy chemii ogólnej	1
MAP001156W FZP002001W CHP002001W	1. Analiza matematyczna 2 2. Fizyka 2 3. Podstawy chemii organicznej	2
MAP003016W MDP002002W	1. Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa 2. Fizjologia	3
ETP0020011W ETP002013W	Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych Elektroniczna aparatura medyczna 1	4
ETP002042W FTP002084W MDM010141W ETP00101W	Wszystkie specjalności: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów Optyka Biomedyczna: Konstrukcje i pomiary optyczne Biomechanika Inżynierska: Bioprzepływy Elektronika Medyczna: Systemy pomiarowe	5

MDP002014W	Wszystkie specjalności: Techniki obrazowania medycznego	6
FTP001047W	Optyka Biomedyczna: Optyczna diagnostyka medyczna	
MDM015315W	Biomechanika Inżynierska: Inżynieria rehabilitacyjna Elektronika Medyczna:	
ETP002022W	Pomiary wielkości cieplnych	

### 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	13
2	13
3	13
4	12
5	12
6	5
7	0

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....

Data

.....

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....

Data

.....

Podpis Dziekana

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

### 1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów: 7</i>	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 210</i>
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: (ZZU) 2190 (maksymalnie 2430)</i>	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):  Podstawą decyzji o przyjęcie na studia I stopnia jest wskaźnik rekrutacyjny, o którego wartości decydują wybrane wyniki egzaminu maturalnego.</i>

<p><i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów: inżynier</i></p>	<p><i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:</i></p> <p><i>Absolwenci mają dogłębną wiedzę z zakresu inżynierii biomedycznej, w szczególności informatyki medycznej, elektroniki medycznej, biomechaniki inżynierskiej. Są przygotowani do projektowania i korzystania z nowoczesnej aparatury do celów pomiarowych, diagnostycznych i terapeutycznych. Poza tym potrafią gromadzić przetwarzać informacje, a także implementować, testować i utrzymywać systemy e-zdrowia. Absolwenci są przygotowani do uczestnictwa w pracach badawczych oraz podjęcia studiów drugiego stopnia.</i></p> <p><i>Absolwenci są przygotowani do pracy w:</i></p> <p><i>(1) jednostkach organizacyjnych leczenia (np. szpitalach, jednostkach klinicznych, ambulatoryjnych)</i></p> <p><i>(2) jednostkach aparatury i urzędzeń medycznych</i></p> <p><i>(3) jednostkach naukowo-badawczych</i></p>
	<p><i>(4) przedsiębiorstwach informatycznych</i></p> <p><i>(5) szkolnictwie.</i></p>
<p><i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów możliwość ubiegania się o przyjęcie na studia drugiego stopnia, studia podyplomowe</i></p>	<p><i>1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p><i>Celami programu studiów jest umożliwienie rozwoju studentów w dynamicznie rozwijającej się dziedzinie inżynierii biomedycznej i technologii informatycznych oraz zrozumienie potrzeb pacjentów i profesjonalistów.</i></p>

## Wykaz przypisów stosowanych w załącznikach 4 i 5:

<sup>1</sup> **BK** – liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów <sup>2</sup>

Tradycyjna – **T**, zdalna – **Z**

<sup>3</sup> Egzamin – **E**, zaliczenie na ocenę – **Z**. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, s, p) <sup>4</sup>

Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – **O**

<sup>5</sup> Kurs/ grupa kursów Praktyczny – **P**. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup> **KO** - kształcenia ogólnego, **PD** – podstawowy, **K** – kierunkowy, **S** – specjalnościowy <sup>7</sup> **W** - wybieralny, **Ob** – obowiązkowy

## 2. Opis szczegółowy

**2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 9 U (umiejętności) =14, K (kompetencje) = 8, W + U + K = 31**

**2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:**

**D1 31** (*liczba ta musi być większa od połowy całkowitej liczby efektów uczenia się*)

**2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:**

**D1 100%** punktów ECTS

**2.4a Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów** (*musi być większa niż*

*50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)*

162

**2.4b Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne** (*musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)* **NIE DOTYCZY**

## 2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Na rynku pracy jest rosnące zapotrzebowanie na inżynierów biomedycznych posiadających interdyscyplinarną wiedzę w zakresie medycyny, informatyki i aparatury medycznej. Taka wiedza jest wymagana przez szybko rozwijający się system opieki medycznej, który dąży do zaspokojenia wymagań pacjentów i pracowników opieki zdrowotnej.

## 2.6 Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU<sup>1</sup>) 136,5

## 2.7 Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	41
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	41

## 2.8 Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	75
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	50
Łączna liczba punktów ECTS	125

## 2.9 Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O)

45 punktów ECTS

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 88**

punktów ECTS

### **3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się**

Karty przedmiotów zawierają metody sprawdzania zakładanych efektów uczenia się (Zał. Nr 2 do ZW 16/2020). Do oceny efektów uczenia się w zakresie wiedzy stosuje się ustne/pisemne egzaminy, kolokwia, prezentacje i udział w dyskusjach grupowych. Nabyte umiejętności są oceniane na podstawie raportów pisemnych oraz umiejętności rozwiązywania problemów. Obserwacja zachowania studenta podczas pracy indywidualnej i grupowej, a także jego interakcja z nauczycielem są stosowane do oceny kompetencji społecznych.



## 4. Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1 Technologie informacyjne (min. 3 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZ U	CNPS	łącna	DN	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1		Wprowadzenie do programowania			2			K6IBM_U0 4	30	75	3	0	2	T	Z			P3	KO
		Razem	0	0	2	0	0		30	75	3	0	2					3	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęc DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
0	0	2	0	0	30	75	3	0	2

## 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych 4.1.2.1

### Blok *Matematyka*

L p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	DN	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Algebra z geometrią analityczną	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	E	O			PD
2		Algebra z geometrią analityczną		1				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	Z	O		P2	PD
3		Analiza matematyczna 1		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
4		Analiza matematyczna 1	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	100	4	0	2	T	E	O			PD
5		Analiza matematyczna 2		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
6		Analiza matematyczna 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	E	O			PD
7		Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa		2				K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	Z	O		P2	PD
8		Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	2					K6IBM_W01 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	E	O			PD
Razem			8	7	0	0	0		240	655	24	0	15					10	

#### 4.1.2.2 Blok Fizyka

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	DN	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1		Fizyka 1		2				K6IBM_U06 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
2		Fizyka 1	3					K6IBM_W01 K6IBM_U06 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	100	4	0	2	T	E	O			PD
3		Fizyka 2			3			K6IBM_U09 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
4		Fizyka 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	50	2	0	2	T	E	O			PD
Razem			5	2	3	0	0		150	300	11	0	7					5	

#### 4.1.2.3 Blok *Chemia*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> ku rsu/ grupy kursów	Spo-sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	DN	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1		Podstawy chemii ogólnej		2				K6IBM_W01 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	Z			P2	PD
2		Podstawy chemii ogólnej	1					K6IBM_W01	15	50	2	0	1	T	Z				PD
3		Podstawy chemii organicznej	2					K6IBM_W01	30	60	2	0	1	T	Z				PD
Razem			<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>75</b>	<b>170</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>2</b>	

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęc DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
17	11	5	0	0	480	1180	42	0	27

## 4.2 Lista bloków kierunkowych

### 4.2.1 Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	DN	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej <sup>5</sup>	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Anatomia dla inżynierów biomedycznych	2					K6IBM_W02 K6IBM_U06 K6IBM_K03	30	50	2	0	2	T/Z	Z		DN		PD
2		Podstawy elektroniki medycznej 1	2					K6IBM_W03 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	50	2	0	1	T/Z	Z		DN		K.
3		Podstawy elektroniki medycznej 2	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	50	2	0	1	T/Z	Z				K.
4		Podstawy elektroniki medycznej 2		1				K6IBM_W09 K6IBM_U04 K6IBM_K02	15	50	2	0	1	T	Z			P2	K.
5		Propedeutyka nauk medycznych	2					K6IBM_W02 K6IBM_K04	30	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K.
6		Wprowadzenie do programowania	2					K6IBM_W04	30	50	2		1	T	Z				S
7		Mikrokontrolery	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K
8		Mikrokontrolery			3			K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K02	45	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
9		Wstęp do optyki i biofotoniki	2					K6IBM_W03	30	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K.
10		Podstawy elektroniki medycznej 2			1			K6IBM_W04 K6IBM_U09 K6IBM_K02	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
11		Biochemia	2					K6IBM_W01 K6IBM_W03	30	75	3	0	2	T/Z	E				PD
12		Biofizyka	1					K6IBM_W03	15	30	1	0	1	T/Z	Z				PD
13		Biofizyka		1				K6IBM_U09	15	50	2	0	1	T	Z			P2	PD

14		Biofizyka			1				K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	0	1	T	Z		P2	PD	
15		Wstęp do optyki i biofotoniki			1				K6IBM_U11	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
16		Wstęp do optyki i biofotoniki					1		K6IBM_U06 K6IBM_U04	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
17		Elektroniczna aparatura medyczna	1						K6IBM_W03 K6IBM_W04 K6IBM_K01	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
18		Elektroniczna aparatura medyczna			1				K6IBM_U08	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
19		Wstęp do fizjologii	1						K6IBM_W02 K6IBM_K01 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K
20		Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	2						K6IBM_W03 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K
21		Cyfrowe przetwarzanie sygnałów			2				K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
22		Techniki obrazowania medycznego				1			K6IBM_W03 K6IBM_U06 K6IBM_U11	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
23		Techniki obrazowania medycznego	1						K6IBM_W03	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
24		Redagowanie tekstów naukowych			1				K6IBM_U02 K6IBM_U07 K6IBM_U08 K6IBM_K06	15	30	1	0	1	T	Z		DN	P1	K
25		Prawne i etyczne aspekty inżynierii biomedycznej					1		K6IBM_W08 K6IBM_U11 K6IBM_K04	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
26		Seminarium dyplomowe					2		K6IBM_W03 K6IBM_W07 K6IBM_U01 K6IBM_U03 K6IBM_U06 K6IBM_K05 K6IBM_K06	30	60	2	2	2	T	Z		DN	P2	K
Razem			19	2	10	1	4			540	1215	45	28	30				23		

## 4.3 Lista bloków specjalnościowych

### 4.3.1 Blok Przedmioty obowiązkowe specjalnościowe:

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo-sób <sup>3</sup> zali-czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącz na	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno - uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt .6	rodzaj <sup>7</sup>
1		Wprowadzenie do programowania obiektowego	2					K6IBM_W03	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K.
2		Wprowadzenie do programowania obiektowego			2			K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
3		Bazy danych	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
4		Bazy danych			2			K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
5		Programowanie aplikacji mobilnych	2					K6IBM_W09	30	50	2	1	1	T/Z	Z		DN		S
6		Programowanie aplikacji mobilnych			2			K6IBM_U04	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
7		Programowanie w Pythonie			2			K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T			DN	P3	S
8		Inżynieria oprogramowania					1	K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	S
9		Inżynieria oprogramowania			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
10		Inżynieria oprogramowania	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
11		Technologie sieciowe	2					K6IBM_W08	30	75	3	2	2	T/Z	E		DN		S

12		Technologie sieciowe			2			K6IBM_U13	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	S
13		Metody numeryczne	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
14		Metody numeryczne			2			K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
15		Systemy pomiarowe	2					K6IBM_W08	30	50	2	2	2	T/Z	Z		DN		S
16		Systemy pomiarowe			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
17		Konwersja i analiza sygnałów nieelektrycznych	1					K6IBM_W03 K6IBM_U10 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		S
18		Konwersja i analiza sygnałów nieelektrycznych			1			K6IBM_U06 K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K02	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
19		Modelowanie układów biologicznych	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
20		Modelowanie układów biologicznych			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
21		Modelowanie układów biologicznych					1	K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
Razem			<b>17</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>570</b>	<b>1370</b>	<b>54</b>	<b>51</b>	<b>36</b>					<b>31</b>	



## 4.4 Lista bloków wybieralnych

### 4.4.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.4.1.1 Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min 5 pkt. ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		PO-W11 ST-IL/15/NH1	2					K6IBM_W05 K6IBM_K04	30	90	3	0	1,5	T	Z	O			KO
2		NH2	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1		1	T	Z	O			KO
3		NS	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	1	T	Z	O			KO
Razem			4	0	0	0	0		60	150	5	0	3,5						

#### 4.4.4.2 Blok Języki obce (min.5 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością naukową	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Język obcy A1/A2/ B1/ B2.1/ C1.1		4				K6IBM_U07	60	60	2	0	2	T	Z	O		P2	KO
2		Język obcy B2.2/C1.2		4				K6IBM_U07	60	90	3	0	2	T	Z	O		P3	KO

Razem	0	8	0	0	0		120	150	5	0	4					5	
-------	---	---	---	---	---	--	-----	-----	---	---	---	--	--	--	--	---	--

#### 4.4.4.3 Blok Zajęcia sportowe (0 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1		Zajęcia sportowe		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O		P	KO
2		Zajęcia sportowe		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O		P	KO
		Razem	0	4	0	0	0		60	60	0	0	0					0	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
4	12	0	0	0	240	360	10	0	7,5

## 4.4.2 Lista bloków specjalnościowych

### 4.4.2.1 Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 41 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączn a	zaję ć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnoucz elniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Bazy danych				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P1	S
2		Wstęp do bioinformatyki	1					K6IBM_W08	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
3		Wstęp do bioinformatyki			2			K6IBM_U14 K6IBM_K06	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	S
4		Programowanie aplikacji mobilnych				1		K6IBM_U04 K6IBM_U10	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
5		Technologie sieciowe				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	75	3	3	1	T	Z		DN	P3	S
6		Analiza szeregów czasowych	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z				S
7		Analiza szeregów czasowych			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	75	3	3	2	T	Z			P3	S
8		Sztuczna inteligencja 1	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
9		Sztuczna inteligencja 1			2			K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
10		Sztuczna inteligencja 2	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
11		Sztuczna inteligencja 2			2			K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
12		Zaawansowane techniki obrazowania	2					K6IBM_W03	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		

13		Zaawansowane techniki obrazowania			2			K6IBM_U06 K6IBM_U11	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	
14		Praktyka kierunkowa						K6IBM_U03 K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_U12		160	6	6			Z		DN	P6	S
								K6IBM_K03 K6IBM_K05  K6IBM_K07											
15		Grafika komputerowa	2					K6IBM_W04 K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
16		Grafika komputerowa			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
17		Układy złożone	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
18		Układy złożone			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
19		Metody statystyczne w bioinżynierii			2			K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
20		Elementy dynamiki nieliniowej	1					K6IBM_W08	15	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
21		Elementy dynamiki nieliniowej			1			K6IBM_U10	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
22		Informatyka w medycynie					1	K6IBM_W05 K6IBM_U06 K6IBM_K03 K6IBM_K06	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
		Razem	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>525</b>	<b>1570</b>	<b>63</b>	<b>62</b>	<b>35</b>					<b>40</b>	

**4.4.2. Blok Praca dyplomowa (min. 15 pkt ECTS):**

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Praca dyplomowa						K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04 K6IBM_U07 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K05 K6IBM_K07	30	450	15	15	1	T	Z		DN	P15	S

**Razem dla bloków specjalnościowych:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów w ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	0	17	3	1	555	2020	78	77	36

**5. Blok praktyk (uchwała Rady Wydziału (dla programów uchwalanych do 30.09.2019 / rekomendacja komisji programowej kierunku (dla programów uchwalanych po 30.09.2019) nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr ...)**

Nazwa praktyki			
Liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>	Tryb zaliczenia praktyki	Kod
6	0	Dziennik praktyki i pisemne sprawozdanie z praktyki zawodowej	
Czas trwania praktyki		Cel praktyki	
4 tygodnie		Zapoznanie studenta z podstawowymi zadaniami i obowiązkami wynikającymi ze specyfiki pracy zawodowej inżyniera, zwłaszcza w dziedzinie Inżynierii Biomedycznej	

**6. Blok „praca dyplomowa” (o ile jest przewidywana na studiach pierwszego stopnia)**

Typ pracy dyplomowej	inżynierska		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod	
1	15		
Charakter pracy dyplomowej			
Praca dyplomowa jest opracowaniem oryginalnego i niezależnego projektu badawczego, przedstawiającym badawcze kompetencje studenta w: projektowaniu, rozeznaniu literaturowym, zbieraniu danych i analizie wyników i ich ograniczeń. Zagadnienia pracy dyplomowej powinny być ukierunkowane na zagadnienia charakterystyczne dla specjalności.			

Liczba punktów ECTS BU <sup>1</sup>	1
--	---

## 7. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	egzamin, kolokwium
ćwiczenia	test, kolokwium
laboratorium	wejściówka, sprawozdanie z laboratorium
projekt	prezentacja projektu
seminarium	udział w dyskusji, prezentacja tematu, esej
praktyka	raport z praktyki
praca dyplomowa	obrona pracy dyplomowej

## 8. Zakres egzaminu dyplomowego

Zakres egzaminu dyplomowego określa Komisja ds. Dyplomowania dla kierunku Inżynieria Biomedyczna i podaje go do wiadomości studentów najpóźniej do końca przedostatniego semestru studiów. Egzaminacja obejmuje prezentację zagadnień dotyczących tematyki pracy, jej obronę i egzamin dyplomowy.

## 9. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach

Wszystkie kursy – zakończone egzaminem lub oceną – są określone w Regulaminie studiów Politechniki Wrocławskiej.

## 10. Plan studiów (załącznik nr 5)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

.....

Data

.....

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....

Data

.....

Podpis Dziekana



## **PLAN STUDIÓW**

**WYDZIAŁ: PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI**

**KIERUNEK STUDIÓW: INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

Przyporządkowany do dyscypliny: **D1 Inżynieria Biomedyczna (dyscyplina wiodąca)**

**POZIOM KSZTAŁCENIA: studia pierwszego stopnia (inżynierskie)**

**FORMA STUDIÓW: stacjonarna**

**PROFIL: ogólnoakademicki**

**SPECJALNOŚĆ: MEDICAL INFORMATICS**

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: ANGIELSKI**

**OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023**

# 1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe      liczba punktów ECTS 30

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu	Sposób zaliczenia	kurs			
			w	ć	l	p	s		ZZ U	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólny uczel- - niany <sup>4</sup>	zw. z działalności ą. naukową	o charakt. prakty- cznym	rodzaj
1		Algebra z geometrią analityczną	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	E	O			PD
2		Algebra z geometrią analityczną		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
3		Analiza matematyczna 1	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	100	4	0	2	T	E	O			PD
4		Analiza matematyczna 1		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
5		Anatomia dla inżynierów biomedycznych	2					K6IBM_W02 K6IBM_U06 K6IBM_K03	30	50	2	0	2	T/Z	Z				PD
6		Fizyka 1	3					K6IBM_W01 K6IBM_U06 K6IBM_K01 K6IBM_K03	45	75	3	0	2	T	E	O			PD

7	Fizyka 1		2				K6IBM_U06 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
8	Podstawy chemii ogólnej		2				K6IBM_W01 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	Z			P2	PD
9	Podstawy chemii ogólnej	1					K6IBM_W0	15	50	2	0	1	T	Z				PD
10	Wprowadzenie do programowania	2					K6IBM_W04	30	50	2	2	1	T	Z				KO
11	Wprowadzenie do programowania		2				K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z			P3	KO
12	Podstawy elektroniki medycznej 1	2					K6IBM_W03 K6IBM_U01K6I BM_K01	30	50	2	0	1	T/Z	Z				K
Razem		<b>14</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>360</b>	<b>795</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>18</b>					<b>12</b>	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	10	2	0	0	360	795	30	5	18

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 27

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Analiza matematyczna 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	E	O			KO
2		Analiza matematyczna 2		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	KO
3		Fizyka 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	50	2	0	1	T	E	O			KO
4		Fizyka 2			3			K6IBM_U09 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	90	3	0	2	T	Z	O		P3	KO
5		Podstawy chemii organicznej	2					K6IBM_W01	30	60	2	0	1	T	Z				KO
6		Podstawy elektroniki medycznej 2	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	50	2	0	1	T	Z				K
7		Podstawy elektroniki medycznej 2		1				K6IBM_W09 K6IBM_U04 K6IBM_K02	15	50	2	0	1	T	Z			P2	K
8		Wprowadzenie do programowania obiektowego	2					K6IBM_W03	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K

9		Wprowadzenie do programowania obiektowego			2					K6IBM_U04 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
10		Propedeutyka nauk medycznych	2							K6IBM_W02 K6IBM_K04	30	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K
11		Wstęp do optyki i biofotoniki	2							K6IBM_W03	30	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
12		Wstęp do optyki i biofotoniki						1		K6IBM_U04 K6IBM_U06	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
Razem			14	3	8	0	0				360	785	27	7	20					12	

### Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 30 godzin w semestrze, 3 punkty ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj	
1		PO-W11 ST-IL/15/NH1	2						30	90	3	0	1,5	T	Z	O				KO
Razem			2	0	0	0			30	90	3	0	1,5							

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
16	3	5	0	1	375	830	30	10	18,5

## Semestr 3

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 26

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącзна	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Bazy danych	2					K6IBM_W09 K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E				K
2		Bazy danych			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z			P3	K
3		Mikrokontrolery	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z				K
4		Mikrokontrolery			3			K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K02	45	90	3	3	2	T	Z			P3	K
5		Podstawy elektroniki medycznej 2			1			K6IBM_U04	15	30	1	1	1	T	Z			P1	K
6		Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	2					K6IBM_W01 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	Z	O			K
7		Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa		2				K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	E	O		P3	K
8		Programowanie aplikacji mobilnych	2					K6IBM_W09	30	50	2	1	1	T/Z	Z				K
9		Programowanie aplikacji mobilnych			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	60	2	2	1	T	Z			P2	K

10		Wstęp do optyki i biofotoniki			1					K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_K03	15	30	1	1	1	T	Z			P1	K
11		Wstęp do fizjologii	1							K6IBM_W02 K6IBM_K01 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T/Z	Z				K
12		Programowanie w Pythonie			2					K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z			P3	K
Razem			<b>8</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				<b>315</b>	<b>695</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>18</b>					<b>16</b>	

### Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 90 godzin w semestrze, 4 punkty ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów					
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalnością naukową	o charakt. praktycznym	rodzaj		
1		Język obcy A1/A2/ B1/ B2.1/ C1.1		4					K6IBM_U07	60	60	2	0	2	T	Z	O			P2	KO
2		NH2	1						K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	1	T	Z	O				KO
3		NS	1						K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	1	T	Z	O				KO
Razem			<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>90</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>						<b>2</b>	

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	6	11	0	0	405	815	30	19	22

## Semestr 4

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 18

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności q. naukową	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Biochemia	2					K6IBM_W01 K6IBM_W03	30	75	3	0	2	T/Z	E				K
2		Biofizyka	1					K6IBM_W03	15	30	1	0	1	T/Z	Z				K
3		Biofizyka		1				K6IBM_U09	15	50	2	0	1	T	Z			P2	K
4		Biofizyka			1			K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	0	1	T	Z			P2	K
5		Elektroniczna aparatura medyczna	1					K6IBM_W03 K6IBM_W04 K6IBM_K01	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
6		Elektroniczna aparatura medyczna			1			K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
7		Technologie sieciowe	2					K6IBM_W08 K6IBM_W09 K6IBM_K01	30	75	3	2	2	T/Z	E		DN		K
8		Technologie sieciowe			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K05	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	K
Razem			<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>165</b>	<b>475</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>11</b>					<b>9</b>	



**Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 165 godzin w semestrze, 12 punktów ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj	
1		Język obcy B2.2/C1.2		4				K6IBM_U07	60	90	3	0	2	T	Z	O			P3	KO
2		Bazy danych				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K	
3		Wstęp do bioinformatyki	1					K6IBM_W08	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K	
4		Wstęp do bioinformatyki			2			K6IBM_U14 K6IBM_K06	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	K	
5		Programowanie aplikacji mobilnych				1		K6IBM_U04 K6IBM_U10	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K	
6		Analiza szeregów czasowych	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		K	
7		Analiza szeregów czasowych			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K	
8		Zajęcia sportowe		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O				KO
		Razem	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		<b>225</b>	<b>495</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>11</b>					<b>13</b>		

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
9	7	8	2	0	330/390	900/965	30/36	18/22	16/20

## Semestr 5

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 21

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	2					K6IBM_W03 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K
2		Cyfrowe przetwarzanie sygnałów			2			K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
3		Inżynieria oprogramowania				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	S
4		Inżynieria oprogramowania			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
5		Inżynieria oprogramowania	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
6		Metody numeryczne	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
7		Metody numeryczne			2			K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
8		Systemy pomiarowe	2					K6IBM_W08	30	50	2	2	2	T/Z	Z		DN		K
Razem			<b>8</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>225</b>	<b>530</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>15</b>					<b>10</b>	

**Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 105 godzin w semestrze, 9 punktów ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Zajęcia sportowe		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z				KO
2		Grafika komputerowa	2					K6IBM_W04 K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
3		Grafika komputerowa			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
4		Technologie sieciowe				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	75	3	3	1	T	Z		DN	P3	S
5		Układy złożone	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
6		Układy złożone			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
<b>Razem</b>			<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>165</b>	<b>405</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>					<b>9</b>	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
12	2	10	2	0	330/390	800/935	30/36	30/36	21/24

## Semestr 6

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 19

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Modelowanie układów biologicznych	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
2		Modelowanie układów biologicznych			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
3		Modelowanie układów biologicznych					1	K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
4		Systemy pomiarowe			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
5		Konwersja i analiza sygnałów nieelektrycznych	1					K6IBM_W03 K6IBM_U10 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K
6		Konwersja i analiza sygnałów nieelektrycznych			1			K6IBM_U06 K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K02	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
7		Techniki obrazowania medycznego					1	K6IBM_W03 K6IBM_U06 K6IBM_U11 K6IBM_K05	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
8		Techniki obrazowania medycznego	1					K6IBM_W03	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
9		Redagowanie tekstów naukowych			1			K6IBM_U02 K6IBM_U07 K6IBM_U06 K6IBM_K06	15	30	1		1	T	Z		DN	P1	K
Razem			4	0	6	1	1		180	485	19	18	12					13	

**Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 105 godzin w semestrze, 11 punktów ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączy	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Metody statystyczne w bioinżynierii			2			K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04	30	74	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
2		Sztuczna inteligencja 1	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
3		Sztuczna inteligencja 1			2			K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
4		Elementy dynamiki nieliniowej	1					K6IBM_W08	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
5		Elementy dynamiki nieliniowej			1			K6IBM_U10	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
6		Informatyka w medycynie					1	K6IBM_W05 K6IBM_U06 K6IBM_K03 K6IBM_K06	15	30	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
<b>Razem</b>			<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		<b>135</b>	<b>365</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>					<b>10</b>	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
7	0	11	1	2	255/315	775/850	30/34	30/34	18/21



# Semestr 7

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe      liczba punktów ECTS 3

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności naukowej	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Prawne i etyczne aspekty w inżynierii biomedycznej					1	K6IBM_W08 K6IBM_U11 K6IBM_K04	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P1	K
2		Seminarium dyplomowe					2	K6IBM_W03 K6IBM_W07 K6IBM_U01 K6IBM_U03 K6IBM_U06 K6IBM_K05 K6IBM_K06	30	60	2	2	1,5	T	Z			P2	K
Razem			0	0	0	0	3		45	110	3	3	3					3	

**Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 90 godzin w semestrze, 27 punktów ECTS)**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z działalności q. naukową	o charakt. praktycznym	rodzaj
1		Sztuczna inteligencja 2	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
2		Sztuczna inteligencja 2			2			K6IBM_U13 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
3		Zaawansowane techniki obrazowania	2					K6IBM_W03	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		
4		Zaawansowane techniki obrazowania			2			K6IBM_U06 K6IBM_U11	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	
5		Praca dyplomowa						K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04 K6IBM_U07 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K05 K6IBM_K07	30	450	15	15	2		Z		DN	P15	S
6		Praktyka zawodowa						K6IBM_U03 K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_U12 K6IBM_K03 K6IBM_K05 K6IBM_K07		160	6	6			Z		DN	P6	S
Razem			4	0	4	0	0		150	910	33	33	10					27	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
4	0	4	0	3	135/195	895/1020	30/36	30/36	9/13

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
	1. Algebra z geometrią analityczną 2. Analiza matematyczna 1 3. Fizyka 1	1
	1. Analiza matematyczna 2 2. Fizyka 2 3. Wprowadzenie do programowania obiektowego	2
	1. Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa 2. Bazy danych	3
	1. Biochemia 2. Technologie sieciowe	4
	1. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów 2. Inżynieria oprogramowania	5
	1. Modelowanie układów biologicznych	6

### 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	13
2	13
3	13
4	12
5	12
6	5
7	0

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....

.....

Data

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentó

.....

.....

Data

Podpis Dziekana

## DESCRIPTION OF THE PROGRAM OF STUDIES

### 1. General description

<i>1.1 Number of semesters: 7</i>	<i>1.2 Total number of ECTS points necessary to complete studies at a given level: 210</i>
<i>1.3 Total number of hours: 2190 (max 2430)</i>	<i>1.4 Prerequisites (particularly for second-level studies): Admission criteria are based on the maturity exam results.</i>

<p>1.5 Upon completion of studies a graduate obtains professional degree of: Engineer</p>	<p>1.6 Graduate profile, employability: Graduates have a broad knowledge of biomedical engineering and acquire a core competence in medical informatics, medical electronics, and biomechanics. They are prepared to design and use modern medical devices for measurement, diagnostic, and therapeutic purposes. Also, they can collect and process information as well as implement, test, and maintain eHealth solutions. Graduates can participate in research and development and can pursue graduate studies.</p> <p>Graduates can work for:</p> <p>(1) healthcare units (e.g., hospitals, outpatient clinics, clinical labs)</p> <p>(2) medical device companies</p> <p>(3) R&amp;D companies</p> <p>(4) IT companies</p> <p>(5) schools as a teacher.</p>
<p>1.7 Possibility of continuing studies: eligibility to apply for admission to second-cycle study programmes, non-degree postgraduate programmes</p>	<p>1.8 Indicate connection with University's mission and its development strategy: The program's goals are to empower students to thrive in a rapidly changing worlds of biomedical engineering and computer technologies as well as understand the needs of patients and healthcare professionals.</p>

### List of footnotes used in attachments 6 and 7:

<sup>1</sup> **BU** – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

<sup>2</sup> traditional – **T**, remote – **Z**

<sup>3</sup> Exam – **E**, crediting – **Z**. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem).

<sup>4</sup> University-wide course /group of courses – **O**

<sup>5</sup> Course/ group of courses practical – **P**. For group of courses state the number of ECTS for practical classes. <sup>6</sup> **KO** – general education, **PD** – basic, **K** – main field of study, **S** – specialization <sup>7</sup> **W** - optional, **Ob** – obligatory



## Detailed description

**2.1 Total number of learning outcomes in the program of study: W (knowledge) = 9, U (skills) = 14, K (competences) = 8,  
W + U + K = 31**

**2.2 For the main field of study assigned to more than one discipline - the number of learning outcomes assigned to the discipline: D1 (major) 31 (this number must be greater than half the total number of learning outcomes)**

**2.3 For the main field of study assigned to more than one discipline - percentage share of the number of ECTS points for each discipline:  
D1 100% ECTS points**

**2.4a For the general academic profile of the main field of study – the number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline or disciplines to which the main field of study is assigned – DN (must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 1.2)**

**142 ECTS**

**2.4b For the practical profile of the main field of study - the number of ECTS points assigned to the classes shaping practical skills (must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 1.2) NOT APPLICABLE**

### **2.5 Concise analysis of compliance of the assumed learning outcomes with the needs of the labor market**

There is a growing demand for biomedical engineers with interdisciplinary knowledge of medicine, computer science, and medical devices. Such a background is indispensable to meet the demands of the rapidly changing healthcare system which strives to accommodate the needs of patients and healthcare personnel.

**2.6 The total number of ECTS points that a student must obtain in classes requiring direct participation of academic teachers or other persons conducting classes**

**and students (enter the sum of ECTS points for courses / groups of courses marked with the BU1 code) 136,5 ECTS**

**2.7 Total number of ECTS points, which student has to obtain from basic sciences classes**

Number of ECTS points for obligatory subjects	41
Number of ECTS points for optional subjects	0
Total number of ECTS points	41

**2.8 Total number of ECTS points, which student has to obtain from practical classes, including project and laboratory classes (enter total number of ECTS points for courses/group of courses denoted with code P)**

Number of ECTS points for obligatory subjects	75
Number of ECTS points for optional subjects	50
Total number of ECTS points	125

**2.9 Minimum number of ECTS points, which student has to obtain doing education blocks offered as part of university-wide classes or other main field of study (enter number of ECTS points for courses/groups of courses denoted with code O)**

45 ECTS points

**2.10 Total number of ECTS points, which student may obtain doing optional blocks (min. 30% of total number of ECTS points) 88**

ECTS points

### **3. Description of the process leading to learning outcomes acquisition**

Each subject card describes the evaluation of proposed learning outcomes (Attach. No. 2 to IO 16/2020). The following tools are used to assess educational effects related to knowledge: oral/written exams, tests, presentations, and group discussions. Acquired skills are tested with lab reports and problem solving. The observation of student's behavior during individual activities, teamwork, and interaction with teachers are used to evaluate social competences.

#### 4. List of education blocks:

##### 4.1 List of obligatory blocks

##### 4.1.1 List of general education blocks

##### 4.1.1.1 Information technologies block (min. 3 ECTS points):

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/ group of course s cl	Way <sup>3</sup> of credi ng lab	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	group of course s code	DN	lec			Univer sitywide <sup>4</sup>	Concer ning scien tific activi ties	Practic al <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Introduction to Programming			2			K6IBM_U 04	30	75	3	0	2	T	Z			P3	KO
		Total	0	0	2	0	0		30	75	3	0	2					3	

##### Altogether for general education blocks

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
0	0	2	0	0	30	75	3	0	2

## 4.1.2 List of basic sciences block

### 4.1.2.1 Mathematics block

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses cl	Way <sup>3</sup> of crediting lab	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	group of courses code	DN	lec			Univertywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Algebra and Analytic Geometry	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	E	O			PD
2		Algebra and Analytic Geometry		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
3		Mathematical Analysis 1	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	100	4	0	2	T	E	O			PD
4		Mathematical Analysis 1		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
5		Mathematical Analysis 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	E	O			PD
6		Mathematical Analysis 2		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
7		Statistics and Probability Theory	2					K6IBM_W01 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	Z	O			PD
8		Statistics and Probability Theory		2				K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	E	O		P3	PD
Total			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>240</b>	<b>655</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>15</b>					<b>11</b>	

#### 4.1.2.2 Physics block

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		Univ ersit y- wide 4	Univ ersit y- wide 4	Univer sitywide <sup>4</sup>	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			Univers itywide <sup>4</sup>	Concer ning scien tific activi ties	Practic al <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Physics 1		2				K6IBM_U06 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
2		Physics 1	3					K6IBM_W01 K6IBM_U06 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	100	4	0	2	T	E	O			PD
3		Physics 2			3			K6IBM_U09 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
4		Physics 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	50	2	0	2	T	E	O			PD
Total			5	2	3	0	0		150	300	11	0	7					5	

### 4.1.2.3 Chemistry block

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		Universitywide <sup>4</sup>	CNPS	University-wide <sup>4</sup>	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			University-wide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Principles of Chemistry		2				K6IBM_W01 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	Z			P2	PD
2		Principles of Chemistry	1					K6IBM_W01	15	50	2	0	1	T	Z				PD
3		Principles of Organic Chemistry	2					K6IBM_W01	30	60	2	0	1	T	Z				PD
Total			<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>75</b>	<b>170</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>2</b>	

### Altogether for basic sciences blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
17	11	5	0	0	480	1180	42	0	27

## 4.2 List of the main field of study blocks

### 4.2.1 Obligatory main field of study blocks

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	c l	lab	pr	sem		Univ ersit y- wide 4	CNP S	Total	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			Univ ersitywide <sup>4</sup>	Concer ning scien tific activiti es <sup>5</sup>	Practic al <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Anatomy for Biomedical Engineers	2					K6IBM_W02 K6IBM_U06 K6IBM_K03	30	50	2	0	2	T/Z	Z		DN		PD
2		Introduction to Medical Electronics 1	2					K6IBM_W03 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	50	2	0	1	T/Z	Z		DN		K.
3		Medical Electronics 2	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	50	2	0	1	T/Z	Z				K.
4		Medical Electronics 2		1				K6IBM_W09 K6IBM_U04 K6IBM_K02	15	50	2	0	1	T	Z			P2	K.
5		Propaedeutics of Medical Sciences	2					K6IBM_W02 K6IBM_K04	30	30	1	1	1	T	Z		DN		K.
6		Introduction to Programming	2					K6IBM_W04	30	50	2	0	1	T	Z				S
7		Microcontrollers			3			K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K02	45	90	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
8		Microcontrollers	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K.
9		Introduction to Biomedical Optics and Biophotonics	2					K6IBM_W03	30	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K

10		Medical Electronics 2			1			K6IBM_W04 K6IBM_U09 K6IBM_K02	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
11		Biochemistry	2					K6IBM_W01 K6IBM_W03	30	75	3	0	2	T/Z	E				PD
12		Biophysics	1					K6IBM_W03	15	30	1	0	1	T/Z	Z				PD
13		Biophysics		1				K6IBM_U09	15	50	2	0	1	T	Z			P2	PD
14		Biophysics			1			K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	0	1	T	Z			P2	PD
15		Introduction to Biomedical Optics and Biophotonics			1			K6IBM_U11	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
16		Introduction to Biomedical Optics and Biophotonics					1	K6IBM_U06 K6IBM_U04	15	30	1	1	1	T	Z		DN		K
17		Electromedical Instrumentation	1					K6IBM_W03 K6IBM_W04 K6IBM_K01	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
18		Electromedical Instrumentation			1			K6IBM_U08	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
19		Introduction to Medical Physiology	1					K6IBM_W02 K6IBM_K01 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K
20		Digital Signal Processing	2					K6IBM_W03 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K
21		Digital Signal Processing			2			K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
22		Medical Imaging Techniques				1		K6IBM_W03 K6IBM_U06 K6IBM_U11	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
23		Medical Imaging Techniques	1					K6IBM_W03	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
24		Academic Writing				1		K6IBM_U02 K6IBM_U07 K6IBM_U08 K6IBM_K06	15	30	1	0	1	T	Z		DN	P1	K
25		Legal and Ethical Aspects in Biomedical Engineering					1	K6IBM_W08 K6IBM_U11 K6IBM_K04	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K



26		Diploma Seminar					2	K6IBM_W03 K6IBM_W07 K6IBM_U01 K6IBM_U03 K6IBM_U06 K6IBM_K05 K6IBM_K06	30	60	2	2	2	T	Z		DN	P2	K
		Razem	19	2	10	1	4		540	1215	45	28	30					23	

## 4.3 Specialization blocks

### 4.3.1 Specialization subject blocks:

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Form <sup>2</sup> of course/ group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	Total	DN <sup>5</sup> class es	BU <sup>1</sup> classes			Univer sitywide <sup>4</sup>	Concer ning scientific activiti ess	Practi cal <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Introduction to Object Oriented Programming	2					K6IBM_W03	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K.
2		Introduction to Object Oriented Programming			2			K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
3		Databases	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
4		Databases			2			K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
5		Mobile Application Development	2					K6IBM_W09	30	50	2	1	1	T/Z	Z		DN		S
6		Mobile Application Development			2			K6IBM_U04	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
7		Programming in Python			2			K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T			DN	P3	S

8		Software Engineering				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	S
9		Software Engineering			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
10		Software Engineering	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
11		Network Technologies	2					K6IBM_W08	30	75	3	2	2	T/Z	E		DN		S
12		Network Technologies			2			K6IBM_U13	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	S
13		Numerical Methods	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
14		Numerical Methods			2			K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
15		Measurement systems	2					K6IBM_W08	30	50	2	2	2	T/Z	Z		DN		S
16		Measurement systems			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
17		Conversion and Analysis of Non-electrical Signals	1					K6IBM_W03 K6IBM_U10 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		S
18		Conversion and Analysis of Non-electrical Signals			1			K6IBM_U06 K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K02	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
19		Modelling of Biological Systems	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
20		Modelling of Biological Systems			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
21		Modelling of Biological Systems					1	K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
Total			17	0	19	1	1		570	1370	54	51	36					31	

## 4.4 List of optional blocks

### 4.4.1 List of general education blocks

#### 4.4.1.1 Liberal-managerial subjects block (min. 5 ECTS points):

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			l e c	c l	l a b	p r	s e m		ZZU	CNP S	Total	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			Univer sitywide <sup>4</sup>	Concer ning scien tific activi ties <sup>5</sup>	Practic al <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		PO-W11 ST-IL/15/NH1	2					K6IBM_W05 K6IBM_K04	30	90	3	0	1,5	T	Z	O			KO
2		NH2	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1		1	T	Z	O			KO
3		NS	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	1	T	Z	O			KO
Total			<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3,5</b>						

**4.4.4.2 Foreign languages block (min. 5 ECTS points):**

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points	Number of hours		Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			l e c	c l	l a b	p r	s e m		ZZU	CNP S		Total	DN <sup>5</sup> classes			BU <sup>1</sup> classes	Univer sitywide <sup>4</sup>	Concer ning scien tific activi ties <sup>5</sup>	Practic al <sup>6</sup>
1		Foreign language A1/A2/ B1/ B2.1/ C1.1		4				K6IBM_U07	60	60	2	0	2	T	Z	O		P2	KO
2		Foreign language B2.2/C1.2		4				K6IBM_U07	60	90	3	0	2	T	Z	O		P3	KO
Total			<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>					<b>5</b>	

**4.4.4.3 Sporting classes block (0 ECTS points):**

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points	Number of hours		Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			l e c	c l	l a b	p r	s e m		ZZU	CNP S		Total	DN <sup>5</sup> classes			BU <sup>1</sup> classes	Univer sitywide <sup>4</sup>	Concer ning scien tific activi ties <sup>5</sup>	Practic al <sup>6</sup>
1		Sports		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O		P	KO
2		Sports		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O		P	KO
Total			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					<b>0</b>	

## Altogether for general education blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
4	12	0	0	0	240	360	10	0	7,5

## 4.5.1 List of specialization blocks

### 4.5.1.1 Specialization subjects (e.g., whole specialization) blocks (min. 41 ECTS points):

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Databases				1	K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P1	S	
2		Introduction to Bioinformatics	1				K6IBM_W08	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		S	
3		Introduction to Bioinformatics			2		K6IBM_U14 K6IBM_K06	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	S	
4		Mobile Application Development				1	K6IBM_U04 K6IBM_U10	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	S	
5		Network technologies				1	K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	75	3	3	1	T	Z		DN	P3	S	
6		Time Series Analysis	2				K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z				S	

7		Time Series Analysis			2				K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	75	3	3	2	T	Z		P3	S	
8		Artificial Intelligence 1	2						K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN	S	
9		Artificial Intelligence 1			2				K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
10		Artificial Intelligence 2	2						K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN	S	
11		Artificial Intelligence 2			2				K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
12		Advanced Imaging Techniques	2						K6IBM_W03	30	50	3	3	2	T/Z	Z		DN		
13		Advanced Imaging Techniques			2				K6IBM_U06 K6IBM_U11	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	

14		Practical training							K6IBM_U03 K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_U12 K6IBM_K03 K6IBM_K05 K6IBM_K07		160	6	6			Z		DN	P6	S
15		Computer Graphics	2						K6IBM_W04 K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN	S	
16		Computer Graphics			2				K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
17		Complex Systems	2						K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN	S	
18		Complex Systems			2				K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
19		Statistical Methods in Bioengineering			2				K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S

20		Elements of Nonlinear Dynamics	1					K6IBM_W08	15	30	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
21		Elements of Nonlinear Dynamics			1			K6IBM_U10	15	75	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
22		Computer Science in Medicine					1	K6IBM_W05 K6IBM_U06 K6IBM_K03 K6IBM_K06	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
Total			14	0	17	3	1		525	1570	63	62	35					40	

**4.5.1.4 Diploma project block (min. 15 pkt ECTS):**

No.	Course/	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			For m <sup>2</sup> of cour se/gr oup of cour ses	Way <sup>3</sup> of credi ting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN <sup>5</sup> class es	BU <sup>1</sup> class es			Univer sitywide <sup>4</sup>	Concer ning scien tific activi ties	Practic al <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Diploma Project						K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04 K6IBM_U07 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K05 K6IBM_K07	30	450	15	15	1	T	Z		DN	P15	S

**Altogether:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
14	0	17	3	1	555	2020	78	77	36

**5. Training block - concerning principles of training crediting – attachment no. ... Opinion of the Advisory Faculty Council concerning the rules of crediting training block**

<b>Name of training</b>			
<b>Number of ECTS points</b>	<b>Number of ECTS points for BU<sup>1</sup> classes</b>	<b>Number of ECTS points</b>	<b>Code</b>
<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	
<b>Training duration</b>		<b>Training objective</b>	
4 weeks		Becoming familiar with fundamental tasks and responsibilities specific to engineer's work, especially in the field of biomedical engineering	

**6. Diploma dissertation block (*if it is foreseen at first level studies*)**

<b>Type of diploma dissertation</b>		undergraduate	
<b>Number of diploma dissertation semesters</b>		<b>Number of ECTS points</b>	<b>Code</b>
1		15	
<b>Character of diploma dissertation</b>			
Diploma dissertation is an account of original, independent research project that demonstrates student's research competencies: project design, literature review, data collection, and analysis of results and their limitations. Dissertation's topics should be related to specialization.			
<b>Number of BU<sup>1</sup> ECTS points</b>		1	



## 7. Methods of verifying assumed learning outcomes

Type of classes	Methods of verifying assumed learning outcomes
lecture	examination, final test
class	midterm/final test
laboratory	pretest, laboratory report
project	project presentation
seminar	group discussion, topic presentation, essay
training	practical training report
diploma dissertation	diploma defense

## 8. Diploma examination scope

The scope of the diploma examination is determined by the Biomedical Engineering Graduation Committee and communicated to students by the end of the penultimate semester of study at the latest. The diploma examination is made-up of the thesis presentation, discussion of the results with the examination committee members, and diploma exam.

## 9. Requirements concerning deadlines for crediting courses/groups of courses for all courses in particular blocks

All courses–credited with exam or grade–are defined by the provisions of the Rules of Study at the Wrocław University of Science and Technology.

## 10. Plan of studies (attachment no. 7)

Approved by faculty student government legislative body:

.....  
Date

.....  
name and surname, signature of student representative

.....  
Date

.....  
Dean's signature

## **PLAN OF STUDIES**

**FACULTY: OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY**

**MAIN FIELD OF STUDY: BIOMEDICAL ENGINEERING**

**EDUCATION LEVEL: first level studies (engineer)**

**FORM OF STUDIES: full-time**

**PROFILE: general academic**

**SPECIALIZATION: MEDICAL INFORMATICS**

**LANGUAGE OF STUDY: ENGLISH**

In effect since **2022/2023**

# 1. Set of obligatory and optional courses and groups of courses in semestral arrangement

## Semester 1

Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 30

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Algebra and Analytic Geometry	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	E	O			PD
2		Algebra and Analytic Geometry		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
3		Mathematical Analysis 1	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	100	4	0	2	T	E	O			PD
4		Mathematical Analysis 1		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	PD
5		Anatomy for Biomedical Engineers	2					K6IBM_W02 K6IBM_U06 K6IBM_K03	30	50	2	0	2	T/Z	Z				PD
6		Physics 1	3					K6IBM_W01 K6IBM_U06 K6IBM_K01 K6IBM_K03	45	75	3	0	2	T	E	O			PD
7		Physics 1		2				K6IBM_U06 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	60	2	0	1	T	Z	O		P2	PD
8		Principles of Chemistry		2				K6IBM_W01 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	60	2	0	1	T	Z			P2	PD
9		Principles of Chemistry	1					K6IBM_W01	15	50	2	0	1	T	Z				PD

10		Introduction to Programming	2					K6IBM_W04	30	50	2	2	1	T	Z				KO
11		Introduction to Programming		2				K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z			P3	KO
12		Introduction to Medical Electronics 1	2					K6IBM_W03 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	50	2	0	1	T/Z	Z				K
Total			<b>14</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>360</b>	<b>795</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>18</b>					<b>12</b>	

**Altogether in semester:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
14	10	0	0	0	360	795	30	5	18

## Semester 2

### Obligatory courses / groups of courses

### Number of ECTS points 27

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Mathematical Analysis 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	E	O			KO
2		Mathematical Analysis 2		2				K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	90	3	0	2	T	Z	O		P3	KO
3		Physics 2	2					K6IBM_W01 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	30	50	2	0	1	T	E	O			KO
4		Physics 2			3			K6IBM_U09 K6IBM_K01 K6IBM_K03 K6IBM_K05	45	90	3	0	2	T	Z	O		P3	KO
5		Principles of Organic Chemistry	2					K6IBM_W01	30	60	2	0	1	T	Z				KO
6		Principles of Medical Electronics 2	2					K6IBM_W03 K6IBM_W04	30	50	2	0	1	T/Z	Z				K
7		Principles of Medical Electronics 2		1				K6IBM_W09 K6IBM_U04 K6IBM_K02	15	50	2	0	1	T	Z			P2	K
8		Introduction to Object Oriented Programming	2					K6IBM_W03	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K
9		Introduction to Object Oriented Programming			2			K6IBM_U04 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
10		Propaedeutics of Medical Sciences	2					K6IBM_W02 K6IBM_K04	30	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K

11		Introduction to Biomedical Optics and Biophotonics	2					K6IBM_W03	30	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
12		Introduction to Biomedical Optics and Biophotonics					1	K6IBM_U04 K6IBM_U06	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
Total			14	3	5	0	1		345	740	27	10	17					12	

**Optional courses / groups of courses (minimum 30 hours in semester, 3 ECTS points)**

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			l e c	cl	lab	pr	sem		Universitywide <sup>4</sup>	CNPS	Total	Univ ers itywide <sup>4</sup>	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		PO-W11 ST-IL/15/NH1	2					30	90	3	0	1,5	T	Z	O				KO
Total			2					30	90	3		1,5							

**Altogether in semester:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
16	3	5	0	1	375	830	30	10	18,5

## Semester 3

### Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 26

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		Universitywide <sup>4</sup>	CNPS	Total	Universitywide <sup>4</sup>	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Databases	2					K6IBM_W09 K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E				K
2		Databases			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z			P3	K
3		Microcontrollers	1					K6IBM_W03 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z				K
4		Microcontrollers			3			K6IBM_W03 K6IBM_U05 K6IBM_K02	45	90	3	3	2	T	Z			P3	K
5		Principles of Medical Electronics 2			1			K6IBM_U04	15	30	1	1	1	T	Z			P1	K
6		Statistics and Probability Theory	2					K6IBM_W01 K6IBM_U01 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	Z	O			K
7		Statistics and Probability Theory		2				K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	0	2	T	E	O		P3	K
8		Mobile Application Development	2					K6IBM_W09	30	50	2	1	1	T/Z	Z				K
9		Mobile Application Development			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	60	2	2	1	T	Z			P2	K
10		Introduction to Biomedical Optics and Biophotonics			1			K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_K03	15	30	1	1	1	T	Z			P1	K
11		Introduction to Physiology	1					K6IBM_W02 K6IBM_K01 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T/Z	Z				K
12		Programing in Python			2			K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z			P3	K



	Total	8	2	11	0	0		315	695	26	19	18					16	
--	-------	---	---	----	---	---	--	-----	-----	----	----	----	--	--	--	--	----	--

**Optional courses / groups of courses (minimum 90 hours in semester, 4 ECTS points)**

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
		Foreign language A1/A2/ B1/ B2.1/ C1.1		4				K6IBM_U07	60	60	2	0	2	T	Z	O		P2	KO
		NH2	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	1	T	Z	O			KO
		NS	1					K6IBM_W05 K6IBM_K04	15	30	1	0	1	T	Z	O			KO
		Total	2	4	0	0	0		90	120	4	0	4					2	

**Altogether in semester:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
10	6	11	0	0	405	815	30	19	22

## Semester 4

Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 18

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Biochemistry	2					K6IBM_W01 K6IBM_W03	30	75	3	0	2	T	E				K
2		Biophysics	1					K6IBM_W03	15	30	1	0	1	T/Z	Z				K
3		Biophysics		1				K6IBM_U09	15	50	2	0	1	T	Z			P2	K
4		Biophysics			1			K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	0	1	T	Z			P2	K
5		Electromedical Instrumentation	1					K6IBM_W03 K6IBM_W04 K6IBM_K01	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
6		Electromedical Instrumentation			1			K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K03	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
7		Network Technologies	2					K6IBM_W08 K6IBM_W09 K6IBM_K01	30	75	3	2	2	T/Z	E		DN		K
8		Network Technologies			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K05	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	K
Total			6	1	4	0	0		165	475	18	8	11					9	

**Optional courses / groups of courses (minimum 165 hours in semester, 12 ECTS points)**

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way3 of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Foreign language B2.2/C1.2		4				K6IBM_U07	60	90	3	0	0	T	Z	O		P3	KO
2		Databases				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
3		Introduction to Bioinformatics	1					K6IBM_W08	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
4		Introduction to Bioinformatics			2			K6IBM_U14 K6IBM_K06	30	75	3	2	2	T	Z		DN	P3	K
5		Mobile Application Development				1		K6IBM_U04 K6IBM_U10	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
6		Time Series Analysis	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		K
7		Time Series Analysis			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
8		Sports		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z	O			KO
Total			<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		<b>225</b>	<b>495</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>9</b>					<b>13</b>	

**Altogether in semester:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
9	7	8	2	0	330/390	900/970	30/36	18/22	16/20

# Semester 5

## Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 21

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
	lec		cl	lab	pr	sem	ZZU		CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes	Universitywide <sup>4</sup>			Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>	
1		Digital Signal Processing	2					K6IBM_W03 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		K
2		Digital Signal Processing			2			K6IBM_U05 K6IBM_U10 K6IBM_K01	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
3		Software Engineering					1	K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	S
4		Software Engineering			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03 K6IBM_K04 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
5		Software Engineering	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
6		Numerical Methods	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
7		Numerical Methods			2			K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
8		Measurement systems	2					K6IBM_W08	30	50	2	2	2	T/Z	Z		DN		K
Total			<b>8</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>225</b>	<b>515</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>15</b>					<b>10</b>	

**Optional courses / groups of courses (minimum 105 hours in semester, 9 ECTS points)**

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Sports		2				K6IBM_K08	30	30	0	0	0	T	Z				KO
2		Computer Graphics	2					K6IBM_W04 K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
3		Computer Graphics			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
4		Network technologies				1		K6IBM_U13 K6IBM_U14	15	75	3	3	1	T	Z		DN	P3	S
5		Complex Systems	2					K6IBM_W09	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
6		Complex Systems			2			K6IBM_U04 K6IBM_U10	30	25	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
<b>Total</b>			<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>165</b>	<b>425</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>					<b>9</b>	

**Altogether in semester:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
12	2	10	2	0	330/390	820/940	30/36	30/36	21/24

## Semester 6

### Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 19

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Modelling of Biological Systems	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	E		DN		S
2		Modelling of Biological Systems			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
3		Modelling of Biological Systems					1	K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
4		Measurement systems			2			K6IBM_U13 K6IBM_U14 K6IBM_K03	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	K
5		Conversion and Analysis of Non-electrical Signals	1					K6IBM_W03 K6IBM_U10 K6IBM_K01	15	30	1	1	1	T/Z	Z		DN		K
6		Conversion and Analysis of Non-electrical Signals			1			K6IBM_U06 K6IBM_U09 K6IBM_U10 K6IBM_K01 K6IBM_K02	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
7		Medical Imaging Techniques				1		K6IBM_W03 K6IBM_U06 K6IBM_U11 K6IBM_K05	15	50	2	2	1	T	Z		DN	P2	K
8		Medical Imaging Techniques	1					K6IBM_W03	15	50	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
9		Academic Writing			1			K6IBM_U02 K6IBM_U07 K6IBM_U08 K6IBM_K06	15	30	1		1	T	Z		DN	P1	K
Total			4	0	6	1	1		180	485	19	18	12					13	

**Optional courses / groups of courses (minimum 105 hours in semester, 11 ECTS points)**

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN <sup>5</sup> classes	BU <sup>1</sup> classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Statistical Methods in Bioengineering			2			K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
2		Artificial Intelligence 1	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
3		Artificial Intelligence 1			2			K6IBM_U13	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
4		Elements of Nonlinear Dynamics	1					K6IBM_W08	15	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
5		Elements of Nonlinear Dynamics			1			K6IBM_U10	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
6		Computer Science in Medicine					1	K6IBM_W05 K6IBM_U06 K6IBM_K03 K6IBM_K06	15	60	2	2	1	T	Z		DN	P2	S
<b>Total</b>			<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		<b>135</b>	<b>395</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>					<b>10</b>	

**Altogether in semester:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
7	0	11	1	2	255/315	775/850	30/34	30/34	18/21

## Semester 7

### Obligatory courses / groups of courses

### Number of ECTS points 3

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Legal and Ethical Aspects in Biomedical Engineering					1	K6IBM_W08 K6IBM_U11 K6IBM_W08	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P1	K
2		Diploma Seminar					2	K6IBM_W03 K6IBM_W07 K6IBM_U01 K6IBM_U03 K6IBM_U06 K6IBM_K05 K6IBM_K06	30	60	2	2	2	T	Z		DN	P2	K
Total			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>		<b>45</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>					<b>3</b>	



**Optional courses / groups of courses (minimum 90 hours in semester, 27 ECTS points)**

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol <b>GK</b> )	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form <sup>2</sup> of course/group of courses	Way <sup>3</sup> of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN5 classes	BU1 classes			Universitywide <sup>4</sup>	Concerning scientific activities <sup>5</sup>	Practical <sup>6</sup>	Type <sup>7</sup>
1		Artificial Intelligence 2	2					K6IBM_W08	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		S
2		Artificial Intelligence 2			2			K6IBM_U13 K6IBM_K06	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	S
3		Advanced Imaging Techniques	2					K6IBM_W03	30	75	3	3	2	T/Z	Z		DN		
4		Advanced Imaging Techniques			2			K6IBM_U06 K6IBM_U11	30	75	3	3	2	T	Z		DN	P3	
5		Diploma Project						K6IBM_W03 K6IBM_U03 K6IBM_U04 K6IBM_U07 K6IBM_U11 K6IBM_K01 K6IBM_K05 K6IBM_K07	30	450	15	15	2		Z		DN	P15	S
6		Practical training						K6IBM_U03 K6IBM_U08 K6IBM_U11 K6IBM_U12 K6IBM_K03 K6IBM_K05 K6IBM_K07		160	6	6			Z		DN	P6	S
Total			4	0	4	0	0		150	890	33	33	10					27	

**Altogether in semester:**

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes <sup>5</sup>	Number of ECTS points for BU classes <sup>1</sup>
lec	cl	lab	pr	sem					
4	0	4	0	3	135/195	875/1000	30/36	30/36	9/13

## 2. Set of examinations in semestral arrangement

Course / group of courses code	Names of courses / groups of courses ending with examination	Semester
	1. Algebra and Analytic Geometry 2. Mathematical Analysis 1 3. Physics 1	1
	1. Mathematical Analysis 2 2. Physics 2 3. Introduction to Object-Oriented Programming	2
	1. Databases 2. Statistics and Probability Theory	3
	1. Biochemistry 2. Network Technologies	4
	1. Digital Signal Processing 2. Software Engineering	5
	1. Modelling of Biological Systems	6

### 3. Numbers of allowable deficit of ECTS points after semesters

Semester	Allowable deficit of ECTS points after semester
1	13
2	13
3	13
4	12
5	12
6	5
7	0

Opinion of student government legislative body

.....

.....

Date

Name and surname, signature of student representative

.....

.....

Date

Dean's signature

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim      Analiza Matematyczna  
1.1 A****Nazwa przedmiotu w języku angielskim      Mathematical Analysis  
1.1 A****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): Biomechanika Inżynierska,  
Elektronika Medyczna,  
Optyka Biomedyczna, Informatyka Medyczna****Poziom i forma studiów:      I stopień, stacjonarna /****Rodzaj przedmiotu:      obowiązkowy****Kod przedmiotu      MAP001142W, MAP001142C****Grupa kursów      NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100	90			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	2	2			

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. W: Zalecana jest znajomość matematyki odpowiadająca maturze na poziomie rozszerzonym
2. U: Zalecane są umiejętności matematyczne odpowiadające maturze na poziomie rozszerzonym.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie podstawowych metod analizy przebiegu zmienności funkcji jednej zmiennej rzeczywistej.

C2 Poznanie pojęcia całki nieoznaczonej oraz metod wyznaczania całki nieoznaczonej.

C3 Poznanie praktycznych zastosowań metod analizy matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku różniczkowego, służące do badania przebiegu zmienności funkcji jednej zmiennej rzeczywistej.

PEU\_W02 Zna pojęcie całki nieoznaczonej i metody ich wyznaczania.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi badać przebieg zmienności prostych funkcji.

PEU\_U02 Potrafi obliczać całki nieoznaczone z prostych funkcji.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie wpływ rachunku różniczkowego i całkowego na rozwój cywilizacji technicznej.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp (cel wykładu). Notacja matematyczna (spójniki logiczne, kwantyfikatory), elementy teorii mnogości, liczby rzeczywiste, podzbiory zbioru liczb rzeczywistych (odcinki, półproste).	2.0
Wy2	Podstawowe własności funkcji (funkcja różnowartościowa, monotoniczna). Składanie funkcji. Funkcja odwrotna. Funkcje potęgowe i wykładnicze oraz odwrotne do nich. Własności logarytmu.	2.0
Wy3	Funkcje trygonometryczne i odwrotne do nich. Wykresy funkcji trygonometrycznych i odwrotnych do nich.	2.0
Wy4	Ciągi i granice ciągu. Podstawowe wzory i twierdzenia. Liczba e. Granice niewłaściwe. Granice niewłaściwe.	2.0
Wy5	Granica funkcji w punkcie. Granice jednostronne funkcji. Asymptoty funkcji.	2.0
Wy6	Ciągłość funkcji w punkcie i na przedziale. Podstawowe własności funkcji ciągłych. Przybliżone rozwiązywanie równań. Ciągłość jednostronna. Rodzaje punktów nieciągłości.	2.0
Wy7	Pochodna funkcji. Podstawowe wzory i twierdzenia. Interpretacja geometryczna i fizyczna pochodnej. Twierdzenie o wartości średniej. Reguła de L'Hospitala.	2.0
Wy8	Ekstrema funkcji, monotoniczność na przedziałach. Pochodne wyższych rzędów. Wypukłość funkcji.	2.0
Wy9	Badanie przebiegu zmienności funkcji.	2.0
Wy10	Wyznaczanie wartości największej i najmniejszej funkcji ciągłej na odcinku domkniętym i ograniczonym oraz zastosowania	2.0

Wy11	Wzór Taylora. Aproksymacja funkcji. Zastosowania.	2.0
Wy12	Całka nieoznaczona: podstawowe wzory.	2.0
Wy13	Metody obliczania całek I: całkowanie przez części i podstawienie.	2.0
Wy14	Metody obliczania całek II: proste funkcje wymierne, podstawienia trygonometryczne.	2.0
Wy15	Metody obliczania całek III: proste funkcje niewymierne.	3.0
	Suma godzin	<b>30.0</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Tautologie, prawa de Morgana, suma, przekrój i dopełnienie zbiorów.	2.0
Ćw2	Liczby naturalne, całkowite, wymierne, rzeczywiste. Potęgowanie i logarytm.	2.0
Ćw3	Wykresy prostych funkcji. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji.	2.0
Ćw4	Funkcje i tożsamości trygonometryczne.	2.0
Ćw5	Granice ciągów.	2.0
Ćw6	Granice funkcji w punkcie.	2.0
Ćw7	Funkcje ciągłe. Ciągłość jednostronna, punkty nieciągłości.	2.0
Ćw8	Twierdzenia o funkcjach ciągłych i ich zastosowania.	2.0
Ćw9	Pochodna funkcji w punkcie. Równanie stycznej do funkcji w punkcie.	2.0
Ćw10	Obliczanie pochodnych funkcji. Wyznaczanie przedziałów monotoniczności funkcji oraz ekstremów lokalnych.	2.0
Ćw11	Wyznaczanie wartości największej i najmniejszej funkcji ciągłej na odcinku domkniętym i ograniczonym	2.0
Ćw12	Wzór Taylora. Reguła de L'Hospitala – obliczanie granic funkcji.	2.0
Ćw13	Wyznaczanie całek nieoznaczonych metodą całkowania przez części i przez podstawienie.	2.0
Ćw14	Całkowanie funkcji wymiernych. Całkowanie funkcji trygonometrycznych.	2.0
Ćw15	Całkowanie funkcji trygonometrycznych. Całkowanie funkcji z niewymiernościami.	2.0
	Suma godzin	<b>30</b>



### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład – metoda tradycyjna

N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna

N3. Praca własna studenta z wykorzystaniem pakietów matematycznych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Kolokwia na ćwiczeniach, odpowiedzi ustne
F2	PEU_W01, PEU_02	Egzamin
P Egzamin		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. Kryszczyński, L. Włodarski, Analiza Matematyczna w Zadaniach, Cz. I, PWN, Warszawa 2006
- [2] F. Leja, Rachunek Różniczkowy i Całkowy, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] K. Kuratowski, Rachunek różniczkowy i całkowy. Funkcje jednej zmiennej, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012
- [2] G. M. Fichtenholz, Rachunek różniczkowy i całkowy, T. I-II, PWN, Warszawa, 2007
- [3] M. Gewert, Z. Skoczylas, Analiza matematyczna 1. Przykłady i zadania, Oficyna wydawnicza GiS, Wrocław 2011.

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Robert Rałowski, e-mail: [robert.ralowski@pwr.edu.pl](mailto:robert.ralowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim      Analiza Matematyczna  
2.1 A****Nazwa przedmiotu w języku angielskim      Mathematical Analysis  
2.1 A****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): Biomechanika Inżynierska,  
Elektronika Medyczna,****Optyka Biomedyczna, Informatyka Medyczna****Poziom i forma studiów:      I stopień, stacjonarna /****Rodzaj przedmiotu:      obowiązkowy****Kod przedmiotu      MAP001156W, MAP001156C****Grupa kursów      NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	90			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	2	2			

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

3. W: Posiadanie wiedzy z zakresu teorii ciągów.
4. W: Zna rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej i jego zastosowania.
5. U: Potrafi badać zbieżność ciągów liczbowych oraz obliczać granice funkcji jednej zmiennej.
6. W: Zna podstawowe pojęcia z algebry liniowej.

\

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie konstrukcji i własności całki oznaczonej. Nabycie umiejętności stosowania całki oznaczonej do obliczeń inżynierskich.

C2 Poznanie podstawowych pojęć z rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych.

C3 Opanowanie wiedzy dotyczącej szeregów liczbowych i potęgowych.

C4 Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna konstrukcję całki oznaczonej i jej własności.

PEU\_W02 zna podstawy rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych.

PEU\_W03 ma podstawową wiedzę z teorii szeregów liczbowych i potęgowych, zna kryteria zbieżności

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi obliczać i interpretować całkę oznaczoną, potrafi rozwiązywać zagadnienia inżynierskie z wykorzystaniem całki

PEU\_U02 potrafi obliczać pochodne cząstkowe, kierunkowe i gradient funkcji wielu zmiennych i interpretować otrzymane wielkości, potrafi rozwiązywać zadania optymalizacyjne dla funkcji wielu zmiennych

PEU\_U03 potrafi obliczać i interpretować całkę wielokrotną, potrafi rozwiązywać zagadnienia inżynierskie z wykorzystaniem całki podwójnej i potrójnej

PEU\_U04 potrafi rozwijać funkcje w szereg potęgowy, umie wykorzystać otrzymane rozwinięcia do obliczeń przybliżonych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU\_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Całka oznaczona. Definicja. Interpretacja geometryczna i fizyczna. Twierdzenie Newtona - Leibniza. Całkowanie przez części i przez podstawienie.	2.0
Wy2	Własności całki oznaczonej. Średnia wartość funkcji na przedziale. Zastosowania całek oznaczonych w geometrii (pole, długość łuku, objętość bryły obrotowej, pole powierzchni bocznej bryły obrotowej) i technice..	3.0
Wy3	Równania różniczkowe zwyczajne o rozdzielonych zmiennych oraz liniowe równania różniczkowe pierwszego rzędu.	2.0
Wy4	Szeregi liczbowe. Definicja szeregu liczbowego. Suma częściowa, reszta szeregu. Szereg geometryczny. Warunek konieczny zbieżności szeregu. Kryteria zbieżności szeregów o wyrazach nieujemnych. Zbieżność bezwzględna i warunkowa. Kryterium Leibniza. Przybliżone sumy szeregów	4.0
Wy5	Szeregi potęgowe. Definicja szeregu potęgowego. Promień i przedział zbieżności. Twierdzenie Cauchy`ego – Hadamarda. Szereg Taylora i Maclaurina. Rozwijanie funkcji w szereg potęgowy.	2.0
Wy6	Funkcje dwóch i trzech zmiennych. Zbiory na płaszczyźnie i w przestrzeni. Przykłady wykresów funkcji dwóch zmiennych.	2.0
Wy7	Pochodne cząstkowe pierwszego rzędu. Definicja. Interpretacja geometryczna. Pochodne cząstkowe wyższych rzędów. Twierdzenie Schwarzera.	2.0
Wy8	Płaszczyzna styczna do wykresu funkcji dwóch zmiennych. Różniczka funkcji i jej zastosowania. Pochodne cząstkowe funkcji złożonych. Pochodna kierunkowa. Gradient funkcji.	2.0
Wy9	Ekstrema lokalne funkcji dwóch zmiennych. Warunki konieczne i wystarczające istnienia ekstremum. Ekstrema warunkowe funkcji dwóch zmiennych. Najmniejsza i największa wartość funkcji na zbiorze. Przykłady zagadnień ekstremalnych w geometrii i technice.	3.0
Wy10	Całki podwójne. Definicja całki podwójnej. Interpretacja geometryczna i fizyczna. Obliczanie całek podwójnych po obszarach normalnych.	2.0
Wy11	Własności całek podwójnych. Zamiana zmiennych w całkach podwójnych. Całka podwójna we współrzędnych biegunowych	2.0
Wy12	Całki potrójne. Zamiana całek potrójnych na iterowane. Zamiana zmiennych na współrzędne walcowe i sferyczne.	2.0
Wy13	Zastosowania całek podwójnych i potrójnych w geometrii, fizyce i technice	2.0
	Suma godzin	<b>30.0</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Obliczanie całek oznaczonych z wykorzystaniem metod poznanych na wykładzie. Rozwiązywanie równań różniczkowych o rozdzielonych zmiennych oraz liniowych równań różniczkowych pierwszego rzędu. Stosowanie całki oznaczonej do obliczeń inżynierskich.	5.0
Ćw2	Obliczanie sumy szeregów liczbowych. Badanie zbieżności warunkowej i bezwarunkowej. Badanie zbieżności szeregów potęgowych. Wyznaczanie szeregów Maclaurina. Przybliżone obliczanie szeregów i całek	4.0
Ćw3	Wyznaczanie dziedzin naturalnych funkcji wielu zmiennych oraz badanie ich wykresów. Obliczanie granic i badanie ciągłości funkcji wielu zmiennych.	4.0
Ćw4	Obliczanie pochodnych cząstkowych. Wyznaczanie płaszczyzny stycznej. Szacowanie z wykorzystaniem różniczki. Obliczanie pochodnych kierunkowych i gradientu.	3.0
Ćw5	Wyznaczanie ekstremów funkcji dwóch zmiennych. Wyznaczanie ekstremów warunkowych.	4.0
Ćw6	Obliczanie całek podwójnych i potrójnych po obszarach normalnych. Zamiana kolejności całek iterowanych.	8.0
Ćw7	Stosowanie całek wielokrotnych w geometrii i technice.	2.0
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład – metoda tradycyjna
N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
N3. Praca własna studenta z wykorzystaniem pakietów matematycznych.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01- PEU_U04, PEU_K01, PEU_K02	Kolokwia na ćwiczeniach, odpowiedzi ustne

F2	PEU_W01- PEU_03	Egzamin
P Egzamin		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[3] W. Krywicki, L. Włodarski, Analiza matematyczna w zadaniach, Cz. II, PWN, Warszawa 2006.</p> <p>[4] W. Żakowski, W. Kołodziej, Matematyka, cz. II, WNT, Warszawa 2003.</p> <p>[5] W. Żakowski, W. Kołodziej, Matematyka, cz. IV, WNT, Warszawa 2002.</p> <p>[6] M. Gewert, Z. Skoczylas, Analiza matematyczna 2, Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2012.</p> <p>[7] M. Gewert, Z. Skoczylas, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria, przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2011.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[4] F. Leja, Rachunek różniczkowy i całkowy ze wstępem do równań różniczkowych, PWN, Warszawa 2008.</p> <p>[5] G. M. Fichtenholz, Rachunek różniczkowy i całkowy, T. I-II, PWN, Warszawa, 2007.</p> <p>[6] M. Gewert, Z. Skoczylas, Analiza matematyczna 2. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna wydawnicza GiS, Wrocław 2012.</p> <p>[7] H. i J. Musielakowie, Analiza matematyczna, T I, Cz. 1-2, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1993 oraz 2000.</p> <p>[8] W. Stankiewicz, Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych, cz. B, PWN, Warszawa 2003.</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. inż. Robert Rałowski, e-mail: <a href="mailto:robert.ralowski@pwr.edu.pl">robert.ralowski@pwr.edu.pl</a>

Załącznik nr 6 do ZW 121/2020

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
---

## KARTA PRZEDMIOTU

**Nazwa przedmiotu w języku polskim STATYSTYKA I  
RACHUNEK PRAWDOPODOBIENSTWA.**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim STATISTICS AND  
PROBABILITY THEORY**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy): ELEKTRONIKA MEDYCZNA,  
OPTYKA BIOMEDYCZNA, BIOMECHANIKA  
INŻYNIERSKA, INFORMATYKA MEDYCZNA**

**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /**

**Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \***

**Kod przedmiotu MAP003016W, MAP003016C**

**Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			



w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5	1,5			
---	-----	-----	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zna i umie stosować podstawowe pojęcia analizy matematycznej.
2. Zna i umie stosować podstawowe pojęcia algebry liniowej.....

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie i nabycie umiejętności stosowania podstawowych metod analizy opisowej i graficznej danych empirycznych.

C2 Poznanie podstawowych pojęć probabilistyki i ich zastosowania w modelowaniu matematycznym.

C3 Nabycie umiejętności kreowania modeli statystycznych wraz z formułowaniem założeń.

C4 Nabycie umiejętności dobierania procedur i algorytmów obliczeniowych do sprecyzowanych zadań analiz statystycznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy student:

PEK\_W01 Ma podstawową wiedzę o modelowaniu zjawisk losowych, stosowaniu modeli probabilistycznych i ich statystycznym analizowaniu

<p>Z zakresu umiejętności student:</p> <p>PEK_U01 Umie wykonać podstawowe operacje związane z elementami modeli probabilistycznych</p> <p>PEK_U02 Potrafi dobrać podstawowe procedury statystyczne do danych eksperymentalnych i je zastosować</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:</p> <p>PEK_K01 Potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury oraz narzędzi informatycznych zalecanych do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę i umiejętności</p>
--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zjawiska losowe, błędy pomiarowe, przekłamane obserwacje - gromadzenie danych i ich prezentacja. Modele matematyczne zjawisk losowych a zależności deterministyczne. Rozkład empiryczny, momenty empiryczne, dystrybuanta empiryczna, histogram, kwantyle z próby.	4
Wy2	Teoria modeli losowych: przestrzeń probabilistyczna. Przykłady.	2
Wy3	Techniki obliczeniowe w teorii prawdopodobieństwa przydatne w zastosowaniach: prawdopodobieństwo warunkowe. Niezależność zdarzeń.	2
Wy4	Zmienna losowa i jej rozkład. Zmienne losowe wielowymiarowe. Niezależność zmiennych losowych. Gęstość łączna, gęstości brzegowe i warunkowe. Kwantyle.	2
Wy5	Parametryzacja rozkładów zmiennych losowych. Wartość oczekiwana, momenty wyższych rzędów, wariancja. Warunkowa wartość oczekiwana.	2
Wy6	Przegląd rozkładów wraz z ich genealogią: próby Bernoulli'ego i rozkłady z tym doświadczeniem związane. Rozkład Poissona, geometryczny, ujemno-dwumianowy, normalny. Niezawodność.	2
Wy7	Źródła nowych rozkładów-funkcje zmiennych losowych: rozkład wykładniczy, Weibulla, gamma, chi-kwadrat, beta.	2
Wy8	Nierówności Markowa i Czebyszewa. Prawa wielkich liczb. Centralne twierdzenia graniczne Lindeberga-Levy'ego i Lapunowa.	2

Wy9	Statystyka jako dziedzina wspomagająca modelowanie zjawisk losowych. Statystyki i ich rozkłady jako podstawowe narzędzia we wnioskowaniu statystycznym. Znaczenie wielkości próby.	2
Wy10	Estymacja punktowa, własności estymatorów, metoda momentów, metoda największej wiarygodności.	2
Wy11	Przedziały ufności dla średniej, wariancji i wskaźnika struktury.	2
Wy12	Testowanie hipotez. Błędy I i II rodzaju. Testy dla średniej, wariancji, dla dwóch średnich.	2
Wy13	Testy nieparametryczne. Test zgodności chi-kwadrat, test Neymana. Test niezależności chi-kwadrat. Test Wilcoxon-Manna-Whitneya dla problemu dwóch prób.	2
Wy14	Macierz kowariancji, współczynnik korelacji. Regresja liniowa jednowymiarowa. Estymatory najmniejszych kwadratów. Analiza reszt i prognozowanie. Regresja liniowa wielowymiarowa.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1-13	Rozwiązywanie zadań ilustrujących teorię podaną na wykładzie.	26
Ćw14	Kolokwium	2
Ćw15	Omówienie projektu: Prezentacja danych z obserwacji i eksperymentu z wykorzystaniem statystyk opisowych i graficznych metod statystyki wspomaganą narzędziami informatycznymi.	1
Ćw16	Omówienie projektu: Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem procedur w języku S (Projekt procedur-R).	1
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe - metoda tradycyjna wspomaganą rezultatami uzyskanymi w ramach pracy własnej.
N3. Konsultacje.
N4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń rachunkowych.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	Kolokwium
F2	PEK_U01- PEK_U02  PEK_K01	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia, sprawozdania-projekt
F3	PEK_W01  PEK_U01- PEK_U02	Egzamin
$P - \acute{C}w = 0.6 * F1 + 0.4 * F2$ $P - W = F3$		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. GAJEK L., KAŁUSZKA M., WNIOSKOWANIE STATYSTYCZNE. MODELE I METODY. WNT, WARSZAWA 2004.
2. GREŃ J., STATYSTYKA MATEMATYCZNA. MODELE I ZADANIA, PWN, WARSZAWA 1976.
3. JASIULEWICZ H., KORDECKI W., RACHUNEK PRAWDOPODOBIENSTWA I STATYSTYKA MATEMATYCZNA. PRZYKŁADY I ZADANIA. OFIC. WYD. GIS, WROCŁAW 2001.
4. KORDECKI W., RACHUNEK PRAWDOPODOBIENSTWA I STATYSTYKA MATEMATYCZNA. DEFINICJE, TWIERDZENIA, WZORY, OFIC. WYD. GIS, WROCŁAW 2002.
5. KORONACKI J., MIELNICZUK J., STATYSTYKA DLA STUDENTÓW KIERUNKÓW TECHNICZNYCH I PRZYRODNICZYCH, WNT, WARSZAWA 2004.

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. INGLOT T., LEDWINA T., ŁAWNICZAK Z., MATERIAŁY DO ĆWICZEŃ Z RACHUNKU PRAWDOPODOBIENSTWA I STATYSTYKI MATEMATYCZNEJ, WYD. PWR., WROCŁAW 1984.
2. KLONECKI W., STATYSTYKA MATEMATYCZNA, PWN, WARSZAWA 1999.
3. KRYSICKI W., BARTOS J., DYCZKA W. I IN., RACHUNEK PRAWDOPODOBIENSTWA I STATYSTYKA MATEMATYCZNA W ZADANIACH, CZ. I-II, PWN, WARSZAWA 2007.
4. MOORE D., MaCCABE G., INTRODUCTION TO THE PRACTICE OF STATISTICS, FREEMAN, 2003.

##### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**dr hab. Wojciech Mydlarczyk**

**wojciech.mydlarczyk@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** Algebra z geometrią analityczną**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Algebra and analytic geometry**Kerunek studiów: INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA****Poziom i forma studiów:** I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu** MAP001140**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	0	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60	0	0	0
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2	0	0	0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2	0	0	0
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5	1	0	0	0

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza, umiejętności i kompetencje absolwenta szkoły średniej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1:

Zapoznanie z pojęciami dotyczącymi liczb zespolonych, wielomianów, geometrii analitycznej i algebry liniowej.

C2:

Prowadzenie obliczeń w zakresie liczb zespolonych, wielomianów, geometrii analitycznej i algebry liniowej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna pojęcie liczby zespolonej, zna podstawowe własności ciała liczb zespolonych, zna metody obliczeń w liczbach zespolonych.

PEU\_W02 Zna równania opisujące wybrane podzbiory płaszczyzny i przestrzeni (równania prostej, płaszczyzny, krzywych stożkowych). Zna i rozumie analityczne metody obliczanie odległości punktu od prostej, punktu od płaszczyzny, relacja prostopadłości.

PEU\_W03 Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia algebry, służące do badania układów równań nad liczbami rzeczywistymi i zespolonymi. Zna metody opisu podprzestrzeni liniowej.

Zna metody badania funkcji liniowych i macierzy

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi wykonywać rachunki na liczbach zespolonych.

PEU\_U02 Potrafi wykonywać rachunki na wektorach. Potrafi wyznaczyć równania opisujące proste, płaszczyzny, niektóre krzywe. Potrafi obliczyć odległości punktu od prostej, punktu od płaszczyzny, relacja prostopadłości

PEU\_U03 Potrafi wykonywać obliczenia na macierzach, obliczać wyznacznik opisywać zbiór rozwiązań układu równań liniowych. Potrafi podać macierz funkcji liniowej, macierz złożenia funkcji liniowych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie wpływ algebry na rozwój cywilizacji technicznej.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawy. Notacja i język algebry, zasada indukcji matematycznej.	2
Wy2	Liczby zespolone. Podstawowe działania arytmetyczne, sprzężenie, moduł, równania kwadratowe, układy równań.	2
Wy3	Liczby zespolone. Płaszczyzna zespolona, postać trygonometryczna liczby zespolonej, Wzory de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczby zespolonej.	2
Wy4	Liczby zespolone. Postać wykładnicza, potęgowanie o wykładniku zespolonym	2
Wy5	Wielomiany. Dzielenie z resztą, twierdzenie Bezout, twierdzenie o pierwiastkach sprzężonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry, twierdzenie o rozkładzie rzeczywistych wielomianów.	2
Wy6	Geometria. Współrzędne, długość wektora, dodawanie, skalowanie wektorów, iloczyn skalarny wektorów, rzut prostopadły wektora na wektor, rzut prostopadły wektora na płaszczyznę	2
Wy7	Geometria. Równania prostych i płaszczyzn. Równania krzywych stożkowych.	2
Wy8	Macierze. Definicje i oznaczenia, dodawanie, odejmowanie, mnożenie, transponowanie i odwracanie macierzy	
Wy9	Przestrzeń liniowa, podprzestrzeń, kombinacja liniowa, liniowe domknięcie zbioru.	



Wy10	Liniowa niezależność, baza przestrzeni liniowej, wymiar przestrzeni liniowej, twierdzenie o istnieniu bazy i twierdzenie o równoliczności baz. Współrzędne wektora w bazie.	
Wy11	Funkcje liniowe, macierz funkcji liniowej, obraz i jądro funkcji, twierdzenie łączące wymiary: obrazu jądra i dziedziny funkcji liniowej, rząd macierzy.	
Wy12	Wyznaczniki, wyznaczniki jako funkcje wieloliniowe. metoda Laplace'a obliczana wyznacznika.	
Wy13	Operacje elementarne na macierzach. Metoda Gaussa obliczana wyznacznika oraz wyznaczania macierzy odwrotnej. Układy równań liniowych. Metoda eliminacji Gaussa rozwiązywania układów równań liniowych.	
Wy14	Metoda wyznacznikowa rozwiązywania układów równań, Twierdzenie Kroneckera-Capellego.	
Wy15	Macierz zmiany bazy. Wartości i wektory własne, diagonalizacja macierzy.	
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Podstawowe działania arytmetyczne na liczbach zespolonych, sprzężenie, moduł, równania kwadratowe, układy równań	2
Ćw2	Zaznaczanie podzbiorów płaszczyzny zespolone. Zapis liczby w postaciach, trygonometrycznej i potęgowej. Potęgowanie i pierwiastkowanie liczby zespolonej.	2
Ćw3	Działania na wielomianach, dzielenie z resztą, rozkład wielomianów nad R i nad C	1
Ćw4	Działania na wektorach, wyznaczanie równań krzywych: koła, elipsy, paraboli, hiperboli.	2
Ćw5	Sprawdzanie czy podzbiór przestrzeni jest podprzestrzenią, wymiar podprzestrzeni, sprawdzanie czy zadana funkcja jest funkcją liniową, wyznaczanie macierzy funkcji liniowej.	2
Ćw6	Obliczenia na macierzach: dodawanie, mnożenie, odwracanie, transponowanie. Obliczanie wyznacznika macierzy.	2
Ćw7	Rozwiązywanie układów równań, metoda wyznacznikowa, metoda eliminacji Gauss.	2
Ćw8	Wyznaczanie wartości i wektorów własnych macierzy. Diagonalizacja macierzy.	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład – metoda tradycyjna

N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna

N3. konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Kolokwia na ćwiczeniach, odpowiedzi ustne
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Egzamin
P Egzamin		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

A.Kostrykin. Wstęp do algebry.

A.Kostrykin. Algebra liniowa.

T.Jurlewicz, Z.skoczylas. Algebra liniowa. Przykłady i zadania.

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

6. A.Kostrykin. Wstęp do algebry.

7. A.Kostrykin. Algebra liniowa.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

3. T.Jurlewicz, Z.skoczylas. Algebra liniowa. Przykłady i zadania.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Krzysztof Majcher, [k.majcher@pwr.wroc.pl](mailto:k.majcher@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim PODSTAWY  
ELEKTRONIKI MEDYCZNEJ 1****Nazwa przedmiotu w języku angielskim INTRODUCTION TO  
MEDICAL ELECTRONICS 1****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): .....**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu ETP001012W

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5				

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

7. W: Znajomość fizyki w zakresie pojęć, wielkości fizycznych i praw fizycznych odnoszących się do elektrostatyki, prądu stałego i magnetyzmu.

Znajomość liczb zespolonych i operacji na nich.

Znajomość analizy matematycznej przynajmniej w zakresie rachunku różniczkowego i całkowego jednej zmiennej.

8. U: Potrafi wykonywać operacje na liczbach zespolonych oraz podstawowe operacje w zakresie analizy matematycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów ze specyfiką ich przyszłego zawodu. Przedstawienie roli inżyniera i elektroniki w inżynierii biomedycznej.

C2 Uzyskanie elementarnej wiedzy w zakresie analizy prostych liniowych układów elektrycznych oraz poznanie budowy i właściwości podstawowych elementów i układów elektronicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą podstawowe zagadnienia z zakresu elektrotechniki i elektroniki.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi prawidłowo interpretować, selekcjonować i łączyć pozyskane informacje w zakresie podstaw elektrotechniki i elektroniki.

PEU\_U02 Potrafi zastosować w praktyce pozyskane informacje do analizy prostych obwodów elektrycznych i układów elektronicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia

## TREŚCI PROGRAMOWE

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Inżynieria biomedyczna wprowadzenie. Rola elektroniki i techniki w medycynie, zadania bioinżyniera.	2
Wy2	Przykład zastosowania zaawansowanych technik w medycynie.	2
Wy3	Wielkości fizyczne charakteryzujące obwody elektryczne (ładunek, natężenie prądu, gęstość prądu, napięcie elektryczne, moc, energia)	1
Wy4	Elementy obwodów elektrycznych: rezystancja, pojemność, indukcyjność, źródło napięciowe, źródło prądowe; właściwości elementów rzeczywistych.	2
Wy5	Podstawowe związki między prądami i napięciami w obwodach prądu stałego: prawa Kirchhoffa, zasada superpozycji	2
Wy6	Wybrane metody analizy liniowych obwodów prądu stałego: twierdzenia Thevenina i Nortona, metoda prądów oczkowych	2
Wy7	Przykłady analizy obwodów prądu stałego; dopasowanie mocy	2
Wy8	Sygnały i ich parametry (sygnały okresowe, jednorazowe, szумы; wartość średnia i skuteczna sygnału)	2
Wy9-10	Zachowanie się obwodów liniowych przy pobudzeniu sinusoidalnym w stanie ustalonym - metoda symboliczna: reaktancje i impedancja	4
Wy11	Przykłady analizy: wykresy wskazowe, transmitancja obwodu i jej badanie, dopasowanie mocy, rezonans	3
Wy12	Stany nieustalone - przykłady	2
Wy13	Diody i tranzystory: wybrane ich rodzaje, zasady polaryzacji, charakterystyki i zastosowania	4
Wy14	Kolokwium zaliczeniowe	2

Suma godzin	<b>30</b>
-------------	-----------

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład multimedialny.
N2. Materiały udostępniane na stronie dydaktycznej Katedry
N3. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Kolokwium pisemne zaliczające wykład
P – ocena z kolokwium zaliczeniowego		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[8] Bird J., Electrical and electronic principles and technology, Newnes, Elsevier, 2007 (third edition) – dostępna bezpłatnie w internecie
[9] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2, WKŁ, Warszawa 2009
[10] Enderle J.D., Bioinstrumentation. Morgan & Caypool, 2006
[11] Webster J.G., Bioinstrumentation. ed. Hoboken, John Wiley & Sons, London 2004
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[9] Wolski W., Teoretyczne podstawy techniki analogowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2007
[10] Bolkowski S., Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa 2007
[11] Rusek A., Pasierbiński J., Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach, WNT, Warszawa 2006.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>

Dr inż. Grzegorz Smołański, [grzegorz.smolanski@pwr.edu.pl](mailto:grzegorz.smolanski@pwr.edu.pl)

Dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak, [elzbieta.szul-pietrzak@pwr.edu.pl](mailto:elzbieta.szul-pietrzak@pwr.edu.pl)



WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim PODSTAWY  
ELEKTRONIKI MEDYCZNEJ 1****Nazwa przedmiotu w języku angielskim INTRODUCTION TO  
MEDICAL ELECTRONICS 1****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): .....**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu ETP001012W

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

9. W: Znajomość fizyki w zakresie pojęć, wielkości fizycznych i praw fizycznych odnoszących się do elektrostatyki, prądu stałego i magnetyzmu.  
Znajomość liczb zespolonych i operacji na nich.

Znajomość analizy matematycznej przynajmniej w zakresie rachunku różniczkowego i całkowego jednej zmiennej.

10. U: Potrafi wykonywać operacje na liczbach zespolonych oraz podstawowe operacje w zakresie analizy matematycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów ze specyfiką ich przyszłego zawodu. Przedstawienie roli inżyniera i elektroniki w inżynierii biomedycznej.

C2 Uzyskanie elementarnej wiedzy w zakresie analizy prostych liniowych układów elektrycznych oraz poznanie budowy i właściwości podstawowych elementów i układów elektronicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą podstawowe zagadnienia z zakresu elektrotechniki i elektroniki.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi prawidłowo interpretować, selekcjonować i łączyć pozyskane informacje w zakresie podstaw elektrotechniki i elektroniki.

PEU\_U02 Potrafi zastosować w praktyce pozyskane informacje do analizy prostych obwodów elektrycznych i układów elektronicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia

## TREŚCI PROGRAMOWE

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Inżynieria biomedyczna wprowadzenie. Rola elektroniki i techniki w medycynie, zadania bioinżyniera.	2
Wy2	Przykład zastosowania zaawansowanych technik w medycynie.	2
Wy3	Wielkości fizyczne charakteryzujące obwody elektryczne (ładunek, natężenie prądu, gęstość prądu, napięcie elektryczne, moc, energia)	1
Wy4	Elementy obwodów elektrycznych: rezystancja, pojemność, indukcyjność, źródło napięciowe, źródło prądowe; właściwości elementów rzeczywistych.	2
Wy5	Podstawowe związki między prądami i napięciami w obwodach prądu stałego: prawa Kirchhoffa, zasada superpozycji	2
Wy6	Wybrane metody analizy liniowych obwodów prądu stałego: twierdzenia Thevenina i Nortona, metoda prądów oczkowych	2
Wy7	Przykłady analizy obwodów prądu stałego; dopasowanie mocy	2
Wy8	Sygnaly i ich parametry (sygnaly okresowe, jednorazowe, szумы; wartość średnia i skuteczna sygnalu)	2
Wy9-10	Zachowanie się obwodów liniowych przy pobudzeniu sinusoidalnym w stanie ustalonym - metoda symboliczna: reaktancje i impedancja	4
Wy11	Przykłady analizy: wykresy wskazowe, transmitancja obwodu i jej badanie, dopasowanie mocy, rezonans	3
Wy12	Stany nieustalone - przykłady	2
Wy13	Diody i tranzystory: wybrane ich rodzaje, zasady polaryzacji, charakterystyki i zastosowania	4
Wy14	Kolokwium zaliczeniowe	2

Suma godzin	<b>30</b>
-------------	-----------

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład multimedialny.
N2. Materiały udostępniane na stronie dydaktycznej Katedry
N3. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Kolokwium pisemne zaliczające wykład
P – ocena z kolokwium zaliczeniowego		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[12] Bird J., Electrical and electronic principles and technology, Newnes, Elsevier, 2007 (third edition) – dostępna bezpłatnie w internecie
[13] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2, WKŁ, Warszawa 2009
[14] Enderle J.D., Bioinstrumentation. Morgan & Caypool, 2006
[15] Webster J.G., Bioinstrumentation. ed. Hoboken, John Wiley & Sons, London 2004
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[12] Wolski W., Teoretyczne podstawy techniki analogowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2007
[13] Bolkowski S., Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa 2007
[14] Rusek A., Pasierbiński J., Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach, WNT, Warszawa 2006.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>

Dr inż. Grzegorz Smołański, [grzegorz.smolanski@pwr.edu.pl](mailto:grzegorz.smolanski@pwr.edu.pl)

Dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak, [elzbieta.szul-pietrzak@pwr.edu.pl](mailto:elzbieta.szul-pietrzak@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim PODSTAWY  
ELEKTRONIKI MEDYCZNEJ 2****Nazwa przedmiotu w języku angielskim INTRODUCTION TO  
MEDICAL ELECTRONICS 2****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): .....**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu ETP001013

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1	3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5	0,7	2		

\*niepotrzebne skreślić

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

11. Zaliczony kurs Podstawy elektroniki medycznej 1 (ETP001012W)
12. Zaliczony kurs Algebry z geometrią analityczną (MAP001140W, MAP001140C)
13. Zaliczony kurs Analizy matematycznej (MAP001142Cw, MAP001142C)
  
14. Student potrafi wykonywać operacje na liczbach zespolonych oraz podstawowe operacje w zakresie analizy matematycznej

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie budowy i właściwości podstawowych elementów i układów elektronicznych.
- C2 Nabranie umiejętności praktycznych w zakresie analizy prostych liniowych obwodów elektrycznych.
- C3 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu opisu, analizy i rozwiązywania prostych obwodów elektrycznych i układów elektronicznych.
- C4 Nabranie umiejętności praktycznych w zakresie pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i właściwości układów elektronicznych.
- C5 Poznanie podstawowych zasad określania niepewności wyników pomiarów prostych i złożonych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą budowy i właściwości podstawowych analogowych i cyfrowych układów elektronicznych.
- PEU\_W02 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu metod i technik pomiaru, szacowania niepewności i przedstawiania wyników pomiarów.
- PEU\_W03 Ma podstawową wiedzę w zakresie właściwości elektronicznej aparatury pomiarowej związanej z pomiarami zarówno wielkości elektrycznych (natężenia prądu, napięcia rezystancji, wyznaczania parametrów sygnałów) jak i podstaw pomiaru wielkości nieelektrycznych.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Zna podstawowe metody analizy liniowych obwodów elektrycznych oraz potrafi posługiwać się nimi w praktyce w stopniu umożliwiającym zrozumienie działania prostych układów elektronicznych.
- PEU\_U02 Potrafi planować i wykonywać proste eksperymenty w zakresie badania układów elektronicznych, oraz opracowywać wyniki tych eksperymentów.
- PEK\_U03 Potrafi pozyskiwać z literatury, baz danych i innych źródeł podstawowe informacje dotycząc właściwości elektronicznej aparatury pomiarowej.
- PEK\_U04 Potrafi wyciągać wnioski w zakresie poprawnego doboru elektronicznej aparatury pomiarowej i jej wpływu na niepewność pomiaru.



Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.

PEU\_K01 Potrafi przewidywać fizyczne skutki swoich działań.

PEK\_K03 Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Proces pomiarowy zagadnienia ogólne. Zalety wynikające ze stosowania przyrządów elektronicznych w procesie pomiarowym: własności metrologiczne przyrządu pomiarowego. Ogólna definicja błędu pomiaru. Wynik surowy. Błąd systematyczny. Poprawka. Bezwzględny i względny błąd pomiaru. Interpretacja wyniku pomiaru. Zasady zapisu rezultatów pomiarów. Cechy analogowego i cyfrowego przyrządu pomiarowego. Źródła błędów pomiaru. Sposób włączenia amperomierza i woltomierza do obwodu.	2
Wy2	Przyczyny powstania błędów pomiarowych. Klasyfikacja błędów pomiarowych. Błąd a niepewność pomiaru. Kategorie niepewności. Rozkłady prawdopodobieństwa niepewności. Niepewność aparaturowa, standardowa, łączna, rozszerzona. Niepewność pomiaru w odniesieniu do pomiarów w Inżynierii Biomedycznej. Przykład obliczenia błędów i niepewności	2
Wy3	Sygnał i jego cechy. Rodzaje sygnałów. Parametry sygnału sinusoidalnego impulsu. Oscyloskop: budowa, działanie, funkcje, parametry, możliwości pomiarowe, specjalne właściwości. Oscyloskop analogowy i cyfrowy.	2
Wy4	Metody pomiarowe. Metoda bezpośrednia, pośrednia, błąd metody. Błędy metody w podstawowych pomiarach elektrycznych: pomiar prądu, napięcia, wyznaczanie rezystancji. Pomiar pośrednie i złożone, istota metody różniczki zupełnej. Charakterystyka metod pomiarowych. Pomiar cyfrowe. Przetwarzanie sygnału analogowego: próbkowanie, kwantowanie. Istota przetwarzania AC i CA. Cyfrowy pomiar czasu, częstotliwości.	2
Wy5	Wybrane elementy optoelektroniczne: fotorezystory, fotodiody, fototranzystory, transoptory	2
Wy6	Wzmacniacze ich parametry i wybrane zastosowania	2
Wy7	Wzmacniacz operacyjny i podstawowe układy jego pracy	2
Wy8	Wzmacniacz pomiarowy	2
Wy9	Układ S/H	2

Wy10	Filtry i ich transmitancje	2
Wy11	Komparatory	2
Wy12	Klucze (praca tranzystora w układzie klucza, klucze scalone)	2
Wy13	Bramki logiczne, bramki z wyjściem 3-stanowym, dwukierunkowe układy we/wy, multipleksery	2
Wy14	Przerzutniki, liczniki, rejestry przesuwne, pamięci i ich rodzaje	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie zadań z zakresu metrologii – część 1	2
Ćw2	Rozwiązywanie zadań z zakresu metrologii – część 2	2
Ćw3	Rozwiązywanie prostych obwodów prądu stałego (prawo Ohma, prawa Kirchhoffa).	2
Ćw4	Rozwiązywanie obwodów prądu stałego, twierdzenia o źródłach zastępczych.	2
Ćw5	Rozwiązywanie obwodów rozgałęzionych metodą prądów oczkowych.	2
Ćw6	Przebiegi elektryczne i ich parametry. Obwody prądu zmiennego, metoda symboliczna.	2
Ćw7	Rozwiązywanie obwodów prądu zmiennego, obliczanie impedancji elektrycznej oraz mocy. Obwody rezonansowe.	2
Ćw8	Rozwiązywanie wybranych układów elektronicznych – sprzężenie zwrotne, wzmacniacze operacyjne ze sprzężeniem zwrotnym.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium	2
La2	Pomiary napięć i prądów stałych	2
La3	Podstawowe prawa elektrotechniki	2
La4	Liniowe i nieliniowe elementy bierne obwodów elektrycznych	2
La5	Źródła napięć i prądów stałych.	2
La6	Oscyloskop elektroniczny 1	2
La7	Oscyloskop elektroniczny 2	2
La8	Generatory przebiegów elektrycznych	2
La9	Pomiary podstawowych parametrów przebiegów elektrycznych	2
La10	Dwójniki RLC, rezonans elektryczny	2
La11	Czwórniki bierne, charakterystyki częstotliwościowe	2
La12	Wzmacniacz operacyjny	2
La13	Podstawowe funktry logiczne	2
La14	Stabilizator napięcia	2
La15	Ćwiczenie sprawdzające	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład multimedialny.

N2 Materiały udostępniane na stronie dydaktycznej Katedry

N3 Aparatura i makiety dydaktyczne w laboratorium podstaw elektroniki medycznej

N4 Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01	Kolokwium pisemne zaliczające wykład
F2	PEU_U01	Kartkówki i oceny za rozwiązywanie zadań przy tablicy na ćwiczeniach rachunkowych
F3	PEU_U02 PEU_K01	Kartkówki oraz oceny za sprawozdania w laboratorium
P – Wykład: pozytywna ocena z pisemnego kolokwium zaliczeniowego  Ćwiczenia rachunkowe: zaliczenie wszystkich kartkówek oraz oceny za rozwiązywanie zadań przy tablicy  Laboratorium: zaliczenie wszystkich kartkówek i pozytywne oceny za wszystkie zlecone sprawozdania		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [16] Bird J., Electrical and electronic principles and technology, Newnes, Elsevier, 2007 (third edition) – dostępna bezpłatnie w internecie
- [17] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2, WKŁ, Warszawa 2009
- [18] Enderle J.D., Bioinstrumentation. Morgan & Caypool, 2006
- [19] Webster J.G.(ed.), Bioinstrumentation. Hoboken, John Wiley & Sons, London 2004

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [15] Wolski W., Teoretyczne podstawy techniki analogowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2007
- [16] Bolkowski S., Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa 2007
- [17] Karty katalogowe wybranych elementów elektronicznych i układów scalonych

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Grzegorz Smolański, [grzegorz.smolalski@pwr.edu.pl](mailto:grzegorz.smolalski@pwr.edu.pl)**

**Dr inż. Wioletta Nowak, [wioletta.nowak@pwr.edu.pl](mailto:wioletta.nowak@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim PODSTAWY CHEMII OGÓLNEJ****Nazwa przedmiotu w języku angielskim PRINCIPLES OF CHEMISTRY****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): -**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu CHP001010W, CHP001008C, CHP001009L

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	60	60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	1	1,5	1,5		

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

Podstawowa wiedza z zakresu chemii ogólnej na poziomie szkoły licealnej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu praw rządzących zjawiskami chemicznymi, budowy materii oraz wiązań chemicznych i stanów skupienia materii.
- C2 Podstawowa wiedza na temat właściwości pierwiastków i związków chemicznych oraz ich struktury molekularnej
- C3 Umiejętności podstawowych obliczeń chemicznych
- C4 Podstawowa wiedza na temat związków organicznych, ich właściwości, zastosowania i
- C5 Zapoznanie się z podstawowymi fizykochemicznymi technikami pomiarowymi
- C6 Umiejętność zaprojektowania eksperymentów, identyfikacja związków chemicznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną na temat właściwości związków chemicznych, struktury molekularnej oraz ich zastosowania w inżynierii biomedycznej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zrozumieć opis eksperymentów opartych na technikach fizykochemicznych. Potrafi przy zastosowaniu technik pomiarowych charakteryzować, analizować i identyfikować związki chemiczne

PEU\_U10 potrafi wykonać podstawowe obliczenia chemiczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

PEU\_K03 potrafi współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zastosowanie chemii w inżynierii biomedycznej.	1
Wy2	Elementy budowy materii. Układ okresowy, pierwiastki chemiczne, prawo okresowości. Elektronowa struktura atomu i cząsteczki. Energia jonizacji, powinowactwo elektronowe i elektroujemność.	2
Wy3	Wiązania chemiczne. Formalny stopień utlenienia. Teoria orbitali molekularnych. Teoria wiązań walencyjnych.	2
Wy4	Oddziaływania międzycząsteczkowe.	2
Wy5	Stany skupienia materii. Przemiany fazowe. Stan gazowy. Równania stanu gazu. Liczność materii i jej jednostki.	2
Wy6	Stan stały. Kryształy jonowe i molekularne.	2
Wy7	Ciecze. Roztwory. Właściwości cieczy i roztworów. Elektrolity. Dysocjacja elektrolityczna. Elektrolity mocne i słabe. Kwasy i zasady. Amfolyty. Hydroliza.	2



Wy8	Rodzaje reakcji chemicznych. Szybkość reakcji chemicznych. Kinetyka chemiczna. Kataliza. Termodynamika chemiczna.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Reakcje chemiczne. Reakcje redox.	4
Ćw2	Stężenia roztworów	4
Ćw3	Wydajność reakcji, przeliczanie stężeń roztworów	4
Ćw4	Dysocjacja roztworów	2
Ćw5	Siła jonowa i współczynnik aktywności	2
Ćw6	pH roztworu	2
Ćw7	Równowagi chemiczne. Kwasy i zasady, pK	4
Ćw8	Roztwory buforowe	2
Ćw9	Rozpuszczalność: efekt solny i efekt wspólnego jonu	2
Ćw10	Termodynamika chemiczna	2
Ćw11	<b>Kolokwium zaliczeniowe</b>	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
	<b>Blok A: miareczkowania</b>	
La1	Miareczkowanie alkacymetryczne	3
La2	Miareczkowanie konduktometryczne	<b>3</b>
La3	Miareczkowanie potencjometryczne	<b>3</b>
	<b>Blok B: metody fizyczne</b>	<b>3</b>
La4	Refraktometria	<b>3</b>
La5	Interferometria	<b>3</b>
La6	Polarymetria	<b>3</b>
La7	Miareczkowanie fotometryczne	<b>3</b>
La8	Fotometria płomieniowa	<b>3</b>
La9	Chromatografia gazowa	<b>3</b>
La10	Uzupełnianie zaległości, zaliczenie.	<b>3</b>
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład multimedialny  
 N2. Konsultacje  
 N3. Ćwiczenia obliczeniowe prowadzone metodą tradycyjną – tablica i pisak  
 N4. Praca studenta w laboratorium, bezpośredni kontakt z aparaturą laboratoryjną  
 N5. Sprawozdania wykonane poza zajęciami zorganizowanymi

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Ocena z egzaminu
F2	PEU_W01 PEU_U10 PEU_K01	Ocena z kolokwium zaliczeniowego
F3	PEU_U01 PEU_K03	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych Sprawdzian ustny przed ćwiczeniami Ocena ze sprawozdania
P1 – wykład – ocena z egzaminu P2 – ćwiczenia – ocena z kolokwium zaliczeniowego P3 – laboratorium – sprawdziany i sprawozdania		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Cotton, G. Wilkinson, P. Gaus, Chemia nieorganiczna, PWN Warszawa 2015.
- [2] L. Jones, P. Atkins, P., Chemia ogólna, PWN Warszawa 2020.
- [3] A. Bielański, Chemia ogólna i nieorganiczna, PWN Warszawa 2012.
- [4] H. Całus, Podstawy obliczeń chemicznych, WNT Warszawa 1987.
- [5] Francis A. Carey; Organic Chemistry. McGraw-Hill Higher Education 2019
- [6] Robert T. Morrison, Robert N. Boyd; Chemia organiczna, PWN 1998
- [7] John McMurry Chemia Organiczna, PWN 2017
- [8] Patrick G.: Chemia organiczna, PWN, Warszawa 2008.
- [9] Clayden J., Greeves N., Warren C., Wothers P., Chemia organiczna, t.1. WNT, Warszawa 2016.
- [10] Kealey D., Haines P.J., Krótkie wykłady. Chemia analityczna. PWN Warszawa 2015

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [18] Z. Galus (praca zbiorowa), Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej”, PWN Warszawa, 2004

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr hab. Marta Kopaczyńska, Prof. ucz.**

[marta.kopaczynska@pwr.edu.pl](mailto:marta.kopaczynska@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim Mikrokontrolery****Nazwa przedmiotu w języku angielskim Microcontrollers****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): .....**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu ETP001014

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
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 (BU)	1		1,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

15. W: Zaliczone kursy: Podstawy elektroniki medycznej 1 i 2 (ETP001012W, ETP001013W)  
16. U: Zaliczone kursy: Podstawy elektroniki medycznej 2 (ETP001013C)  
oraz Wprowadzenie do programowania (INP001031L)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o zasobach typowego mikrokontrolera oraz o możliwościach ich praktycznego wykorzystania.  
C2 Nabycie umiejętności w zakresie wybranych technik programowania w języku asemblera oraz w zakresie stosowania przykładowego środowiska do przygotowywania i uruchamiania programów.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę o strukturze typowego mikrokontrolera i o jego programowaniu w języku asemblera.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi analizować, pisać i uruchamiać praktycznie proste programy realizujące podstawowe algorytmy oraz struktury danych.

PEU\_U02 Potrafi sterować elementami podłączonymi do mikrokontrolera, a także reagować na wymuszenia zewnętrzne.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi wszechstronnie przewidywać skutki swoich działań.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Mikroprocesor jako programowalny układ cyfrowy oraz struktura programistyczna mikroprocesora AVR	2

Wy2	Rozkazy przesłań – tryby adresowania. Zastosowanie wybranych rozkazów logicznych i arytmetycznych	2
Wy3	Realizacja wybranych struktur programistycznych	2
Wy4	Podział programu na bloki – podprogramy i stos; przekazywanie parametrów do podprogramów	2
Wy5	Porty wejściowo-wyjściowe: ich budowa i wykorzystywanie	2
Wy6	Rachuba czasu i zdarzeń: programowa realizacja opóźnień oraz układy czasowo-licznikowe, ich programowanie i możliwości wykorzystania	2
Wy7	Przerwania i ich stosowanie	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	<b>Suma godzin:</b>	<b>15</b>

Forma zajęć - <b>laboratorium</b>		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie oraz ćwiczenia w zakresie notacji liczb w systemach pozycyjnych o różnych podstawach	2
La2	Opracowanie i uruchomienie prostego programu realizującego pętlę. Praktyczne zapoznanie się ze stosowanym w laboratorium środowiskiem uruchomieniowym, a zwłaszcza z jego edytorem, assemblerem i symulatorem	2
La3	Samodzielne opracowywanie i uruchamianie programów wykorzystujących przesłania, operacje logiczne i skoki warunkowe.	2x2
La4	Realizacja wybranych przykładów komunikowania się mikrokontrolera z otoczeniem: wysyłania danych, pobierania stanu linii oraz reagowania na niego, elementarnej współpracy mikrokontrolera z wyświetlaczem i przyciskiem.	2x2
La5	Opracowanie programu rozbudowanej reakcji na zdarzenia zewnętrzne	2x2
La6	Tworzenie tablic w pamięci programu i organizacja komunikacji z nimi	2x2
La7	Strukturalizacja zadań złożonych – wydzielanie podprogramów	2
La8	Metody przekazywania danych do podprogramów	2
La9	Programowa realizacja opóźnień i jej wykorzystywanie w praktyce	3
La10	Dokumentowanie prac programistycznych – zasady i przykłady	2
La11	Kartkówki sprawdzające w toku zajęć	1
	<b>Suma godzin:</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N1. Tablica i rzutnik komputerowy lub pisak; wykład jest prowadzony metodą tradycyjną, a w laboratorium występują też wstawki ćwiczeniowo-szkoleniowe.</p> <p>N2. Karty katalogowe i materiały szkoleniowe własne oraz przygotowane przez producenta używanego w laboratorium mikrokontrolera.</p> <p>N3. W laboratorium: komputery PC z zainstalowanym oprogramowaniem narzędziowym oraz makiety zawierające mikrokontroler i przykładowe elementy współpracujące.</p> <p>N4. Na wykładzie: kolokwium sprawdzające; w laboratorium: krótkie pisemne prace sprawdzające wiadomości i umiejętności oraz rozmowy indywidualne ze studentami dotyczące realizowanych przez nich zadań programistycznych.</p>

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01	Kolokwium pisemne zaliczające wykład
F2	PEU_U01	Krótkie kartkówki na zajęciach laboratoryjnych
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Indywidualne rozmowy ze studentami zaliczające poszczególne zadania programistyczne
<p>P- Wykład: ocena z kolokwium zaliczeniowego</p> <p>Laboratorium: oceny uzyskane z kartkówek i rozmów zaliczających poszczególne zadania programistyczne</p>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Baranowski R., Mikrokontrolery AVR Atmega w praktyce. Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2005.
- [2] Doliński J., Mikrokontrolery AVR w praktyce., Wydawnictwo BTC ,Warszawa, 2003.
- [3] Pawluczuk A., Sztuka programowania mikrokontrolerów AVR. Podstawy. Wydawnictwo BTC ,Warszawa, 2006.
- [4] Pawluczuk A., Sztuka programowania mikrokontrolerów AVR. Przykłady. Wydawnictwo BTC ,Warszawa, 2007.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] [Dokumentacja firmy Atmel:] 8-bit AVR Microcontroller ATmega128A [Dokument nr:] Atmel-8151J-8-bit AVR Microcontroller\_Datasheet\_Complete-09/2015 [np. ze strony:] [http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8151-8-bit-AVR-ATmega128A\\_Datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8151-8-bit-AVR-ATmega128A_Datasheet.pdf)
- [2] [Dokumentacja firmy Atmel:] Atmel AVR 8-bit Instruction Set. Instruction Set Manual [Dokument nr:] Atmel-0856L-AVR-Instruction-Set-Manual\_Other-11/2016 [np.ze strony:] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-0856-avr-instruction-set-manual.pdf>
- [3] [Środowisko uruchomieniowe:] AVR Studio 6.2.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**



Grzegorz Smolański, e-mail: Grzegorz.Smolanski@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Podstawy zastosowań ultradźwięków w medycynie***Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Fundamentals of Applications of Ultrasonics in Medicine***Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** *INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA***Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** *I stopień, stacjonarna***Rodzaj przedmiotu:** *obowiązkowy***Kod przedmiotu** *ETP002006L***Grupa kursów** *NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)		0	15	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			30		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			0.8		

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

17. U: Zaliczony kurs ETP002047L - Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych.  
18. U: Zaliczony kurs ETP002013L - Elektroniczna aparatura medyczna I.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabywanie podstawowych umiejętności z zakresu zasad pomiaru nieciągłości struktur biologicznych i zasad pomiaru podstawowych wielkości akustycznych i parametrów przetworników ultradźwiękowych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie, przedstawiać zagadnienia dotyczące zjawisk wykorzystywanych zastosowaniach ultradźwięków w medycynie.

PEU\_U02 Potrafi wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie w zakresie wiedzy podstawowej charakterystycznej dla zastosowań ultradźwięków czynnych i biernych w medycynie oraz potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary, interpretować i opracować wyniki pomiarów oraz dokonać ich analizy i formułować wnioski.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Termin wstępny. Wprowadzenie do ćwiczeń. Wymagania dot. zaliczenia przedmiotu. Ogólna instrukcja BHP obowiązująca w laboratorium. Bezpieczeństwo podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych..	3
La2	Pomiar parametrów akustycznych ciał stałych, cieczy i wybranych ośrodków biologicznych.	3

La3	Pomiar podstawowych parametrów przetworników i głowic ultradźwiękowych. Wyznaczanie elementów schematu zastępczego przetworników ultradźwiękowych przy różnych rodzajach pracy.	3
La4	Pomiar ciśnienia promieniowania i natężenia ultradźwięków w wodzie.	3
La5	Kawitacja ultradźwiękowa. Obserwacja wpływu ultradźwięków na ośrodki biologiczne. Termin obróbczy.	3
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Praca własna w czasie przebiegu ćwiczeń, konsultacje.  
 N2. Rejestracja wyników pomiarów, konsultacje.  
 N3. Testy sprawdzające przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02	1. Krótkie testy sprawdzające 2. Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
P = F1 – średnia ocena ze sprawozdań z ćwiczeń i ze sprawdzianów		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Golanowski J., Gudra T., Podstawy techniki ultradźwięków. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1990.  
 [2] Matauszek J., Technika ultradźwięków, WNT, Warszawa, 1961.  
 [3] Nowicki A., Ultradźwięki w medycynie – wprowadzenie do współczesnej ultrasonografii, Wydawnictwo IPPT PAN, Warszawa, 2010.  
 [4] Obraz J., Ultradźwięki w technice pomiarowej, WNT, Warszawa, 1983.  
 [5] Opieliński K.J., Zastosowanie transmisji fal ultradźwiękowych do charakteryzowania i obrazowania ośrodków biologicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011.  
 [6] Talarczyk E., Podstawy techniki ultradźwięków, Ofic. Wyd. PWr. Wrocław 1990.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Bushong S.C., Archer B.R., Diagnostic Ultrasound – Physics, Biology and Instrumentation, New York – Berlin, 1992.  
 [2] Cobbold R.S., Foundations of Biomedical Ultrasound, Oxford, 2007.  
 [4] Nowicki A., Podstawy ultrasonografii dopplerowskiej, PWN, Warszawa 1995.  
 [5] Papadakis E., Ultrasonic Instruments and Devices, Academic Press, 1999.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Krzysztof J. Opieliński, krzysztof.opielinski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Podstawy zastosowań ultradźwięków w medycynie***Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Fundamentals of Applications of Ultrasonics in Medicine***Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** *INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA***Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** *I stopień, stacjonarna***Rodzaj przedmiotu:** *obowiązkowy***Kod przedmiotu** *ETP002006W***Grupa kursów** *NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	0		0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	1.5				

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

19. W: Zaliczony kurs ETP002047W - Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych.  
20. W: Zaliczony kurs ETP002013W - Elektroniczna aparatura medyczna I.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu zjawisk i procesów fizycznych występujących w technice ultradźwiękowej, wykorzystywanych w zastosowaniach ultradźwięków w medycynie.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Zna i rozumie podstawowe zjawiska i procesy fizyczne występujące w zastosowaniach ultradźwięków w medycynie.  
PEU\_W02 Ma podstawową wiedzę w zakresie ultradźwiękowej aparatury medycznej i pomiarów podstawowych wielkości akustycznych i parametrów przetworników ultradźwiękowych stosowanych w diagnostyce i terapii medycznej.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, literatura, warunki zaliczenia. Równanie fali akustycznej. Podstawowe parametry fali ultradźwiękowej.	2
Wy2	Rodzaje i właściwości fal dźwiękowych i ultradźwiękowych	1
Wy3	Ukośne padanie i przenikanie fal ultradźwiękowych przez granice ośrodków.	2
Wy4	Prędkość propagacji i tłumienie fal ultradźwiękowych w ośrodkach biologicznych.	1
Wy5	Szczególne właściwości i skutki działania ultradźwięków. Energia fali ultradźwiękowej.	2

Wy6	Zjawiska pierwotne i wtórne z fizycznego i medycznego punktu widzenia.	2
Wy7	Promieniowanie źródeł dźwięku. Impedancja promieniowania.	2
Wy8	Charakterystyka pola ultradźwiękowego promieniowanego przez przetwornik.	1
Wy9	Wybrane elementy analizy pracy przetwornika piezoelektrycznego i piezomagnetycznego. Schematy zastępcze przetworników.	3
Wy10	Czynne i bierne zastosowanie ultradźwięków w biologii i medycynie.	2
Wy11	Główne zastosowanie ultradźwięków w terapii, chirurgii i diagnostyce medycznej.	2
Wy12	Zasada działania ultradźwiękowej aparatury i urządzeń wykorzystywanych w terapii, stomatologii, litotrypsji i chirurgii.	3
Wy13	Echoskop ultradźwiękowy. Schemat budowy i zasada działania. Zasada działania ultrasonografów z prezentacją typu A, B statyczną i B dynamiczną,	3
Wy14	Diagnostyka ultradźwiękowa oparta na zjawisku Dopplera. Pomiar przepływu krwi metodą fali ciągłej i metodą impulsową.	2
Wy15	Mikroskopia ultradźwiękowa. Elementy ultradźwiękowej tomografii transmisyjnej. Perspektywy rozwoju metod obrazowania ultradźwiękowych. Bezpieczeństwo stosowania ultradźwięków w medycynie.	1 1
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład prowadzony za pomocą komputera: slajdy z elementami prezentacji multimedialnych ilustrujące zagadnienia omawiane w czasie wykładu.
- N2. Materiały do wykładu udostępnione w plikach PDF.
- N3. Kolokwia – stosowane na wykładzie.



## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Ocena z dwóch kolokwiów
P = F1 – średnia ocena z kolokwiów		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Knoch G., Knauth K., Leczenie ultradźwiękami, PZWL, Warszawa 1984.
- [2] Matauszek J., Technika ultradźwięków, WNT, Warszawa, 1961.
- [3] Nowicki A., Ultradźwięki w medycynie – wprowadzenie do współczesnej ultrasonografii, Wydawnictwo IPPT PAN, Warszawa, 2010.
- [4] Obraz J., Ultradźwięki w technice pomiarowej, WNT, Warszawa, 1983.
- [5] Opieliński K.J., Zastosowanie transmisji fal ultradźwiękowych do charakteryzowania i obrazowania ośrodków biologicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011.
- [6] Opieliński K.J., Ultradźwięki w tkankach, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2018.
- [7] Talarczyk E., Podstawy techniki ultradźwięków, Ofic. Wyd. PWr. Wrocław 1990.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Bushong S.C., Archer B.R., Diagnostic Ultrasound – Physics, Biology and Instrumentation, New York – Berlin, 1992.
- [2] Cobbold R.S., Foundations of Biomedical Ultrasound, Oxford, 2007.
- [3] Hill C. R., Physical principles of medical ultrasonics, Chichester, 1986.
- [4] Nowicki A., Podstawy ultrasonografii dopplerowskiej, PWN, Warszawa 1995.
- [5] Papadakis E., Ultrasonic Instruments and Devices, Academic Press, 1999.
- [6] Postema M., Fundamentals of Medical Ultrasonics, Spon Press, 2011.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Krzysztof J. Opieliński, krzysztof.opielinski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim **ELEKTRONICZNA APARATURA MEDYCZNA 1**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **ELECTROMEDICAL INSTRUMENTATION 1**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

Specjalność (jeśli dotyczy): .....

Poziom i forma studiów: **I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /****niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \***

Kod przedmiotu .....

Grupa kursów **~~TAK~~ / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2		1		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Podstawy elektroniki medycznej 1 (ETP001012W)
2. Zaliczony kurs: Podstawy elektroniki medycznej 2 (ETP001013W, ETP001013C, ETP001013L)
3. Zaliczony kurs: Fizjologia (MDP002016L)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie zasady działania, konstrukcji i własności metrologicznych podstawowych urządzeń medycznych do diagnostyki oraz poznanie zasady działania, konstrukcji i własności technicznych

podstawowych medycznych urządzeń terapeutycznych.

C2 Poznanie praktyczne obsługi podstawowych urządzeń elektromedycznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie budowy i własności elektrycznych urządzeń medycznych do diagnostyki i terapii.

PEU\_W02 Zna warunki stosowania urządzeń i ich możliwości diagnostyczne i terapeutyczne.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi obsługiwać podstawowe urządzenia elektromedyczne diagnostyczne i terapeutyczne.

PEU\_U02 Potrafi zapewnić właściwe warunki pracy tych urządzeń.

PEU\_U03 Potrafi ocenić ich własności techniczne i użytkowe tych urządzeń.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.

PEU\_K02 Potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego rozumienia tematu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Charakterystyka człowieka jako źródła sygnałów biologicznych. Elektroniczna aparatura medyczna – podstawowe pojęcia i schematy blokowe.	2
Wy2	Bezpieczeństwo przeciwporażeniowe w elektronicznej aparaturze medycznej –podstawowe zagadnienia.	2
Wy3	Zasada pomiarów biopotencjałów.	2
Wy4	Aparatura do diagnostyki układu sercowego z wykorzystaniem biopotencjałów. Elektrokardiografia standardowa (EKG).	2
Wy5	Aparatura do diagnostyki układu sercowego z wykorzystaniem biopotencjałów. Elektrokardiografia niestandardowa (Holter. Polikardiografia, Fonokardiografia).	2
Wy6	Aparatura do diagnostyki układu mięśniowo-sercowego (EMG, ENG).	2
Wy7	Aparatura do diagnostyki układu nerwowego z wykorzystaniem biopotencjałów (EEG, potencjały wywołane).	2
Wy8	Aparatura do diagnostyki układu sercowego z wykorzystaniem sygnałów mechanicznych: ciśnieniomierze, pulsoksymetry.	2
Wy9	Aparatura do diagnostyki układu oddechowego z wykorzystaniem sygnałów mechanicznych: spirometria, metody określenia objętości zalegających płuc.	2
Wy10	Aparatura do diagnostyki układu wzrokowego z wykorzystaniem biopotencjałów (EOG, ERG, VEP).	2
Wy11	Aparatura do diagnostyki układu słuchowego (audiometria tonalna, audiometria impedancyjna, otoemisja akustyczna, ABR)	2
Wy12	Wybrane medyczne systemy wspomagające: aparat słuchowy, implant ślimakowy.	2
Wy13	Wybrane medyczne systemy wspomagające: elektrostymulator serca, płuc-serce, inkubator.	2
Wy14	Elektryczna aparatura terapeutyczna – wybrane urządzenia	2
Wy15	Robot medyczny	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Omówienie tematyki prac laboratoryjnych Aparatura to terapii prądem stałym oraz prądem małej i średniej częstotliwości – analiza sygnałów przy wykorzystaniu oscyloskopów	3
La2	Pomiary ciśnienia tętniczego krwi.	3
La3	Pomiary elektrokardiograficzne.	3
La4	Pomiary spirometryczne.	3
La5	Pomiary audiometryczne.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład prowadzony metodą multimedialną. Slajdy zawierają zagadnienia prezentowane na wykładzie.
N2. Materiały pomocnicze, umieszczone na stronie internetowej, ułatwiający przygotowanie się do prac realizowanych w laboratorium.
N3. Instrukcje obsługi urządzeń elektromedycznych znajdujących się w laboratorium.
N4. Krótki sprawdzian wiedzy.
N5. Pisemne opracowanie sprawozdania z prac doświadczalnych.
N6. Konsultacje.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (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	Ocena z egzaminu pisemnego.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	1. Testy sprawdzające przygotowanie do prac laboratoryjnych. 2. Pisemne sprawozdania z prac doświadczalnych. 3. Ocena sposobu realizacji zadań w laboratorium.
F3	PEK_K01 PEK_K02	Ocena sposobu samodzielnego pogłębiania wiadomości.

P – wykład – ocena z egzaminu.

P – laboratorium – średnia z ocen testów sprawdzających oraz ze sprawozdań z wykonanych prac doświadczalnych.

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Bronzino, The Biomedical Engineering Handbook, 4<sup>th</sup> Edition, 2015, CRC Press
- [2] J. Moore, D. Maitland, Biomedical Technology and Devices Handbook, 2013, CRC Press
- [3] M. Kutz, Biomedical Engineering and Design Handbook, 2009, McGraw-Hill Education - Europe
- [4] Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych z Aparatury Elektromedycznej 1 umieszczone w zakładce „materiały dydaktyczne” [www.ibp.pwr.edu.pl](http://www.ibp.pwr.edu.pl)

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Rosen, B.Hannaford R. Satava, Surgical Robotics, 2011, Springer
- [2] G.S. Sawhney, Fundamentals of Biomedical Engineering, 2007, New Age International Limited

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Wioletta Nowak [wioletta.nowak@pwr.edu.pl](mailto:wioletta.nowak@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim** **Biologia z elementami mikrobiologii****Nazwa w języku angielskim** **Biology with the elements of microbiology****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** **Inżynieria Biomedyczna****Specjalność (jeśli dotyczy):** .....**Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu** ETP002039W**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2				

\*niepotrzebne skreślić

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

8. Wiadomości ze szkoły średniej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Stworzenie podstaw dalszego kształcenia w zakresie: biofizyki, biochemii oraz fizjologii.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu fakty i zjawiska w zakresie nauk medycznych powiązanych z Inżynierią Biomedyczną, w szczególności z zakresu biologii.

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Bogactwo form życia – potrzeba systematyki	2
Wy2	Biologia jako nauka, rys historii rozwój nauk przyrodniczych	2
Wy3	Życie i śmierć w ujęciu cybernetycznym, informatycznym i termodynamicznym. Molekularne podstawy życia.	2
Wy4	Przegląd technik mikroskopowych – możliwości zastosowania w badaniach biologicznych	2
Wy5	Wirtualna wizyta w laboratorium mikroskopii elektronowej.	2



Wy6	Techniki przygotowywania preparatów histologicznych – przyczyny powstawania artefaktów.	2
Wy7	Komórka podstawową jednostką życia; organizacja struktur komórkowych.	2
Wy8	Komunikacja wewnątrzkomórkowa (mechanizmy transportu masy i informacji wewnątrz komórek).	2
Wy9	Sygnalizacja międzykomórkowa. Rozwój, podział i śmierć. Różna postać informacji. Przekształcanie sygnałów. Homeostaza.	2
Wy10	Komórki macierzyste nadzieją współczesnej medycyny	2
Wy11	Cykl komórkowy, jego kontrola i zaburzenia (zmiany nowotworowe, apoptoza)	2
Wy12	Hodowle komórkowe i tkankowe. Wirtualna wizyta w laboratorium hodowli komórkowych	2
Wy13	Bakterie w życiu człowieka. Komórka eukariotyczna i prokariotyczna. Wykorzystanie różnic do projektowania leków. Bakterie gram+/- . Fazy rozwoju mikroorganizmów w hodowli okresowej.	2
Wy14	Wirtualna wizyta w laboratorium mikrobiologicznym (klasyfikacja laboratoriów mikrobiologicznych). Techniki hodowli mikroorganizmów, procedura antybiotylogramu.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
La3		
La4		

La5		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. komputer, rzutnik multimedialny
N2. tablica

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W02	Ocena z kolokwium końcowego
P	PEU_K01	

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [20] Podstawy biologii komórki, Alberts B., Bray D., Hopkin K., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. PWN, Warszawa 2015 [2] Mikrobiologia techniczna. Mikroorganizmy i środowiska ich występowania, red. Z. Libudzisz, K. Kowal, Z. Żakowska, PWN 2007

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Biologia, Solomon Eldra Pearl, Berg Linda R., Martin Diana. MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2019

**Prof. Krystian Kubica, [krystian.kubica@pwr.edu.pl](mailto:krystian.kubica@pwr.edu.pl)**

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim:**           **CYFROWE PRZETWARZANIE  
SYGNAŁÓW**

**Nazwa w języku angielskim:**   **DIGITAL SIGNAL PROCESSING**

**Kierunek studiów:**               **INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

**Specjalność:**                       **ELEKTRONIKA MEDYCZNA**

**OPTYKA BIOMEDYCZNA**

**BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**

**Stopień studiów i forma:**       **I / II stopień\*, stacjonarna / ~~niestacjonarna\*~~**

**Rodzaj przedmiotu:**               **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany\*~~**

**Kod przedmiotu:**                  **ETP002042W, ETP002042L**

**Grupa kursów:**                   **~~TAK~~ / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie <del>na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2		1,5		

\* niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Zaliczenie kursu *Analiza matematyczna 2* (wykład i ćwiczenia)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu charakteryzowania sygnałów deterministycznych i losowych, metod ich analizy, podstawowych algorytmów, przekształceń ciągłych i dyskretnych stosowanych w teorii i praktyce cyfrowego przetwarzania sygnałów.

C2. Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu zastosowania metod i technik cyfrowego przetwarzania sygnałów do rozwiązywania zagadnień symulacji i analizy szerokiego spektrum sygnałów.

**EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU (PEK)**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Rozpoznaje i rozumie sposoby różnicowania sygnałów ze względu ich ogólne właściwości, rozróżnia klasy sygnałów, potrafi wybrać właściwą metodę opisu i analizy konkretnego sygnału.

PEK\_W02 Zna podstawowe koncepcje, przekształcenia, metody i algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów i potrafi określić ich właściwości oraz obszar zastosowań.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Potrafi poprawnie identyfikować problemy z dziedziny przetwarzania sygnałów, potrafi efektywnie stosować podstawowe cyfrowe metody i algorytmy do charakteryzacji i analizy sygnałów, jak również stosować je w modelowaniu symulacyjnym przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich, potrafi poprawnie interpretować uzyskiwane wyniki.

PEK\_U02 Potrafi posługiwać się literaturą z zakresu cyfrowego przetwarzania sygnałów a także informacjami zawartymi w pomocy do oprogramowania z zakresu CPS w języku obcym.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 Zna zakres swojej wiedzy, jest przygotowany do jej poszerzania.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy 1	Wstęp, program wykładu, warunki zaliczenia. Motywacja, sygnały sinusoidalne, postać dyskretna sygnału (próbkowanie), podstawowe parametry sygnałów ciągłych i dyskretnych.	2
Wy 2	Postać kanoniczna i trygonometryczna liczb zespolonych. Wzór Eulera. Amplituda zespolona. Przesunięcie fazowe. Dodawanie wskazów.	2
Wy 3	Dodawanie sygnałów sinusoidalnych. Widmo amplitudowe. Widmo fazowe.	2
Wy 4	Symetryczny charakter widma. Harmoniczne. Częstotliwość fundamentalna. Stosunek sygnału do szumu.	2
Wy 5	Czas vs częstotliwość. Zasada nieoznaczoności w analizie sygnałów. Transformacja Fouriera. Współczynniki zespolone. Szereg Fouriera. Synteza vs analiza sygnału.	2
Wy 6	Próbkowanie i kwantyzacja sygnału. Konwersja analogowo-cyfrowa. Twierdzenie o próbkowaniu. Częstość cyfrowa. Widmo sygnału dyskretnego. Aliasing w dziedzinie czasu.	2
Wy 7	Aliasing w przestrzeni dwuwymiarowej. Dudnienie. Przeciek widma. Okienkowanie sygnałów.	2
Wy 8	Systemy liniowe. Splot. Transformacja Z. Filtry o skończonej odpowiedzi impulsowej.	2
Wy 9	Filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Projektowanie filtrów cyfrowych.	2
Wy 10	Sygnały losowe. Stacjonarność i niestacjonarność sygnałów. Twierdzenie Wienera–Chinczyna. Sygnały losowe w systemach liniowych.	2
Wy 11	Analiza czasowo częstotliwościowa. Krótkoczasowa transformacja Fouriera. Spektrogram. Problem doboru okna.	2
Wy 12	Ciągła transformacja falkowa. Dyskretna transformacja falkowa.	2
Wy 13	Aproksymacje adaptacyjne sygnałów. Poszukiwanie dopasowujące ze słownikiem czasowo-częstotliwościowym.	2
Wy 14	Zastosowania cyfrowego przetwarzania sygnałów w biomedycynie.	2
Wy 15	Zastosowania cyfrowego przetwarzania sygnałów w biomedycynie, c.d.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć</b>		<b>Liczba godzin</b>
La 1	Wprowadzenie, warunki zaliczenia, wstęp do środowiska MATLAB, przykład cyfrowego przetwarzania sygnałów w tym środowisku	2
La 2	Sygnały sinusoidalne, generowanie sygnałów dyskretnych, próbkowanie	2

La 3	Generowanie dyskretnych sygnałów złożonych, decymacja i przepróbkowanie	2
La 4	Reprezentacja zespolona sygnałów, wykresy wskazowe sygnałów	2
La 5	Podstawowe operacje matematyczne na sygnałach zespolonych (dodawanie i mnożenie)	2
La 6	Analiza częstotliwościowa sygnałów deterministycznych	2
La 7	Dyskretna transformacja Fouriera, szybka transformacja Fouriera	2
La 8	Stosunek sygnału do szumu, aliasing	2
La 9	Przeciek widma, okienkowanie sygnału a jego właściwości widmowe	2
La 10	Projektowanie filtrów cyfrowych, filtry o skończonej odpowiedzi impulsowej	2
La 11	Projektowanie filtrów cyfrowych, filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej	2
La 12	Przykład zastosowania filtrów cyfrowych: algorytm Pana–Tompkinsa	2
La 13	Analiza czasowo-częstotliwościowa za pomocą krótkoczasowej transformacji Fouriera	2
La 14	Transformacje falkowe, matching pursuit	2
La 15	Zastosowania cyfrowego przetwarzania sygnałów w wybranych zagadnieniach inżynierii biomedycznej	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład i wspomagane komputerowo zajęcia laboratoryjne
- N2. Środowiska MATLAB oraz Octave
- N3. Hands-on tutorials
- N4. Listy zadań do rozwiązywania
- N5. Krótkie testy sprawdzające na ćwiczeniach laboratoryjnych
- N6. Pisemne sprawozdanie na wybrany przez studenta temat

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (PEK)**

<b>Oceny:</b> F – formująca (składowa), P – podsumowująca	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
---	--------------------------	---

F1	PEK_W01 PEK_W02	1. Ocena z egzaminu 2. Pół oceny wyżej za znaczącą aktywność na wykładzie
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	1. Krótkie prace pisemne — testy sprawdzające na zajęciach  2. Sprawozdanie na wybrany przez studenta temat, w oparciu o wiedzę i umiejętności nabyte w czasie kursu.
P — wykład — ocena z egzaminu		
P — ćwiczenia laboratoryjne — średnia arytmetyczna ocen z aktywności, testów sprawdzających i sprawozdania		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA</b></p> <p>[1] McClellan J. H., Schafer R. W., Yoder M. A., <i>DSP First: A Multimedia Approach</i>, Prentice Hall.  [2] Lyons R. G., <i>Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów</i>, WKŁ, Warszawa, 1999  [3] Oppenheim A. V., Schafer R. W., <i>Cyfrowe przetwarzanie sygnałów</i>, WKŁ, Warszawa, 1979  [4] Zieliński T. P., <i>Cyfrowe przetwarzanie sygnałów</i>, WKŁ, Warszawa, 2005</p> <p><b>LITERATURA ANGIELSKOJĘZYCZNA</b></p> <p>[1] McClellan J. H., Schafer R. W., Yoder M. A., <a href="#">DSP First 2e</a>.  [2] Mallat S., <a href="#">A Wavelet Tour of Signal Processing</a>, ENS.  [3] Polikar R., <a href="#">The Wavelet Tutorial: The Engineer's Ultimate Guide to Wavelet Analysis</a>, Rowan Uni.</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Cezary Sielużycki</b> cezary.sieluzyccki@pwr.edu.pl



WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim **CZUJNIKI I POMIARY WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **SENSORS AND MEASUREMENTS OF NON-ELECTRICAL QUANTITIES**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

Specjalność (jeśli dotyczy): .....

Poziom i forma studiów: **I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna / niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \***

Kod przedmiotu .....

Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2		1,5		

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

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu opisu zjawisk fizycznych będących podstawą przetwarzania informacji mierzalnych wielkości fizycznych nieelektrycznych na elektryczne
- C2 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu działania prostych czujników i przetworników oraz ich zastosowań
- C3 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu projektowania oraz badania prostych czujników i przetworników
- C4 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie różnych możliwości zastosowania czujników.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych
- PEU\_W02 Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą zjawisk fizycznych wykorzystywanych w czujnikach, jak np. zmiany rezystancji, pojemności i indukcyjności oraz zjawiska: piezoelektryczne, piroelektryczne, termoelektryczne, optoelektryczne i magnetoelektryczne, magnetostrykcyjne
- PEU\_W03 Zna podstawowe zasady pomiaru wielkości nieelektrycznych
- PEU\_W04 Ma ogólną wiedzę o działaniu czujników inteligentnych
- PEU\_W05 Ma szczegółową wiedzę w zakresie budowy, działania i zastosowań wybranych czujników

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi zaprojektować prosty czujnik do pomiaru wielkości nieelektrycznej

PEU\_U02 Potrafi określać doświadczalnie i teoretycznie podstawowe właściwości czujników

PEU\_U03 Potrafi pozyskiwać z literatury, baz danych i innych źródeł podstawowe informacje dotyczące czujników, ich właściwości i zastosowań

PEU\_U04 Potrafi wykonywać proste eksperymenty w zakresie pomiarów wielkości nieelektrycznych

PEU\_U05 Potrafi opracować raport pisemny z badań eksperymentalnych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zwiększenie otwartości na wiedzę i ciekawości świata, w tym świata zaawansowanej techniki i świata nauki,

PEU\_K02 Dostrzeganie wpływu osiągnięć technologicznych na postęp techniczny, rozwój nauki i ochronę środowiska,

PEU\_K03 Rozwinięcie umiejętności pracy w zespole i wspólnego rozwiązywania problemów

PEU\_K04 Rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe informacje o czujnikach. Przemiany energetyczne w czujnikach, czujniki generacyjne i parametryczne. Właściwości statyczne czujników.	2
Wy2	Pomiary w stanie nieustalonym. Dynamiczne właściwości czujników.	2
Wy3	Właściwości elektryczne materiałów. Pojemność elektryczna kondensatora płaskiego i cylindrycznego. Polaryzacja oraz przenikalność elektryczna. Metody pomiaru pojemności elektrycznej. Zastosowanie metod pojemnościowych do pomiarów wydłużenia oraz poziomu cieczy.	2
Wy4	Zjawisko piezoelektryczne, opis tensorowy i macierzowy deformacji. Metody badania i przykłady zastosowań zjawiska piezoelektrycznego (głowice ultradźwiękowe, nanopozycjonery, mikroskop skaningowy STM, silniki piezoelektryczne, czujniki piezoelektryczne).	2
Wy5	Polaryzacja elektryczna, polaryzacja spontaniczna. Związek właściwości fizycznych z symetrią budowy materiałów. Zjawisko piroelektryczne: metody badania i przykłady zastosowań, piroelektryczne detektory promieniowania podczerwonego.	2

Wy6	Siła termoelektryczna, zjawisko Seebecka. Budowa i zasada działania termopary. Zjawisko Thomsona, ciepło Joule'a. Budowa i zasada działania modułu Peltiera. Zjawiska elektrotermiczne (rezystancyjne, indukcyjne, pojemnościowe, mikrofalowe, fotonowe). Przykłady zastosowań zjawisk termoelektrycznych oraz elektrotermicznych.	2
Wy7	Pole elektryczne i magnetyczne. Siła Lorentza, siła działająca na przewodnik z prądem, prawo Biota-Savarta, równania Maxwella, reguła Lenza. Zjawiska magnetooporności i przykłady zastosowań (pamięci MRAM oraz głowice dysków twardych). Zjawisko Halla: metody badania i przykłady zastosowań: pomiary wychyleń, silnik oparty na efekcie Halla, metoda obrazowania struktury tkanki wykorzystującej efekt Halla (Hall Effect Imaging).	2
Wy8	Polaryzacja światła, praw Malusa. Właściwości elektrooptyczne: spontaniczna i wymuszona dwójłomność, zjawisko Pockelsa i Kerra, zjawiska nieliniowe. Właściwości magnetooptyczne: zjawisko Faradaya, Cottona-Moutona. Efekt Zeemana. Zasada działania modulatorów optycznych.	2
Wy9	Zjawiska fotowoltaiczne, fotoelektryczne wewnętrzne i zewnętrzne. Równanie fali elektromagnetycznej. Propagacja fali elektromagnetycznej w ośrodku.	2
Wy10	Czujniki impedancyjne, czujniki różnicowe. Różnicowe układy pomiarowe, mostek impedancyjny, detektor fazoczuły. Czujniki światłowodowe, magnetostrykcyjne i inkrementowe.	2
Wy11	Tensometry rezystancyjne. Czujniki piezorezystancyjne. Pomiary naprężeń, sił, momentów. Pomiary długości, położenia i przemieszczenia.	2
Wy12	Metody pomiaru ciśnień. Czujniki ciśnienia: sprężyste, piezoelektryczne i kompensacyjne.	2
Wy13	Pomiary parametrów ruchu. Czujnik z masą sejsmiczną i jego zastosowania. Goniometria.	2
Wy14	Czujniki temperatury: rezystancyjne metalowe i półprzewodnikowe, termistory, termopary, złącza p-n. Pomiary temperatury.	2
Wy15	Pomiary przepływu objętościowego i masowego. Przepływomierze ze spadkiem ciśnienia, ultradźwiękowe, elektromagnetyczne, kalorymetryczne i Coriolisa. Pomiary przewodności elektrycznej cieczy.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>	<b>Liczba godzin</b>
-----------------------------------	----------------------

La1	Wprowadzenie	2
La2	Czujniki temperatury.	2
La3	Pomiary w warunkach dynamicznych.	2
La4	Czujniki do pomiarów ciśnienia.	2
La5	Badanie czujnika ciśnienia arterialnego.	2
La6	Pomiary natężenia przepływu gazów.	2
La7	Pomiary natężenia przepływu cieczy.	2
La8	Czujniki i przetworniki pojemnościowe.	2
La9	Czujniki i przetworniki piezoelektryczne.	2
La10	Promieniowania podczerwonego.	2
La11	Czujniki hallotronowe.	2
La12	Konwertery termoelektryczne.	2
La13	Modulatory elektrooptyczne.	2
La14	Pomiary przemieszczeń liniowych	2
La15	Podsumowanie, analiza wykonanych pomiarów	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Elementy prezentacji multimedialnej ilustrujące zagadnienia omawiane w czasie wykładu N2.  
Wykład – udostępniony studentom w zapisie elektronicznym
- N3. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratorium, opracowanie sprawozdań
- N4. Laboratorium – praca w grupach (metoda tradycyjna)
- N5. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru),	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
---	-----------------------------	---

P – podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_W01-PEU_W05	Wykład – ocena z egzaminu
F2	PEU_U01-PEU_U05	Laboratorium – odpowiedzi ustne, kartkówki, przygotowanie sprawozdań, umiejętność obsługi sprzętu laboratoryjnego
F3	PEU_K01-PEU_K04	Ocena sposobu samodzielnego pogłębiania wiadomości.
P – wykład – ocena z egzaminu.		
P – laboratorium – ocena z przygotowania teoretycznego, ocena sposobu realizacji zadań oraz ocena raportów z prac doświadczalnych.		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Krajewski T., Zagadnienia fizyki dielektryków, W.K.Ł, Warszawa 1972
- [2] Lines M. E., Glass A. M., Principles and application of ferroelectrics and related materials, Clarendon Press, Oxford 1977
- [3] Miłek M., Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych, Ofic. Wyd. Uniw. Zielonogór., Zielona Góra 2006
- [4] Piotrowski J. (red.), Pomiary – czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego, WNT, Warszawa 2009
- [5] Ratajczyk F., Optyka ośrodków anizotropowych, PWN, Warszawa 1994

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Chełkowski A., Fizyka dielektryków, PWN, Warszawa 1972
- [2] Doebelin E.O., Measurement systems, application and design, McGraw Hill, 1990
- [3] Kaczmarek F. (red.), Ćwiczenia Laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych, PWN, Warszawa 1982
- [4] Noltingk B. E., Instrumentation reference book, Butterworth-Heinemann, Londyn 1995
- [5] Regtien P.P.L., Measurement science for engineers, Kogan Page Science, London 2004
- [6] Zakrzewski J., Czujniki i przetworniki pomiarowe, Wyd. Pol. Śl., Gliwice 2004

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Andrzej Hachoł [Andrzej.Hachol@pwr.edu.pl](mailto:Andrzej.Hachol@pwr.edu.pl)

Dr hab. Inż. Adam Sieradzki [Adam.Sieradzki@pwr.edu.pl](mailto:Adam.Sieradzki@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI**  
**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** *Fizjologia*  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** *Physiology*  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżynieria Biomedyczna  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....

**Poziom i forma studiów:** I / II-stopień\*, stacjonarna / ~~niestacjonarna\*~~  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany\*~~  
**Kod przedmiotu** MDP002002W  
**Grupa kursów** TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	45		30		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1		1		

\*niepotrzebne skreślić



**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Brak

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Pozyskanie wiedzy dotyczącej podstawowych kategorii pojęciowych związanych z fizjologią człowieka funkcjonowania ludzkiego organizmu.
- C2 Przyswojenie podstawowej wiedzy na temat czynności organizmu człowieka i ich regulacji na poziomach: molekularnym, komórkowym, tkankowym i całego ciała.
- C3 Pozyskanie wiedzy z zakresu metodyki badań fizjologicznych narządów i układów
- C4 Nabycie umiejętności pracy w laboratorium fizjologii i opanowanie umiejętności wykonania raportów z przeprowadzonych prac laboratoryjnych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną w zakresie kierunków studiów powiązanych z Inżynierią Biomedyczną

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi wykonywać zadania oraz formułować i rozwiązywać problemy z wykorzystaniem nowej wiedzy z zakresu Inżynierii biomedycznej, a także z innych dziedzin

PEU\_U02 Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia

PEU\_U03 Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne właściwe dla Inżynierii Biomedycznej oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne

Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Jest gotów do tworzenia i rozwijania wzorów właściwego postępowania w środowisku pracy i życia

PEU\_K02 Jest gotów do przewodzenia grupie i ponoszenia odpowiedzialności za nią

PEU\_K03 Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do fizjologii, podstawowe pojęcia i ogólna charakterystyka fizjologii człowieka	1
Wy2	Homeostaza i jej mechanizmy	2
Wy3	Fizjologia układu motorycznego oraz układu nerwowego	2
Wy4	Fizjologia układu krążenia oraz układu limfatycznego	2
Wy5	Gospodarka płynów – fizjologia układu wydalniczego	2
Wy6	Fizjologia układu pokarmowego	2
Wy7	Fizjologia układu oddechowego	2
Wy8	Fizjologia układu wewnątrzwydzielniczego	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Fizjologia trzustki w procesie trawienia – trawienie tłuszczów, białek i węglowodanów	3
La2	Fizjologia białek, koagulacja białek	3
La 3	Fizjologia przewodnictwa nerwowego, mechanizmy działania neurotransmiterów	3
La 4	Elektrofizjologia układu mięśniowego, EMG (elektromiografia)	3
La 5	Elektrofizjologia układu wzrokowego, EOG (elektrookulografia).	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Tablica i pisak jako pomoc naukowa na laboratorium i wykładzie.
N2 Prezentacje multimedialne
N3 Karty katalogowe producentów urządzeń, karty charakterystyki substancji, instrukcje na laboratorium.
N4 Komputer i oprogramowanie do prezentacji multimedialnych na wykładzie.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_W02	Egzamin w postaci testu
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03  PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Średnia ocen z raportów podsumowujących wykonane doświadczenia, oceny z kartkówek
P1 wykład – ocena z egzaminu		
P2 laboratorium – ocena średnia z ocen cząstkowych, zaokrąglona w dół		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. John T. Hansen, Bruce M. Koeppen, Frank H. Netter, „Atlas fizjologii człowieka Nettera” Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2005 wyd. 1
2. W.Z. Traczyk i A. Trzebski: „Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej” . PZWL, Warszawa 2004

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Fizjologia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny  
S. Konturek t.II. Układ krążenia. wydawnictwo UJ, Kraków 2000 t. III. Oddychanie, czynności nerek, równowaga kwasowo zasadowa, płyny ustrojowe. wyd. UJ, Kraków 2001 t. IV. Neurofizjologia. wyd. UJ, Kraków 1998 t. V. Układ trawienny i wydzielanie wewnętrzne. wyd. UJ. Kraków 2000

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Magdalena.przybylo@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** *Wybrane zagadnienia optyki biomedycznej***Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Selected issues of biomedical optics***Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** I / ~~II~~-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \***Kod przedmiotu** FTP001020W**Grupa kursów** ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					

w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,7				
---	-----	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

21. W: Fizyka ogólna, biologia

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie z wybranymi zagadnieniami optyki biomedycznej: oddziaływaniem światła laserowego na materię, budowy mikroskopów, zasady działania laserów

C2 Zasady doboru sprzętu w różnych zastosowaniach medycznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu optyki biomedycznej

PEU\_W02 Ma ogólną wiedzę teoretyczną na temat budowy i zasady działania laserów w medycynie

PEU\_W03 Posiada wiedzę z zakresu budowy i zastosowania mikroskopii

PEU\_W04 Ma ogólną wiedzę z zakresu obrazowania endoskopowego i termowizyjnego

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp do optyki biomedycznej	2
Wy2	Podstawy działania laserów	2
Wy3	Zastosowanie laserów w medycynie	2
Wy4	Oddziaływanie światła z tkanką	2
Wy5	Badania mikroskopowe w biomedycynie	2
Wy6	Badania endoskopowe	2
Wy7	Badania termowizyjne	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład prowadzony za pomocą prezentacji multimedialnej
N2. Krótkie pokazy wybranych urządzeń medycznych omawianych na wykładzie
N4. Prace pisemne- testy sprawdzające

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Krótkie testy sprawdzające
P kolokwium		



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [21] Optyka biomedyczna - wybrane zagadnienia pod red. H. Podbielskiej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011
- [22] R. Józwicki: Podstawy inżynierii fotonicznej; Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006
- [23] H. Abramczyk: Wstęp do spektroskopii laserowej; PWN 2000
- [24] B. Ziętek, *Lasery*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2008

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [19] J. Litwin, M. Gajda: Podstawy technik mikroskopowych. Podręcznik dla studentów i lekarzy, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2011
- [20] E. Kurczyńska, D. Borkowska-Wykret; Mikroskopia świetlna w badaniach komórki roślinnej, wyd. PWN, 2007
- [21] BIOMEDYCZNE ZASTOSOWANIA TERMOWIZJI red. HALINA PODBIELSKA, red. ANNA SKRZEK; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2014

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr inż. Iwona Hołowacz; iwona.holowacz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim METODY  
STATYSTYCZNE W BIOINŻYNIERII****Nazwa przedmiotu w języku angielskim STATISTICAL  
METHODS IN BIOENGINEERING****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA**Specjalność (jeśli dotyczy): **Elektronika Medyczna****Optyka Biomedyczna****Biomechanika Inżynierska**Poziom i forma studiów: **I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \***Kod przedmiotu **FTP001045L**Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			0,5		

w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1,5		
---	--	--	-----	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

22. W: Podstawowa wiedza z zakresu statystyki i rachunku prawdopodobieństwa

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie wiedzy z zakresu metod statystycznych najczęściej używanych w bioinżynierii, biomedycynie i medycynie.

C2 Nabycie umiejętności z zakresu implementacji podstawowych metod statystycznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie zasady funkcjonowania wybranej serii testów statystycznych

PEU\_W02 Zna i rozumie zalety, wady i ograniczenia wybranych testów statystycznych

PEU\_W03 Posiada wiedzę z zakresu zastosowania testów statystycznych w inżynierii biomedycznej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi pozyskiwać z literatury, baz danych i innych źródeł podstawowe informacje dotyczące metod statystycznych

PEU\_U02 Potrafi interpretować wyniki i wyciągać wnioski na podstawie wyników wybranych testów statystycznych

PEU\_U03 Potrafi posługiwać się technikami informacyjnymi do realizacji podstawowych metod statystycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Ma świadomość odpowiedzialności za własną pracę, zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie	2
La2	Testy t dla zmiennych zależnych i niezależnych	2
La3	Test Manna-Whitneya	2
La4	Test Wilcoxon i test znaków	2
La5	Anova jednoczynnikowa	2
La6	Anova wieloczynnikowa	2
La7	Anova z powtarzanymi pomiarami	2
La8	Zaliczenie I: kartkówka	2
La9	Test Kruskal-Wallis	2
La10	Friedman test	2
La11	Analiza korelacji (parametryczna, nieparametryczna i cząstkowa)	2
La12	Analiza regresji liniowej	2
La13	Analiza regresji linearyzowanej	2
La14	Analiza regresji logistycznej	2
La15	Zaliczenie II: kartkówka	2
	Suma godzin	30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Komputer i oprogramowanie (Statistica, Matlab, Excel)

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEU_W01-W03 PEU_U01-U03 PEU_K01	Oceny z kartkówek
P Ocena końcowa zgodna z algorytmem $\max(\text{średnia ocen, mediana ocen})$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [25] Andrzej Stanisław, Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny, tom 1, 2, 3 Wydawca: StatSoft Polska, Kraków, 2006
- [2] Michael J. Campbell, David Machin, Stephen J. Walters, Medical Statistics: A Textbook for the Health Sciences (Medical Statistics), John Wiley & Sons, 2010

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [22] [Internetowy podręcznik statystyki](http://www.statsoft.pl/textbook) (www.statsoft.pl/textbook)
- [23] Wiesława Regel Statystyka matematyczna w programie Matlab. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr hab. inż. Magdalena Kasprowicz, [magdalena.kasprowicz@pwr.edu.pl](mailto:magdalena.kasprowicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**      **OPTYKA**  
**INŻYNIERSKA**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim**    **ENGINEERING**  
**OPTICS**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      **INŻYNIERIA**  
**BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy):**              **ELEKTRONIKA**  
**MEDYCZNA,**  
**OPTYKA BIOMEDYCZNA,**  
**BIOMECHANIKA**  
**INŻYNIERSKA**

**Poziom i forma studiów:**            **I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /**

**Rodzaj przedmiotu:**                    **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \***

**Kod przedmiotu**                        **FTP002094W, FTP002094L**

**Grupa kursów**                         **~~FAK~~ / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>15</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>		<b>30</b>		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		<b>1</b>		

w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5		0,7		

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza:

- 23. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ogólnej
- 24. Podstawowe umiejętności w zakresie rachunku różniczkowego, całkowego i liczb zespolonych

Umiejętności:

- 25. W zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
- 26. Umiejętności organizacyjne związane z przekazem informacji

\

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1- Zdobyć wiedzy w zakresie oddziaływania światła z materią i podstawowych właściwości optycznych materiałów.
- C2- Zdobyć wiedzy na temat podstawowych praw i zjawisk optyki geometrycznej i falowej.
- C3- Zdobyć umiejętności oceny wpływu fundamentalnych zjawisk optycznych na działanie przyrządów optycznych i optoelektronicznych.
- C4- Zdobyć umiejętności przeprowadzenia pomiarów związanych z wykorzystaniem zjawisk optyki falowej i geometrycznej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Posiada wiedzę w zakresie oddziaływania światła z materią i podstawowych właściwości optycznych materiałów
- PEU\_W02 Posiada wiedzę na temat podstawowych praw i zjawisk optyki geometrycznej i falowej.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi ocenić wpływ fundamentalnych zjawisk optycznych na działanie przyrządów optycznych i optoelektronicznych.
- PEU\_U02 Potrafi zaplanować i wykonać eksperymenty związane z wykorzystaniem zjawisk optyki geometrycznej i falowej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Umie współpracować zespołowo w celu znalezienia optymalnego rozwiązania napotkanych problemów.
- PEU\_K02 Potrafi twórczo i niezależnie myśleć.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne i wprowadzenie do optyki. Tło historyczne. Równanie falowe, natura fali EM, sposoby opisu propagacji fal EM, oddziaływanie światła z materią, propagacja fali EM. Transmitancja i pochłanianie. Fala a promień świetlny.	2
Wy2	Zasada Fermata. Prawo odbicia i załamania. Współczynnik załamania, dyspersja, materiały optyczne i ich właściwości. Całkowite wewnętrzne odbicie, pryzmaty. Elementy optyki atmosfery, tęcza, halo słoneczne, miraż.	2
Wy3	Pomiar współczynnika załamania. Załamanie na pojedynczej sferycznej powierzchni załamującej. Soczewka cienka, tworzenie obrazu, wzór soczewkowy.	2
Wy4	Zwierciadło wklęsłe i wypukłe, tworzenie obrazu. Soczewka gruba, płaszczyzny główne, moc optyczna. Układy soczewek grubych.	2
Wy5	Aberracje układów soczewkowych. Podstawowe przyrządy optyczne ich konstrukcje i parametry. Mikroskop, lunety, teleskopy, zdolność rozdzielcza. Elementy optyki gradientowej, elementy Selfoc.	2



Wy6	Fotometria. Źródła i odbiorniki promieniowania. Wielkości i jednostki i fotometryczne. Promieniowanie ciała doskonale czarnego, prawa: Plancka, Stefana - Boltzmanna, Wiena, zastosowania - termowizja.	2
Wy7	Układ optyczny oka, film łzowy, rogówka, soczewka oczna, akomodacja. Siatkówka, czopki i pręciki, dołek środkowy. Jakość widzenia, wady widzenia. Ruchy oczu i ich wpływ na proces widzenia.	2
Wy8	Zjawisko interferencji. Koherencja światła.	2
Wy9	Interferencja w płytkach i cienkich warstwach. Interferometry dwuwieżkowe	2
Wy10	Interferencja wielopromieniowa. Interferometr Fabry-Perota.	2
Wy11	Zasada działania laserów. Lasery gazowe i półprzewodnikowe. Podstawowe parametry	2
Wy12	Dyfrakcja światła. Zasada Huygensa. Dyfrakcja Fraunhofera na pojedynczej szczelinie, siatce dyfrakcyjnej i na otworze kołowym.	2
Wy13	Zdolność rozdzielcza przyrządów optycznych. Punktowa funkcja rozmycia i funkcja przenoszenia kontrastu	2
Wy14	Polaryzacja światła, sposoby opisy, stopień polaryzacji.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Badanie jakości odwzorowania układów optycznych	3
La2	Pomiar rozmiarów obiektów metodą dyfraktometryczną	3
La3	Pomiary mikroskopowe i pomiar grubości płytek dwójtomnych metodą interferencyjną	3
La4	Pomiar współczynnika załamania refraktometrem Pulfricha	3
La5	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	3
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej (PowerPoint), demonstracji oraz pokazów zjawisk optycznych.
N2. Ćwiczenia laboratoryjne - wykonywanie i dyskusja pomiarów. Opracowanie wyników pomiarowych oraz szacowanie niepewności pomiarowych, ocena sprawozdań z przeprowadzonych ćwiczeń laboratoryjnych.
N3. Praca własna - samodzielne studia dotyczące materiału przedstawionego na wykładzie.
N4. Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.
N5. Konsultacje.

N6. Ćwiczenia laboratoryjne - sprawdziany pisemne

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02 PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego
F2	PEU_W01, PEU_W02	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 4 pytania otwarte.
<b>P1 = średnia ze wszystkich ocen F1</b>		
<b>P1 = F2</b>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

Ratajczyk F., Instrumenty optyczne, Ofic. Wyd. PWr Wrocław 2002.

Jóźwicki R., Optyka instrumentalna, PWN, Warszawa 1970.

Meyer-Arendt J.R., Wstęp do optyki, PWN, Warszawa 1979.

Nowak J., Zajęc M., Optyka - kurs elementarny, Ofic. Wyd. PWr Wrocław.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Hecht E., Optyka, PWN, Warszawa, 2018.

Holiday D., Resnick R., Walker., Podstawy fizyki tom 4, PWN Warszawa, 2006.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Prof. dr hab. inż. Waław Urbańczyk**

[waclaw.urbanczyk@pwr.edu.pl](mailto:waclaw.urbanczyk@pwr.edu.pl)

**Dr hab. inż. Gabriela Statkiewicz-Barabach**

[gabriela.statkiewicz@pwr.edu.pl](mailto:gabriela.statkiewicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim BIOCHEMIA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim BIOCHEMISTRY****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów: I / II stopień / ~~jednolite studia~~****magisterskie\*, stacjonarna /****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \*****Kod przedmiotu CHC003031W, CHC003031L****Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5		0,7		

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

Znajomość podstaw chemii i biologii.

## CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami biochemii białek (relacje struktura - funkcja, enzymy – strategie regulacyjne i katalityczne ) i węglowodanów, a także mechanizmów rządzących szlakami przekazywania sygnałów biologicznych

C2 Zapoznanie z podstawami teoretycznymi technik pracy z biocząsteczkami, uzyskanie podstawowej wiedzy o kinetyce reakcji enzymatycznych, uzyskanie wiedzy o błonach biologicznych, poznanie podstawowych pojęć i organizacji metabolizmu, zapoznanie z podstawową wiedzą dotyczącą budowy kwasów nukleinowych, metod biologii molekularnej i przekazywania informacji genetycznej

C3 Zapoznanie z podstawowymi technikami pracy z białkami i DNA (oznaczanie stężenia, czystości preparatów, izolacja DNA, rozdzielanie białek, wyznaczanie masy cząsteczkowej)

C4 Zapoznanie z podstawową wiedzą dotyczącą motorów molekularnych, systemów sensorycznych i projektowania leków

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Zna podstawowe elementy budowy białek i poziomy organizacji ich struktury. Ma podstawową wiedzę o technikach izolacji, oczyszczania i opisu białek. Rozumie zasady fałdowania łańcucha peptydowego. Umie opisać mechanizm funkcjonowania białka nieenzymatycznego na przykładzie hemoglobiny. Ma podstawowe wiadomości o kinetyce enzymatycznej. Ma wiedzę o sposobach regulacji aktywności enzymów i mechanizmach katalizy enzymatycznej. Zna zasady regulacji metabolizmu i sposoby przekazywania sygnałów biologicznych. Zna podstawowe procesy związane z przekazywaniem informacji genetycznej. Ma wiedzę dotyczącą fizjologii molekularnej i udziału w nich białek G. Ma wiedzę dotyczącą funkcjonowania motorów molekularnych i projektowania leków.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Umie wyznaczyć parametry kinetyczne enzymu ( $K_m$  i  $V_{max}$ ). Umie zinterpretować profile elucji po rozdziale chromatograficznym białek technikami kolumnowymi; dobrać odpowiedni żel, zaprojektować warunki rozdziału. Potrafi zinterpretować elektroforegramy SDS-PAGE białek. Potrafi wyliczyć podstawowe parametry opisujące własności białka: pK, pI, masę cząsteczkową, optimum pH

i temperatury, w oparciu o dane eksperymentalne. Potrafi wyizolować DNA z materiału biologicznego i wyznaczyć temperaturę topnienia DNA. Potrafi przeprowadzić pomiary widm absorpcji i emisji białek, anizotropii fluorescencji, wygaszania emisji

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Wstęp.</b> Wiązania chemiczne w biochemii. Entropia i zasady termodynamiki. <b>Struktura i funkcja białek:</b> aminokwasy, struktura pierwszorzędowa struktura drugorzędowa, struktura trzeciorzędowa, struktura czwartorzędowa, doświadczenie Anfinsena, fałdowanie łańcucha polipeptydowego	2
Wy2	<b>Poznanie białek</b> – oczyszczanie i wstępny opis białek – metody chromatograficzne, wirowanie, testy aktywności, ocena wydajności oczyszczania i stopnia oczyszczenia, elektroforeza w żelu poliakrylamidowym, sekwencjonowanie białek - degradacja Edmana, spektrometria mas	2
Wy3	<b>Poznanie białek – c.d.</b> – metody immunologiczne w badaniach białek, synteza peptydów na stałym podłożu, oznaczanie struktury przestrzennej białek – spektroskopia NMR, krystalografia rentgenowska, poznanie proteomu	2
Wy4	<b>Hemoglobina</b> – portret białka w działaniu – efekt allosteryczny, regulacja przez BPG, wpływ pH i CO <sub>2</sub> , efekt Bohra, anemia sierpowata	2
Wy5	<b>Enzymy</b> – podstawowe pojęcia i kinetyka: kofaktory, klasyfikacja, energia swobodna, a spontaniczność reakcji, centrum aktywne, stan przejściowy reakcji enzym-substrat, znaczenie wartości K <sub>m</sub> i V <sub>max</sub> , kryterium k <sub>kat</sub> /K <sub>m</sub> , model Michaelisa-Menten, modele hamowania: inhibicja kompetycyjna i niekompetycyjna, inhibitory nieodwracalne, przeciwciała katalityczne, penicylina	2
Wy6	<b>Strategie katalityczne, strategie regulacyjne</b> – proteazy, enzymy restrykcyjne, kaskada krzepnięcia krwi, modyfikacje kowalencyjne, specyficzna proteoliza	2
Wy7	<b>Szlaki przekazywania</b> sygnałów biologicznych – receptory 7TM, białka G, cząsteczki sygnałowe, wady szlaków sygnalizacyjnych	2
Wy8	<b>Metabolizm</b> – podstawowe pojęcia i organizacja – sprzężenie reakcji, strategie regulacyjne, ewolucja szlaków	2

Wy9	<b>Metaboliz glikogenu</b> - mechanizmy regulacji syntezy i rozkładu glikogenu	<b>2</b>
Wy10	<b>DNA, RNA</b> - przepływ informacji genetycznej, poznawanie genów i genomów	<b>2</b>
Wy11	<b>Biosynteza białka</b> – budowa i funkcja rybosomów, etapy translacji	<b>2</b>
Wy12	<b>Systemy czucia</b> – receptory węchowe, smakowe, fotoreceptory (rodopsyna)	<b>2</b>
Wy13	<b>Motory molekularne</b> – miozyny, kinezyny, dyneiny; skurcz mięśnia, ruch wici bakterii	<b>2</b>
Wy14	<b>Projektowanie leków</b>	<b>2</b>
Wy15	<b>Kolokwium zaliczeniowe</b>	<b>2</b>
	<b>SUMA GODZIN</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin<sup>1)</sup></b>
La1	<b>Zajęcia wstępne</b> - omówienie zasad BHP, omówienie organizacji ćwiczeń, zasady pipetowania, zasady posługiwania się aparaturą – spektrofotometry, wirówki, aparat do elektroforezy PAGE, oznaczanie stężenia białka	<b>3</b>
La2	Filtracja żelowa mieszaniny białek	<b>3</b>
La3	Elektroforeza SDS PAGE	<b>3</b>
La4	Izolacja DNA z grasicy cielęcej	<b>3</b>
La5	Własności fluorescencyjne białek – fluorofory wewnętrzne i zewnętrzne, wyznaczenie widm emisji i absorpcji, anizotropia polaryzacji fluorescencji, wygaszanie fluorescencji – krzywe Sterna-Volmera	<b>3</b>
La6	Krzywa topnienia DNA	<b>3</b>
La7	Miareczkowanie białek i aminokwasów – wyznaczenie pK, pI	<b>3</b>
La8	Wpływ temperatury i pH na aktywność enzymów	<b>3</b>
	Suma godzin	<b>15</b>

1) **UWAGA!** Studenci wykonują cztery ćwiczenia z podanych powyżej (2-8) w trybie trzy godziny/tydzień przez cztery kolejne tygodnie.

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z prezentacją multimedialną
N2. Ćwiczenia laboratoryjne

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	Kolokwium na ocenę
F2	PEK_U01	Oceny z ćwiczeń laboratoryjnych, na które składają się cząstkowe kolokwia i jakość sprawozdań

P = F1 – wykład ocena z kolokwium

P = F2 – laboratorium – średnia ocen F2

P(wykład) = 3,0 jeżeli = 60,0 – 70,0 pkt.

3,5 jeżeli = 70,1 – 75,0 pkt.

4,0 jeżeli = 75,1 – 80,0 pkt.

4,5 jeżeli = 80,1 – 85,0 pkt.

5,0 jeżeli = 85,1 – 90,0 pkt.

5,5 jeżeli = 90,1 – 100,0 pkt.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Berg, J. M., L. Stryer, J. L., Tymoczko, G.J. Gatto Biochemistry. W.H. Freeman and Co., New York 2019

[2] Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Stryer, L., Biochemia. PWN S.A., Warszawa 2018 (tłum. 8wydania amerykańskiego)

[3] Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych – dostępne sieciowo

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] Gumpert, R.I., Deis, F.H., Gerber, N.C., Koeppe II, R., Student Companion to Accompany Biochemistry, seventh edition, WH, Freeman 2012

[2] Voet, D., Voet, J.G., Biochemistry. Wiley & Sons, Inc., 3<sup>rd</sup> edition.

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

**prof. dr hab. inż. Piotr Dobryczycki**



**piotr.dobryczycki@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: PODSTAWY  
BIOFOTONIKI****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: BIOPHOTONICS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria biomedyczna****Specjalność (jeśli dotyczy):**Stoień studiów i forma:  I /  II stopień\*, stacjonarna /  niestacjonarna\*Rodzaj przedmiotu:  obowiązkowy /  wybieralny /  ogólnouczelniany\*Kod przedmiotu **FTP002003**Grupa kursów  TAK /  NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		60
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,6		1		1

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

9. Zaliczony kurs: Fizyka 1.3A
10. Zaliczony kurs: Fizyka 2.7

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu podstaw fotoniki
- C2 Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu analizy obserwowanych zjawisk
- C3 Rozwiązywanie podstawowych problemów technicznych i konstrukcyjnych podczas realizacji zadań w laboratorium

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia z podstaw biofotoniki,
- PEU\_W02 Ma wiedzę o parametrach optycznych tkanek i oddziaływania światła z tkankami
- PEU\_W03 Posiada wiedzę na temat technik obrazowania medycznego
- PEU\_W04 Ma wiedzę o technikach diagnostycznych wykorzystujących promieniowanie elektromagnetyczne

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy z zakresu biofotoniki
- PEU\_U02 Potrafi wykonywać zadania laboratoryjne poprzez dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi.
- PEU\_U03 Potrafi brać udział w debacie – przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich w zakresie biofotoniki

PEU\_U04 Potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole

PEU\_U05 Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu biofotoniki – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role, gotów jest do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawy biofotoniki – wprowadzenie	3
Wy2	Parametry optyczne tkanek Prawa absorpcji i zastosowanie w biologii i medycynie	3
Wy3	Luminescencja i biomedyczne zastosowania w diagnostyce i terapii	3
Wy4	Odziaływania termiczne promieniowania elektromagnetycznego z tkankami - zastosowania diagnostyczne i terapeutyczne	3
Wy5	Zastosowanie optyki falowej w medycynie	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Wprowadzenie, omówienie warunków zaliczenia, wiadomości wstępne. Zastosowania mikroskopii optycznej	3
Lab2	Interstycjalna termoterapia laserowa – symulacje komputerowe.	3
Lab3	Transiluminacja jako metoda diagnostyczna tkanek okołostawowych na przykładzie badania stawów międzypaliczkowych bliższych	3
Lab4	Zastosowanie spektroskopii. Charakterystyka właściwości tłumiących światło wybranych materiałów z jakich wykonane są okulary ochronne	3
Lab5	Pomiary fotometryczne - badanie właściwości fizycznych fotoogniw	3
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Wprowadzenie do przedmiotu, przedstawienie warunków zaliczenia	1
Se2	Fala elektromagnetyczne, oddziaływania promieniowania z materią , medycyna fotodynamiczna, spektroskopia	2
Se3	Źródła i detektory promieniowania, techniki badań biomedycznych wykorzystujące rozproszenie, absorpcję, interferencję światła	2
Se4	Światłowody, lasery, diody, czujniki światłowodowe	2
Se5	Mikroskopia	2
Se6	Transiluminacja, pułapki manipulatory optyczne, termowizja, fotoakustyka	2
Se7	Endoskopia, holografia, Optyka okularowa, dermatoskopia	2
Se8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład prowadzony metodą tradycyjną i multimedialną
N2. Seminarium prowadzone metodą tradycyjną i multimedialną
N3. Krótkie prace pisemne- testy sprawdzające – stosowane na wykładzie i laboratorium
N4. Zestawy dydaktyczne do zajęć laboratoryjnych

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_W01	4 zaliczenia cząstkowe – kartkówki na wykładach

	PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_U03	Ocena z prezentacji (waga 1/3) i ocena z kolokwium zaliczeniowego (waga 2/3)
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U04 PEU_U05  PEU_K01	Wykonanie zadań laboratoryjnych, zaliczenie sprawozdań z wykonanych pomiarów, zaliczenie kartkówek
<p>P - wykład – ocena z 4 kartkówek</p> <p>P – seminarium – suma punktów z prezentacji i kolokwium</p> <p>P – laboratorium – zaliczenie sprawozdań z 4 ćwiczeń i zaliczenie kartkówek</p>		

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Amnon Yariv: Photonics: optical electronics in modern communications. Oxford University Press, New York; Oxford 2007.
2. Sharma K.K., Optics: principles and applications. Academic Press: Elsevier. Amsterdam 2006.
3. Smith F.G., Terry A. King: Optics and Photonics. An Introduction. John Wiley & Sons, Chichester 2000.
4. Tuan Vo-Dinh (ed.), Biomedical Photonic Handbook. CRC Press, Boca Raton, 2003.
5. Optyka biomedyczna – wybrane zagadnienia red. H. Podbielska, Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2011

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Józwicki R., Podstawy inżynierii fotonicznej. Ofic. Wyd. PW, Warszawa 2006.
2. Meschede D., Optics, light and lasers: the practical approach to modern aspects of photonics and laser physics. Wiley-VCH, Weinheim 2004.
3. Prasad P.N., Introduction to biophotonics. John Wiley & Sons, Hoboken 2003.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Halina Podbielska, [halina.podbielska@pwr.edu.pl](mailto:halina.podbielska@pwr.edu.pl)**

**Iwona Hołowacz, [iwona.holowacz@pwr.edu.pl](mailto:iwona.holowacz@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim PRAKTYKA  
KIERUNKOWA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim PRACTICE****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): -**Poziom i forma studiów: I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu FTP002051Q

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				160	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				6	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym					



bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

Podstawowa wiedza teoretyczna i umiejętności z zakresu Inżynierii Biomedycznej zgodnie z wymaganiami programu studiów I stopnia, odpowiednio dla specjalności BIN, EME, INM i OBI (Biomechanika Inżynierska, Elektronika Medyczna, Informatyka Medyczna, Optyka Biomedyczna)

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z praktycznymi aspektami zagadnień z zakresu Inżynierii Biomedycznej poznanych czasie studiów I stopnia, zapoznanie z praktycznymi aspektami działalności oraz funkcjonowania zakładów związanych z działalnością medyczną i obsługą jednostek medycznych, w zakresie powiązanych z obszarami specjalności studiów I stopnia, odpowiednio dla specjalności BIN, EME, INM i OBI.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy z zakresu Inżynierii Biomedycznej oraz wykonywać zadania poprzez właściwy dobór źródeł oraz informacji z nich pochodzących, dokonywać oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji

PEU\_U02 Potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole

PEU\_U03 Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu Inżynierii Biomedycznej – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne

PEU\_U04 Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich z zakresu Inżynierii Biomedycznej

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role, gotów jest do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy

PEU\_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, jest gotów do oceny znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

PEU\_K03 Dbą o przestrzeganie zasad etyki zawodowej i wymaga tego od innych, dba o dorobek i tradycje zawodu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - praktyka</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr	W czasie praktyki zawodowej student powinien poznać obowiązki pracowników o zbliżonym stopniu wykształcenia, brać udział w zadaniach realizowanych w zakładzie pracy, poznać jego organizację, zakres działalności, stosowane technologie, procesy, procedury oraz obiekty.	160
	<b>Suma godzin</b>	<b>160</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Praca studenta pod nadzorem opiekuna w miejscu realizacji praktyki. N2. Weryfikacja/ocena dziennika praktyki N3. Ocena sprawozdania z praktyki.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU _U01 PEU _U02 PEU _U03 PEU _U04 PEU _K01 PEU _K02 PEU _K03	<p>Po zakończeniu praktyki kierunkowej student zalicza ją na podstawie pisemnego sprawozdania, które zawiera:</p> <p>termin praktyki, nazwę i adres zakładu pracy, charakterystykę jego działalności, krótkie opisy technologii, procesów, obiektów, które były realizowane podczas praktyki , opis realizowanych prac typu projektowego, używany sprzęt, szczególne zagadnienia BHP występujące w zakładzie itp. Student przedstawia także dziennik praktyki, zawierający szczegółowe zapisy dokumentujące przebieg praktyki.</p> <p>Opracowane sprawozdanie z praktyki powinno być poświadczane przez zakład pracy, pieczętka firmy i jej dane adresowe, dane opiekuna praktyki ze strony zakładu, stanowisko i nazwisko osoby poświadczającej.</p> <p>W przypadku osób, które były zatrudnione w zakładzie (firmie) w ramach stosunku pracy lub umowy cywilno – prawnej zaliczenie praktyki może być dokonane na podstawie zaświadczenia o zakresie obowiązków powierzonych praktykantowi wystawionego przez pracodawcę.</p>
P – ocena końcowa ze sprawozdania z praktyki		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Określone przez prowadzącego praktyki źródła literaturowe oraz źródła wybrane przez studenta, wynikające z analizy literatury dotyczącej praktyki
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Pełnomocnik Dziekana ds. praktyk studenckich

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim PRACA DYPLOMOWA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim DIPLOMA PROJECT****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): -**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu FTP002080D

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				450	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				<b>15</b>	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)				1	

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

Kurs realizowany w ostatnim semestrze studiów, student może wpisać się na kurs tylko w sytuacji, kiedy planowany deficyt punktowy po semestrze dyplomowym jest zerowy. Temat pracy jest indywidualny dla każdego studenta i wymaga akceptacji Rady Wydziału. Do realizacji pracy student przystępuje po dostarczeniu do dziekanatu zgłoszenia tematu pracy dyplomowej podpisanego przez prowadzącego i studenta.

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Samodzielne rozwiązanie wybranego przez studenta zadania problemowego o charakterze technicznym. W trakcie realizacji student rozszerza i pogłębia swoją specjalistyczną wiedzę poprzez samodzielne poszukiwanie literatury na dany temat, poszukiwania różnych metod rozwiązywania problemu, dokonywania krytycznej oceny analizowanych metod i wyboru najlepszej metody przy istniejących ograniczeniach.
- C2 Podnosi swoje umiejętności praktyczne poprzez samodzielne projektowanie, wykonanie urządzenia lub stanowiska pomiarowego, przeprowadzenie pomiarów kontrolnych oraz weryfikację uzyskanych wyników.
- C3 Efektem podlegającym formalnej ocenie jest pisemna część pracy dyplomowej dokumentująca cały przebieg samodzielnych działań studenta oraz jego umiejętności redakcyjnych a także modele urządzeń i stanowisk pomiarowych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

#### **Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu Inżynierii Biomedycznej, w szczególności: automatyki i robotyki, biochemii, biofizyki, biomateriałów, czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych, elektronicznej aparatury medycznej, grafiki inżynierskiej, implantów i sztucznych narządów, laserów i ich zastosowania w

medycynie, mechaniki i wytrzymałości, metrologii, optyki inżynierskiej, podstaw biofotoniki, programowania i grafiki komputerowej, przetwarzania sygnałów, technik obrazowania medycznego

**Z zakresu umiejętności:**

PEU \_U01 Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy z zakresu Inżynierii Biomedycznej oraz wykonywać zadania poprzez właściwy dobór źródeł oraz informacji z nich pochodzących, dokonywać oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji

PEU \_U02 Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy z zakresu Inżynierii Biomedycznej oraz wykonywać zadania poprzez dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno- komunikacyjnych

PEU \_U03 Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauk technicznych i dyscypliny Inżynierii Biomedycznej, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego

PEU \_U04 Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu Inżynierii Biomedycznej – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU \_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

PEU \_K02 Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, jest gotów do oceny znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

PEU \_K03 Dbą o przestrzeganie zasad etyki zawodowej i wymaga tego od innych, dba o dorobek i tradycje zawodu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr	Kurs odbywa się pod indywidualną opieką prowadzącego zatwierdzonego przez Radę Wydziału; szczegółowe zadania i treści podlegają indywidualnym uzgodnieniom w relacji prowadzący-student	450
	<b>Suma godzin</b>	<b>450</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N4. Komputer z odpowiednim oprogramowaniem do symulacji oraz analizy zebranych wyników badawczych.  
N5. Praca doświadczalna i laboratoryjna.  
N6. Pisemne opracowanie raportu z pracy inżynierskiej.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	1. Ocena metodyki rozwiązania zadania technicznego o charakterze inżynierskim. 2. Ocena jakości wykonania części doświadczalno –projektowej lub projektowej. 3. Ocena końcowego raportu.
P – ocena końcowa z raportu z ocen prowadzącego i recenzenta		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[2] Czasopisma z Listy Filadelfijskiej

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[3] Określone przez prowadzącego źródła literaturowe oraz źródła wybrane przez studenta, wynikające z analizy literatury dotyczącej tematu.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr hab. Marta Kopaczyńska , Prof. ucz

[Marta.Kopaczynska@pwr.wroc.pl](mailto:Marta.Kopaczynska@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zasady redagowania opracowań i prac naukowych****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Principles of the editing of studies and scientific works****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria biomedyczna****Specjalność (jeśli dotyczy):**Stopień studiów i forma: I / ~~II~~ stopień\*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~\*Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~\*

Kod przedmiotu FTP002098P

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				30	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym				0,6	



bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

11. Zaliczony kurs: Pakiety obliczeniowe,
12. Znajomość programów użytkowych Word, Excel,

### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zdobycie technicznych umiejętności związanych z pisaniem pracy inżynierskiej

C2 Umiejętność samodzielnego wyszukiwania literatury naukowej oraz znajomość zasad wykorzystywania materiałów źródłowych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA**

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Ma umiejętność samokształcenia się, potrafi samodzielnie planować własne uczenie się przez całe życie

PEU\_U02 Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauk technicznych i dyscypliny Inżynierii Biomedycznej, potrafi wyszukać i zastosować literaturę anglojęzyczną w swojej pracy dyplomowej

PEU\_U03 Potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole

PEU\_U04 Potrafi opracować tekst o charakterze naukowym, poprawnie skonstruować pracę inżynierską

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
p1	<i>Wprowadzenie, omówienie tematów przedmiotu i warunków zaliczenia</i>	1
p2	<i>Budowa prac naukowych pisemnych</i>	2
p3	<i>Sporządzenie planu pracy</i>	2
p4	<i>Zasady edytorskie</i>	2
p5	<i>Przygotowanie rysunków, tabel, wykresów, schematów</i>	2
p6	<i>Odsyłacze do literatury, skróty, cytaty</i>	2
p7	<i>Zasady opisu bibliograficznego dokumentów tradycyjnych i elektronicznych</i>	2
p8	<i>Prezentacja pracy</i>	2
	Suma godzin	<b>15</b>

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Elementy prezentacji multimedialnej ilustrujące zagadnienia omawiane w pracach naukowych

N4. Komputer oraz Internet

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U03 PEU_K01	1. Ocena poszczególnych części projektu
P - projekt – średnia z ocen z części pracy oraz ocena z prezentacji końcowej		
P – ćwiczenia – średnia z ocen z testów sprawdzających		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. *Wolański A.*, Edycja tekstów. Praktyczny poradnik, Warszawa 2008
2. *Gambarelli G.*, Jak przygotować pracę dyplomową lub doktorską: wybór tematu, pisanie, prezentowanie, publikowanie, Kraków 1996, 1998.
3. *Kozłowski R.*, Praktyczny sposób pisania prac dyplomowych. Z wykorzystaniem programu komputerowego i Internetu, Warszawa 2009.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [26] *Szmigielska T. U.*, Poradnik dla piszącego pracę dyplomową, Warszawa 2005.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Iwona Hołowacz, [iwona.holowacz@pwr.edu.pl](mailto:iwona.holowacz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim Biofizyka****Nazwa w języku angielskim Biophysics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Biomedyczna****Specjalność (jeśli dotyczy): .....****Stopień studiów i forma: I stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu FTP0020032W****Grupa kursów TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1	0,7	1,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

13. *Fizyka 1, Fizyka 2, Fizykochemia materiałów*

**CELE PRZEDMIOTU**

*C1 stworzenie podstaw do dalszego studiowania fizjologii ilościowej, biosensorów, biospektroskopii oraz podstaw modelowania zjawisk biofizycznych.*

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu Inżynierii Biomedycznej, w szczególności biofizyki.

...

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty w tym pomiary i symulacje komputerowe w zakresie Inżynierii Biomedycznej, potrafi interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.

PEU\_U02 Potrafi wykorzystywać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne w zakresie dyscypliny Inżynierii Biomedycznej.

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

PEU\_K02 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej role, gotów jest to myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawy budowy materii, wiązania chemiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe – znaczenie w układach biologicznych.	1
Wy2	Błony biologiczne, modelowe błony lipidowe, badania doświadczalne i teoretyczne	2
Wy3	Błony biologiczne, modelowe błony lipidowe, badania doświadczalne i teoretyczne –kontynuacja	2
Wy4	Transport przez błony, kanały jonowe, selektywność, mechanizm bramkowy	2
Wy5	Podstawy termodynamiki, energia swobodna, entalpia i entropia w opisie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w komórkach biologicznych.	2
Wy6	Potencjał elektrochemiczny, dyfuzja, osmoza, równowaga Nernsta	2
Wy7	Potencjał elektrochemiczny, dyfuzja, osmoza, równowaga Nernsta - kontynuacja	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

#### Forma zajęć - ćwiczenia

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczanie stężenia mieszaniny roztworów	1
Ćw2	Lista zadań nr 1 – ocena błędów rozcieńczania roztworów	2
Ćw3	Lista zadań nr 2 – przepływ cieczy idealnej	2
Ćw4	Lista zadań nr 3 – przepływ cieczy lepkiej	2
Ćw5	Lista zadań nr 4 - termodynamika	2
Ćwi6	Lista zadań nr 5 – praca, energia, moc	2
Ćw 7	Lista zadań nr 6 – analiza podobieństwa	2

Ćw 8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie (regulamin, omówienie teorii błędów pomiarowych)	3
La2	Pomiary potencjału Nernsta	3
La3	Dializa	3
La4	Badanie kinetyki uwalniania substancji z maści	3
La5	Badanie mechanizmów adsorpcji na węglu aktywnym	3
...		
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. tablica, N2. komputer + rzutnik multimedialny

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_W01	Kolokwium końcowe
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena przygotowania teoretycznego oraz ocena raportu każdego ćwiczenia laboratoryjnego




<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
--------------------------------------

- |   |
|---|
| <p>[1] Z. Józwiak, G. Bartosz, Biofizyka. Wybrane zagadnienia wraz z ćwiczeniami. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007</p> <p>[2] S. Miękiś, A. Hendrich, Wybrane zagadnienia z biofizyki, AM Wrocław, 1996</p> <p>[3] F. Jaroszyk, Biofizyka, PZWL, Warszawa 2019</p> |
|---|

<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
---

- |   |
|---|
| <p>[1] Z. Traczyk, A. Trzebski, Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej, PZWL, Warszawa 2004</p> <p>[2] K. Dołowy, A. Szewczyk, S. Pikuła, Błony biologiczne. Śląsk, 2003</p> <p>[3] B. Alberts, D. Bray, K. Hopkin, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter, Podstawy biologii komórki, PWN, Warszawa 2015</p> |
|---|

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

<b>Prof. Dr hab. Krystian Kubica, krytian.kubica@pwr.edu.pl</b>
---

--

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Fizyka 1.3A***Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Physics 1.3A***Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** *INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA*Specjalność (jeśli dotyczy): *Biomechanika inżynierska, Elektronika medyczna, Optyka biomedyczna***Poziom i forma studiów:** ~~I / II stopień~~ / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /**Rodzaj przedmiotu:** *obowiązkowy* / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany\*~~**Kod przedmiotu** FZP001064W i FZP001064C**Grupa kursów** ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	5	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	0			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3	1,5			

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza, umiejętności oraz kompetencje społeczne określone w odpowiednich rozporządzeniach MEN oraz dokumentach CKE dotyczących podstaw programowych obowiązujących zdających egzamin maturalny z przedmiotów Matematyka i Fizyka z astronomią w zakresie rozszerzonym.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki klasycznej:

- C1.1. Dynamika.
- C1.2. Pole grawitacyjne.
- C1.3. Hydrodynamika płynów
- C1.4. Ruch drgający i falowy.
- C1.5. Termodynamika.
- C1.6. Elektrostatyka.
- C1.7. Stały prąd elektryczny.

C2. Zdobywanie umiejętności jakościowej oraz ilościowej analizy zjawisk/procesów i rozwiązywanie problemów/zadań związanych z wyżej wymienionymi działami fizyki.

C3. Rozwijanie i utrwalanie głównie miękkich kompetencji społecznych, w tym rozumienia potrzeby ciągłego kształcenia się, oraz umiejętności: (a) krytycznej oceny posiadanej wiedzy i postrzegania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych, (b) samodzielnego określenia priorytetów i podejmowania decyzji oraz krytycznych ocen podjętych i zakończonych działań własnych związanych m.in. ze studiowaniem, c) przyjmowania osobistej odpowiedzialności za skutki działań własnych, (d) pracy w grupie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

**W zakresie wiedzy** (K6IBM\_W01 (P6U\_W, P6S\_WG), K6IBM\_U06 (P6U\_U, P6S\_UK), K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K P6S\_KO))

PEU\_W01 – ma podstawową wiedzę o zasadach dynamiki Newtona ruchu postępowego i obrotowego, metodach rozwiązywania równań ruchu oraz stosowania praw dynamiki w fizyce i praktyce inżynierskiej.

PEU\_W02 – ma ugruntowaną wiedzę o zasadach zachowania pędu, energii mechanicznej, momentu pędu, warunkach ich poprawnego stosowania w fizyce i praktyce inżynierskiej.

PEU\_W03 – ma uporządkowaną wiedzę o właściwościach pól grawitacyjnych, metodach ich ilościowego opisu oraz ruchu ciał w takich polach.

PEU\_W04 – ma utrwaloną wiedzę z zakresu hydrodynamiki płynów.

PEU\_W05 – zna właściwości fizyczne ruchu drgającego i falowego, metody ilościowej charakterystyki drgań i fal oraz ich zastosowań w działalności inżynierskiej.

PEU\_W06 – zna i rozumie podstawy termodynamiki fenomenologicznej, ma wiedzę o wybranych zagadnieniach termodynamiki statystycznej oraz o metodach stosowania tej wiedzy do analizy zjawisk i procesów termodynamicznych.

PEU\_W07 – ma ugruntowaną wiedzę o właściwościach pól elektrostatycznych, stałego prądu elektrycznego oraz o metodach zastosowania tej wiedzy do analizy zagadnień o charakterze inżynierskim.

**W zakresie umiejętności** (K6IBM\_U06 (P6U\_U, P6S\_UK), K6IBM\_U10 (P6U\_U, P6S\_UW\_INŻ), K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K, P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K P6S\_KK))

PEU\_U01 – potrafi samodzielnie pisemnie lub w wypowiedzi ustnej poprawnie i zwięźle przedstawić zagadnienia będące treścią przedmiotowych efektów uczenia się PEU\_W01-PEU\_W07.

PEU\_U02 – potrafi jakościowo i ilościowo analizować i rozwiązywać nieskomplikowane równania ruchu postępowego i obrotowego ciał.

PEU\_U03 – ma umiejętności poprawnego stosowania zasad zachowania zdefiniowanych PEU\_W02 do analizowania i rozwiązywania wybranych zadań i problemów fizycznych oraz inżynierskich.

PEU\_U04 – potrafi jakościowo oraz ilościowo charakteryzować skalarne i wektorowe właściwości słabych pól grawitacyjnych oraz ruchu ciał w tych polach.

PEU\_U05 – ma umiejętności analizowania i rozwiązywania zadań i problemów związanych z hydrodynamiką płynów.

PEU\_U06 – potrafi jakościowo i ilościowo opisywać właściwości i efekty związane z ruchem drgającym, falami mechanicznymi oraz rozwiązywać zadania dotyczące drgań i fal.

PEU\_U07 – ma umiejętności analizowania i rozwiązywania zadań/problemów z zakresu termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej.

PEU\_U08 – umie ilościowo charakteryzować właściwości skalarne i wektorowe pól elektrostatycznych oraz analizować i rozwiązywać zagadnienia dotyczące elektrostatyki i stałego prądu elektrycznego.

**W zakresie kompetencji społecznych (K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K, P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K, P6S\_KK))**

PEU\_K01 – rozumie konieczność ciągłego kształcenia się; potrafi dokonywać krytycznych ocen posiadanej wiedzy i postrzegania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych (K6IBM\_K01),

PEU\_K02 – potrafi samodzielnie określać priorytety i podejmować decyzje, dokonywać krytycznych ocen podjętych i zakończonych działań własnych związanych m.in. ze studiowaniem oraz przyjmować osobistej odpowiedzialności za skutki działań własnych (K6IBM\_K03),

PEU\_K03 – potrafi pracować w grupie oraz komunikować się z otoczeniem społecznym (K6IBM\_K05).

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
W. 1	Sprawy organizacyjne. Metodologia fizyki: Podstawy analizy wymiarowej i szacowania wartości wielkości fizycznych. Układ SI.	2
W. 2-4	Zasady dynamiki Newtona transformacja Galileusza, inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Rodzaje sił. Tarcie. Siły bezwładności	5
W. 4-6	Praca i energia mechaniczna. Zasada zachowania energii mechanicznej: Definicje: pracy, energii: kinetycznej, potencjalnej sprężystości, mechanicznej. tw. o pracy i energii kinetycznej, moc, zasada zachowania energii mechanicznej + warunki, w których jest spełniona, tj. może być stosowana.	5
W. 7-8	Zasady zachowania pędu i momentu pędu: Pęd i popęd, zderzenia sprężyste i niesprężyste, zasada zachowania pędu; postać szczególna i ogólna i jej związek z II zasadą dynamiki; warunki stosowania zasady zachowania pędu. Kinematyka i dynamika układ punktów materialnych i środka masy układu. Kinematyka i dynamika ruchu po okręgu. Przyspieszenia: styczne i dośrodkowe – interpretacja fizyczna. Dynamika bryły sztywnej. Moment: bezwładności, siły, pędu. Tw. Steinera. Tw. o pracy i energii w ruchu obrotowym. Ruch postępowo-obrotowy (toczenie się bez poślizgu) bryły sztywnej. Zasada zachowania momentu pędu + warunki, w których jest spełniona, tj. może być stosowana. Zjawisko precesji bryły sztywnej.	4
W.9	Grawitacja: Pole grawitacyjne: pojęcie pola wielkości fizycznej, prawo powszechnego ciążenia, prawa Keplera, wielkości wektorowe i skalarne, potencjalność pola, grawitacyjna energia potencjalna, zasada zachowania energii mechanicznej ciała w polu grawitacyjnym + warunki, w których może być stosowana; ruch ciał (satelita geostacjonarny, meteoryty) w polu grawitacyjnym (I, II i III prędkość kosmiczna).	2
W. 10	Hydrodynamika: Zasada statyki ciał stałych. Sprężystość ciał stałych – uogólnione prawo Hooke’a, moduły i współczynniki sprężystości. Fizyka płynów: płyn idealny, prawa hydrostatyki i hydrodynamiki, napięcie powierzchniowe, włoskowatość, rodzaje przepływów, równania: ciągłości i Bernoulliego, płyny rzeczywiste: lepkość, efekt Magnusona, ruch obiektów w płynach rzeczywistych.	2
W. 11-14	Ruch drgający i fale mechaniczne. Dźwięki: Fizyka drgań – oscylatory harmoniczne (przykłady) – równanie ruchu; drgania tłumione (zastosowania) – równanie ruchu; drgania wymuszone – równanie ruchu; rezonans mechaniczny. Ruch falowy – definicja fali, rodzaje fal, warunki konieczne powstania fali, charakterystyki ilościowe (prędkości stowarzyszone z ruchem falowy, długość i częstotliwość fali, równanie fali monochromatycznej + jego interpretacja fizyczna), transport energii przez fale (średnia energia, moc, intensywność), odbicie, załamanie, transmisja, interferencja (konstruktywna i destruktywna) fal, fale stojące, figury Chladniego. Fale akustyczne – zakres częstotliwości, prędkość dźwięku, natężenie fal akustycznych, poziom głośności, interferencja	8

	fal akustycznych i źródła dźwięków, instrumenty, efekt Doplera, dudnienia, zastosowania ultradźwięków.	
W. 15-18	<b>Termodynamika fenomenologiczna z elementami fizyki statystycznej:</b> Termodynamika fenomenologiczna: kalorymetria, mechanizmy przekazu ciepła, parametry i procesy termodynamiczne, funkcje stanu, zasady termodynamiki (temperatura, energia wewnętrzna, entropia, metody obliczania zmian entropii gazu doskonałego), gaz doskonały i jego izoprocesy, gaz rzeczywisty, maszyny cieplne, twierdzenia Carnot, cykl prosty i odwrotny Carnot, Teoria kinetyczna klasycznego gazu idealnego – funkcje rozkładu Boltzmanna i Maxwella-Boltzmanna dla gazu idealnego, prędkości średnie cząsteczek gazu, statystyczna interpretacja ciśnienia (wyprowadzenie równania gazu doskonałego) i temperatury, statystyczna interpretacja entropii, entropia Boltzmanna-Plancka, zasada Landauera, informatyczna interpretacja entropii, zasada ekwipartycji energii cieplnej	8
W. 19-21	<b>Elektrostatyka:</b> Kwantyzacja ładunku elektrycznego, źródła ładunków, zasada zachowania ładunków elektrycznych, metody elektryzowania, prawo Coulomba, pole elektrostatyczne ładunku punkowego (natężenie, potencjalność pola, potencjał, potencjalna energia elektrostatyczna, praca w polu elektrostatycznym), pole elektrostatyczne układów ładunków punkowych, zasada superpozycji sił i natężeń, ruch ładunków w polu elektrostatycznym, wybrane zastosowania elektrostatyki, prawo Gaussa – pierwsze prawo Maxwella, zastosowania prawa Gaussa do wyznaczania pól elektrostatycznych rozkładu ciągłego ładunków o wysokiej symetrii (naładowane: powierzchnie, kula/sfera metalowa dielektryczna), wyprowadzenie prawa Coulomba z prawa Gaussa. Przewodnik w polu elektrostatycznym. Pojemność elektryczna, kondensator próżniowy, wyznaczanie pojemności, pojemność baterii kondensatorów, zastosowania kondensatorów, energia pola elektrostatycznego. Energia pola elektrostatycznego. Dipol w zewnętrznym polu elektrostatycznym. Kondensator płaski z dielektrykiem, polaryzacja dielektryka, mechanizmy powodujące zmniejszenie pojemności kondensatora,	6
W. 22-23	<b>Prąd stały:</b> Klasyfikacja materiałów i prądów, źródła prądu, SEM, natężenie prądu, prędkość dryfu, wektor gęstości prądu, prawa Ohma (postać całkowa i różniczkowa, przewodnictwo elektryczne, opór właściwy, opór elektryczny baterii oporników), praca i moc prądu przewodzenia, jednostki wielkości elektrycznych, prawa Kirchhoffa, reguły stosowane do analizowania prostych obwodów elektrycznych.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw.1, 2	Sprawy organizacyjne. Zastosowanie zasad Newtona do rozwiązywania równań ruchu; wyznaczanie zależności od czasu wartości wielkości kinematycznych i dynamicznych w inercjalnych i nieinercjalnych układach odniesienia.	4
Ćw. 3	Rozwiązywanie wybranych zagadnień z zakresu dynamiki ruchu z wykorzystaniem: pracy mechanicznej, energii kinetycznej i potencjalnej, twierdzenia o pracy i energii oraz zasady zachowania energii mechanicznej.	2
Ćw. 4	Analizowanie i rozwiązywanie zadań/problemów dotyczących zderzeń sprężystych i niesprężystych. z wykorzystaniem praw zachowania energii kinetycznej i pędu.	2
Ćw. 5	Rozwiązywanie zadań z zakresu dynamiką ruchu obrotowego bryły sztywnej stosując zasadę zachowania momentu pędu.	2
Ćw. 6, 7	Analiza ilościowa i jakościowa wybranych zagadnień fizyki pola grawitacyjnego (PG) dotyczących wyznaczania: a) wektorowych (natężenie) i skalarnych (potencjał) wielkości PG (zastosowanie twierdzenia Gaussa), b) wartości siły grawitacyjnej, c) energii potencjalnej.	4

	Rozwiązywanie zadań związanych ze statyką i dynamiką płynów ze szczególnym uwzględnieniem właściwości przepływu krwi.	
Ćw. 8, 9	Analiza i rozwiązywanie zadań z zakresu dynamiki ruchu drgającego, w szczególności, harmonicznego prostego, tłumionego, wymuszonego i rezonansu mechanicznego.	4
Ćw. 10,11	Analizowanie i rozwiązywanie wybranych zadań/problemów dotyczących podstawowych właściwości fal mechanicznych i akustycznych, w szczególności związanych z transportem energii przez fale, zjawiskiem interferencji, wyznaczaniem wartości prędkości fal w płynach i ciałach stałych, falami stojącymi (źródła dźwięków), zjawiska Dopplera.	4
Ćw. 12,13	Analizowanie i rozwiązywanie wybranych zadań/problemów stosując pierwszą i drugą zasadę termodynamiki. W szczególności wyznaczanie: a) wartości ciepła wymienionego przez układ termodynamiczny (gaz idealny (GI)) z otoczeniem, b) pracy wykonanej przez GI, c) zmian energii wewnętrznej i entropii GI podczas kwazistatycznych przemian (izochoryczna, izobaryczna, izotermiczna, adiabatyczna), d) współczynników sprawności maszyn cieplnych pracujących w cyklu prostym i odwrotnym, e) ciepła transportowanego w procesie przewodnictwa cieplnego.	4
Ćw. 14, 15	Analizowanie i rozwiązywanie wybranych zadań/problemów z zakresu pola elektrostatycznego (PE) i prądu stałego. W szczególności wyznaczanie: a) charakterystyk wektorowych (natężenie pola) i skalarnych PE (potencjał) z wykorzystaniem prawa Gaussa, b) wartości sił oddziaływań elektrostatycznych, c) energii potencjalnej, d) pojemności elektrycznej. Rozwiązywanie zadań dotyczących stałego prądu elektrycznego oraz układów elektrycznych.	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1. Wykład tradycyjny w formie prezentacji, wspomagany demonstracjami/pokazami praw i zjawisk fizycznych.
2. Praca własna studenta – indywidualne studia i przygotowanie do ćwiczeń rachunkowych (ĆR).
3. ĆR – studenci przedstawiają własne rozwiązania zadań lub problemów; dyskusja nad przedstawianymi rozwiązaniami.
4. ĆR – studenci zaliczają pisemne kartkówki w liczbie 6, po każdych dwóch ĆR
5. ĆR – studenci wykonują prace domowe w liczbie 6 w semestrze.
6. Portfolio – praca własna studenta – studenci gromadzą w portfolio dokumenty potwierdzające ich osobiste aktywności: eseje, rozwiązania zadań, teksty kartkówek wraz z wystawionymi ocenami, wyniki

punktowe e-testów, notatki z wykładów, ĆR, konsultacji, teksty listów wysłanych (odebranych) via e-mail do (od) wykładowcy lub nauczycieli akademickich oraz inne dokumenty.

7. Konsultacje studentów z prowadzącym wykłady i ĆR oraz via e-mail.

8. Praca własna studenta – indywidualne studia i przygotowanie do egzaminu końcowego.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 - PEU_W07, PEU_U01 - PEU_U08, K6IBM_U06, K6IBM_U10, P6U_U, P6S_UK, P6S_UW_INŻ K6IBM_K01, K6IBM_K03, K6IBM_K05, P6S_UW	Zaliczenie na ocenę na podstawie: odpowiedzi ustnych oraz pisemnych sprawdzianów na ĆR, prac domowych, portfolio
F2	PEU_W01 - PEU_W07, K6IBM_W01, P6U_W, P6S_WG	Egzamin pisemny
<b><math>P = 0,9 * F2 + 0,1 * F1</math></b>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] *Fizyka dla szkół wyższych*, bezpłatny, dostępny on line podręcznik:

tom I na stronie [openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-polska](http://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-polska);

tom II [openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-tom-2](http://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-tom-2).

[2] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, *Podstawy fizyki*, tomy 1.–5., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003 i 2015; J. Walker, *Podstawy fizyki. Zbiór zadań*, PWN, Warszawa 2005 i 2011.

[3] E-wykłady prof. dr. hab. Ewy Popko (You Tube: <http://oze.pwr.edu.pl/kursy/fizyka/fizyka.html#odf=1>)

[4] W. Salejda – treści wykładów, zahasłowane i spakowane dostępne uczestnikom kursu na stronie wykładowcy <http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda>

[5] W. Salejda – archiwum egzaminów z lat ubiegłych dostępne na stronie wykładowcy <http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda/testy/>

[6] W. Salejda, M.H. Tyc, *Zbiór zadań z fizyki*, Wrocław 2001 – podręcznik internetowy dostępny pod adresem <http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda/sa-ty.pdf>



[7] W. Salejda, R. Poprawski, J. Misiewicz, L. Jacak, *Fizyka dla wyższych szkół technicznych*, Wrocław 2001; dostępny jest obecnie rozdział *Termodynamika* pod adresem: [www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda/term.pdf](http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda/term.pdf)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JĘZYKU ANGIELSKIM

[1] H.D. Young, R.A. Freedman, SEAR'S AND ZEMANSKY'S UNIVERSITY PHYSICS WITH MODERN PHYSICS, various editions (2000-2019).

[2] D.C. Giancoli, *Physics Principles with Applications*, published by Addison-Wesley, various editions (2000-2019); *Physics: Principles with Applications with Mastering Physics*, 6<sup>th</sup> edition published by Addison-Wesley (2000-2019).

[3] P. A. Tipler, G. Mosca, *Physics for Scientists and Engineers*, W. H. Freeman and Company, various editions (2003, 2007).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JĘZYKU POLSKIM

[1] I.W. Sawieliew, *Wykłady z fizyki*, tom 1. i 2., Wydawnictwa Naukowe PWN, W-wa, 2003, 2017;

[2] K. Sierański, K. Jezierski, B. Kołodka, *Wzory i prawa z objaśnieniami*, cz. 1. i 2., Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 2000-2018; K. Sierański, J. Szatkowski, *Wzory i prawa z objaśnieniami*, cz. 3., Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 2000-2018.

[3] K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, *Zadania z rozwiązaniami*, cz. 1., i 2., in Polish, Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 1999-2019.

[4]. [Z. Kąkol](#), *Fizyka*, AGH, Kraków; podręcznik dostępny w Internecie.

[5] J. Massalski, M. Massalska, *Fizyka dla inżynierów*, cz. 1. i 2., WNT, Warszawa 2008.

[6] J. Orear, *Fizyka*, tom 1. 2., WNT, Warszawa 2008, 2015.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Włodzimierz Salejda, [wlodzimierz.salejda@pwr.edu.pl](mailto:wlodzimierz.salejda@pwr.edu.pl)

Karol Tarnowski, [karol.tarnowski@pwr.edu.pl](mailto:karol.tarnowski@pwr.edu.pl)

Władysław Woźniak, [wladyslaw.wozniak@pwr.edu.pl](mailto:wladyslaw.wozniak@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

## KARTA PRZEDMIOTU

**Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Fizyka 2.7*

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Physics 2.7*

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** *INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA*

Specjalność (jeśli dotyczy): *Biomechanika inżynierska, Elektronika medyczna, Optyka biomedyczna*

**Poziom i forma studiów:** **I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~**, stacjonarna /

**Rodzaj przedmiotu:** *obowiązkowy / ~~wybieralny / ogólnouczelniany\*~~*

**Kod przedmiotu** FZP002116W i FZP002001L

**Grupa kursów** **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					

Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2		2,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

Kompetencje w zakresie wiedzy, umiejętności, kwalifikacji społecznych związanych z kursami: Analizy matematyczne 1.1 A, Algebry z geometrią analityczną A, Fizyki 1.3A

#### **CELE PRZEDMIOTU**

C1. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów elektrodynamiki klasycznej:

C1.1. Magnetostatyka

C1.2. Indukcja elektromagnetyczna

C1.3. Równania Maxwella

C1.4. Fale elektromagnetyczne

C2. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki współczesnej:

C2.1. Szczególna teoria względności

C2.2. Elementy fizyki kwantowej

C2.3. Podstawy fizyki ciała stałego

C2.4. Elementy fizyki jądra atomowego

C2.5. Cząstki elementarnych i astrofizyka

C3. Poznanie podstawowych technik i metod pomiarowych wybranych wielkości fizycznych

C4. Zdobywanie umiejętności:

C4.1. Planowania i wykonywania doświadczeń w [Laboratorium Podstaw Fizyki](#) (LPF) polegających na doświadczalnej weryfikacji wybranych praw/zasad fizyki i mierzeniu wielkości fizycznych

C4.2. Opracowania wyników pomiarów, szacowania niepewności pomiarowych, opracowania pisemnego raportu z przeprowadzonych pomiarów z wykorzystaniem oprogramowania użytkowego

C.5. Rozwijanie i utrwalanie kompetencji społecznych, w tym rozumienia potrzeby ciągłego kształcenia się, oraz umiejętności: (a) komunikowania się, krytycznej oceny podjętych i zakończonych działań własnych a także posiadanej wiedzy oraz umiejętności, (b) samodzielnego planowania doświadczeń i przeprowadzania pomiarów z użyciem oprogramowania użytkowego, (c) poprawnego, samodzielnego podejmowania decyzji oraz interpretowania uzyskanych rezultatów pomiarów, wyciągania wniosków w oparciu o posiadaną wiedzę, d) współdziałania i pracy w grupie.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

**W zakresie wiedzy** (K6IBM\_W01 (P6U\_W, P6S\_WG), K6IBM\_U09 (P6U\_U, P6S\_UW\_INŻ), K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K, P6S\_KK))

PEU\_W01 – ma ugruntowaną wiedzę z zakresu magnetostatyki i zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz zna przykłady zastosowań w fizyce i praktyce inżynierskiej praw magnetostatyki i prawa Faradaya.

PEU\_W02 – ma ugruntowaną wiedzę dotyczącą równań Maxwella, właściwości fal elektromagnetycznych (metamateriałów) oraz zastosowań tej wiedzy w fizyce i praktyce inżynierskiej.

PEU\_W03 – ma podstawową wiedzę z zakresu szczególnej (ogólnej) teorii względności i jej zastosowań w relatywistycznej kinematyce i dynamice, w szczególności w systemach globalnego pozycjonowania.

PEU\_W04 – ma wiedzę związaną z podstawami fizyki kwantowej, fizyki atomu, fizyki ciała stałego oraz jej wybranymi zastosowaniami w działalności inżynierskiej.

PEU\_W05 – ma usystematyzowaną wiedzę o fizyce jądra atomowego oraz jej zastosowaniach, ma wiedzę o fizyce cząstek elementarnych i astrofizyce.

PEU\_W06 – zna: a) zasady BHP obowiązujące w [Laboratorium Podstaw Fizyki](#), b) metody wykonywania prostych i złożonych pomiarów wielkości fizycznych, c) metody opracowania wyników pomiarów, szacowania niepewności prostych i złożonych pomiarów oraz zasady wykonywania pisemnych sprawozdań wspomaganych użytkowym oprogramowaniem (edytory tekstów, programy graficzne).

**W ZAKRESIE UMIEJĘTNOŚCI (K6IBM\_U09 (P6U\_U, P6S\_UW\_INŻ), K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K, P6S\_KK))**

PEU\_U01 – potrafi samodzielnie pisemnie lub w wypowiedzi ustnej poprawnie i zwięźle przedstawić zagadnienia będące treścią przedmiotowych efektów kształcenia PEU\_W01-PEU\_W05.

PEU\_U02 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu magnetostatyki i fenomenu indukcji elektromagnetycznej do: a) jakościowego i ilościowego scharakteryzowania/wyjaśnienia wybranych zjawisk elektromagnetycznych, b) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu zdefiniowanego przez PEU\_W01.

PEU\_U03 – potrafi: a) zwięźle i poprawnie wyjaśnić sens fizyczny układu równań Max-wella, scharakteryzować właściwości fizyczne fal elektromagnetycznych, metamateryałów oraz ich zastosowań, b) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu i wykorzystaniem wiedzy PEU\_W02.

PEU\_U04 – potrafi: a) zastosować wiedzę dotyczącą szczególnej i ogólnej teorii względności do interpretacji wybranych efektów i zjawisk relatywistycznych, b) uzasadnić konieczność implementacji konsekwencji szczególnej teorii względności w systemach globalnego pozycjonowania (GPS), c) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu wiedzy określonej PEU\_W03.

PEU\_U05 – ma umiejętności stosowania wiedzy o fizyce współczesnej (fizyka kwantowa, fizyka atomu, fizyka ciała stałego) do: a) jakościowej i ilościowej interpretacji wybranych zjawisk i efektów fizyki atomów i FCS, które zachodzą w mikroskopowych i nanoskopowych skalach odległości, b) wyjaśniania fizycznych zasad działania wybranych urządzeń półprzewodnikowych, c) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu wiedzy PEU\_W04.

PEU\_U06 – potrafi: a) scharakteryzować i przedstawić zwięźle podstawowe zjawiska i prawa fizyki jądrowej, b) przedstawić standardowy model cząstek elementarnych, c) poprawnie scharakteryzować rodzaje materii we Wszechświecie oraz przedstawić i uzasadnić model rozszerzającego się Wszechświata, d) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu i wykorzystaniem wiedzy PEU\_W05.

PEU\_U07 – potrafi: a) wykonać, używając do tego celu stosowne przyrządy i metody, proste złożone pomiary wielkości fizycznych, przestrzegając zasad bezpieczeństwa pracy, b) opracować wyniki pomiarów, przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych oraz zredagować

sprawozdanie/raport z wykonanych pomiarów w LPF z wykorzystaniem wiedzy PEU\_W06 i stosownego oprogramowania użytkowego.

**W ZAKRESIE KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH (K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K, P6S\_KK))**

PEU\_K01 – rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i doskonalenia umiejętności poszerzania/pozyskiwania wiedzy oraz metod komunikowania się.

PEU\_K02 – potrafi samodzielnie planować doświadczenia i przeprowadzać pomiary z użyciem oprogramowania użytkowego oraz opracować zwięzły, poprawny pod względem merytorycznym, raport z wykonanych pomiarów.

PEU\_K03 – potrafi interpretować uzyskane rezultatów pomiarów, tj. wyciągać wnioski w oparciu o posiadaną wiedzę.

PEU\_K04 – potrafi współdziałać i pracować w grupie.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
W. 1, 2	<p>Sprawy organizacyjne. Metody analizy pól wektorowych. Magnetostatyka; linie pola magnetycznego, doświadczenie Oersteda, prawo Gaussa dla pola magnetycznego, siła Lorentza, definicja wektora indukcji pola magnetycznego, wektory indukcji i natężenia pola magnetycznego, działanie pola magnetycznego na przewodniki i obwody z prądem, ruch ładunków elektrycznych w polu magnetycznym i w skrzyżowanych polach magnetycznych i elektrostatycznych + wybrane zastosowania, efekt/zjawisko Halla + wybrane zastosowania, prawo Ampere'a i jego wybrane zastosowania, definicja ampera, magnetyczny moment dipolowy, działanie pola magnetycznego na magnetyczne momenty dipolowe, źródła pola magnetycznego – prawo Biot-Savarta, wybrane jego zastosowania, wewnętrzny moment magnetyczny elektronów (spin).</p>	4
W. 3, 4	<p>Indukcja elektromagnetyczna i równania Maxwella: definicja strumienia magnetycznego, prawo Faradaya (jedno z praw Maxwella), reguła przekory Lenza i kierunek przepływu indukowanego prądu (algorytm wyznaczania kierunku) + wybrane zastosowania, niepotencjalność pola prądu indukowanego, prądnice prądu stałego i przemiennego, prądy wirowe, zastosowania, energia pola magnetycznego, zagadnienie redukcji strat energii na liniach przesyłowych, prąd przesunięcia i uogólnione prawo Ampere'a; prawa Gaussa, prawo Faradaya, zastosowania, prawo Ampere'a-Maxwella, interpretacja fizyczna równań i równań materiałowych.</p>	4
W. 5, 6	<p>Fale elektromagnetyczne: widmo w zależności od częstotliwości lub długości fal, źródła poszczególnych części widma (fal o różnych długościach), równanie FEM i prędkość FEM, współczynnik załamania światła i jego związek z względnymi przenikalnościami elektrycznymi i magnetycznymi ośrodka, kierunek rozchodzenia się FEM oraz jego związek z wektorami pola elektrycznego, magnetycznego i wektorem Poyntinga, wybrane zastosowania FEM, jednostki miar wielkości elektromagnetycznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>natężenia oraz indukcji pola elektromagnetycznego,</li> <li>przenikalności elektrycznej magnetycznej próżni oraz ośrodka materiałowego,</li> <li>strumienia magnetycznego,</li> <li>poходnej strumienia magnetycznego względem czasu,</li> <li>natężenia oraz indukcji pola elektrostatycznego,</li> <li>współczynnika samoindukcji oraz indukcji wzajemnej.</li> </ul> <p>Transport energii przez FEM: gęstość energii FEM, jednostka miary gęstości energii FEM, definicja strumienia energii FEM i wektora Poyntinga, jednostka miary gęstości strumienia energii FEM i</p>	4

	wektora Poyntinga, średnia wartość energii monochromatycznej i spolaryzowanej FEM, siła i ciśnienie wywierane przez FEM padającą prostopadłe na powierzchnię (odbijającą całkowicie, absorbującą całkowicie).	
W. 7,8	<b>Szczególna teoria względności:</b> transformacja Galileusza oraz jej sens fizyczny, postulaty Einsteina, transformacje Lorentza (TL) oraz ich znaczenie fizyczne, pojęcie czasoprzestrzeni – 4-wymiarowej przestrzeni, wybrane konsekwencje TL: niejednoczesność zdarzeń w inercjalnych układach odniesienia, dylatacja czasu, potwierdzenia doświadczalne, pojęcie czasu własnego, skrócenie długości (jakiej?), paradoks bliźniąt, transformacje prędkości, relatywistyczny efekt Dopplera, elementy dynamiki relatywistycznej: relatywistyczny pęd, relatywistyczny ruch ciała pod działaniem stałej siły, relatywistyczna energia: kinetyczną, całkowitą, spoczynkową, relatywistyczne tw. Pitagorasa, podstawy fizyczne działania globalnych systemów pozycjonowania (GPS) w tym dwa rodzaje dylatacji czasu: kinematyczny i grawitacyjny, soczewkowanie grawitacyjne, zasada równoważności Einsteina.	3
W. 8-12	Wybrane zagadnienia fizyki kwantowej: model ciała doskonale czarnego, sPEUtralna zdolność emisyjna i absorpcyjna ciała, prawo Kirchhoffa, prawa promieniowania ciała doskonale czarnego, kwanty energii FEM, założenia Plancka dotyczące natury oddziaływania światła z materią, promieniowanie cieplne człowieka, termowizja, zjawisko fotoelektryczne: podstawowe wyniki doświadczalne, pojęcie fotonu, równanie Einsteina, praca wyjścia, potencjał hamowania, zależność maksymalnej energii kinetycznej fotoelektronów od napięcia przyłożonego do fotokomórki, wyznaczenie stałej Plancka w doświadczeniu Millikana, wybrane zastosowania zjawiska fotoelektrycznego, efekt Comptona: układ pomiarowy i przebieg pomiarów oraz wyniki doświadczenia, wzór Comptona i jego fizyczna interpretacja, zastosowania efektu Comptona; dualizm korpuskularno-falowy fal elektromagnetycznych, hipoteza de Broglie'a oraz jej znaczenie/interpretacja (sens) fizyczna, dualizm korpuskularno-falowy fal materii, stanowisko pomiarowe i wyniki doświadczenia Davissona i Germera + interpretacja ilościową tego doświadczenia, dyfrakcja cząstek elementarnych (np. elektronów), stanowisko i wyniki eksperymentów z bipryzmatem elektronowym dra Akio Tonamury, wybrane zastosowania falowej natury cząstek (materii), zjawisko kreacji par cząstka-antycząstka + analiza ilościowa w tym warunki zajścia kreacji, zjawisko anihilacji par cząstka-antycząstka, budowa i zasada generowania promieni X przez lampę rentgenowską, właściwości fizyczne promieniowania X, ciągłe i charakterystyczne promieniowanie X, zastosowania promieniowania X (dyfrakcja na kryształach, warunek/prawo Bragga), rodzaje źródeł światła + właściwości sPEUtralne źródeł światła, charakter światła emitowanego przez gazowy wodór + serie widmowe wodoru, model Bohra atomu wodoru w szczególności założenia i konsekwencje, energia elektronów na orbitach kołowych w modelu Bohra, energia jonizacji wodoru, wartości promieni orbit elektronów, emisja i absorpcja fotonów przez elektrony w atomie wodoru, układ pomiarowy i wyniki doświadczenia Franka i Hertza, interpretacja fizyczna wyników tego doświadczenia (czego dowodzi to doświadczenie?), fizyka działania lasera i warunki konieczne zainicjowania akcji laserowej, wybrane właściwości światła laserowego; zasada nieokreśloności dla pędu i położenia oraz sens fizyczny tej zasady, zasada nieokreśloności dla energii i czasu oraz sens fizyczny tej zasady; I postulat dotyczący funkcji falowej (FF) + właściwości matematyczne FF, w tym znaczenie fizyczne normowania FF, interpretacja Borna FF, definicja gęstości prawdopodobieństwa, II postulat związany z reprezentacją wielkości fizycznych (obserwabi) za pomocą operatorów, definicja pojęcia obserwabli i znaczenie fizyczne operatora jej przypisanego, definicje operatorów: pędu, położenia, energii kinetycznej, energii potencjalnej, energii całkowitej, zagadnienie własne operatora; znaczenie właściwości widma wartości własnych operatora oraz funkcji własnych operatora; kiedy pomiar danej wartości własnej obserwabli (np. energii własnej elektronu) jest zdarzeniem pewnym, a kiedy prawdopodobnym (tj. z prawdopodobieństwem mniejszym od 1.)? zasada superpozycji stanów własnych operatora, jaki ma ona związek z paradoksem kota Schroedingera i doświadczeniem Younga z elektronami? III postulat dotyczący ewolucji w czasie funkcji falowej (stanu układu kwantowego) w tym czasowe i bezczasowe równanie Schroedingera (RS), wyprowadzenie bezczasowego/stacjonarnego RS, IV postulat dotyczący pomiarów skwantowanych wielkości fizycznych, tj. interpretacji wyników pomiarów wielkości fizycznych (np. pędu lub energii elektronu w atomie wodoru) związanych z danym stanem kwantowym układu (np. stanem kwantowym (FF) elektronu w atomie wodoru), wartości własne operatora (np. położenia lub energii elektronu) a wyniki pomiarów (np. położenia lub energii elektronu), pomiar energii (obserwabli) w jej stanie własnym, pomiar energii (obserwabli) w stanie, który nie jest stanem własnym operatora energii, postulat 1A o superpozycji stanów kwantowych, paradoks kota Schroedingera + jego interpretacja, wybrane rozwiązania bezczasowego/stacjonarnego RS, postulat o spinie cząstek elementarnych, spinowy moment magnetyczny elektronu, potwierdzenie doświadczalne kwantowania spinowego momentu elektronu, doświadczenie Sterna-Gerlacha, orbitalny moment pędu elektronu, orbitalny moment magnetyczny elektronu, przestrzenne kwantowanie orbitalnego momentu magnetycznego elektronu, ferromagnetyzm ciał stałych, fizyczna natura ferromagnetyzmu; postulat o symetrii permutacyjnej funkcji falowej układu cząstek kwantowych, zakaz Pauliego, liczby kwantowe stanów kwantowych elektronów w atomach, reguła Hunda, zjawisko tunelowania, wybrane zastosowania	9

	tego zjawiska, zasada pomiaru pola magnetycznego za pomocą SQUIDS ( <i>Superconducting QUantum Interference Device</i> , <i>naprzewodzący interferometr kwantowy – urządzenie do pomiaru pola magnetycznego wykorzystujące zjawisko kwantowej interferencji w złączach nadprzewodnikowych</i> ), stosowanych w magnetoencefalografia i magnetokardiografia.	
W. 13	<b>Wybrane zagadnienia fizyki ciała stałego:</b> typy wiązań chemicznych – silne i słabe, zwięzła charakterystyka jakościowa tych wiązań oraz wpływu typu wiązań na właściwości fizyczne kryształów; model pasmowy ciał stałych – energia kohezji, przewodniki, izolatory, półprzewodniki: samoistne, domieszkowane oraz ich struktura pasmowa, związek struktury pasmowej z właściwościami elektrycznymi ciał stałych, zależność przewodności właściwej od temperatury w metalach i półprzewodnikach; wybrane zastosowania półprzewodników.	2
W.14	<b>Wybrane zagadnienia fizyki jądra atomowego:</b> podstawowe charakterystyki jądra atomu (rozmiar liniowy, liczby: atomowa, masowa, atomowa jednostka masy, izotopy), energia wiązania nukleonów, zależność energii wiązania nukleonów od liczby masowej oraz związek tej zależności z fizyką reaktorów atomowych zainstalowanych w elektrowniach jądrowych oraz z fuzją lekkich jąder, mechanizmy wytwarzania energii w gwiazdach w tym w Słońcu, prawo rozpadu promieniotwórczego, rodzaje rozpadów jąder, reakcje jądrowe i zasady fizyczne wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych, pozytywne strony oraz zagrożenia związane z funkcjonowaniem elektrowni jądrowych, fuzja lekkich jąder, ITER, projekty konstrukcji reaktora termojądrowego, zasady datowania izotopowego, elementy jądrowej fizyki medycznej i fizyczne podstawy działania wybranych procedur diagnostycznych: pneumoencefalografia, angiografia, optyczna tomografia koherencyjna (OCT), teleradioterapia hadronowa i kobaltowa, tomografia komputerowa (CT), tomografia za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI), diagnostyka izotopowa (scyntygrafia, SPECT), pozytonowa tomografia emisyjna, brachyterapia.	2
W.15	<b>Wybrane zagadnienia fizyki cząstek elementarnych i astrofizyki:</b> cząstki: struktury, pośredniczące (w oddziaływaniach), oddziaływania podstawowe; zasada kosmologiczna, promieniowanie reliktowe, hipoteza gorącego początku Wszechświata (Wielki Wybuch), prawo Hubble’a i wiek Wszechświata, jak powstały jądra pierwiastków ciężkich, skład materii we Wszechświecie; przyszłość Wszechświata	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium 45h</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab.1	Wprowadzenie do LPF – sprawy organizacji zajęć. Zapoznanie studentów: a) z zasadami bezpiecznego wykonywania pomiarów (krótkie szkolenie z zakresu BHP) i regulaminem LPF, b) z zasadami pisemnego opracowania sprawozdania/raportu, c) z podstawami analizy niepewności pomiarowych, d) konieczności posiadania na każdych zajęciach portfolio, w którym student gromadzi dokumenty potwierdzające jego osobistą aktywność, osiągnięcia, kartkówki z ocenami, opracowane raporty/sprawozdania lub eseje, notatki z zajęć laboratoryjnych, wykładów lub konsultacji itp. Studenci nabywają praktyczne umiejętności wykonywania prostych pomiarów wielkości fizycznych.	3
Lab.2	Studenci wykonują pomiary na układzie elektrycznym za pomocą mierników analogowych i cyfrowych, opracowują statystycznie otrzymane wyniki pomiarów prostych i złożonych, szacują wartości niepewności otrzymanych doświadczalnie wyników pomiarów, przedstawiają na wykresach rezultaty własnych pomiarów i opracowują, po raz pierwszy, indywidualnie pisemne sprawozdanie/raport.	3



Lab.3	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości mechanicznych i opracowują pisemne sprawozdanie zawierające: a) krótki opis stanowiska pomiarowego i głównych celów pomiarów, b) rezultaty pomiarów, dokładności użytych mierników, wyniki obliczanych/wyznaczanych, na podstawie rezultatów pomiarów, wartości wielkości fizycznych itp. (wyniki pomiarów, dane i wartości wyznaczonych wielkości fizycznych są zamieszczane w tabelach), c) wyznaczone oszacowania niepewności pomiarowych zmierzonych wielkości fizycznych, d) graficzne reprezentacje (jeśli są wymagane) wyników pomiarów z naniesionymi na wykresach wartościami niepewności pomiarowych, e) wnioski i konkluzje końcowe.	3
Lab.4	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości mechanicznych i opracowują pisemne sprawozdania zawierające elementy wymienione w opisie 3. lab. Ostatnia uwaga ma zastosowanie do wszystkich poniżej wymienionych zajęć laboratoryjnych związanych z pomiarami.	3
Lab.5	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości wybranych wielkości termodynamicznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.6	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości wybranych wielkości termodynamicznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.7	Przegląd sprawozdań studenckich z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych na lab.2-5 przez nauczyciela akademickiego prowadzącego zajęcia, który ogólnie ocenia umiejętności studentów dotyczące opracowanych sprawozdań, przedstawia i dyskutuje dostrzeżone w sprawozdaniach nieprawidłowości i błędy oraz udziela rad grupom studenckim lub indywidualnym studentom.	3
Lab.8	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości elektromagnetycznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.9	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości elektromagnetycznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.10	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości optycznych i opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.11	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości optycznych i opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.12	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości kwantowych opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.13	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości kwantowych opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.14	Zajęcia uzupełniające	3
Lab.15	Zajęcia uzupełniające i zaliczenia	3

	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>
--	--------------------	-----------

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>1. Wykład tradycyjny wspomagany demonstracjami/pokazami praw i zjawisk fizycznych.</p> <p>2. Praca własna studenta – studia indywidualne i przygotowanie do zajęć w laboratorium podstaw fizyki (LPF)</p> <p>3. Ćwiczenia laboratoryjne (ĆL) – dwuosobowe grupy studenckie wykonują pomiary prostych i złożonych wielkości fizycznych.</p> <p>4. ĆL – krótkie sprawdziany pisemne, tzw. wejściówki</p> <p>6. Konsultacje i e-mailing.</p> <p>7. Portfolio – praca własna studenta – student zbiera w portfolio dokumenty potwierdzające jego osobistą aktywność: raporty/sprawozdania wraz z otrzymanymi ocenami, notatki z wykładów, zajęć laboratoryjnych, konsultacji oraz inne dokumenty.</p> <p>8. Praca własna studenta – samodzielne studia i przygotowanie się do egzaminu końcowego</p>

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEU_W061-PEU_W06, PEU_U07, K6IBM_U09 (P6U_U, P6S_UW_INŻ), K6IBM_K01 (P6U_K, P6S_KK), K6IBM_K03 (P6U_K P6S_KO), K6IBM_K05 (P6U_K, P6S_KK)	oceny: a) kartkówek, b) odpowiedzi ustnych na pytania zadane przez nauczyciela akademickiego, c) sposobu wykonania pomiarów, d) sprawozdań, e) zawartości i jakości dokumentów zgromadzonych w portfolio
F2	PEU_W061-PEU_W06, K6IBM_W01 (P6U_W, P6S_WG), K6IBM_K01 (P6U_K, P6S_KK), K6IBM_K03 (P6U_K P6S_KO), K6IBM_K05 (P6U_K, P6S_KK); aktywność na wykładach	Egzamin pisemny
$P = 0,9 \cdot F2 + 0,1 \cdot F1$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] *Fizyka dla szkół wyższych*, bezpłatny, dostępny on line podręcznik:  
tom I na stronie <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-tom-1>  
tom II <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-tom-2>  
tom III <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-tom-3>
- [2] [Paul A. Tipler, Ralph A. Llewellyn, \*Fizyka współczesna\*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012](#); the translation of P. A. Tipler, R. A. Llewellyn, *Modern Physics*, 5<sup>th</sup> edition published by W.H. Freeman and Company 2008
- [3] [David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, \*Podstawy fizyki\*, tomy 1-5., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003 i 2015](#); [J. Walker, \*Podstawy fizyki. Zbiór zadań\*, PWN, Warszawa 2005 i 2011](#)
- [4] W. Salejda – prezentacje wykładowe przekazywane studentom w postaci zahasłowanych i spakowane plików dostępnych uczestnikom kursu na stronie wykładowcy <http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda>; treści egzaminów pisemnych, które zostały zorganizowane w przeszłości są dostępne na web stronie wykładowcy <http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda/testy/>.
- [5] Poprawski R., Salejda W., *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Cz. I-IV, Oficyna Wydawnicza PWR; wersja elektroniczna 5. wydania; cz. I. dostępna wraz z pozostałymi częściami na witrynie Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej oraz na stronie internetowej LPF pod adresem <http://www.if.pwr.wroc.pl/LPF>, gdzie znajdują się: regulaminy: LPF i BHP, spis ćwiczeń, opisy ćwiczeń, instrukcje robocze, przykładowe sprawozdania i pomoce dydaktyczne.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JĘZYKU POLSKIM:

- [27] Massalski J., Massalska M., *Fizyka dla inżynierów*, cz. 1. i 2., WNT, Warszawa 2008-2018.
- [28] Orear J., *Fizyka*, tom 1. 2., WNT, Warszawa 2008-2015.
- [3] I.W. Sawieliew, *Wykłady z fizyki*, tom 1. i 2., Wydawnictwa Naukowe PWN, W-wa, 2003, 2017;
- [4]. [Z. Kąkol, \*Fizyka\*, AGH, Kraków](#); podręcznik dostępny w Internecie.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Włodzimierz Salejda, [wlodzimierz.salejda@pwr.edu.pl](mailto:wlodzimierz.salejda@pwr.edu.pl)

Karol Tarnowski, [karol.tarnowski@pwr.edu.pl](mailto:karol.tarnowski@pwr.edu.pl)

Władysław Woźniak, [wladyslaw.wozniak@pwr.edu.pl](mailto:wladyslaw.wozniak@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim GRAFIKA  
KOMPUTEROWA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim COMPUTER  
GRAPHICS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): ELEKTRONIKA MEDYCZNA,  
OPTYKA BIOMEDYCZNA,  
BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA,****Poziom i forma studiów: I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /  
niestacjonarna\*****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \*****Kod przedmiotu INP002006L****Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom			2		

o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

14. Student ma podstawową wiedzę i umiejętności z zakresu geometrii, wektorów i ruchu w przestrzeni trójwymiarowej.
15. Sugerowane zaliczone kursy: Fizyka 1.3A (wykład i ćwiczenia), Algebra z geometrią analityczną A (wykład i ćwiczenia) lub porównywalne.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu modelowania trójwymiarowego z wykorzystaniem oprogramowania Blender, obróbki grafiki oraz tworzenia prostych animacji.  
 C2 Zapoznanie się z praktycznymi zastosowaniami grafiki komputerowej w inżynierii biomedycznej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu teorie, fakty i metody z zakresu matematyki, fizyki, chemii, elektrotechniki, mechaniki przydatne do formułowania i rozwiązywania prostych zadań z zakresu Inżynierii Biomedycznej
- PEU\_W02 Zna podstawowe technologie inżynierskie, metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu specjalności Informatyka Medyczna

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy Inżynierii Biomedycznej w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach

PEU_U02	Ma umiejętność samokształcenia się, potrafi samodzielnie planować własne uczenie się przez całe życie
PEU_U03	Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Informatyka Medyczna

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La0	Zapoznanie z podstawowymi pakietami do budowy sieci neuronowych	1
La1	Zapoznanie z podstawowymi algorytmami sieci neuronowych	2
La2	Zapoznanie z metodami oceny skuteczności klasyfikatorów, walidacja krzyżowa, macierze pomyłek, krzywe ROC	2
La3	Zapoznanie z testami hipotez statystycznych	2
La4	Zapoznanie z metodami optymalizacji i oceną skuteczności wybranych algorytmów	2
La5	Zapoznanie z metodami oceny metryk wydajności	2
La6	Zapoznanie z metodą uczenia głębokiego przy użyciu Tensor Flow	2
La7	Zastosowanie poznanych algorytmów w analizie danych biomedycznych	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Komputer i oprogramowanie ( <i>Blender</i> )
N2. Tablica i pisak
N3. Rzutnik multimedialny
N4. Listy zadań

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena rozwiązań zadań z list zadań i prezentacji tych rozwiązań.  Ocena realizacji zleconego zadania na ostatnich zajęciach.
P – laboratorium = $(\sum F1_i)/n$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[29] John M. Blain, The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modelling and Animation, CRC Press, Boca Raton 2012</p> <p>[30] Frederik Steinmetz &amp; Gottfried Hofmann, The Cycles Encyclopedia, self-published 2016</p> <p>[31] James Chronister, Blender Basics Classroom Tutorial Book 4th Edition, self-published 2011</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[24] Materiały video dostępne na stronie <a href="http://www.polskikursblendera.pl">www.polskikursblendera.pl</a></p> <p>[25] Materiały video dostępne na stronie <a href="http://www.blenderguru.com">www.blenderguru.com</a></p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr hab. inż. Sebastian Kraszewski                      sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Pakiety Obliczeniowe***Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Computational software packages***Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżynieria Biomedyczna**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....**Poziom i forma studiów:** I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~\***Kod przedmiotu** INP001030L**Grupa kursów** TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1,5		



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

- 16. W: Student zna podstawy informatyki i obsługi komputera
- 17. U: Student potrafi obsługiwać komputer
- 18. U: Student potrafi wykonywać obliczenia matematyczne

### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie podstaw metodologii analizy i obróbki danych eksperymentalnych, korzystając z oprogramowania Origin Pro oraz Excel (jako przykładowego narzędzia).

C2 Poznanie podstaw metodologii projektowania wspomaganego komputerowo (CAD) 2 D oraz zakresu dokumentacji – cele, cechy i przeznaczenie, umiejętność sporządzania, czytania i interpretacji rysunków technicznych.

C3 Poznanie podstaw metodologii projektowania 3D wspomaganego komputerowo (CAD).

C4 Poznanie podstaw metodologii CAM dla prostych maszyn obróbczych i drukarek 3D.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie zasad zapisu konstrukcji (geometrii wymiarów, mikrostruktury powierzchni) elementów konstrukcji mechanicznych

PEU\_W02 Ma podstawową wiedzę w zakresie narzędzi do projektowania i wytwarzania wspomaganego komputerowo

PEU\_W03 Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu własności przemysłowej i prawa autorskiego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi odczytać i sporządzać rysunki wykonawcze i złożeniowe elementów konstrukcyjnych w wybranym programie CAD

PEU\_U02 Potrafi poprawnie wybrać narzędzia numeryczne do rozwiązania prostych problemów analizy i projektowania inżynierskiego

PEU\_U03 Potrafi wizualizować i analizować i obrabiać dane doświadczalne

PEU\_U04 Potrafi sporządzić dokumentację

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Student ma świadomość ważności podejmowanych decyzji i odpowiedzialności za skutki stosowania systemów CAD/CAM w działalności inżynierskiej

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do programu Origin, Excel – zapoznanie ze środowiskiem	2
La2	Przeszukiwanie dużych zbiorów danych liczbowych, wizualizacja dwu- i trójwymiarowa odczytanych danych, przeprowadzania operacji statystycznych (np. średnie, odchylenia standardowe) na danych.	2
La3	Dopasowywanie funkcji liniowych do danych, dopasowywanie funkcji nieliniowych metodą skończonych kwadratów, definiowanie własnych funkcji.	2
La4	Wprowadzenie do narzędzi skryptowych w środowisku Origin Pro, Excel.	2
La5	Zaliczenie I.	2
La6	Wprowadzenie do projektowania wspomaganego komputerowo - prosty rysunek 2D wraz z wymiarami. Oprogramowanie open source LibreCAD.	2
La7	Sporządzanie rysunków 2D w środowisku LibreCAD zgodnie z zasadami tworzenia rysunku technicznego.	2
La8	Rodzaje plików wektorowych 2D i 3D w przemyśle (*.dwg (jako format dokumentacyjny), *.dxf płaski format CAM, *.stl - jako format do druku 3D i *.step jako format bryłowy 3D do operacji przejściowych;	2
La9	Konwersja między plikami oraz ich skalowanie – jak ze *.step przejść do *.dxf, jak z bryły zrobić rzuty a z rzutów bryły.	2
La10	Zaliczenie CAD	2
La11	Wprowadzenie do środowiska CAM w środowisku PikoCNC.	2
La12	Generacja ścieżek i podstawowe operacje CNC – obwiednia, wybranie, wiercenie	2
La13	Przygotowanie do wydruku na 2 różnych drukarkach modelu z *.stl	2

La14	Podstawowe komendy w G-CODE – programowanie maszyny – co to jest i dlaczego jest tak popularny.	2
La15	Zaliczenie CAM	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Komputer i oprogramowanie Origin Pro
N2. Komputer i oprogramowanie LibreCAD
N3. Komputer i oprogramowanie PikoCNC
N4. Opracowane listy zadań z przykładami dla studentów do ćwiczeń na zajęciach oraz jako pomoc przy realizacji zadań domowych

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Oceny z zaliczeń
F2	PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oceny prac realizowanych na poszczególnych ćwiczeniach</li> <li>2. Ocena prac realizowanych poza zorganizowanymi zajęciami</li> </ol>
F3		

$$P = 2/3F1 + 1/3F2$$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [32] Podręczniki wydawnictwa Helion (<https://helion.pl/kategorie/cad-cam>), np. Andrzej Pikoń AutoCAD 2019 PL. Pierwsze kroki,
- [33] Rydzanicz I., Rysunek techniczny jako zapis konstrukcji. Zadania. WNT, Warszawa 2008
- [34] Szybki Start w CAD CAM – darmowy podręcznik w pełnej wersji, 3D MASTER s.c. R. Lis R. Wypysiński, <https://zw3d.com.pl/latest-news/332-szybki-start-w-cad-cam-darmowy-podrecznik-pdf/>

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [26] Dobrzański T., Rysunek techniczny maszynowy. WNT, Warszawa 2001
- [27] Capanidis, D., Kowalewski, P., 2012, Przegląd systemów wspomaganie procesów konstruowania i wytwarzania, [http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element/baztech-97607e36...-4c25-a6c2-7a13fd851357c/c/Capanidis\\_Kowalewski\\_Przegląd\\_1\\_2012.pdf](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element/baztech-97607e36...-4c25-a6c2-7a13fd851357c/c/Capanidis_Kowalewski_Przegląd_1_2012.pdf).
- [28] Anna Kaziunas France, Świat druku 3D. Przewodnik (ebook), Helion, 2018.
- [29] Czerwiński Krzysztof, Czerwiński Michał Drukowanie w 3D, InfoAudit, 2014

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr hab. inż. Magdalena Przybyło, [magdalena.przybylo@pwr.edu.pl](mailto:magdalena.przybylo@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMOW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: WPROWADZENIE DO PROGRAMOWANIA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: INTRODUCTION TO PROGRAMMING****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA  
Specjalność (jeśli dotyczy):**Poziom i forma studiów: ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
**niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu INP001031W, INP001031L

Grupa kursów ~~TAK / NIE\*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom					

o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,7		1,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

Nie dotyczy.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się z wybranymi podstawowymi zagadnieniami informatyki, w szczególności z zakresu algorytmiki i struktur danych.
- C2 Opanowanie umiejętności projektowania i analizy prostych algorytmów.
- C3 Opanowanie umiejętności implementacji prostych algorytmów i struktur danych w języku Python.
- C4 Zapoznanie się niektórymi możliwościami realizacji zadań obliczeniowych z wykorzystaniem wysokopoziomowych funkcji modułów języka Python.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę dotyczącą programowania komputerów, w szczególności w zakresie algorytmiki oraz struktur danych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi projektować proste algorytmy rozwiązujące typowe zadania z zakresu przetwarzania informacji i danych.

PEU\_U02 Potrafi implementować proste algorytmy i struktury danych w języku Python.

PEU\_U03 Potrafi wykorzystać funkcje biblioteczne języka wysokiego poziomu do rozwiązania złożonych zadań obliczeniowych.

PEU\_U04 Potrafi komunikować się z użyciem specjalistycznej terminologii z zakresu informatyki.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu praktycznych problemów z zakresu programowania.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie. Algorytmy i programy	1
Wy2	Projektowanie algorytmów. Czasowa złożoność obliczeniowa	2
Wy3	Elementy języka Python	2
Wy4	Rekurencja	2
Wy5	Zasada dziel i zwyciężaj	2
Wy6	Struktury danych: lista, stos, kolejka, drzewo	2
Wy7	Pakiety obliczeniowe dla języka Python	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do laboratorium. Zasady obowiązujące na zajęciach. Praktyczna ewaluacja umiejętności.	2
La2,3	Projektowanie algorytmów. Schematy blokowe. Pseudokod.	4
La4,5	Wprowadzenie do języka Python i środowiska programowania (składnia, semantyka, typy danych)	4
La6,7	Proste algorytmy iteracyjne	4

La8	Sprawdzian praktyczny I	2
La9,10	Proste algorytmy rekurencyjne	4
La11,12	Struktury danych	4
La13,14	Pakiety obliczeniowe (wysokopoziomowe)	4
La15	Sprawdzian praktyczny II	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny
- N2. Wykład multimedialny
- N3. Laboratorium – listy zadań do samodzielnej realizacji w ramach zajęć i godzin CNPS
- N4. Laboratorium – sprawdziany praktyczne wspomagające integrację wiedzy i umiejętności
- N5. Laboratorium – komputer i środowisko programistyczne

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01	Listy zadań
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01	Sprawdziany praktyczne



**P – wykład = F1**

**P – laboratorium = (0.75\*F2 + 0.25\*F3 jeśli F3>=3; w przeciwnym wypadku 2.0)**

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA**

[1] M. Lutz. Python - wprowadzenie. Wydanie 4. Helion 2011

[2] E. Matthes. Python : instrukcje dla programisty. Helion 2016

[3] A. Kierzkowski, M. Gawryszewski. Python : ćwiczenia praktyczne. Helion 2017

#### **LITERATURA POMOCNICZA**

[1] Z. Shaw. Python 3 : kolejne lekcje dla nowych programistów. 2018

[2] Code Academy - Python (<https://www.codecademy.com/learn/python>)

[3] Wspomagające platformy internetowe, np. [stackoverflow.com](https://stackoverflow.com)

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr hab. inż. Cezary Sielużycki, [cezary.sieluzycski@pwr.edu.pl](mailto:cezary.sieluzycski@pwr.edu.pl)

Dr inż. Witold Dyrka, [witold.dyrka@pwr.edu.pl](mailto:witold.dyrka@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMOW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: TECHNIKI  
PROGRAMOWANIA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: PROGRAMMING  
TECHNIQUES****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA  
Specjalność (jeśli dotyczy):**Poziom i forma studiów: ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
niestacjonarna\*Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny / ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu INP001032W, INP001032L

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		

w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,8		1,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

Z zakresu wiedzy:

4. Znajomość podstaw programowania w zakresie algorytmiki oraz struktur danych

Z zakresu umiejętności:

1. Umiejętność projektowania prostych algorytmów
5. Umiejętność implementowania prostych algorytmów i struktur danych w języku Python
6. Umiejętność komunikowania się z użyciem terminologii z zakresu informatyki

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się z wybranymi współczesnymi technikami tworzenia programów komputerowych.
- C2 Opanowanie technologii pisania programów komputerowych o średnim stopniu złożoności w języku Python.
- C3 Opanowanie umiejętności rozwiązywania problemów z zakresu inżynierii biomedycznej za pomocą samodzielnie napisanego programu komputerowego.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie kluczowych współczesnych technik tworzenia programów komputerowych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi pisać programy komputerowe z zastosowaniem współczesnych technik tworzenia kodu.

PEU\_U02 Potrafi projektować i implementować w języku Python programy komputerowe rozwiązujące umiarkowanie złożone problemy z zakresu Inżynierii Biomedycznej.

PEU\_U03 Potrafi uzasadniać wybrane rozwiązania w zakresie programowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów doskonalić stosowane rozwiązania będąc świadomym znaczenia wiedzy oraz własnej inicjatywy w procesie tworzenia dobrego kodu.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Zasady dokumentacji kodu	1
Wy2	Obsługiwanie błędów. Mechanizm wyjątków	2
Wy3	Obsługiwanie wejścia-wyjścia. Przetwarzanie danych tekstowych.	2
Wy4	Przetwarzanie wielowymiarowych danych numerycznych	2
Wy5	Testowanie aplikacji. Testy jednostkowe i akceptacyjne	2

Wy6	Tworzenie aplikacji z interfejsem graficznym oraz konsolowym	2
Wy7	Wybrane zagadnienia z zakresu programowania	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do laboratorium. Zasady obowiązujące na zajęciach. Dokumentacja kodu	2
La2,3	Obsługiwanie błędów. Mechanizm wyjątków	4
La4,5	Obsługiwanie wejścia-wyjścia. Przetwarzanie danych tekstowych.	4
La6-8	Przetwarzanie wielowymiarowych danych numerycznych	6
La9	Sprawdzian praktyczny I	2
La10-11	Testy jednostkowe i akceptacyjne	4
La12-14	Tworzenie aplikacji z interfejsem graficznym	6
La15	Sprawdzian praktyczny II	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny
N2. Wykład multimedialny
N3. Laboratorium – listy zadań do samodzielnej realizacji w ramach zajęć i godzin CNPS
N4. Laboratorium – sprawdziany praktyczne wspomagające integrację wiedzy i umiejętności
N5. Laboratorium – komputer i środowisko programistyczne

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	Listy zadań
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	Sprawdziany praktyczne
<b>P – wykład = F1</b> <b>P – laboratorium = (0.75*F2 + 0.25*F3 jeśli F3&gt;=3; w przeciwnym wypadku 2.0)</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></b> [1] M. Lutz. Python - wprowadzenie. Wydanie 4. Helion 2011 [2] E. Matthes. Python : instrukcje dla programisty. Helion 2016 [3] A. Kierzkowski, M. Gawryszewski. Python : ćwiczenia praktyczne. Helion 2017
<b><u>LITERATURA POMOCNICZA</u></b> [1] Z. Shaw. Python 3 : kolejne lekcje dla nowych programistów. 2018 [2] Code Academy - Python ( <a href="https://www.codecademy.com/learn/python">https://www.codecademy.com/learn/python</a> ) [3] Wspomagające platformy internetowe, np. <a href="https://stackoverflow.com">stackoverflow.com</a>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
Dr hab. inż. Cezary Sielużycki, <a href="mailto:cezary.sieluzycski@pwr.edu.pl">cezary.sieluzycski@pwr.edu.pl</a> Dr inż. Witold Dyrka, <a href="mailto:witold.dyrka@pwr.edu.pl">witold.dyrka@pwr.edu.pl</a>

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim BIOMECHANIKA  
INŻYNIERSKA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim BIOMECHANICAL  
ENGINEERING****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): -**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MDM000156W

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MDM000156L

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		4		

w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2		2		

\*niepotrzebne skreślić

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

brak

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu biomechaniki inżynierskiej.

C2 Nabycie podstawowych umiejętności rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki, wykonywanie i analizowanie pomiarów wielkości mechanicznych człowieka za pomocą metod doświadczalnych.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W03 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu Inżynierii Biomedycznej, w szczególności: automatyki i robotyki, biochemii, biofizyki, biomateriałów, czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych, elektronicznej aparatury medycznej, grafiki inżynierskiej, implantów i sztucznych narządów, laserów i ich zastosowania w medycynie, mechaniki i wytrzymałości, metrologii, optyki inżynierskie

### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy Inżynierii Biomedycznej w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach

PEU\_U1 Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi typowe dla specjalności Biomechanika Inżynierska

PEU\_U2 Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Biomechanika Inżynierska

### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

PEU\_K03 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role, gotów jest do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Stan obecny i kierunki rozwoju inżynierii medycznej.	2
Wy2	Podstawy mechaniki wytrzymałości struktur tkankowych.	2
Wy3	Kinematyka i podstawy fizjologii narządu ruchu człowieka.	2
Wy4	Rola elementów układu kostno-stawowego w systemie nośnym.	2

Wy5	Czynniki i parametry wpływające na postawę ciała.	2
Wy6	Budowa i modele obciążeniowe kręgosłup człowieka.	2
Wy7	Budowa i elementy biomechaniki stawu biodrowego.	2
Wy8	Budowa i elementy biomechaniki stawu kolanowego.	2
Wy9	Podstawy biotribologii stawów.	2
Wy10	Patomechanizm urazów i uszkodzeń elementów struktury nośnej.	2
Wy11	Podział i rodzaje implantów.	2
Wy12	Podstawowe środki techniczne wspomagające proces leczenia..	2
Wy13	Ergonomia układu ruchu.	2
Wy14	Wybrane metody doświadczalne w biomechanice.	2
Wy15	Kolokwium.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		Liczba godzin
La1	Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych struktur tkankowych.	3
La2	Badanie wad postawy metodą mory.	3
La3	Analiza przemieszczeń i odkształceń segmentu kręgosłupa za pomocą metody interferometrii holograficznej.	3
La4	Analiza pola przemieszczeń kości miedniczej przy zastosowaniu ESPI.	3
La5	Zastosowanie tensometrii rezystancyjnej do wyznaczania odkształceń struktur kostnych.	3
La6	Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych stabilizatorów zewnętrznych kości długich.	3
La7	Wykorzystanie metody fotografii płamkowej do wyznaczania przemieszczeń żuchwy człowieka.	3
La8	Zastosowanie metody elastooptycznej do analizy stanu naprężenia w modelach stawu biodrowego.	3
La9	Analiza elektropotencjałów mięśni kończyn górnych w aspekcie ich wykorzystania w sterowaniu protezą dłoni.	3
La10	Zastosowanie metody cyklograficznej do analizy zakresu ruchu w odcinku szyjnym kręgosłupa człowieka.	3
La11	Zastosowanie metody elementów skończonych (MES) w analizie procesów przebudowy tkanki kostnej.	3
La12	Inżynieria odwrotna w rekonstrukcji modeli obiektów anatomicznych.	3
La13	Komputerowa analiza wielkości fizycznych człowieka w warunkach statycznych i dynamicznych przy użyciu platformy diagnostycznej.	3
La14	Zastosowanie systemu nawigacyjnego w pomiarach geometrii i ruchu kończyny dolnej.	3
La15	Zaliczenie, ewentualna powtórka tematów.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład multimedialny
- N2. Konsultacje
- N3. Prace doświadczalne
- N4. Pisemne opracowanie sprawozdania

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W03	Kolokwium
F2	PEU_U01, PEU_U1, PEU_U2, PEU_K01, PEU_K03	Średnia ocena ze sprawozdań i odpowiedzi ustnych
P1 – F1		
P2 – F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Będziński R., Biomechanika inżynierska, zagadnienia wybrane. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 1997.
- [2] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.5 Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Czasopisma: Journal of Biomechanics; Clinical of Biomechanics.
- [2] Instrukcje dostępne na stronie [www.biomech.pwr.wroc.pl](http://www.biomech.pwr.wroc.pl)
- [3] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.3 Sztuczne narządy.
- [4] Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Prof. dr hab. inż. Halina Podbielska**

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim IMPLANTY I SZTUCZNE  
NARZĄDY**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **IMPLANTS AND ARTIFICIAL ORGANS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): ELEKTRONIKA MEDYCZNA,  
OPTYKA BIOMEDYCZNA,  
BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: **I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \***Kod przedmiotu **MDM000159W**Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</b>				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>30</b>				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					

w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5				
---	-----	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Biomechanika inżynierska MDM000146W
2. Zaliczony kurs: Biomateriały MDM000147W

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu rozwoju technik wspomagania funkcji życiowych człowieka poprzez wprowadzanie do organizmu ludzkiego implantów oraz sztucznych narządów.
- C2. Zapoznanie się z podstawowymi rodzajami implantów i sztucznych narządów, ich budową oraz funkcjonowaniem.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Posiada podstawową wiedzę na temat implantów i sztucznych narządów zastępujących utracone funkcje człowieka.

PEK\_W02 Posiada wiedzę na temat nowoczesnych technik stosowanych we wspomaganiu wybranych funkcji życiowych człowieka.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Implanty jako elementy poszerzające możliwości lecznicze w medycynie.	2
Wy2	Alloplastyka stawu biodrowego i kolanowego, budowa i funkcje endoprotez.	2
Wy3	Stabilizacja kości długich: pręty, płyty, groy, stabilizatory zewnętrzne.	2
Wy4	Rodzaje i funkcje implantów stosowanych w stabilizacji kręgosłupa.	2
Wy5	Elementy zastępcze w przywracaniu funkcjonowania układu sercowo-naczyniowego.	2
Wy6	Rozruszniki i stymulatory serca.	2
Wy7	Protezy kończyn górnych i dolnych.	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład multimedialny.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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	Kolokwium
P=F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Mechanika Techniczna, Biomechanika, R. Będziński (red.), Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2011,.
- [2] Sztuczne narządy T.III pod red. M. Nałęcza, Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, Warszawa 2003.
- [3] Przeździecki B., Nyka W., Zastosowanie kliniczne protez, ortoz i środków pomocniczych, Gdańsk, 2008, Via Medica.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Pozowski A., Alloplastyka stawu biodrowego, Wyd. Górnicki, 2011.
- [2] Tadeusiewicz R., Augustyniak P. (red.) — Podstawy inżynierii biomedycznej, Kraków, 2009, Akademii-Górniczno-Hutniczej.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. inż. Celina Pezowicz, celina.pezowicz@pwr.edu.pl

Dr inż. Sylwia Szotek, sylwia.szotek@pwr.edu.pl

Załącznik nr 6 do ZW 121/2020

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

## KARTA PRZEDMIOTU

**Nazwa przedmiotu w języku polskim ANATOMIA**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim ANATOMY**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy): -**

**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /**

<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>MDP001000W</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5				

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
brak

\



## CELE PRZEDMIOTU

- C5 Pozyskanie wiedzy dotyczącej podstawowych kategorii pojęciowych związanych z anatomią człowieka, budową i podstawami funkcjonowania ludzkiego organizmu.
- C6 Przystwojenie podstawowej wiedzy na temat budowy organizmu człowieka na poziomie komórkowym, tkankowym, poszczególnych narządów i układów narządów.
- C7 Pozyskanie wiedzy z zakresu topologii narządów i układów ciała.
- C8 Pozyskanie podstawowej wiedzy z zakresu wykorzystania metod inżynierii biomedycznej w nauce anatomii i uzupełnianiu funkcji poszczególnych organów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu pojęcia z zakresu anatomii. Ma poszerzoną wiedzę na temat morfologii i topologii narządów człowieka.

PEU\_W02 Ma uporządkowaną wiedzę ogólną, obejmującą zagadnienia z zakresu budowy elementów składowych ciała ludzkiego na poziomie, komórkowym, tkankowym i poszczególnych organów.

PEU\_W03 Ma wiedzę na temat wykorzystania metod inżynierii biomedycznej w nauce anatomii i wspomaganii narządów człowieka.

### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, potrafi prawidłowo interpretować, selekcjonować i łączyć pozyskane informacje, potrafi zastosować w praktyce pozyskane informacje, w szczególności potrafi przygotować referat na zadany temat, dotyczący zastosowania metod inżynierii biomedycznej w uzupełnianiu/zastępowaniu funkcji narządów człowieka. Potrafi wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie, w szczególności w zakresie wiedzy z anatomii.

### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Umie pracować zespołowo oraz wykazuje gotowość podporządkowania się zasadom pracy w grupie. Ma świadomość odpowiedzialności zarówno za pracę własną, jak i potrafi wspólnie realizować zadanie zespołowe, w szczególności opracować wspólnie zadany temat.

PEU\_K02 Ma świadomość roli społecznej i zawodowej studenta uczelni technicznej, zwłaszcza w zakresie rzetelnego i uczciwego przekazu informacji oraz uczciwego poddania się procesowi sprawdzania wiedzy.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie. Rola inżynierii biomedycznej w nauce anatomii	1
Wy2	Podstawowa terminologia anatomiczna. Okolice ciała ludzkiego, kierunki i położenie w przestrzeni	1
Wy3	Podstawy struktury i funkcji organizmu. Elementy składowe ciała ludzkiego.	1
Wy4	Anatomia na poziomie mikro i nano. Budowa komórkowa i subkomórkowa.	3
Wy5	Osteologia i artrologia. Budowa i funkcja tkanki kostnej. Budowa i rodzaje stawów.	2
Wy6	Budowa kończyny górnej. Rola inżynierii biomedycznej w uzupełnianiu funkcji organizmu.	2
Wy7	Budowa kończyny dolnej. Rola inżynierii biomedycznej w uzupełnianiu funkcji organizmu.	2
Wy8	Kręgosłup, czaszka, kości klatki piersiowej - budowa, funkcje w organizmie.	2
Wy9	Budowa i funkcje skóry i mięśni.	2
Wy10	Trzewia klatki piersiowej. Metody monitorowania funkcji serca i płuc.	4
Wy11	Trzewia jamy brzusznej. Metody badania układu pokarmowego.	4
Wy12	Mózg i układ nerwowy.	3
Wy13	Układ moczowy.	1
Wy14	Anatomia układu rozrodczego, metody badania narządów płciowych i monitorowania płodu	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N5 Komputer i oprogramowanie do prezentacji multimedialnych na wykładzie.
N6 Pokazy filmowe.
N7 Preparaty anatomiczne: naturalne i sztuczne.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Ocena średnia z ocen cząstkowych, zaokrąglona w dół za zaliczenie kartkówek w systemie e-learning
F2	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	Ocena z referatu oraz modelu wykonanego grupowo
P – (F1+F2)/2 – średnia ocena		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] ANATOMIA GRAY PODRĘCZNIK DLA STUDENTÓW TOM I-III - 3 WYDANIE, Adam W. M. Mitchell , A.W. Vogl , Bogdan Ciszek , Małgorzata Bruska , Przemysław Kowiański , R.L. Drake , Witold Woźniak, Wydawca: Edra Urban &amp; Partner, Rok wydania: 2016, Wydanie: III</p>
<p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[4] ATLAS ANATOMII CZŁOWIEKA SOBOTTA ŁACIŃSKIE MIANOWNICTWO TOM 1-3, Friedrich Paulsen , Jens Waschke , Kazimierz Jędrzejewski , Michał Polguy, Wydawca: Edra Urban &amp; Partner, Rok wydania: 2019, Wydanie: XXIV</p> <p>[5] Wskazane na wykładzie strony internetowe i artykuły naukowe</p>
<p><b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b></p>
<p><b>Prof. Halina Podbielska</b></p> <p><a href="mailto:halina.podbielska@pwr.edu.pl">halina.podbielska@pwr.edu.pl</a></p>

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: *Podstawy biomateriałów*****Nazwa przedmiotu w języku angielskim; *Basics of biomaterials*****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA****BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów: I / ~~II~~-stopień / ~~jednolite studia~~****magisterskie\*, stacjonarna /****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*****Kod przedmiotu MDP001001W****Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	0,8				

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

27. W: Wiedza ogólna z chemii organicznej i nieorganicznej

\

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie z wybranymi zagadnieniami budowy i zastosowania biomateriałów

C2 Zasady doboru biomateriałów w różnych zastosowaniach medycznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu biomateriałów

PEU\_W02 Ma wiedzę teoretyczną na temat budowy wybranych biomateriałów

PEU\_W03 Posiada wiedzę o zastosowaniu biomateriałów w medycynie i ocenie ich biozgodności

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp do biomateriałów, omówienie zasad zaliczenia	2
Wy2	Tworzywa sztuczne	2
Wy3	Stale i stopy	2
Wy4	Polimery naturalne i sztuczne	2
Wy5	Bioceramika	2
Wy6	Szkła bioaktywne	2
Wy7	Biozgodność	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład prowadzony za pomocą prezentacji multimedialnej
N2. Krótkie pokazy wybranych biomateriałów omawianych na wykładzie
N3. Prace pisemne- testy sprawdzające

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Krótkie testy sprawdzające
P kolokwium		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [35] J. Marciniak Biomateriały, Politechnika Śląska, 2013
- [36] S. Błażewicz, L. Stoch: Biomateriały; Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000<sup>II</sup> TOM 4 ; Akademska Oficyna Wydawnicza EXIT
- [37] B. Świczko- Żurek: Biomateriały, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [30] Podstawy inżynierii biomedycznej pod red. R. Tadeusiewicz, P. Augustyniak, Wydawnictwo naukowo-dydaktyczne AGH 2009
- [31] Czasopisma: Journals Biomaterials and Medical Applications, Biomaterials

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Iwona Hołowacz; iwona.holowacz@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Prawne i etyczne aspekty w Inżynierii Biomedycznej****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Legal and ethic aspects in Biomedical Engineering****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy):**Poziom i forma studiów: I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MDP001002P

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				30	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom				0,7	



wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					
--	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza: ogólna znajomość technologii inżynierskich, metod, technik, narzędzi i materiałów stosowanych przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich.

Kompetencje: zrozumienie społecznych, ekonomicznych i prawnych uwarunkowań działalności inżynierskiej.

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrozumienie konieczności kierowania się zasadami etyki w działalności związanej z inżynierią biomedyczną.
- C2 Umiejętność interpretacji przepisów prawa w dziedzinie inżynierii biomedycznej.
- C3 Zdobycie wiedzy na temat zasad, którymi należy się kierować w pracy zawodowej (problemy etyczne, normy postępowania w służbie zdrowia, normy i standardy obowiązujące w inżynierii biomedycznej).

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla Inżynierii Biomedycznej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu Inżynierii Biomedycznej – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Inicjuje działania na rzecz interesu publicznego

### **TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zasady zaliczenia kursu: propozycja własnego tematu dotyczącego realizowanej pracy inżynierskiej lub ustalenie innego tematu projektu (tylko dla studentów na wcześniejszych semestrach). Projekty realizowane są indywidualnie. Identyfikacja zagrożeń realizacji pracy inżynierskiej oraz możliwość komercjalizacji osiągniętych wyników w świetle obowiązującego prawa i zasad etycznych. Każdy z projektów powinien zawierać rzetelne uzasadnienie celowości podjętego tematu w oparciu o przepisy prawa lokalnego i Unii Europejskiej oraz opis uwarunkowań, jakie musi on spełniać w warunkach rzeczywistych.	1
Pr2	Konsultacje w trakcie realizacji projektu. Sformalizowana prezentacja wybranego projektu poprzez złożenie dokumentacji: omówienie podjętego problemu/zagadnienia, cel(e) i plan realizacji projektu, analiza rynku istniejących produktów lub/i usług pod kątem komercjalizacji przeprowadzonych badań / realizowanych projektów / usług, analiza marketingowa i strategiczna - analiza i ocena możliwości i zagrożeń rynkowych, identyfikacja i wybór rynku docelowego, analiza istniejących na rynku produktów / usług pod kątem istniejącej konkurencji, wskazanie potencjalnych nabywców produktu / usługi.	14
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład multimedialny. N2. Pisemne opracowanie projektu. N3. Prezentacja komputerowa. N4. Konsultacje.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Ocena ze złożonego projektu
P1 – projekt – ocena ze złożonego projektu		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [38] Wybrane artykuły z czasopisma *BMC Medical Ethics* <https://bmcomedethics.biomedcentral.com/>  
[39] Lista czasopism (nie tylko po angielsku) odpowiadająca słowom kluczowym bioethics, medical ethics: [https://www.gfmer.ch/Medical\\_journals/Ethics.htm](https://www.gfmer.ch/Medical_journals/Ethics.htm)

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [32] Wybrane artykuły z czasopism (w zależności od tematu projektu i specjalności): *Journal of Medical Ethics*, *Medical Lasers Applications*, *Engineering in Medicine and Biology Magazine*, *IEEE*, etc.  
[33] Czasopisma przypisane do dyscypliny naukowej inżyniera biomedyczna wg Załącznika do komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019r.  
[34] Strona Komisji Europejskiej dotycząca harmonizacji norm, np. *Medical Devices Directive*.  
[35] Strona Światowej Organizacji Zdrowia <https://www.who.int/>

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Agnieszka Ulatowska-Jarża, [agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl](mailto:agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim PROPEDEUTYKA NAUK  
MEDYCZNYCH****Nazwa przedmiotu w języku angielskim PROPEDEUTICS OF  
MEDICAL SCIENCE****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): -**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MDP002001W

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	1				

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

Zaliczony kurs Anatomii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Pozyskanie wiedzy dotyczącej podstawowych kategorii pojęciowych związanych z propedeutyką nauk medycznych.
- C2 Przystwojenie podstawowej wiedzy na temat patologii narządów i układów ciała człowieka, epidemiologii, chorób cywilizacyjnych, zakaźnych, nowotworowych.
- C3 Pozyskanie podstawowej wiedzy z zakresu wykorzystania metod inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i opiece zdrowotnej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna i rozumie w zaawansowanym stopniu fakty i zjawiska w zakresie nauk medycznych powiązanych z Inżynierią Biomedyczną, w szczególności z propedeutyki nauk medycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 inicjuje działania na rzecz interesu publicznego

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do propedeutyki nauk medycznych, zagadnienia medycyny opartej na przewidywaniu, prewencji i spersonalizowanym podejściu do pacjenta	2
Wy2	Choroby wprowadzenie; podstawowe definicje, przebieg, objawy, rola opieki zdrowotnej	3
Wy3	Podstawy epidemiologii	2
Wy4	Choroby o znaczeniu społecznym	2
Wy5	Cukrzyca, typy, rola inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i rehabilitacji	2
Wy6	O wirusie HIV i AIDS, etiologia, symptomatologia, leczenie	2
Wy7	Wprowadzenie do onkologii	2
Wy8	Zagadnienia transplantologii i immunologii.	2
Wy9	Zaburzenia pracy serca, rola inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i rehabilitacji	3
Wy10	Choroby układu krążenia, rola inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i rehabilitacji	2
Wy11	Choroby układu pokarmowego, rola inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i rehabilitacji chorób przełyku i żołądka	2
Wy12	Choroby układu pokarmowego, rola inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i rehabilitacji chorób jelit	2
Wy13	Choroby układu pokarmowego, rola inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i rehabilitacji chorób wątroby i trzustki	2
Wy14	Choroby nerek, dializa - rola inżynierii biomedycznej w terapii, diagnostyce i rehabilitacji	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Komputer i oprogramowanie do prezentacji multimedialnych na wykładzie.
N2 Pokazy filmowe.
N3 Preparaty anatomiczne naturalne i sztuczne, protezy.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się

F1	PEU_W01 PEU_K01	Zaliczenia na podstawie kolokwiiów częstkowych, referatu na zadany temat, średnia
P1 – wykład – średnia ocena z kolokwiiów i referatu		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  Každy podręcznik dotyczący zagadnień propedeutyki medycznej, przykładowo:  [1] Domosławski Z. Wprowadzenie do medycyny, książka dostępna w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej: <a href="http://www.dbc.wroc.pl/Content/2026">www.dbc.wroc.pl/Content/2026</a>  [2] Uszyński M., Propedeutyka medycyny klinicznej, Wyd. Nauk. UMK, 2011</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  [1] INTERNA SZCZEKLIKA 2019 + INTERNA SZCZEKLIKA 2019/20 MAŁY PODRĘCZNIK Piotr Gajewski, Wydawca: Medycyna Praktyczna, Rok wydania: 2019 (lub wydania wcześniejsze)  [2] Wybrane artykuły z czasopisma o zasięgu międzynarodowym  [3] Wskazane dane statystyczne i opracowania z publikacji WHO, NIH, Ministerstwa Zdrowia lub towarzystw medycznych, np. American College of Rheumatology, EPMA i podobne polskie i zagraniczne</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. Halina Podbielska <a href="mailto:halina.podbielska@pwr.wroc.pl">halina.podbielska@pwr.wroc.pl</a>

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim TECHNIKI  
OBRAZOWANIA MEDYCZNEGO****Nazwa przedmiotu w języku angielskim MEDICAL IMAGING  
TECHNIQUES****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): optyka biomedyczna, elektronika  
medyczna, biomechanika inżynierska**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MDP002014W, MDP002005P

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					



w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2			1,5	
---	-----	--	--	-----	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza i umiejętności rachunkowe z zakresu fizyki w zakresie podstawowym
2. Wiedza i umiejętności z fizyki w zakresie rozszerzonym
3. Podstawowa wiedza z zakresu anatomii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu technik obrazowania medycznego stosowanych w medycynie
- C2 Zdobyć rozszerzoną wiedzę na temat budowy oraz funkcjonowania aparatów diagnostycznych stosowanych do obrazowania medycznego
- C3 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu zastosowania technik obrazowania do diagnostyki i terapii w medycynie i fizjoterapii

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma podstawową wiedzę w zakresie podstaw teoretycznych obrazowania medycznego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi przygotować w języku polskim i języku obcym dobrze udokumentowane opracowanie z zakresu technik obrazowania medycznego

PEU\_U02 potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i obcym prezentację ustną, dotyczącą zastosowania w medycynie technik obrazowania medycznego w diagnostyce i terapii

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie. Obrazowanie medyczne.	1
Wy2	Zastosowanie technik mikroskopowych do obrazowania medycznego (mikroskopia sił atomowych (AFM) i transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM)). Budowa systemu, zasady działania, zastosowanie w medycynie i inżynierii biomedycznej.	2
Wy3	Obrazowanie USG. Budowa systemu, zasady działania, zastosowanie w medycynie i inżynierii biomedycznej.	2
Wy4	Rentgenografia. Budowa, zasady działania, zastosowanie w medycynie i inżynierii biomedycznej.	2
Wy5	Tomografia komputerowa. Budowa, zasady działania, zastosowanie w medycynie i inżynierii biomedycznej.	2
Wy6	Rezonans magnetyczny. Budowa, zasady działania, zastosowanie w medycynie i inżynierii biomedycznej.	2
Wy7	Medycyna nuklearna. PET oraz metody hybrydowe. Budowa systemu, zasady działania, zastosowanie w medycynie i inżynierii biomedycznej.	2
Wy8	Medycyna nuklearna. SPECT oraz metody hybrydowe. Budowa systemu, zasady działania, zastosowanie w medycynie i inżynierii biomedycznej.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1-15	Zadaniem studenta będzie zaprojektowanie sposobu badania przy zastosowaniu technik obrazowania medycznego. Badania będą dotyczyć diagnostyki oraz terapii jednostek chorobowych przy zastosowaniu metod obrazowania medycznego. Obrona projektu będzie polegała na przygotowaniu przez każdego studenta prezentacji multimedialnej, podczas których student przedstawi sposoby badania oraz analizy wyników przeprowadzonych badań.	15
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N3. Wykład multimedialny N4. Pisemne opracowanie referatu N3. Projekt w formie multimedialnej z dyskusją

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	egzamin
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	projekt
P1 – wykład – ocena z egzaminu P2 – projekt – ocena z projektu		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] 3D images of materials structures :processing and analysis. Joachim Ohser and Katja Schladitz. Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, cop. 2009
- [2] Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Red. M. Nałęcz. Tom 8. Obrazowanie Biomedyczne. Red. L. Chmielewski, J.L. Kulikowski, A. Nowakowski. Współpraca: Polskie Towarzystwo Przetwarzania Obrazów. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001.
- [3] Gotszalk T.P., Systemy mikroskopii bliskich oddziaływań w badaniach mikro- i nanostruktur. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 2004.
- [4] Kopaczyńska M., Mikroskopia sił atomowych (AFM) - biomedyczne zastosowanie pomiarów w nanoskali. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 2010.
- [5] Optical imaging techniques in cell biology. Guy Cox. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, cop. 2007.
- [6] Watt I.M., The principles and practice of electron microscopy, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Artykuły z czasopism: Molecular imaging, Biomechanics and Modeling in Nanotechnology, Molecular imaging and Biology, Real-time imaging, Biomolecular Engineering, Bioscience, Contrast media and molecular imaging, Biomaterials

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr hab. Marta Kopaczyńska, Prof. ucz.**

**marta.kopaczynska@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim**  
**INŻYNIERSKA****GRAFIKA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim**  
**GRAPHICS****ENGINEERING****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**  
**Biomedyczna****Inżynieria****Specjalność (jeśli dotyczy):** .....Poziom i forma studiów: I / ~~II stopień~~ / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /  
**niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny / ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MMM000144C

Grupa kursów ~~FAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)		15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)		30			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS		1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			

w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)		0,7			
---	--	-----	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

4. Podstawowa wiedza nt. sposobów graficznego przedstawiania prostych elementów, niezbędna przy opracowywaniu dokumentacji konstrukcyjnej
5. Umiejętność posługiwania się przyborami kreślarskimi (kreślenie/szkicowanie ołówkiem).

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z zasadami tworzenia dokumentacji konstrukcyjnej (opanowanie zasad rzutowania jako podstawy tworzenia rysunków technicznych)
- C2 Umiejętność wykonywania rysunków/szkiców technicznych prostych urządzeń mechanicznych spotykanych w praktyce inżynierskiej
- C3 Umiejętność wykonywania postawionych zadań jako członka zespołu realizującego określone zadanie konstrukcyjne

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W13

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu, grafiki inżynierskiej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01

Potrafi komunikować się z użyciem specjalistycznej terminologii z zakresu Inżynierii Biomedycznej, potrafi komunikować się z otoczeniem, uzasadniać swoje stanowisko

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01

Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role, gotów jest do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zasady tworzenia dokumentacji konstrukcyjnej – szkic techniczny. Rzuty prostokątne figur płaskich – odwzorowanie figur geometrycznych na płaszczyźnie. Ocena umiejętności rzutowania na podstawie widoku aksonometrycznego.	2
Ćw2	Wybór rzutu głównego (widok, przekrój). Podstawowe formy zapisu konstrukcji – rzutowanie europejskie. Skala rysunku. Formaty wymiarowe. Zasady i sposoby wymiarowania w grafice inżynierskiej	2
Ćw3	Model pierwszy – szkic techniczny modelu z zastosowaniem elementów opisu konstrukcyjnego. Wybór rzutu głównego (rzut główny w postaci widoku). Organizacja rysunku – szkicu technicznego.	2
Ćw4	Model pierwszy – zasady i sposoby wymiarowania modelu (rzut główny, rzuty boczne, tabelka). Zaliczenie na ocenę wykonanego rysunku-szkicu modelu.	2
Ćw5	Model drugi – wybór rzutu głównego (widok – widok cząstkowy, półwidok; przekrój – prosty, łamany, półprzekrój, wyrwanie, kład)	2
Ćw6	Model drugi – połączenia rozłączne (gwinty), rysowanie połączeń rozłącznych (gwintowanych).	2
Ćw7	Model drugi – tolerancje i pasowania (znormalizowane oznaczenia, tolerancji wymiarów, kształtu). Uwzględnienie stanu powierzchni elementu. Zaliczenie na ocenę wykonanego rysunku-szkicu modelu.	2
Ćw8	Ćwiczenie poprawkowe. Zaliczenie.	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Praca zespołowa podczas ćwiczeń w ramach zapoznawania się z tematem zajęć
- N2. Samodzielne wykonywanie szkiców(rysunków technicznych) prostych modeli w ramach godzin CNPS.
- N3. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1; F2 (ćwiczenia)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Ocena postępu prac wykonanych przez studenta w ramach postawionego zadania konstrukcyjnego. Zaliczenie sporządzonej dokumentacji modelu (dwa modele).
P = 0.5(F1+F2) Ocena ostateczna uwzględnia również aktywność studenta na zajęciach		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[40] T. Dobrzański – Rysunek Techniczny Maszynowy, W N-T, Warszawa, 2005 i obecne wydania.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[36] J. Houszka, Podstawy konstrukcji mechanicznych w elektronice, Wyd. PWr., 1974

[37] Praca zbiorowa, Poradnik inżyniera mechanika, WNT, Warszawa, 1985.

[38] Praca zbiorowa, Zbiory Polskich Norm.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Witold Posadowski, [witold.posadowski@pwr.edu.pl](mailto:witold.posadowski@pwr.edu.pl)**



WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**      **PRZYRZĄDY I UKŁADY OPTYCZNE**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim**      **OPTICAL INSTRUMENTS AND SYSTEMS**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      **INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy):**      **OPTYKA BIOMEDYCZNA**

**Poziom i forma studiów:**      **I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /**

**Rodzaj przedmiotu:**      **~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~**

**Kod przedmiotu**      **ETP001018P**

**Grupa kursów**      **~~TAK~~ / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym			1		

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu optyki i biofotoniki: zaliczony kurs Optyka inżynierska (FTP002094W,L) oraz Podstawy Biofotoniki (FTP002003W,L)

### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy oraz umiejętności obliczeniowych z zakresu analizy biegu promieni świetlnych przez wybrane elementy (soczewki, zwierciadła: sferyczne, płaskie), układy (dwu- /wielo-soczewkowe) oraz przyrządy optyczne wraz z charakteryzacją realizowanego przez nie odwzorowania optycznego.

C2 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu projektowania i konstrukcji elementów optycznych (soczewek, zwierciadeł: sferycznych, płaskich, pryzmatów etc.), układów (dwu- /wielosoczewkowych) oraz przyrządów optycznych wraz z charakteryzacją realizowanego przez nie odwzorowania optycznego w wybranym środowisku programistycznym.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Zna podstawowe technologie inżynierskie, metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu specjalności Optyka Biomedyczna obejmujących: analizę obliczeniową biegu promieni świetlnych i odwzorowania optycznego przez wybrane elementy, układu i przyrządy optyczne oraz ich projektowanie w wybranym środowisku programistycznym.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować w wybranym środowisku programistycznym proste elementy, układy i przyrządy optyczne, wykonać obliczenia biegu promieni świetlnych w tych elementach, układach i przyrządach optycznych, typowych dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Optyka Biomedyczna

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - projekt		Liczba g o d z i n
Pr1	Zajęcia organizacyjne: omówienie warunków zaliczenia kursu Wprowadzenie do zakresu tematycznego kursu 1/2.	2
Pr2	Wprowadzenie do zakresu tematycznego kursu 2/2. Zadania obliczeniowe dotyczące biegu promieni świetlnych i odwzorowania optycznego realizowanego przez soczewki cienkie.	2
Pr3	Zadania obliczeniowe dotyczące biegu promieni świetlnych i odwzorowania optycznego realizowanego przez soczewki grube i układy dwu-/wielosoczewkowe.	2
Pr4	Zadania obliczeniowe dotyczące biegu promieni świetlnych i odwzorowania realizowanego przez zwierciadła (sferyczne: wklęsłe, wypukłe, płaskie)	2
Pr5	Praca zaliczeniowa- część obliczeniowo/rachunkowa. Wprowadzenie do środowiska projektowania elementów i układów optycznych w oprogramowaniu OSLO	2
Pr6	Projektowanie prostych elementów optycznych (soczewek, zwierciadeł, pryzmatów) w programie OSLO 1/3	2
Pr7	Projektowanie prostych elementów optycznych (soczewek, zwierciadeł, pryzmatów) w programie OSLO 2/3	2
Pr8	Projektowanie prostych elementów optycznych (soczewek, zwierciadeł, pryzmatów) w programie OSLO 3/3	2
Pr9	Projektowanie prostych, wielosoczewkowych układów optycznych w programie OSLO 1/2	2
Pr10	Projektowanie prostych, wielosoczewkowych układów optycznych w programie OSLO 2/2	2
Pr11	Projektowanie prostych przyrządów optycznych w programie OSLO 1/3	2
Pr12	Projektowanie prostych przyrządów optycznych w programie OSLO 2/3	2
Pr13	Projektowanie prostych przyrządów optycznych w programie OSLO 3/3	2
Pr14	Zajęcia uzupełniające	2
Pr15	Zaliczenie kursu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Tablica, rzutnik, projektor.
- N2. Komputer wraz z oprogramowaniem OSLO EDU.
- N3. Krótki sprawdzian wiedzy.
- N4. Konsultacje.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01	1. Zaliczenie sprawdzianu/pracy zaliczeniowej dotyczącej części rachunkowej/obliczeniowej  2. Zaliczenie projektu semestralnego elementu/układu/przyrządu optycznego w środowisku OSLO EDU
P – ocena na podstawie przygotowanego projektu semestralnego przy spełnieniu wymogu niezbędnego tzn. zaliczenia sprawdzianu z części rachunkowej		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [41] E. Hecht, „Optyka”, PWN, 2016
- [42] E. Jagoszewski, „Wstęp do optyki inżynierskiej” Oficyna PWR, 2008
- [43] OSLO software User Guide  
([https://www.lambdare.com/wp-content/uploads/support/oslo/oslo\\_edu/oslo-user-guide.pdf](https://www.lambdare.com/wp-content/uploads/support/oslo/oslo_edu/oslo-user-guide.pdf))
- [44] Materiały dydaktyczne udostępnione przez Prowadzącego na stronie internetowej Katedry K7

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [39] J. Nowak, M. Zajac, „Optyka- kurs elementarny”, Oficyna PWR, 1998
- [40] F. Ratajczak, „Instrumenty Optyczne”, Oficyna PWR, 2002
- [41] R. Józwiak, „Optyka instrumentalna”, WNT, 1970

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**



w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-			3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1			2	

\*niepotrzebne skreślić

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

6. Podstawowa wiedza z chemii, fizyki i biofotoniki.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy na temat wykorzystania optyki, biochemii i biofizyki w projektowaniu układów optycznych czujników chemicznych.
- C2 Zdobycie wiedzy na temat stosowania i eksploatacji sensorów i biosensorów oraz wykonywania pomiarów wielkości nieelektrycznych w inżynierii biomedycznej.
- C3 Zdobycie umiejętności projektowania optycznych czujników chemicznych znajdujących potencjalne zastosowania w medycynie, ochrony środowiska i różnych gałęziach przemysłu.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Inżynierii Biomedycznej dla specjalności Optyka Biomedyczna, w szczególności w zakresie optycznych czujników i biosensorów.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Ma umiejętność samokształcenia się, potrafi samodzielnie planować własne uczenie się przez całe życie.

PEU\_U02 Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić - zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną - istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi typowe dla specjalności Optyka Biomedyczna.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi brać udział w debacie – przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich w zakresie dyscypliny Inżynierii Biomedycznej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do wykładu, przedstawienie warunków zaliczenia.	1
Wy2	Podstawowe informacje o sensorach, klasyfikacja czujników, definicje i podstawowe funkcje. Omówienie wymagań stawianych współczesnym optycznym czujnikom chemicznym.	2
Wy3	Zastosowanie światłowodów w konstrukcji czujników.	2
Wy4	Metody unieruchamiania cząstek detekcyjnych.	2
Wy5	Spektrofotometria, metody absorpcyjne, przykłady rozwiązań i zastosowania.	2
Wy6	Czujniki luminescencyjne, przykłady rozwiązań i zastosowania.	2
Wy7	Biosensory: klasyfikacja, przykłady rozwiązań i zastosowania	2
Wy8	Trendy w technice sensorycznej.	2
	<i>Suma godzin</i>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wybór z szeregu propozycji systemów czujników, znajdujących potencjalne zastosowania w medycynie, ochrony środowiska i różnych gałęziach przemysłu (np. spożywczego, górniczego). Każda z propozycji zawiera rzetelne uzasadnienie celowości budowy danego typu czujnika, a także uwarunkowania, jakie musi on spełniać w warunkach rzeczywistych. Powołanie niewielkich zespołów (1-2 osobowe), których zadaniem będzie zaprojektowanie wybranego systemu.	2
Pr2	Zespołowe projektowanie systemu czujników w zakresie eksploatacji i zastosowań biosensorów. Dyskusje w trakcie realizacji projektu.	14
Pr3	Sformalizowana prezentacja wybranego projektu: omówienie konfiguracji, dyskusja zalet i wad proponowanego rozwiązania, przegląd rozwiązań alternatywnych.	14

<i>Suma godzin</i>	<b>30</b>
--------------------	-----------

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład multimedialny.  
 N2. Prezentacja komputerowa projektu.  
 N3. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Ocena z egzaminu.
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Ocena z realizacji i prezentacji projektu.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [45] Ajit Sadana: Engineering biosensors: kinetics and design applications .Academic Press, San Diego 2002.
- [46] Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Red. M. Nałęcz. Tom II Biopomiary. Red. W. Torbicz, L. Filipczyński, R. Maniewski, M. Nałęcz, E. Stolarski. Akad. Ofic. Wyd. EXIT, Warszawa 2001.
- [47] Brian R. Eggins: Biosensors: an introduction. John Wiley & Sons, Chichester 1999.
- [48] Brzózka Z., Wróblewski W.: Sensory chemiczne, Ofic. Wyd. PW, Warszawa 1999.
- [49] Eggins B.R., Chemical sensors and biosensors. John Wiley & Sons, New York 2002.
- [50] Francis T. S. Yu: Fiber optic sensors. Marcel Dekker, New York 2002.
- [51] Handbook of biosensors and electronic noses. Medicine, food, and environment. Red. E. Kress-Rogers, CRC Press, Boca Raton, 1997.
- [52] Kęcki Z.: Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa 1992.
- [53] Paszyc S.: Podstawy fotochemii. PWN, Warszawa 1992.
- [54] Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej. Red. M. Nałęcz. Tom II Biopomiary. Red. L. Filipczyński i W. Torbicz, WKŁ, Warszawa 1990.
- [55] Sensor technology handbook. Ed. in chief Jon. S. Wilson. Elsevier, Amsterdam 2005.



**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [42] Biosensors in the body: continuous in vivo monitoring. Ed. by David M. Fraser. John Wiley and Sons, Chichester 1997.
- [43] Commercial biosensors: applications to clinical, bioprocess, and environmental samples. Ed. Graham Ramsay. John Wiley & Sons, New York 1998.
- [44] Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska. Red. A. Hrynkiewicz i E. Rokita, PWN, Warszawa 1999.
- [45] Principles of chemical and biological sensors. Ed. Dermond Diamond. John Wiley & Sons, New York 1998.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Agnieszka Ulatowska-Jarża [agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl](mailto:agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl)

Igor Buzalewicz, [igor.buzalewicz@pwr.edu.pl](mailto:igor.buzalewicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Optyczna Diagnostyka Medyczna****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optical Medical Diagnostics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): Optyka Biomedyczna**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~\*

Kod przedmiotu FTP001047W, FTP001047L, FTP001047S

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		60
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		3		2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		3		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	1		1,5		1

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

28. W: Podstawowa wiedza z zakresu optyki i biofotoniki: zaliczony kurs Optyka inżynierska (FTP002094W,L) oraz Podstawy Biofotoniki (FTP002003W,L)

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy z zakresu zastosowania współczesnych metod optycznych i optoelektronicznych w diagnostyce medycznej.
- C2 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu analizy i projektowania prostych układów do diagnostyki medycznej.
- C3 Poznanie najnowszych trendów i różnorodnych technik optycznych stosowanych w diagnostyce medycznej.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Inżynierii Biomedycznej dla specjalności Optyka Biomedyczna, w szczególności w zakresie optycznej diagnostyki medycznej.

PEU\_W02 Zna podstawowe technologie inżynierskie, metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu specjalności Optyka Biomedyczna.

su umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi brać udział w debacie – przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich w zakresie dyscypliny Inżynierii Biomedycznej.

PEU\_U02 Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauk technicznych i dyscypliny Inżynierii Biomedycznej, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.

PEU\_U03 Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty w tym pomiary i symulacje komputerowe w zakresie Inżynierii Biomedycznej, potrafi interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.

PEU\_U04 Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi typowe dla specjalności Optyka Biomedyczna.

PEU\_U05 Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Optyka Biomedyczna.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role, gotów jest do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do optycznej diagnostyki medycznej, klasyfikacja metod diagnostycznych. Omówienie warunków zaliczenia przedmiotu.	2
Wy2	Zjawiska i efekty optyczne wykorzystywane w diagnostyce.	2
Wy3	Diagnostyka mikroskopowa. Metody wizualizacji preparatów.	4
Wy4	Metody interferometryczne: podstawy fizyczne i podstawowe konfiguracje interferometrów, laserowa anemometria dopplerowska, tomografia interferencyjna, badania filmu łzowego.	2
Wy5	Metody interferometryczne: biopsja optyczna, koherentna tomografia optyczna	2
Wy6	Metody holograficzne: rodzaje, algorytmy rekonstrukcji, mikroskopia, holotomografia.	2
Wy7	Endoskopia optyczna i endoskopy.	2
Wy8	Obrazowanie SPR.	2
Wy9	Termowizja i termografia.	2
Wy10	Metody fotoakustyczne: mikroskopia, tomografia, spektroskopia	2
Wy11	Optyka adaptatywna. Selective Plane Illumination Microscopy.	2
Wy12	Transiluminacyjne metody diagnostyczne. Okienko tkankowe, wybrane układy pomiarowe i zastosowania.	2
Wy13	Diagnostyka fotodynamiczna.	2
Wy14	Cytometria: przepływowa (FC), laserowa skaningowa (LSC), technologia Image Stream (IS).	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Regulamin pracowni, omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium. Przedstawienie warunków zaliczenia kursu.	1
La2	Multispektralne obrazowanie tkanek w świetle spolaryzowanym.	4
La3	Konstrukcja interferometru Michelsona i jego wykorzystanie w pomiarach optycznych	4
La4	Spektroskopia odbiciowa skóry i lampa Wooda	4
La5	Konstrukcja cyfrowego mikroskopu optycznego oraz charakteryzacja jego właściwości odwzorowujących	4
La6	Określenie stężenia barwników w roztworach wodnych za pomocą pomiarów gęstości mocy optycznej	4
La7	Zastosowanie pomiarów termowizyjnych w fototerapii laserowej	4
La8	Zajęcia uzupełniające	4
La9	Zaliczenie kursu	1
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Wprowadzenie. Przedstawienie warunków zaliczenia kursu.	1
Se2	Diagnostyka struktur anatomicznych oka - optyczna tomografia koherentna i metody fotoakustyczne. Transiluminacyjne metody diagnostyczne.	2
Se3	Endoskopia holograficzna i holografia optyczna. Efekt plamkowy.	2
Se4	Wykorzystanie analizy światła rozproszonego w diagnostyce medycznej tkanek. Wykorzystanie endoskopii w diagnostyce. Optyka adaptacyjna i jej wykorzystanie.	2
Se5	Wzbudzony optycznie powierzchniowy rezonans plazmonowy. Spektroskopia indukowanego laserowo rozpadu. Metody optyczne stosowane w diagnostyce mikrobiologicznej.	2
Se6	Mikroskopia konfokalna. Zastosowanie techniki pęset optycznych w celu charakteryzacji procesów biochemicznych oraz biofizycznych pojedynczych żywych komórek. Fluorescencja dwufotonowa.	2
Se7	Zastosowanie znaczników fluorescencyjnych w diagnostyce nowotworowej. Analiza stanu polaryzacji światła w diagnostyce	2

	medycznej skóry. Metody fluorescencyjne w diagnostyce medycznej skóry. Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy. FRET.	
Se8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
Se9	Omówienie wyników kolokwium. Kolokwium poprawkowe.	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N5. Wykład multimedialny. N6. Pisemne opracowanie sprawozdania / raportu. N7. Krótki sprawdzian wiedzy. N8. Prace doświadczalne (laboratoryjne). N9. Prezentacja komputerowa. N10. Konsultacje.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Ocena z egzaminu
F2	PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_K01	Średnia ocen z raportów/sprawozdań
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Ocena z prezentacji (waga 1/3) i ocena z kolokwium zaliczeniowego (waga 2/3)
<p>P1 – wykład – ocena z egzaminu</p> <p>P2 – laboratorium – średnia ocen z raportów (przy zachowanym limicie nieobecności usprawiedliwionych) oraz zaliczone kartkówki</p> <p>P3 – seminarium – ocena z prezentacji (waga 1/3) i ocena z kolokwium zaliczeniowego (waga 2/3)</p>		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [56] Litwin J.A., Gajda M., Podstawy technik mikroskopowych. Podręcznik dla studentów i lekarzy, Wyd. Uniw. Jagiellońskiego, Kraków 2011.
- [57] Podbielska H. (red.), Optyka biomedyczna: wybrane zagadnienia. Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2011.
- [58] Theodossiadis G., Niżankowska M.H. (red.), Optyczna koherentna tomografia. Choroby siatkówki – jaskra, Elsevier Urban&Partner, 2010.
- [59] Więcek B., De Mey G., Termowizja w podczerwieni. Podstawy i zastosowania, PAK, Warszawa 2011.
- [60] E. Hecht, „Optyka”, PWN, 2016
- [61] Materiały dydaktyczne udostępnione przez Prowadzących na stronie www Katedry Inżynierii Biomedycznej

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [46] Tuan Vo-Dinh (ed.), Biomedical photonics handbook, CRC Press, 2003.
- [47] S. Fantini, I.J. Bigio, Quantitative Biomedical Optics: Theory, Methods, and Applications, Cambridge University Press New York, NY, USA, 2016
- [48] Wybrane artykuły z czasopism Biomedical Optics, Medical Lasers Applications, Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Agnieszka Ulatowska-Jarża, [agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl](mailto:agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl)

Igor Buzalewicz, [igor.buzalewicz@pwr.edu.pl](mailto:igor.buzalewicz@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 6 do ZW 121/2020

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

## **KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim .....Światłowody**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim ...Optical Fibers**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA**

**BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy): .....Optyka Biomedyczna**

**Poziom i forma studiów:** I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /

**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \*

**Kod przedmiotu** FTP002028W + FTP002011L

**Grupa kursów** TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
--	--------	-----------	--------------	---------	------------

Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>90</b>		<b>60</b>		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		<b>2</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			<b>2</b>		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	<b>2</b>		<b>1,5</b>		

\*niepotrzebne skreślić

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

**Wiedza:**

29. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ogólnej.
30. Podstawowa wiedza w zakresie optyki falowej i instrumentalnej.

**Umiejętności:**

7. Umiejętność prowadzenia eksperymentów, opracowania wyników i przygotowywania sprawozdania.
8. Umiejętność obsługi prostych przyrządów optycznych.

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Zdobyć wiedzy na temat zasady działania i sposobów wytwarzania różnych typów falowodów planarnych i światłowodów.



C 2 Zdobyć wiedzę na temat zastosowań światłowodów w metrologii i do przesyłania informacji

C3. Zdobyć umiejętności w zakresie praktycznego wykorzystania światłowodów i elementów światłowodowych.

C4. Zdobyć umiejętności pomiaru podstawowych charakterystyk światłowodów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01: Wiedza z zakresu propagacji światła w falowodach planarnych i światłowodach cylindrycznych, technologii ich wytwarzania oraz podstawowych parametrów charakteryzujących światłowody

PEU\_W02 Wiedza dotycząca zastosowań światłowodów w metrologii i przesyłaniu informacji.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność zaplanowania i wykonania pomiarów parametrów transmisyjnych światłowodów.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samokształcenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem techniki światłowodowej i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Równania Maxwella, fale typu TE i TM odbicie i załamanie fali E-M na granicy dwóch dielektryków, równania Fresnela	2
Wy2	Całkowite wewnętrzne odbicie, falowód planarny	2
Wy3	Struktura modowa i równanie charakterystyczne dla światłowodu planarnego	2
Wy4	Sposoby wytwarzania światłowodów cylindrycznych, straty w światłowodach	2

Wy5	Światłowód cylindryczny, rozwiązanie równań Maxwella dla struktury o symetrii osiowej	2
Wy6	Równanie charakterystyczne, przybliżenie światłowodu słabo prowadzącego	2
Wy7	Konwencja modów hybrydowych i liniowo spolaryzowanych	2
Wy8	Światłowód jednomodowy	2
Wy9	Dispersja w światłowodach wielomodowych i jednomodowych	2
Wy10	Źródła światła stosowane w technice światłowodowej	2
Wy11	Światłowody aktywne, lasery i wzmacniacze światłowodowe	2
Wy12	Sprzęgacze światłowodowe	2
Wy13	Sposoby łączenia światłowodów, elementy sieci światłowodowych	2
Wy14	Światłowody specjalne	2
Wy15	Światłowody fotoniczne	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie	3
La2	Spawanie światłowodów	3
La3	Pomiar profilu współczynnika załamania preform światłowodowych	3
La4	Analiza rozkładu dalekiego pola dla włókien jednomodowych	3
La5	Pomiar transmisji włókien w funkcji długości fali	3
La6	Pomiar drogi zdudnienia w światłowodach dwójłomnych	3
La7	Charakteryzacja sprzęgaczy światłowodowych	3
La8	Modele amplitudowego i fazowego czujnika światłowodowego	3
La9	Badanie polarymetrycznego czujnika światłowodowego	3
La10	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	3
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)
N2. Udostępnianie materiałów do wykładu

- N3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych
- N4. Konsultacje
- N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i zaliczenia

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01 PEU_K01,.	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego
F2	PEU_W01, PEU_W02.	Egzamin z całości materiału: 6-8 pytań otwartych.
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. M. Marciniak, *Łączność Światłowodowa*, WKŁ, 1998.
2. A. Majewski, *Podstawy techniki światłowodowej: zagadnienia wybrane*, Oficyna Wydawnicza PW, 2000
3. J. Siuzdak, *Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej*, Wydawnictwo Komunikacji i łączności. 1999.
4. B. Ziętek, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2011.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

1. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, Wiley Series 2007
2. A. Yariv, P. Yeh, *Photonics: Optical Electronics in Modern Communications*, Oxford University Press, 2006.

3. A. Mendez, T. F. Morse, *Specialty Optical Fibers Handbook*, Academic Press, 2007.
4. Sh.Yin, P. B. Ruffin, F.T.S. Yu, *Fiber Optic Sensors*, CRC Press, 2008.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Prof. Wacław Urbańczyk ([Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl](mailto:Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl))

Dr inż. Tadeusz Martynkien ([tadeusz.martynkien@pwr.wroc.pl](mailto:tadeusz.martynkien@pwr.wroc.pl))

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim .....Optyka  
Falowa.....****Nazwa przedmiotu w języku angielskim ...Wave  
Optics.....****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): .....Optyka Biomedyczna.**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*Kod przedmiotu FTP002009W, FTP002009L, FTP002064CGrupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60	60		
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę*	Zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>	2	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym	2	0,7	1,5		

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza: Podstawowa wiedza z zakresu optyki geometrycznej, podstawowe umiejętności w zakresie rachunku różniczkowego, całkowego i liczb zespolonych

Umiejętności: Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności, kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Nabycie wiedzy w zakresie optyki falowej

C2 Nabycie umiejętności w zakresie podstaw obliczania zagadnień dyfrakcyjnych

C3 Nabycie wiedzy w zakresie roli efektów falowych w instrumentach optycznych

C4 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i wyszukiwania informacji w zakresie optyki falowej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01: ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu teorii dyfrakcji pozwalającą zrozumieć podstawowe zjawiska optyczne

PEU\_W02: ma podstawową, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą teorii spójności światła pozwalającą zrozumieć podstawowe zjawiska optyczne

PEU\_W03: ma elementarną wiedzę z zakresu opisu polaryzacji światła

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01: potrafi ocenić wpływ zjawiska dyfrakcji na działanie podstawowych układów optycznych

PEU\_U02: potrafi zaplanować i przeprowadzić prosty eksperyment z zakresu optyki falowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01: rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć optyki; potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały; rozumie potrzebę popularyzacji optyki

PEU\_K02: rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania, w tym samodoksztalcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do optyki falowej, technika obliczeń z użyciem fazorów, opis fali, front falowy, interferencja, interferometry	3
Wy2	Elementy dyfrakcyjne: siatki dyfrakcyjne, soczewki fresnela, cienkie warstwy, kryterium Rayleigha	3
Wy3	Skalarna teoria dyfrakcji, przybliżenie bliskiego i dalekiego pola, funkcja transmitancji, twierdzenie o uszeregowaniu	3
Wy4	Filtracja optyczna, odwzorowanie przez soczewkę cienką, Abbego teoria odwzorowania mikroskopowego, korelacja optyczna	4
Wy5	Teoria dyfrakcji w ujęciu macierzowym, wiązki Gaussa i ich dyfrakcja	4
Wy6	Teoria spójności czasowej i przestrzennej, paczki falowe, interferometr gwiazdowy, funkcje przenoszenia	5

Wy7	Holografia, podstawy, zastosowania, holografia syntetyczna, hologramy grube	3
Wy8	Metoda spektrum kąтового, rozkład pola na fale płaskie, zastosowanie do modelowania układów optycznych, fale zanikające	3
Wy9	Elementy wektorowej teorii dyfrakcji, odwzorowanie przez soczewkę o dużej aperturze	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Obliczanie efektów interferencji fal,	3
Ćw2	Obliczanie zadań z zakresu dyfrakcji na otworach i siatkach dyfrakcyjnych z wykorzystaniem modelu fazorowego	5
Ćw3	Obliczanie prostych zagadnień dyfrakcyjnych z użyciem całek dalekiego i bliskiego pola ce	4
Ćw4	Transformaty Fouriera – obliczanie przykładowych zagadnień w opty	3
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La0	Wprowadzenie do laboratorium	2
La1	Kolimacja wiązki laserowej	4
La2	Dyfrakcja dalekiego pola	4
La3	Dyfrakcja bliskiego pola	4
La4	Twierdzenie o uszeregowaniu	4
La5	Filtracja optyczna	4
La6	Interferometr Macha - Zendera	4
La7	Termin rezerwowany	4
	Suma godzin	30



### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
- N2. Wykład udostępniony w sieci
- N3. Ćwiczenia rachunkowe – metoda tradycyjna
- N4. Ćwiczenia laboratoryjna w formie demonstracyjnej
- N5. Konsultacje
- N6. Praca własna – opanowanie programu wykładu, przygotowanie do ćwiczeń i laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_U01	Odpowiedzi ustne, kolokwium
F2	PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena z ćwiczenia laboratoryjnego
F3	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEK_K02	Egzamin
P		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [62] **J. R. Meyer-Arendt**, *Wstęp do optyki*, PWN, Warszawa 1977
- [63] **I. Wilk, P. Wilk**, *Optyka fizyczna, część I - dyfrakcja światła*, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 1995
- [64] **S. Szapiel (red.)**, *Laboratorium optyki falowej*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1985
- [65] **G. B. Parret, B. J. Thompson**, *Notatnik optyki fizycznej*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1976
- [66] **K. Gniadek**, *Optyczne przetwarzanie informacji*, PWN, Warszawa 1992

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [49] **F. C. Crawford**, *Fale*, PWN, Warszawa
- [50] **R. Józwicki**, *Teoria odwzorowania optycznego*, PWN, Warszawa 1988
- [51] **W.T. Cathey**, *Optyczne przetwarzanie informacji i holografia*, PWN, Warszawa 1978

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr hab. Jan Masajada prof. ucz, jan.masajada@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<b>KONSTRUKCJE I POMIARY OPTYCZNE</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>OPTICAL INSTRUMENTS AND MEASUREMENTS</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>OPTYKA BIOMEDYCZNA</b>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II-stopień / <del>jednolite studia magisterskie</del>*, stacjonarna /</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	FTP002084L
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

31. Podstawowa wiedza z optyki i biofotoniki: zaliczenie kursu Optyka inżynierska (FTP002094W,L) oraz Podstawy Biofotoniki (FTP002003W,L)

## CELE PRZEDMIOTU

C1 Nabycie podstawowej wiedzy dotyczącej przekształcania wiązek świetlnych oraz odwzorowania optycznego realizowanego przez podstawowe elementy optyczne (soczewki: cienkie/grube, dodatnie/ujemne, zwierciadła: płaskie, sferyczne (wklęsłe/wypukłe), pryzmaty, siatki dyfrakcyjne) oraz proste układu optyczne.

C2 Nabycie podstawowych umiejętności w konstrukcji prostych układów optycznych: odwzorowujących oraz pomiarowych.

C3 Nabycie podstawowych umiejętności praktycznego posługiwania się elementami oraz układami optycznymi (odwzorowującymi, pomiarowymi).

C4 Nabycie umiejętności pozwalających na eksperymentalną charakteryzację właściwości odwzorowujących prostych elementów i układów optycznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną, istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności transformację światła zachodzącą w prostych elementach optycznych (soczewkach, pryzmatach, zwierciadłach, siatkach dyfrakcyjnych), wykorzystać je do konstrukcji prostych układów optycznych (odwzorowujących/ pomiarowych) typowe dla specjalności Optyka Biomedyczna

PEU\_U02 - Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste układy optyczne (odwzorowujące/pomiarowe) typowe dla Inżynierii Biomedycznej, oraz wykonać za ich pomocą pomiary używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Optyka Biomedyczna

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, jest gotów do oceny znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne: regulamin pracowni, omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium, przedstawienie warunków zaliczenia kursu /Wprowadzenie: podstawy optyki geometrycznej, podstawowe elementy optyczne, konwencja znaków etc.	2
La2	Soczewki cienkie i grube - pomiar odległości ogniskowej soczewek metodą wzoru soczewkowego i Bessla	3
La3	Konstrukcja układów dwusoczewkowych (skupiających/ afokalnych) i charakteryzacja ich właściwości odwzorowujących	3
La4	Zwierciadła optyczne (płaskie/sferyczne) - charakterystyka realizowanego przez nie odwzorowania optycznego	3
La5	Siatki i szczeliny dyfrakcyjne	3
La6	Konstrukcja i charakterystyka spektrofotometrów wykorzystujących siatki dyfrakcyjne i pryzmaty refrakcyjne	3
La7	Konstrukcja układu lunetowego i charakterystyka realizowanego odwzorowania optycznego	3
La8	Przesłony polowe i aperturowe w układach optycznych	3
La9	Pomiar aberracji soczewek	3
La10	Zajęcia uzupełniające	3
La11	Zaliczenie kursu	1
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N11.	Pisemne opracowanie sprawozdania / raportu.
N12.	Projektor, rzutnik, ekran.
N13.	Krótkie kartkówki sprawdzające wiedzę.
N14.	Prace doświadczalne (laboratoryjne).
N.4.	Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U1 PEU_U2 PEU_K01	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zaliczenie krótkich kartkówek sprawdzających podstawową wiedzę niezbędną do realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.</li> <li>2. Oceny ze sprawozdań/raportów ze zrealizowanych ćwiczeń laboratoryjnych.</li> </ol>
P1 – laboratorium – średnia ocen z sprawozdań/raportów przy zachowaniu dopuszczalnego limitu nieobecności usprawiedliwionych oraz zaliczonych wszystkich kartkówkach.		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] E. Hecht, „Optyka”, PWN, 2016            [2] J. Nowak, M. Zajac, „Optyka- kurs elementarny”, Oficyna PWR, 1998            [3] F. Ratajczak, „Instrumenty Optyczne”, Oficyna PWR, 2002            [4] Materiały dydaktyczne udostępnione przez Prowadzącego na stronie internetowej Katedry Inżynierii Biomedycznej (W11/K7)</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] R. Józwiak, „Optyka instrumentalna”, WNT, 1970            [2] E. Jagoszewski, „Wstęp do optyki inżynierskiej” Oficyna PWR, 2008</p>
<p><b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b></p>

Igor Buzalewicz, email: [igor.buzalewicz@pwr.edu.pl](mailto:igor.buzalewicz@pwr.edu.pl)

Iwona Hołowacz, email: [iwona.holowacz@pwr.edu.pl](mailto:iwona.holowacz@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 6 do ZW 121/2020

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

## KARTA PRZEDMIOTU

**Nazwa przedmiotu w języku polskim ANALIZA DANYCH  
SPEKTROSKOPOWYCH**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim ANALYSIS OF  
SPECTROSCOPIC DATA**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy): OPTYKA BIOMEDYCZNA**

**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /**

**Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \***

**Kod przedmiotu FTP002096W, FTP001046L**

**Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		

w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	–		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,6		1		

\*niepotrzebne skreślić

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

32. W: podstawowa wiedza z chemii, biologii i fizyki.  
 33. U: umiejętności komputerowe z zakresu obsługi programów Microsoft Office.

**CELE PRZEDMIOTU**

*Przekazanie podstawowej wiedzy w zakresie:*

- C1 Zastosowania spektroskopii do analizy biologicznej, medycznej i diagnostyki.  
 C2 Sposobów opracowania i interpretacji widm.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna podstawy teoretyczne biospektroskopii i komputerowej analizy danych spektroskopowych.

PEU\_W02 ma wiedzę o wyznaczaniu głównych parametrów spektralnych i zastosowaniu algorytmów komputerowych do podstawowej charakterystyki widm.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi wykonać podstawowe analizy komputerowe danych spektroskopowych.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp do analizy spektroskopowej. Podstawowe prawa, pojęcia i definicje w spektroskopii. Rola i podział spektroskopii.	2
Wy2	Energia cząsteczki a widmo oscylacyjne. Typy i energia oscylacji. Schemat powstawania widma. Parametry spektralne na przykładzie widma w podczerwieni.	2
Wy3	Spektrometria ramanowska, podstawy teoretyczne. Komputerowe algorytmy do analizy danych spektroskopowych. Komplementarność widm IR i Ramana.	2
Wy4	Spektrofotometria różnicowa. Spektrofotometria pochodna.	2
Wy5	Metody wygładzania widm. Problem tła i jego korekcji. Kalkulator danych spektroskopowych.	2
Wy6	Problem nakładania się pasm. Konwolucja i dekonwolucja danych spektroskopowych. Filtracja.	2
Wy7	Analiza układów jedno- i wieloskładnikowych. Porównanie danych teoretycznych i eksperymentalnych oraz ich interpretacja.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia wstępne. Zapoznanie się z regulaminami laboratorium. Zapoznanie się z oprogramowaniem do analizy danych spektroskopowych.	2
La2	Import i eksport danych. Wizualizacja pojedynczych danych eksperymentalnych, metody regresji	2
La3	Podstawowe narzędzia do obliczania parametrów spektralnych. Obliczanie parametrów na przykładowych danych. Przypisanie pasm.	2
La4	Obliczanie pochodnych z danych eksperymentalnych. Analiza uzyskanych danych.	2
La5	Metody wygładzania danych spektroskopowych. Problemy wynikające ze złego zastosowania wyboru funkcji analizy danych.	2
La6	Filtracja danych spektroskopowych.	2
La7	Problem tła i jego korekcji.	2
La8	Matematyczne algorytmy wykorzystywane do analizy danych (kalkulator macierzy). Różnicowe widma spektroskopowe.	2
La9	Wizualizacja wielu danych eksperymentalnych. Dobór zakresów. Opis graficzny.	2
La10	Problem nakładania się pasm, dekonwolucja.	2
La11	Interpolacja i aproksymacja.	2
La12	Analiza układów jednoskładnikowych.	2
La13	Analiza układów wieloskładnikowych.	2
La14	Porównanie danych teoretycznych i eksperymentalnych.	2
La15	Prezentacja wykonanych zadań oraz dyskusja.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N1. Wykład: wykład multimedialny.  N2. Wykład: tablica.  N3. Wykład: zestaw pytań do opracowania (test pisemny).  N4. Laboratorium: tablica.  N5. Laboratorium: instrukcje lub zadania do wykonania.  N6. Laboratorium: pisemne lub ustne sprawdziany wiedzy.</p>

**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	Kolokwium pisemne
P = F1		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Laboratorium</b>		
PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01	Ćwiczenia realizowane w trakcie zajęć laboratoryjnych oraz sprawdziany wiedzy.	
$P = (F1 + \dots + F14) / 14$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [67] Kęcki Z., Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa 1998.
- [68] Twardowski J., Anzenbacher P., Spektroskopia Ramana i podczerwieni w biologii, PWN, Warszawa 1988.
- [69] Hrynkiewicz A.Z., Rokita E. (red.), Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska, PWN, Warszawa, 1999.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [52] Clark R.J., Hester R.E. (ed.), Biomedical application of spectroscopy, John Wiley & Sons, Chichester, 1996.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr inż. Sylwia Olsztyńska-Janus, [sylwia.olsztynska-janus@pwr.edu.pl](mailto:sylwia.olsztynska-janus@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**                      **Metody Numeryczne w  
Optyce Biomedycznej**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim**            **Numerical Methods In  
Biomedical Optics**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**                      **INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy):**                              **OPTYKA  
BIOMEDYCZNA**

**Poziom i forma studiów:**                      **I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /**

**Rodzaj przedmiotu:**                              **obowiązkowy / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~\***

**Kod przedmiotu**                                      **FTP002100L**

**Grupa kursów**                                      **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym			2		

bezpośredniego kontaktu (BU)					
---------------------------------	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

34. Podstawowa wiedza z zakresu optyki
35. Zaliczony kurs: Optyka inżynierska (wykład - kurs FTP002001W)
36. Podstawowa wiedza dotycząca składni języka programowania w środowisku MATLAB

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu wykorzystania wybranego środowiska programistycznego w wybranych zastosowaniach w optyce biomedycznej: analizy trajektorii biegu promieni świetlnych w układach optycznych, analizy numerycznej propagacji światła w klasycznych układach optycznych, propagacji wiązki laserowej, analizy numerycznej dyfrakcji światła, wykorzystania transformacji Fouriera i Radona oraz wybranych algorytmów możliwych do zastosowania w biomedycynie laserowej: charakterystyka rezonatorów laserowych, wiązki gaussowskiej (mody poprzeczne, średnica wiązki w wybranej odległości, rozbieżność etc.).

C2 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu opracowywania algorytmów numerycznych w środowisku programistycznym dla wybranych (wymienionych powyżej) zastosowań w optyce biomedycznej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01- Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Inżynierii Biomedycznej dla specjalności Optyka Biomedyczna, w szczególności w zakresie: metod macierzowych stosowanych w optyce do określenia trajektorii biegu promieni świetlnych, metod numerycznych służących do analizy rezonatorów laserowych oraz charakterystyki wiązki laserowej, wykorzystania jednowymiarowej (1D) i dwuwymiarowej (2D) szybkiej transformacji Fouriera, optycznej filtracji przestrzennej, algorytmów numerycznych stosowanych w tomografii, charakterystyki obrazowania w układach optycznych (koherentnych/niekoherentnych)

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, optoelektroniczne elementy optyczne, systemy optyczne, zjawiska optyczne typowe dla specjalności Optyka Biomedyczna w zakresie wymienionym powyżej.

PEU\_U02 - Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i przygotować proste algorytmy numeryczne obejmujące m.in. analizę trajektorii biegu promieni świetlnych, charakteryzację wiązki Gaussa i rezonatorów laserowych, propagację wiązek świetlnych, wykorzystanie 1D i 2D transformaty Fouriera w analizie sygnałów periodycznych, obrazowanie tomograficzne, używając właściwych narzędzi charakterystycznych dla specjalności Optyka Biomedyczna

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratoria		Liczba godzin
Lab1	Warunki zaliczenia. Wprowadzenie do środowiska obliczeniowego, MATLAB 1/2: podstawowe operacje arytmetyczne, definiowane tablic (wektorów oraz macierzy), podstawowe operacje na tablicach.	2
Lab2	Wprowadzenie do środowiska obliczeniowego MATLAB 2/2: różne rodzaje reprezentacji graficznej wyników analizy numerycznej.	2
Lab3	Metody macierzowe w optyce paraksjalnej: bieg promieni świetlnych przez pojedynczą soczewkę oraz układ soczewek.	2
Lab4	Metody numeryczne w biomedycynie laserowej: analiza numeryczna stabilności rezonatorów laserowych, mody poprzecznych Hermita-Gaussa wiązki laserowej, strat mocy wiązek laserowych ograniczonych przestrzennie, zmiana średnicy wiązek laserowych oraz ich rozbieżności.	2
Lab5	Dyskretna transformacja Fouriera- wprowadzenie i sposoby prezentacji graficznej w środowisku MATLAB.	2

	i sposoby prezentacji graficznej w środowisku MATLAB.	
Lab6	Jednowymiarowa dyskretna transformacja Fouriera – na przykładzie funkcji prostokątnej, funkcji Gaussa, funkcji trygonometrycznych oraz weryfikacji podstawowych cech transformaty Fouriera.	2
Lab7	Dwuwymiarowa dyskretna transformacja Fouriera – na przykładzie 2D dyfrakcji Fraunhofer na otworach kołowych, kwadratowych i prostokątnych, konfiguracjach otworów, oraz weryfikacja cech transformaty Fouriera	2
Lab8	Numeryczna realizacja transformacji światła w przykładowych korelatorach optycznych -układach realizujących optyczną transformację Fouriera, właściwości transformujące soczewki, filtracja przestrzenna na przykładzie wybranych obiektów biologicznych.	2
Lab9	Algorytm numerycznej propagacji światła zgodnie z przybliżeniem Fraunhofera.	2
Lab10	Algorytm numerycznej propagacji wiązki laserowej zgodnie z metodą widma kąтового/funkcji przenoszenia.	2
Lab11	Analiza numeryczna odwzorowania realizowanego przez układy koherentne i niekoherentne.	2
Lab12	Numeryczna transformacja Radona i jej wykorzystanie w obrazowaniu tomograficznym (realizacja transformacji Radona, sinogramy, wpływ ilości projekcji, rodzaje projekcji: równoległa, wachlarzowa, obrazowanie tomograficzne fantomów numerycznych)	2
Lab13	Zaliczenie projektu semestralnego	2
Lab14	Zajęcia uzupełniające	2
Lab15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Tablica, komputer, rzutnik
N2. Komputer i oprogramowanie MATLAB
N3. Praca z oprogramowaniem MATLAB i opracowywane skryptów
N3. Krótki sprawdzian wiedzy
N4. Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02	1. Zaliczenie projektu semestralnego przygotowywanego samodzielnie w domu.  2. Zaliczenie krótkich prac pisemnych – kartkówki sprawdzające na zajęciach.  3. Ocena z kolokwium w formie zadań programistycznych z zakresu omawianych zagadnień do samodzielnego opracowania w trakcie zajęć
<p>P – laboratorium - ocena na podstawie sumy punktów uzyskanych z kolokwium przy spełnieniu wymogu niezbędnego tzn. zaliczenia projektu semestralnego i krótkich prac pisemnych</p>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Materiały dydaktyczne i wprowadzenia udostępnione przez Prowadzącego na stronie internetowej Katedry Inżynierii Biomedycznej
- [2] J.D. Schmidt, „Numerical simulation of optical wave propagation”, SPIE Press, 2010
- [3] T.Ch. Poon, T. Kim, „Engineering Optics with MATLAB”, World Scientific, 2006
- [4] S. W. Teare, “Optics using MATLAB”, SPIE Press, 2017
- [5] E. Hecht, “Optyka”, Wydawnictwo PWN, 2016
- [6] I.Wilk, “Optyka fizyczna cz.1”, Oficyna Wydawnicza PWr, 1996

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] E. Jagoszewski, “Wstęp do optyki inżynierskiej” Oficyna Wydawnicza PWr, 2008
- [2] K.Gniadek “Optyczne przetwarzanie informacji”, PWN, 1992
- [3] J.Nowak, M. Zajęc, “Optyka- kurs elementarny”, Oficyna Wydawnicza PWr 1998
- [4] P. Rudra, „MATLAB dla naukowców i inżynierów”, Wydawnictwo PWN, 2010
- [5] B. Mrozek, Z. Mrozek, „MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika”, Helion, 2010

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**



Igor Buzalewicz, [igor.buzalewicz@pwr.edu.pl](mailto:igor.buzalewicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim .....Interferometria i holografia....****Nazwa w języku angielskim Interferometry and holography****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...Inżynieria Biomedyczna .....****Specjalność (jeśli dotyczy): .....Optyka Biomedyczna.....****Stopień studiów i forma: I / II stopień\*, stacjonarna / niestacjonarna\*****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \*****Kod przedmiotu FTP 005312W + FTP 005312L,****Grupa kursów NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2		2		

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza:

37. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ogólnej.
38. Podstawowa wiedza w zakresie optyki falowej i instrumentalnej.

Umiejętności:

9. Umiejętność prowadzenia eksperymentów, opracowania wyników i przygotowywania sprawozdania.
10. Umiejętność obsługi prostych przyrządów optycznych.

## **CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zdobyć wiedzę na temat zjawiska interferencji, najważniejszych typów interferometrów oraz ich zastosowania w metrologii.
- C2. Zdobyć wiedzę na temat holograficznego zapisu i rekonstrukcji obrazów oraz zastosowań holografii w metrologii.
- C3. Zdobyć umiejętności praktycznego wykorzystania metod interferencyjnych i holograficznych w precyzyjnych pomiarach.
- C4. Zdobyć umiejętności analizy interferencyjnych obrazów prążkowych

## **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Wiedza na temat zjawiska interferencji w świetle koherentnym i niekoherentnym.

PEU\_W02 Wiedza na temat metod zapisu i rekonstrukcji hologramów.

PEU\_W03 Wiedza na temat zastosowania technik interferencyjnych i holograficznych do precyzyjnych pomiarów.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U03 Umiejętność zastosowania metod interferencyjnych i holograficznych do precyzyjnych pomiarów.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samokształcenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem techniki interferometrii i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny, wynikłych np. z holografii cyfrowej

PEU\_K02 Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mające na celu kreatywne rozwiązywanie problemów.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Rozwój interferometrii optycznej - rys historyczny.	2
Wy2	Interferencja dwuwieżkowej w płytkach i cienkich warstwach. Prążki równej grubości i równego nachylenia	2
Wy3	Doświadczenie Younga. Koherencja światła. Kontrast prążków interferencyjnych	2
Wy4	Interferencja wielowieżkowa, interferometr Fabry-Perota.	2
Wy5	Interferometry z wydzieloną (niewspółbieżną) wiązką odniesienia	2
Wy6	Analiza obrazów prążkowych, metoda z krokowym przesunięciem fazy, metoda transformaty Fouriera	2
Wy7	Interferometry z wiązkami współbieżnymi (wspólnej drogi), interferometry światłowodowe	2
Wy8	Interferometria z wykorzystaniem światła o niskiej koherencji, koherencja tomografia optyczna	2
Wy9	Zjawisko plamkowania, interferometria plamkowa, elektroniczna/cyfrowa interferometria plamkowa	2
Wy10	Interferometry wykorzystujące prążki Moire	2
Wy11	Interferometry siatkowe, zasada działania, zastosowania	2
Wy12	Modulacyjne techniki interferencyjne, interferometria heterodynowa i homodynowa	2
Wy13	Podstawy holografii optycznej	2
Wy14	Metody zapisu i rekonstrukcji hologramów różnych typów	2

Wy15	Zasada interferometrii holograficznej i jej zastosowania	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie	2
La2	Prążki Moire: pomiar topografii powierzchni	4
La3	Pomiar kształtu powierzchni interferometrem Fizeau: wyznaczenie promieni krzywizny soczewek, pomiar głębokości rys	4
La4	Mikrointerferencyjny pomiar głębokości rys i uskoków: pomiar głębokości uskoku	4
La5	Pomiar aberracji falowej obiektywów interferometrem Twymana-Greena: pomiar aberracji falowej obiektywów	4
La6	Interferometria plamkowa: pomiar przemieszczenia obiektów	4
La7	Interferometria holograficzna: pomiar odkształceń powierzchni	4
La8	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	4
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)
N2. Udostępnianie materiałów do wykładu
N3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych
N4. Konsultacje
N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i zaliczenia

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01, PEU_K01, PEU_K03,	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego

F2	PEU_W01,PEU_W02, PEU_W03.	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 4-5 pytań otwartych
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F3		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Patorski, M. Kujawińska, L. Sałbut <i>Interferometria laserowa z automatyczną analizą obrazu, 2005</i></li> <li>2. B. Dubik, M. Zając, <i>Elementy interferometrii</i>, Oficyna Wydawnicza PWR 1998</li> <li>3. M. Pluta, <i>Mikroskopia optyczna</i>, PWN, 1982,</li> </ol> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. P. Hariharan. <i>Optical Interferometry</i>, Elsevier 2003</li> <li>6. <u>B. E. A. Saleh</u>, <u>M. C. Teich</u>, <i>Fundamentals of Photonics</i>, Wiley Series 2007</li> </ol>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<p>Prof. Wacław Urbańczyk (<a href="mailto:Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl">Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl</a>)</p> <p>Dr inż. Sławomir Drobczyński (Slawomir.drobczynski@pwr.wroc.pl)</p>

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biomedycyna laserowa****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Laser biomedicine****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria biomedyczna****Specjalność (jeśli dotyczy): Optyka biomedyczna****Stopień studiów i forma: I / II stopień\*, stacjonarna / niestacjonarna\*****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\*****Kod przedmiotu MDP002004****Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30		15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	60		30	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	2		1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2		1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,7	0,7		0,7	

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

11. Zaliczony kurs: Fizyka ogólna, (FZP 001064)
12. Zaliczony kurs: Podstawy biofotoniki (FTP 002003)
13. Zaliczony kurs: Biofizyka (FTP 002002)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie mechanizmów wzmocnienia i generacji promieniowania laserowego.
- C2 Zapoznanie z oddziaływaniem światła laserowego na materię.
- C3 Zasady doboru sprzętu w różnych zastosowaniach medycznych.
- C4 Zapoznanie z zasadami BHP stosowanymi przy pracy z laserami

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę związaną z budową i zasadą podstaw generacji promieniowania laserowego

PEU\_W02 Ma szczegółową wiedzę w zakresie zasad BHP użytkowania i doboru laserów

PEU\_W03 Posiada rozszerzoną wiedzę na temat parametrów wiązek laserowych, mechanizmów wzbudzenia promieniowania w różnych typach laserów

PEU\_W04 Ma szczegółową wiedzę o wpływie światła laserowego na materię żywą

PEU\_W05 Zna podstawowe technologie inżynierskie, metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu optyki biomedycznej w szczególności w zakresie biomedycyny laserowej,

Z zakresu umiejętności:



PEU\_U01 Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, system, używając właściwych metod, techniki i narzędzi z zakresu biomedycyny laserowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<i>Wstęp – promieniowanie laserowe</i>	2
Wy2	<i>Mody promieniowania, gęstość modów, prawo Plancka</i>	2
Wy3	<i>Warunki uzyskania akcji laserowej</i>	2
Wy4	<i>Rezonatory laserowe</i>	2
Wy5	<i>Przegląd i BHP laserów</i>	2
Wy6	<i>Zastosowania laserów 1</i>	2
Wy7	<i>Zastosowania laserów 2</i>	2
Wy8	<i>Kolokwium</i>	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wprowadzenie, omówienie warunków zaliczenia, wiadomości wstępne.	1
Ćw2	Absorbpcja i emisja promieniowania, warunek rezonansu, warunek inwersji obsadzeń, charakterystyka wiązki emitowanej przez lasery impulsowe.	2
Ćw3	Podstawowe cechy wiązki gaussowskiej (sposób jej charakteryzacji i opisu, charakteryzacja propagacji wiązek gaussowskich), podstawowe konfiguracje rezonatorów laserowych i ich cechy, straty energetyczne wywołane obcięciem wiązki laserowej.	2
Ćw4	Odwzorowanie wiązki laserowej przez układy optyczne.	2
Ćw5	Bezpieczeństwo pracy z laserami na podstawie norm BHP	2
Ćw6	Oddziaływanie promieniowania laserowego z tkankami biologicznymi	2

Ćw7	Kolokwium zaliczeniowe	2
Ćw8	Kolokwium poprawkowe	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wprowadzenie, omówienie warunków zaliczenia, wiadomości wstępne.	1
Pr2	Podstawy mechanizmu wzmocnienia promieniowania laserowego	2
Pr3	Podstawy mechanizmu generacji promieniowania laserowego	2
Pr4	Parametry wiązek laserowych struktura spektralna i modowa	2
Pr5	Zasady BHP laserów, wybór różnego typu urządzeń w zastosowaniach medycznych	2
Pr6	Wpływ światła laserowego na materię żywą	2
Pr7	Pomiar mocy i energii promieniowania laserowego	2
Pr8	Pomiar kształtu czoła fali promieniowania laserowego	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Tablica i pisak – wykład prowadzony metodą tradycyjną i multimedialną
N2. Tablica i pisak – ćwiczenia prowadzone metodą tradycyjną
N3. Elementy prezentacji multimedialnej ilustrujące zagadnienia omawiane w czasie wykładu
N4. Krótkie prace pisemne- testy sprawdzające – stosowane na ćwiczeniach rachunkowych
N5. Karty katalogowe producentów urządzeń laserowych
N6. Stanowiska komputerowe z oprogramowaniem do symulacji oddziaływania promieniowania laserowego z materią

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P –	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
---	--------------------------	---

podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Ocena z kolokwium
F2	PEU_U01 PEU_W02 PEU_W05 PEU_K01	1. Krótkie prace pisemne – testy sprawdzające 2. Zadania dotyczące promieniowania laserowego rozwiązywane poza zajęciami zorganizowanymi.
<p>P - wykład – ocena z kolokwium</p> <p>P – ćwiczenia – średnia z ocen z testów sprawdzających</p> <p>P – projekt – zaliczenie opracowań z zadań projektowych</p>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[70]	R. Józwicki: Podstawy inżynierii fotonicznej; Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006
[71]	H. Abramczyk: Wstęp do spektroskopii laserowej; PWN 2000
[72]	F. Kaczmarek: Wstęp do fizyki laserów; PWN 1986
[73]	B. Ziętek, <i>Lasery</i> , Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2008
[74]	W.T. Silfvast, "Lasers", module 1.5, Fundamentals of Photonics, SPIE, 2005
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[75]	K. Shimoda: Wstęp do fizyki laserów, PWN, Warszawa 1993
[76]	A. Kujawski, P. Szczepański, <i>Lasery. Fizyczne podstawy</i> , Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1999
[77]	Katzir A.: <i>Laser and optical fibers in medicine</i> , Academic Press Inc. (1993).

[78] Biomedical photonics handbook, Editor-in-chief Tuan Vo-Dinh. CRC Press, Boca Raton  
2003

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Iwona Hołowacz, [iwona.holowacz@pwr.edu.pl](mailto:iwona.holowacz@pwr.edu.pl)

Igor Buzalewicz, [igor.buzalewicz@pwr.edu.pl](mailto:igor.buzalewicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim AUTOMATYKA I  
ROBOTYKA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim AUTOMATION AND  
ROBOTICS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): ELEKTRONIKA MEDYCZNA**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu ETP002056W, ETP002056L

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,8		0,8		

\*niepotrzebne skreślić

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

- 39. W: Analiza matematyczna 2.1 A
- 40. W: Podstawy elektroniki medycznej 1 i 2
- 41. W: Fizyka 1.3A
- 42. W: Fizyka 2.7
- 43. U: Analiza matematyczna 2.1 A
- 44. U: Podstawy elektroniki medycznej 2
- 45. U: Fizyka 1.3A
- 46. U: Fizyka 2.7

## **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu struktur i właściwości układów sterowania i automatycznej regulacji.

C2 Uzyskanie podstawowej wiedzy w zakresie właściwości i wyznaczania modeli dynamicznych obiektów i struktur układów regulacji i sterowania.

C3 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu analizy, projektowania i eksploatacji prostych układów sterowania i regulacji automatycznej.

C4 Zapoznanie z podstawami funkcjonowania i zastosowaniem w biomedycynie manipulatorów, teleoperatorów, serwooperatorów i robotów.

## **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie podstawowe zasady funkcjonowania bloków składowych układów sterowania, regulacji automatycznej oraz manipulatorów i robotów.

PEU\_W02 Ma podstawową wiedzę w zakresie wyznaczania liniowych modeli dynamicznych rzeczywistych obiektów; stosowania tych modeli w procesie analizy właściwości, symulacji i projektowania prostych układów regulacji automatycznej.

PEU\_W03 Zna podstawowe rodzaje regulacji automatycznej, rozumie podstawowe kryteria oceny jakości regulacji, posiada elementarną wiedzę na temat manipulatorów i robotów.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi przeprowadzić badania eksperymentalne prostego obiektu regulacji i dokonać identyfikacji jego modelu dynamicznego.

PEU\_U02 Potrafi przeprowadzić badania symulacyjne prostych struktur sterowania i regulacji automatycznej.

PEU\_U03 Umie dobrać i zaprojektować układ regulacji do prostego obiektu, ocenić jakość regulacji.

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia

PEU\_K02 Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie, warunki zaliczenia. Sygnały w układach automatyki, rodzaje, parametry.	1
Wy2	Modele statyczne i dynamiczne elementów automatyki, metody ich wyznaczania.	2
Wy3	Podstawowe liniowe człony dynamiczne układów automatyki, metody ich wyznaczania.	2
Wy4	Sprzężenie zwrotne, struktura blokowa, transmitancja. Rodzaje układów ze sprzężeniem zwrotnym, Regulacja dwupołożeniowa, ciągła PID i krokowo-impulsowa.	2
Wy5	Zasady doboru układów regulacji automatycznej i Kryteria oceny jakości układów regulacji automatycznej.	2
Wy6	Manipulatory, operatory zdalne, serwooperatory.	2
Wy7	Bio-manipulatory i roboty w zastosowaniach medycznych.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie, regulamin, warunki zaliczenia. Właściwości układów ze sprzężeniem zwrotnym.	3
La2	Dynamika obiektów, identyfikacja ich modeli dynamicznych dla potrzeb sterowania i regulacji automatycznej.	3
La3	Regulacja w warunkach rzeczywistych identyfikacja obiektu.	3
La4	Regulacja dwupołożeniowa- badanie jakości regulacji.	3
La5	Regulacja dwupołożeniowa- badanie jakości regulacji.	3
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład prowadzony metodą tradycyjną.  
 N2. Komputer i sprzęt multimedialny dla ilustracji zagadnień omawianych w czasie wykładu i prezentacji w laboratorium.  
 N3. Laboratorium komputerowe z oprogramowaniem umożliwiającym symulacje właściwości obiektów i struktur sterowania.  
 N4. Rozmowy i krótkie prace pisemne- testy sprawdzające – stosowane na ćwiczeniach laboratoryjnych.  
 N5. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.  
 N6 Wykorzystanie platformy e-lerningowej (eportal.pwr.edu.pl)  
 N7. Kolokwium zaliczeniowe.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Ocena z kolokwium
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	1. Krótkie prace pisemne – testy sprawdzające. 2. Odpowiedzi ustne. 3. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
P - wykład – ocena z kolokwium zaliczeniowego P – ćwiczenia – średnia z ocen z przygotowania do ćwiczeń i sprawozdań laboratoryjnych		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Jacak W., Tchoń K., Podstawy robotyki, WPW 1992.
- [2] Kaczorek T., Teoria układów regulacji Automatycznej, WNT, Warszawa 1994.
- [3] Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych [www.ibp.pwr.wroc.pl](http://www.ibp.pwr.wroc.pl).
- [4] Mazur E., Sosnowski M., Podstawy automatyki –zbiór zadań, WPCz, Częstochowa 2006.
- [5] Michael C. K. Khoo, Physiological control systems analysis, simulation, and estimation, IEEE Press New York 2000.
- [6] Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K., Teoria mechanizmów i manipulatorów - podstawy i przykłady zastosowań w praktyce, WNT Warszawa 2002.
- [7] Mrozek B., Mrozek Z., MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika, Wyd. Helion, Gliwice 2004.
- [8] Węgrzyn S., Podstawy automatyki, PWN, Warszawa 1988.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:



- [53] Findeisen W. (red.), Poradnik inżyniera automatyka, WNT, Warszawa.  
[54] Markowski A., Kostro J., Automatyka w pytaniach i odpowiedziach, WNT, Warszawa  
1995.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak, [Elzbieta.Szul-Pietrzak@pwr.edu.pl](mailto:Elzbieta.Szul-Pietrzak@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>ELEKTRONICZNA APARATURA MEDYCZNA 2</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>ELECTROMEDICAL INSTRUMENTATION 2</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>ELEKTRONIKA MEDYCZNA</b>	
Poziom i forma studiów: <b>I / # stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1		2		

\*niepotrzebne skreślić

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

4. Zaliczony kurs: Podstawy elektroniki medycznej 1 (ETP001012W)
5. Zaliczony kurs: Podstawy elektroniki medycznej 2 (ETP001013W, ETP001013C, ETP001013L)
6. Zaliczony kurs: Fizjologia (MDP002016L)
4. Zaliczony kurs: Elektroniczna aparatura medyczna 1 (ETP002013W, ETP002013L).

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przedstawienie zasady działania, konstrukcji i własności podstawowych urządzeń do diagnostyki obrazowej. Aparatura rentgenowska. Tomografia rentgenowska, tomografia NMR.
- C2 Poznanie specyfiki działania urządzeń tomografii rentgenowskiej i NMR.
- C3 Profesjonalne badania parametrów metrologicznych różnego typu urządzeń elektromedycznych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma podstawowa wiedzę o promieniowaniu jonizującym, jego znaczeniu w medycynie. Ma wiedzę w zakresie budowy i własności urządzeń rentgenowskich. Zna warunki pracy ze sprzętem rentgenowskim.
- PEU\_W02 Zna zasadę działania, strukturę i możliwości podstawowych typów tomografów rentgenowskich.
- PEU\_W03 Ma podstawową wiedzę w zakresie zasady działania, budowy i własności tomografu rezonansu jądrowego.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi określić warunki badania parametrów metrologicznych urządzeń elektromedycznych. Potrafi dobrać odpowiednią aparaturę kontrolno-

	pomiarową.
PEU_U02	Potrafi ocenić właściwości użytkowe i zbadać parametry metrologiczne urządzeń elektromedycznych. Posługując się specjalistycznymi technikami pomiarowymi potrafi zinterpretować uzyskane rezultaty.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.
PEU_K02	Potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębianiu własnego rozumienia tematu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Aparatura do diagnostyki obrazowej. Podstawowe zagadnienia: miary jakości obrazowania, artefakty w obrazowaniu medycznym.	3
Wy2	Transformata Radona	1
Wy3	Rentgenografia klasyczna: Podstawy fizyczne, Konstrukcja urządzenia	2
Wy4	Rentgenowska tomografia komputerowa: Podstawy fizyczne , Konstrukcja urządzenia	2
Wy5	Medycyna nuklearna: Podstawy fizyczne , Konstrukcja urządzenia	2
Wy6	Magnetyczny Rezonans Jądrowy: Podstawy fizyczne , Konstrukcja urządzenia	3
Wy7	Kolokwium sprawdzające wiedzę.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do tematyki Laboratorium. Określenie dokładności różnych urządzeń medycznych. Wykorzystanie katalogowych informacji o właściwościach metrologicznych urządzeń. Praktyczne metody oszacowania niepewności pomiaru.	3
La2	Identyfikacja schematów blokowych urządzeń medycznych.	3
La3	Aparatura do terapii polem magnetycznym w.cz. Ocena parametrów sygnału.	3
La4	Zakłócenia elektryczne w aparaturze elektromedycznej. Identyfikacja zakłóceń.	3

La5	Aparatura do spektrofotometrii. Badanie parametrów metrologicznych urządzenia.	3
La6	Aparatura do terapii prądem małej i średniej częstotliwości. Określenie parametrów sygnałów.	3
La7	Badanie widma biosygnatów przy wykorzystaniu analizatora widm.	3
La8	Aparatura do reografii. Badanie cech urządzenia.	3
La9	Aparatura do spirometrii. Badanie wpływu oporu przepływowego przetwornika spirometrycznego na wiarygodność oceny układu oddechowego.	3
La10	Przetworniki spirometryczne. Badanie charakterystyki przetwarzania oraz oporów przepływu przepływowych przetworników spirometrycznych.	3
La11	Aparatura do audiometrii tonalnej. Określenie cech generatora audiometrycznego.	3
La12	Aparatura do elektrokardiografii: Badanie charakterystyk filtrów EKG i ich odporności na zakłócenia różnego typu.	3
La13	Aparatura do elektrokardiografii: Badanie cech wzmacniacza EKG.	3
La14	Badania porównawcze urządzeń medycznych w oparciu o badanie grupy pacjentów, na przykładzie ciśnieniomierzy tętnicznych.	3
La15	Termin odróbczy.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład multimedialny.
- N2. Materiały pomocnicze, umieszczone na stronie internetowej, ułatwiające przygotowanie się do prac realizowanych w Laboratorium.
- N3. Instrukcje obsługi urządzeń, instrukcje serwisowe urządzeń elektromedycznych i aparatów kontrolno-pomiarowych znajdujących się w Laboratorium.
- N4. Krótki sprawdzian wiedzy.
- N5. Pisemne opracowanie sprawozdania z prac doświadczalnych.
- N6. Konsultacje.

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

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_W03	Kolokwium pisemne sprawdzające wiedzę
F2	PEK_U01 PEK_U02	1. Testy sprawdzające przygotowanie do prac laboratoryjnych. 2. Pisemne sprawozdania z prac doświadczalnych. 3. Ocena sposobu realizacji zadań w Laboratorium.
F3	PEK_K01 PEK_K02	Ocena sposobu samodzielnego pogłębiania wiadomości.
P – wykład – ocena z kolokwium.		
P – laboratorium – ocena z przygotowania teoretycznego, ocena sposobu realizacji zadań oraz ocena raportów z prac doświadczalnych.		

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [79] J. Bronzino, The Biomedical Engineering Handbook, 4<sup>th</sup> Edition, 2015, CRC Press
- [80] J. Moore, D. Maitland, Biomedical Technology and Devices Handbook, 2013, CRC Press
- [81] M. Kutz, Biomedical Engineering and Design Handbook, 2009, McGraw-Hill Education - Europe
- [82] I. Bankman Ed.: Handbook of Medical Image Processing and Analysis, Elsevier, 2<sup>nd</sup> Edition, 2009
- [83] Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych z Aparatury Elektromedycznej 2 umieszczone w zakładce „materiały dydaktyczne” [www.ibp.pwr.edu.pl](http://www.ibp.pwr.edu.pl)

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] M. Lombardi, C. Bartolozzi, MRI of the heart and Vessels , 2006, Springer
- [2] Ch. Mulert, L. Lemieux EEG–fMRI Physiological Basis, Technique and Applications, 2009, Springer
- [3] S. Takahashi Neurovascular Imaging, 2016, Springer

##### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Wioletta Nowak [wioletta.nowak@pwr.edu.pl](mailto:wioletta.nowak@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim Mikrokontrolery 2****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Microcontrollers 2****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA****BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): Elektronika medyczna,****Poziom i forma studiów: I / II stopień / ~~jednolite studia~~****magisterskie\*, stacjonarna /****Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*****Kod przedmiotu ETP002025L****Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			2		

\*niepotrzebne skreślić

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

47. W: Zaliczone kursy Podstawy elektroniki medycznej 2 (ETP001013W) oraz Mikrokontrolery (ETP001014W)

48. U: Zaliczone kursy: Mikrokontrolery (ETP001014L) oraz Wprowadzenie do programowania (INP001031L)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie poszerzonej wiedzy o zasobach typowego mikrokontrolera oraz o możliwościach ich praktycznego wykorzystania.
- C2 Rozszerzenie i pogłębienie umiejętności w zakresie technik programowania w języku assemblera oraz w języku C, a także w zakresie stosowania przykładowego środowiska do przygotowywania i uruchamiania programów.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę o strukturze typowego mikrokontrolera zwłaszcza w zakresie jego urządzeń peryferyjnych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi pisać i uruchamiać rozbudowane programy w języku assemblera i w języku C.

PEU\_U02 Potrafi dzielić zadanie programistyczne na części i praktycznie budować wielopoziomową strukturę programu realizującą to zadanie.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

PEU\_K02 Potrafi wszechstronnie przewidywać skutki swoich działań

**Forma zajęć - laboratorium**

**Liczba godzin**



La1	Opracowanie rozbudowanego programu sterującego przykładowym przyrządem pomiarowym: opracowanie założeń, diagramu stanów, algorytmu, kodu programu, procedury uruchamiania	3x2
La2	Rachuba czasu - budowa timerów stosowanego procesora	2
La 3	Wykorzystywanie timerów w praktyce	2x2
La 4	Budowa systemu przerw procesora	2
La 5	Wykorzystywanie przerw w praktyce	2
La6	Wybrane aspekty programowania mikrokontrolera w języku C: biblioteki procedur, opcje kompilatora	2x2
La7	Programowanie mikrokontrolera w języku C – ćwiczenia praktyczne	3x2
La8	Budowa i obsługa wybranego układu transmisji danych procesora	3
	Kartkówki sprawdzające w toku całych ćwiczeń laboratoryjnych	1
	<b>Suma godzin:</b>	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Tablica i pisak; w trakcie zajęć laboratoryjnych wprowadzam wstawki wykładowo-ćwiczeniowe.
- N2. Karty katalogowe i materiały szkoleniowe własne oraz przygotowane przez producenta używanego w laboratorium mikrokontrolera.
- N3. W laboratorium: komputery PC z zainstalowanym oprogramowaniem narzędziowym oraz makiety zawierające mikrokontroler i przykładowe elementy współpracujące.
- N4. Krótkie pisemne prace sprawdzające wiadomości i umiejętności oraz rozmowy indywidualne ze studentami dotyczące realizowanych przez nich zadań programistycznych.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01	Krótkie kartkówki na zajęciach laboratoryjnych
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Indywidualne rozmowy ze studentami zaliczające poszczególne zadania programistyczne
P- laboratorium: oceny uzyskane z kartkówek i rozmów zaliczających poszczególne zadania programistyczne		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [5] Baranowski R., Mikrokontrolery AVR Atmega w praktyce. Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2005.
- [6] Doliński J., Mikrokontrolery AVR w praktyce., Wydawnictwo BTC ,Warszawa, 2003.
- [7] Pawluczuk A., Sztuka programowania mikrokontrolerów AVR. Przykłady. Wydawnictwo BTC ,Warszawa, 2007.
- [8] Francuz T., Język C dla mikrokontrolerów AVR. Od podstaw do zaawansowanych aplikacji. Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2011.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [4] [Dokumentacja firmy Atmel:] 8-bit AVR Microcontroller ATmega128A [Dokument nr:] Atmel-8151J-8-bit AVR Microcontroller\_Datasheet\_Complete-09/2015 [np. ze strony:] [http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8151-8-bit-AVR-ATmega128A\\_Datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8151-8-bit-AVR-ATmega128A_Datasheet.pdf)
- [5] [Dokumentacja firmy Atmel:] Atmel AVR 8-bit Instruction Set. Instruction Set Manual [Dokument nr:] Atmel-0856L-AVR-Instruction-Set-Manual\_Other-11/2016 [np.ze strony:] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-0856-avr-instruction-set-manual.pdf>
- [6] [Środowisko uruchomieniowe:] AVR Studio 6.2.
- [7] Kardaś M., Mikrokontrolery AVR. Język C. Podstawy programowania. Wydawnictwo Atmel, Szczecin, 2011.
- [8] Grębosz J., Symfonia C++. Programowanie w języku C++ orientowane obiektowo. T. 1, Oficyna Kallimach, Kraków.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Grzegorz Smołański, e-mail: Grzegorz.Smolalski@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>KONSTRUKCJA URZĄDZEŃ BIOMEDYCZNYCH</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>CONSTRUCTION OF BIOMEDICAL DEVICES</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>. Elektronika Medyczna</b>	
Poziom i forma studiów: <b>I / # stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna /</b> <b>niestacjonarna*</b>	
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b><del>TAK</del> / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90	30	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1.5	0.7	

\*niepotrzebne skreślić

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

8. Zaliczony kurs: Podstawy elektroniki medycznej 1 (ETP001012W)
9. Zaliczony kurs: Podstawy elektroniki medycznej 2 (ETP001013W, ETP001013C, ETP001013L)
10. Zaliczony kurs: Fizjologia (MDP002016L)
4. Zaliczony kurs: Elektroniczna aparatura medyczna 1 (ETP002013W, ETP002013L).
12. Zaliczony kurs: Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych (ETP002047W, ETP002047L)
13. Zaliczony kurs : Układy elektroniczne 1 (ETP001016W, ETP001016L)
14. Zaliczony kurs: Układy elektroniczne 2 (ETP001020L)

## **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie umiejętności w stosowaniu struktur i bloków nowoczesnej aparatury elektronicznej w praktyce projektowej
- C2 Pogłębienie umiejętności praktycznego wykorzystania informacji zawartych w katalogowych notach producentów elementów i podzespołów elektronicznych
- C3 Nabycie podstawowych umiejętności praktycznych w zakresie konstrukcji prostej aparatury elektromedycznej
- C4 Nabycie podstawowych umiejętności praktycznych w zakresie sporządzania uproszczonej dokumentacji projektowej
- C5 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu montażu układów elektronicznych
- C6 Przygotowanie do pracy w zespole

## **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę w zakresie analizy prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym z dziedziny inżynierii biomedycznej.
- PEU\_W02 Ma szczegółową wiedzę w zakresie integracji wyników analizy, symulacji i eksperymentu w rozwiązywaniu zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym, charakterystycznego dla inżynierii biomedycznej.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi pozyskiwać z literatury, baz danych i innych źródeł informacje dotyczące zagadnień związanych z procesem konstrukcji nowoczesnej aparatury elektronicznej

PEU_U02	Potrafi dobrać i zastosować metody analityczne i eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania projektowych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla inżynierii biomedycznej.
PEU_U03	Potrafi dobrać i zastosować właściwe czujniki oraz zoptymalizować tor przetwarzania sygnałów odpowiednio do potrzeb zadań inżynierskich, charakterystycznych dla inżynierii biomedycznej.
PEU_U04	Potrafi wykorzystać metody symulacyjne, analityczne i eksperymentalne oraz zintegrować uzyskane wyniki w celu rozwiązania zadania inżynierskiego, potrafi wykonać podstawową dokumentację techniczną.
PEU_U05	Potrafi przygotować raport dotyczący wyników realizacji zadania projektowego
PEU_U06	Ma umiejętność samokształcenia w zakresie stosowanych nowych rozwiązań dotyczących aparatury elektronicznej
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.
PEU_K02	Stara się myśleć innowacyjnie i rozwiązywać problem w niekonwencjonalny sposób
PEU_K03	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole w zakresie prac związanych z realizacją wspólnego zadania

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Omówienie warunków zaliczenia zajęć. Powtórzenie i uzupełnienie informacji dotyczących struktur i bloków aparatury biomedycznej.	3
La2	Zintegrowane czujniki wielkości biomedycznych. Uruchomienie czujnika. Badanie jego właściwości. Prezentacja wyników pomiarów.	3
La3	Wzmacniacze biologiczne. Uruchomienie i badanie jego właściwości. Prezentacja wyników pomiarów.	
La4	Filtry aktywne. Uruchomienie i badanie ich właściwości. Prezentacja wyników pomiarów.	3
La5	Zasilacze. Uruchomienie i badanie ich właściwości. Prezentacja wyników pomiarów.	3
La6	Praktyczne prace projektowe i montażowe prostego układu elektronicznego wykorzystującego przebadany wcześniej czujnik	3

	biomedyczny i pozostałe elementy realizowanego indywidualnie przez każdego uczestnika laboratorium – część 1	
La7	Praktyczne prace projektowe i montażowe prostego układu elektronicznego wykorzystującego przebadany wcześniej czujnik biomedyczny i pozostałe elementy realizowanego indywidualnie przez każdego uczestnika laboratorium – część 2	3
La8	Praktyczne prace projektowe i montażowe prostego układu elektronicznego wykorzystującego przebadany wcześniej czujnik biomedyczny i pozostałe elementy realizowanego indywidualnie przez każdego uczestnika laboratorium – część 3	3
La9	Uruchomienie układów montowanych indywidualnie, wykonanie podstawowych pomiarów określających właściwości zmontowanego i uruchomionego układu – część 4	3
La10	Termin obróbczy. Oddanie projektu montowanego i uruchomionego układu.	
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Omówienie warunków zalecenia zajęć projektowych. Omówienie indywidualnych zadań projektowych. Przedstawienie wymagań ogólnych dotyczących realizowanego zadania. Projekt obejmuje zagadnienia od rozpoznania rynku do przedłożenia uproszczonej dokumentacji wykonawczej projektowanego prostego przyrządu medycznego.	2
Pr2	Zdefiniowanie modelu zjawiska do indywidualnego zadania w kategoriach technicznych, rozeznanie w literaturze przedmiotu, opracowanie założeń. Charakterystyka sygnału biomedycznego, celowość jego identyfikacji.	2
Pr3	Opracowanie schematu blokowego projektowanego urządzenia z czujnikiem inteligentnym – części elektronicznej, podział na moduły. Wstępna postać algorytmu działania.	2
Pr4	Dobór czujnika do identyfikacji wskazanego sygnału biomedycznego. Interpretacja informacji katalogowej. Charakterystyka parametrów metrologicznych.	2
Pr5	Projekt układu kondycjonującego do współpracy z czujnikiem o wskazanych parametrach metrologicznych: projekt wzmacniacza, filtrów aktywnych.	2
Pr6	Dobór przetwornika AC i odpowiednich układów z nim współpracujących. Opracowanie układów zasilania. Analiza dokładności pomiaru dla poszczególnych bloków.	2
Pr7	Przygotowanie dokumentacji technicznej projektu.	1
Pr8	Prezentacja zrealizowanego zadania; prezentacja multimedialna. Omawianie problemów konstrukcyjnych i projektowych zgłaszanych przez poszczególne zespoły projektowe.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Internet do przeszukiwania baz danych bibliograficznych oraz baz danych katalogowych producentów podzespołów elektronicznych.
- N2. Komputer i oprogramowanie do wspomagania prac projektowych – symulacja układów elektronicznych.
- N3. Raport integrujący wyniki prac nad projektem.
- N4. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02	7. Ocena zadań cząstkowych realizowanych na laboratorium 8. Ocena zadań cząstkowych realizowanych na zajęciach projektowych. 9. Ocena raportu z projektu.
F2	PEK_U01-PEK_U06	5. Ocena zadań cząstkowych realizowanych na zajęciach projektowych. 6. Ocena raportu z projektu.
F3	PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	Ocena raportu z projektu.
P – wykład – ocena z kolokwium.		
P – projekt – ocena sprawozdania z wykonanego zadania projektowego.		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. J.G.Webster, Medical Instrumentation Application and Design, 4<sup>th</sup> edition, J. Wiley & Sons, 2010



2. Analysis and Application of Analog Electronic Circuits to Biomedical Instrumentation, Robert B. Northrop, CRC PRESS, 2004
3. Fraden J., Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications, 4<sup>th</sup> edition, Springer-Verlag, New York 2010.
4. Webster J.G. (ed.), Measurement, instrumentation and sensors. Handbook, CRC Press IEEE Press, 1999.
5. P. Horowitz, W. Hill, Sztuka Elektroniki, WKŁ Warszawa, 2009
6. [www.sensorsportal.com](http://www.sensorsportal.com)

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Brignell J., White N., Intelligent sensor systems. Institute of Physics Publ., Bristol 1996.
2. Kwaśniewski J., Wprowadzenie do inteligentnych przetworników pomiarowych, WNT, Warszawa 1993.
3. Strony internetowe producentów elementów elektronicznych, np. Analogic, Analog Devices, Burr Brown, Linear Technology, Maxim, Motorola, National Semiconductor, PMI, Texas Instruments, Siemens.
4. Zakrzewski J., Czujniki i przetworniki pomiarowe: podręcznik problemowy. Wyd. Pol. Śl., Gliwice 2004.
5. Katalogi formowe
6. Wybrane artykuły z periodyków technicznych: Przegląd elektrotechniczny, Elektronika

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Wioletta Nowak [wioletta.nowak@pwr.edu.pl](mailto:wioletta.nowak@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim **BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE W ZAKŁADACH OPIEKI ZDROWOTNEJ**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **ELECTRICAL SAFETY IN HEALTH CARE****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): ELEKTRONIKA MEDYCZNA**Poziom i forma studiów: **↑ / II stopień / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /****-niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \***

Kod przedmiotu .....

Grupa kursów **TAK / ~~NIE~~\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,7				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Elektroniczna aparatura medyczna 1 (ETP002013W, ETP002013L).
2. Elektroniczna aparatura medyczna 1 (ETP002048W, ETP002048L).

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabywanie wiedzy o obowiązujących aktach prawnych dotyczących szeroko pojętego bezpieczeństwa elektrycznego w zakładach opieki zdrowotnej
- C2 Nabywanie wiedzy o podstawowych rodzajach zakłóceń oraz sposobu zabezpieczeń przed nimi w instalacjach elektrycznych stosowanych w zakładach opieki zdrowotnej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę na temat szeroko pojętego bezpieczeństwa elektrycznego w zakładach opieki zdrowotnej
- PEU\_W02 Ma wiedzę za temat obowiązujących norm i regulacji prawnych dotyczących bezpieczeństwa elektrycznego w zakładach opieki zdrowotnej

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi pozyskiwać z literatury, baz danych i innych źródeł podstawowe informacje dotyczące szeroko pojętego zagadnienia bezpieczeństwa elektrycznego w zakładach opieki zdrowotnej
- PEU\_U02 Potrafi wyciągać wnioski w zakresie poprawnego doboru i sposobu podłączenia elektronicznej aparatury medycznej

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.
- PEU\_K02 Potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębianiu własnego rozumienia tematu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie: Obowiązujące normy i regulacje prawne. Specyfikacja podatności pacjentów na działanie prądu.	2
Wy2	Klasyfikacja pomieszczeń użytkowanych medycznie. Instalacje elektryczne.	2
Wy3	Ochrona przeciwporażeniowa. Medyczne urządzenia elektryczne.	2
Wy4	Zasilanie w zakładach opieki zdrowotnej.	2
Wy5	Połączenia wyrównawcze. Ochrona przeciwprzepięciowa. Ochrona odgromowa.	2
Wy6	Źródła pól elektromagnetycznych w szpitalach. Źródła pól o charakterze zagrażającym. Źródła pól o charakterze zakłóceniuwym. Oddziaływanie zakłócające. Środki zaradcze.	2
Wy7	Elektryczność statyczna. Zagrożenia i środki zaradcze	2
Wy8	Kolokwium sprawdzające wiedzę.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład prowadzony metodą multimedialną. Slajdy zawierają zagadnienia prezentowane na wykładzie.
N2. Konsultacje.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny F – formująca</b> (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02	Ocena z kolokwium zaliczającego wykład – obejmującego zagadnienia teoretyczne.

F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K02	Ocena ze sposobu posługiwania się informacjami katalogowymi aparatury elektromedycznej – pytania zawarte w kolokwium końcowym.
P = F1, P = F2 – wykład – ocena z kolokwium końcowego.		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[55] PN-HD 60364-7-710. Instalacje elektryczne niskiego napięcia — Część 7-710: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Pomieszczenia medyczne.</p> <p>[56] PN-EN60601-1:2011, Medyczne urządzenia elektryczne, Część 1: Wymagania ogólne dotyczące bezpieczeństwa podstawowego oraz funkcjonowania zasadniczego.</p> <p>[57] Ocena i pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obiektach służby zdrowia: Biblioteka Sekcji Instalacji- e book</p> <p>[58] K. Sałasiński, Bezpieczeństwo elektryczne w zakładach opieki zdrowotnej, 2006, Biblioteka COISW SEP</p>
<p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] B. Niechciał, A. Wieszczeński, Cz. Lis. Bezpieczna eksploatacja urządzeń medycznych wielkiej częstotliwości Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP W-wa 1997</p>
<p><b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b></p>
<p><b>Dr inż. Wioletta Nowak <a href="mailto:wioletta.nowak@pwr.edu.pl">wioletta.nowak@pwr.edu.pl</a></b></p>

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim POMIARY  
BIOIMPEDANCYJNE****Nazwa przedmiotu w języku angielskim BIOIMPEDANCE  
MEASUREMENTS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): ELEKTRONIKA MEDYCZNA**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu ETP001022W, ETP001022L

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5		2		

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

- 49. W Podstawy elektroniki medycznej 1 i 2
- 50. W Elektroniczna aparatura medyczna 1
- 51. U Podstawy elektroniki medycznej 2
- 52. U:Elektroniczna aparatura medyczna 1.....

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Pozyskanie wiedzy dotyczącej metod pomiarowych, techniki pomiarów bioimpedancyjnych. oraz wykorzystaniu metody w aparaturze do pomiarów biomedycznych

C2 Przystwojenie wiedzy na temat metod analizy wyników specjalistycznych pomiarów.

C3 Przystwojenie wiedzy z zakresu aplikacji praktycznych pomiarów bioimpedancji.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie podstawy fizyczne wybranych metod pomiaru biomedycznych.

PEU\_W02 Zna i rozumie warunki poprawnego użycia wybranych urządzeń pomiarowych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, potrafi prawidłowo interpretować, selekcjonować i łączyć pozyskane informacje, potrafi zastosować w praktyce pozyskane informacje (potrafi samodzielnie określić warunki prowadzenia pomiarów).

PEU\_U02 Potrafi przeprowadzić badania symulacyjne i eksperymentalne w zakresie pomiarów bioimpedancyjnych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp i wprowadzenie do tematu wykładów, wymagania, zaliczenia. Modele immitancyjne wybranych obiektów.	3
Wy2	Dualność modeli. Badania w dziedzinie czasu i w dziedzinie częstotliwości.	3
Wy3	Algorytmy identyfikacji. Oprogramowanie stosowane w pomiarach.	3
Wy4	Przykłady aparatury i analiza metrologiczna pomiarów impedancyjnych.	3
Wy5	Przykłady aplikacji: badanie błon komórkowych, badanie czystości bakteryjnej żywności, pletyzmografia, kardiografia impedancyjna. Kolokwium	2
		1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie, regulamin, warunki zaliczenia.	3
La2	Badanie symulacyjne właściwości układów wieloelementowych	3
La3	Wykorzystanie pomiaru bioimpedancji do identyfikacji właściwości materiałów biologicznych na przykładzie pomiaru wilgotności drewna i zbóż. Badanie wpływu doboru rodzaju elektrod, ich rozmieszczenia i techniki pomiaru na uzyskiwane wyniki.	3
La4		3
La5		3
La6		3
La7	Badanie właściwości bioimpedancyjnych tkanek. Modelowanie pomiarów BMI	3
La8	Pletyzmografia impedancyjna	3
La9	Kardiografia impedancyjna	3
La10	Podsumowanie, termin odróbkowy.	3
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny.
N2 Karty katalogowe producentów urządzeń.
N3 Komputer i oprogramowanie do prezentacji multimedialnych na wykładzie.
N4 Programy symulacyjne i filmy szkoleniowe producentów aparatury.
N5 Wykorzystanie platformy e-learningowej (eportal.pwr.edu.pl)
N6 Laboratorium komputerowe z oprogramowaniem umożliwiającym modelowanie układów bioimpedancyjnych
N7. Rozmowy i krótkie prace pisemne- testy sprawdzające – stosowane na ćwiczeniach laboratoryjnych.
N8. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.



N7. Kolokwium zaliczeniowe.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Ocena z kolokwium
F2		1. Krótkie prace pisemne – testy sprawdzające. 2. Odpowiedzi ustne. 3. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
P - wykład – ocena z kolokwium zaliczeniowego P – ćwiczenia – średnia z ocen z przygotowania do ćwiczeń i sprawozdań laboratoryjnych		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [84] Grimnes S., Martinsen O.G., Bioimpedance and Bioelectricity Basics, Elsevier Ltd 2008 (<http://www.sciencedirect.com>)
- [85] Baker L.E., Biomedical application of electrical impedance measurements, IEEE, NJ, 1994
- [86] Bronzino, J.D., The biomedical engineering handbook, CRC Press, Boca Raton, 2000
- [3] Holder D., Clinical and Physiological Appl. of Electrical Impedance Tomography, Taylor & Francis, NJ, 1993
- [4] MacDonald J. R., Impedance Spectroscopy, Univ. of NC, NC USA, 1991

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [59] Zbiór norm, kart katalogowych i instrukcji obsługi urządzeń.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Andrzej Hachol, prof. PWr, [Andrzej.Hachol@pwr.edu.pl](mailto:Andrzej.Hachol@pwr.edu.pl)**  
**Dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak, [Elzbieta.Szul-Pietrzak@pwr.edu.pl](mailto:Elzbieta.Szul-Pietrzak@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim POMIARY WIELKOŚCI  
CIEPLNYCH****Nazwa przedmiotu w języku angielskim MEASUREMENT OF  
THERMAL QUANTITIES****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): ELEKTRONIKA MEDYCZNA**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu ETP 001019W, ETP 002022L

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			0,8		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5				

\*niepotrzebne skreślić

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

- 53. Zaliczony kurs FIZYKA 1
- 54. Zaliczony kurs FIZYKA 2

### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu podstawowych zjawisk charakteryzujących układ termoregulacji i bilans cieplny człowieka w aspekcie wymiany ciepła z otoczeniem.

C2 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu pomiaru podstawowych wielkości fizycznych charakteryzujących wymianę ciepła człowieka z jego otoczeniem

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna podstawowe technologie inżynierskie, metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu specjalności Elektronika Medyczna

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U1 Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy typowe dla specjalności Elektronika Medyczna.

PEU\_U2 Potrafi - zgodnie z zasadą specyfikacyjną – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Elektronika Medyczna.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawanie znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie, warunki zaliczenia. Elementy termodynamiki, funkcje stanu	2
Wy2	Zastosowanie entropii do oceny zmian zachodzących w organizmie człowieka	2
Wy3	Przekazywanie ciepła.	2
Wy4	Przekazywanie ciepła - kontynuacja	2
Wy5	Przekazywanie i wymiana ciepła. Promieniowanie	2
Wy6	Stykowe czujniki temperatury, analogowe i cyfrowe	2
Wy7	Pomiary temperatury powierzchni ciała. Błędy metody	2
Wy8	Analiza konwekcyjnych strat ciepła i strumieni ciepła.	2
Wy9	Pomiary przewodnictwa ciepła i ich zastosowanie w medycynie i biologii	2
Wy10	Kalorymetria pośrednia i bezpośrednia	2
Wy11	Pomiary wielkości cieplnych w warunkach dynamicznych.	2
Wy12	Modelowanie procesów przewodzenia ciepła i nagrzewania tkanek dla celów termoablacji i termografii dynamicznej.	2
Wy13	Termoregulacja. Bilans cieplny człowieka w warunkach ustalonych	2
Wy14	Termoregulacja. Bilans cieplny człowieka w warunkach nieustalonych i ekstremalnych	2
Wy15	Kolokwium sprawdzające	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Model termoregulacji człowieka	3

La2	Badanie transportu ciepła w warunkach stacjonarnych	3
La3	Pomiar temperatury powierzchni ciał stałych	3
La4	Wyznaczenie wartości współczynnika przewodzenia ciepła	3
La5	Wpływ konwekcji na rozkład temperatury w pomieszczeniu	3
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny  
N2. Wykład multimedialny  
N3. Laboratorium  
N4 Sprawdzian pisemny

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01	Opracowanie raportów z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEU_U02	Zadania rachunkowe
F3	PEU_K01	Pisemne testy sprawdzające
P	PEU_W01	Ocena z kolokwium

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Fodemski T., Pomiary cieplne, WNT, Warszawa 2001
- [2] Nowakowski A. (red.), Postępy termografii - aplikacje medyczne, Gdańsk 2001.
- [3] Poczopko P., Ciepło a życie. Zarys termofizjologii zwierząt, PWN, Warszawa 1990.
- [4] Traczyk T., Fizjologia człowieka, PZWL, Warszawa 2000.
- [5] Podbielska H., Skrzek A. (red.), Biomedyczne zastosowania termowizji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2014

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [60] Modelowanie numeryczne pól temperatury, praca zbiorowa, WNT, Warszawa 1992

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**prof. Krystian Kubica, Krystian.kubica@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Układy elektroniczne 1****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Electronic circuits 1****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA****BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): elektronika medyczna**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu ETP001016L (W/L)

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2		2,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. W: Podstawowa wiedza z zakresu elektroniki i elektrotechniki (np. ETP001016)
2. U: Umiejętność wykonywania pomiarów wielkości elektrycznych (np. ETP001013L)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy w zakresie projektowania obwodów i wykorzystania układów elektronicznych w zastosowaniach biomedycznych
- C2 Nabycie umiejętności w zakresie symulowania obwodów elektronicznych i wykonywania projektów obwodów drukowanych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma wiedzę w zakresie projektowania układów elektronicznych dla zastosowań biomedycznych, w tym: zasad projektowania obwodów drukowanych, zastosowania wzmacniaczy operacyjnych, metod zasilania oraz symulacji obwodów elektronicznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opracować projekt obwodu drukowanego i przygotować dokumentację wykonawczą, przeprowadzić symulację pracy obwodu i dobrać parametry elementów elektronicznych wymaganych do realizacji założonego zadania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozwija kompetencje w zakresie zespołowej współpracy oraz doskonalenia metod opracowania strategii mającej na celu rozwiązywanie powierzonego grupie zadania



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie w plan i zakres kursu Podstawowe pojęcia, etapy projektowania obwodów, podział blokowy/funkcjonalny układów elektronicznych	1
Wy2	Zasady projektowania obwodów drukowanych, w tym: - tworzenie schematu obwodu w programach typu EDA (electronic design automation) - dobór podzespołów: sposoby montażu, obudowy elementów, wymiarowanie, organizacja przestrzenna - zasady realizacji jedno i wielowarstwowych obwodów drukowanych - wykorzystanie automatycznego i manualnego prowadzenia połączeń - weryfikacja poprawności obwodu i schematu oraz ich zgodności	4
Wy3	Zastosowanie wzmacniaczy w układach biomedycznych (rozszerzenie z podstaw elektroniki medycznej), w tym: filtry aktywne, komparatory, wzmacniacze pomiarowe, przetwarzanie F/U i U/F	4
Wy4	Zasilanie elektronicznych układów biomedycznych, w tym: - zasilanie sekcji cyfrowej i analogowej układu - filtracja zasilania - źródła odniesienia - stabilizatory scalone i ich parametry - przetwornice - zasilanie akumulatorowe	4
Wy5	Termin zaliczeniowy	2
	<i>Suma godzin</i>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wpr1	Ćwiczenie wprowadzające z symulacji obwodów elektronicznych. Wprowadzenie w środowisko symulacyjne, analiza pracy przykładowych obwodów elektronicznych.	4
Wpr2	Ćwiczenie wprowadzające z projektowania obwodów drukowanych.	4

	Wprowadzenie w oprogramowanie do wspomagania projektowania obwodów drukowanych. Realizacja prostych przykładów.	
La1	<p>Ćwiczenie 1. Projekt i symulacja obwodu elektronicznego do zastosowań biomedycznych (np. pulsometru )</p> <p>a) opracowanie schematu elektronicznego i dobór elementów</p> <p>b) analiza sygnałowa, badanie działania poszczególnych bloków funkcjonalnych, modyfikacja parametrów obwodu i weryfikacja zgodności z założeniami projektowymi</p> <p>c) opracowanie projektu jednowarstwowego obwodu drukowanego, weryfikacja spójności ze schematem i założeniami projektu</p> <p>d) przygotowanie dokumentacji projektowej</p>	10
La2	<p>Ćwiczenie 2. Projekt i symulacja obwodu elektronicznego do zastosowań biomedycznych z wielostopniowym kondycjonowaniem sygnału (np. wzmacniacza sygnałów elektromiograficznych)</p> <p>a) opracowanie schematu elektronicznego i dobór elementów</p> <p>b) analiza sygnałowa, badanie działania poszczególnych bloków funkcjonalnych, modyfikacja parametrów obwodu i weryfikacja zgodności z założeniami projektowymi</p> <p>c) opracowanie projektu dwuwarstwowego obwodu drukowanego, weryfikacja spójności ze schematem i założeniami projektu</p> <p>d) przygotowanie dokumentacji projektowej</p>	10
	Termin na odrobienie nieobecności, uzupełnienia i poprawki	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- |   |
|---|
| <p>N1. wykład multimedialny</p> <p>N2. demonstracje laboratoryjne</p> <p>N3. praca z oprogramowaniem</p> <p>N4. karty katalogowe oraz noty aplikacyjne producentów układów i urządzeń elektronicznych</p> |
|---|

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
Laboratorium		
F1	PEU_U01  PEU_K01	Lista zadań. W zależności od tematu, zadania realizowane indywidualnie lub w grupach dwuosobowych, rozliczane poprzez przyznanie punktów za realizację poszczególnych etapów zadania.  Punkty przyznawane są na podstawie opracowanej przez studenta dokumentacji zawierającej: <ul style="list-style-type: none"> <li>- schemat obwodu elektronicznego</li> <li>- wyniki symulacji komputerowej parametrów pracy obwodu</li> <li>- projekt obwodu drukowanego</li> </ul>
P1	PEU_U01	Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy punktów uzyskanych przez studenta za realizację zadań. Dla uzyskania pozytywnej oceny końcowej, student za każde zadanie musi uzyskać przynajmniej 50% punktów.
Wykład		
P3	PEU_W01	Test z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Prowadzący udostępnia materiał przedstawiony na wykładzie oraz listę obowiązujących zagadnień.

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Instrukcje i noty aplikacyjne układów elektronicznych wykorzystywanych w trakcie realizacji kursu
- [2] P. Górecki, Wzmacniacze operacyjne, BTC
- [3] Joseph J. Carr, Zasilacze urządzeń elektronicznych, BTC

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Boks, Analogowe układy elektroniczne, BTC
- [2] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, Cz.1-2, WKŁ

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Tomasz Grysiński**

[tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl](mailto:tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Układy elektroniczne 2****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Electronic circuits 2****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): elektronika medyczna**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu ETP001020L (W/L)

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			120		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			2		

\*niepotrzebne skreślić

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

3. W: Podstawowa wiedza z zakresu elektroniki i elektrotechniki (np. ETP001016)
4. W: Wiedza z zakresu podstawowych zasad projektowania obwodów elektronicznych, zastosowania wzmacniaczy operacyjnych i zasilania obwodów elektronicznych (np. ETP001016W)
5. U: Umiejętność wykonywania podstawowych pomiarów wielkości elektrycznych (np. ETP001013L)
6. U: Umiejętność wykonywania symulacji pracy prostych obwodów elektronicznych i projektowania obwodów drukowanych (np. ETP001016L)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C3 Uzyskanie pogłębionej wiedzy z zakresu wykorzystania układów i projektowania obwodów elektronicznych w zastosowaniach biomedycznych
- C4 Rozszerzenie umiejętności w zakresie symulowania pracy obwodów elektronicznych i wykonywania projektów obwodów drukowanych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opracować obwód drukowany, przygotować dokumentację wykonawczą, przeprowadzić symulację pracy obwodu i dobrać parametry elementów elektronicznych wymaganych do realizacji założonego zadania.

PEU\_U02 Potrafi zrealizować układ elektroniczny na podstawie schematu, wyznaczyć doświadczalnie parametry pracy tego układu i porównać je z wynikami symulacji komputerowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozwija kompetencje w zakresie zespołowej współpracy oraz doskonalenia metod opracowania strategii mającej na celu rozwiązywanie powierzonych grupie zadań

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wpr1	Zajęcia wprowadzające.  Celem kursu jest nabycie umiejętności niezbędnych do opracowania modułu elektronicznego do zastosowań biomedycznych. W trakcie zajęć uczestnicy zaprojektują układ elektroniczny, zrealizują jeden z bloków funkcjonalnych, wykonają pomiary parametrów pracy i porównają z wynikami symulacji komputerowej.	3

	<p>Przykładowy temat zadania: Moduł pulsometryczny, przeznaczony do zastosowania w przenośnym urządzeniu monitorującym typu „Holter”)</p> <p>Przykładowe ogólne założenia projektowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- układ ma realizować kondycjonowanie sygnału pozyskanego z czujnika</li> <li>- moduł pomiarowy ma udostępniać sygnał wyjściowy w formie cyfrowej i analogowej do dalszego przetwarzania sygnału w układach mikrokontrolerowych</li> <li>- moduł ma wykorzystywać zasilanie akumulatorowe</li> </ul>	
La1	<p>Opracowanie projektu urządzenia.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Opracowanie założeń projektowych do bloków funkcjonalnych: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) sekcja zasilania</li> <li>b) kondycjonowanie</li> <li>c) przetwarzanie (rodzaje wyjść, metody przetwarzania)</li> </ol> </li> <li>2) Opracowanie schematu elektronicznego</li> <li>3) Projekt obwodu drukowanego (np. realizacja dwuwarstwowa o zadanych wymiarach i złączach)</li> </ol>	18
La2	Symulacja komputerowa poszczególnych sekcji obwodu (według schematu z projektu opracowanego w części La1 kursu)	9
La3	<p>Wykonanie jednego z bloków (np. kondycjonowania) na płycie uniwersalnej</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realizacja obwodu</li> <li>2) Wykonanie pomiarów elektronicznych i porównanie z wynikami symulacji komputerowej</li> <li>3) Opracowanie wyników do raportu</li> </ol>	12
	Termin na rozliczenie zadania, ew. odrobienie nieobecności, uzupełnienia i poprawki	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N5. demonstracje laboratoryjne</p> <p>N6. praca z oprogramowaniem</p> <p>N7. karty katalogowe oraz noty aplikacyjne producentów układów i urządzeń elektronicznych</p> <p>N8. narzędzia i materiały do realizacji obwodów elektronicznych</p> <p>N9. elektroniczne urządzenia pomiarowe</p>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się

Laboratorium		
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Zadanie rozliczane jest w etapach:  1. Opracowanie projektu (założenia, schemat, obwód drukowany)  2. Symulacja komputerowa pracy bloków funkcjonalnych układu  3. Realizacja układu elektronicznego (częściowa), wykonanie pomiarów i opracowanie raportu porównawczego z wynikami symulacji  Etapy rozliczne są poprzez przyznanie punktów.
P1	PEU_U01 PEU_U02	Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy punktów uzyskanych przez studenta za realizację etapów zadania.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>[4] Instrukcje i noty aplikacyjne układów elektronicznych wykorzystywanych w trakcie realizacji kursu            [5] P. Górecki, Wzmacniacze operacyjne, BTC            [6] Joseph J. Carr, Zasilacze urządzeń elektronicznych, BTC</p> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <p>[3] J. Boksa, Analogowe układy elektroniczne, BTC            [4] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, Cz.1-2, WKŁ</p>
<p><b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b></p> <p>    <b>Dr inż. Tomasz Grysiński</b>  <a href="mailto:tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl">tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl</a></p>

Załącznik nr 6 do ZW 121/2020

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI



## KARTA PRZEDMIOTU

**Nazwa przedmiotu w języku polskim: Systemy wbudowane w zastosowaniach biomedycznych**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Embedded systems in biomedical applications**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy): elektronika medyczna**

Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu ETP001021 (W/L)

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2		2		

\*niepotrzebne skreślić

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

7. W: Podstawowa wiedza z zakresu elektroniki i elektrotechniki (np. ETP001016)
8. W: Podstawowa wiedza z zakresu budowy mikrokontrolerów (np. ETP001014)
9. W: Wiedza z zakresu właściwości i zasad implementacji lokalnych interfejsów cyfrowych (np. ETP001017W)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C5 Uzyskanie wiedzy z zakresu budowy, właściwości, oprogramowania i aplikacji systemów wbudowanych w zastosowaniach biomedycznych
- C6 Nabycie umiejętności opracowania i implementacji oprogramowania dla mikrokontrolerowych systemów wbudowanych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma wiedzę w zakresie budowy, parametrów i aplikacji systemów wbudowanych w zastosowaniach biomedycznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opracować i zaimplementować program dla układu mikrokontrolerowego systemu wbudowanego umożliwiającą zrealizowanie zadania z obszaru zastosowań biomedycznych z wykorzystaniem protokołów i interfejsów niezbędnych do zintegrowania elementów systemu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozwija kompetencje w zakresie zespołowej współpracy oraz doskonalenia metod opracowania strategii mającej na celu rozwiązywanie powierzonego grupie zadania

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie w plan i zakres kursu Podstawowe pojęcia, struktura i zadania systemu wbudowanego	1
Wy2	Wprowadzenie do programowania mikrokontrolerów z rdzeniem ARM Cortex. Obsługa środowiska programistycznego, omówienie metod realizacji podstawowych zadań i struktur programistycznych, typy danych.	2
Wy3	Budowa i funkcje makiety dydaktycznej. Struktura wewnętrzna mikrokontrolera wykorzystanego w trakcie zajęć laboratoryjnych. Porównanie ze strukturami innych rodzin mikrokontrolerowych.	2
Wy4	Realizacja zadań programistycznych z wykorzystaniem standardowych bibliotek. Wstęp do konfiguracji i właściwości układów peryferyjnych oraz metod dostępu do zasobów mikrokontrolera.	2
Wy5	Układy peryferyjne – część 1: Porty (GPIO), liczniki (funkcje, tryby pracy, PWM), przerwania, tryby oszczędzania energii	2
Wy6	Układy peryferyjne – część 2: Komunikacja: UART, USB, I2C, SPI	2
Wy7	Układy peryferyjne – część 3: Bezpośredni dostęp do zasobów - DMA, przetwarzanie ADC i DAC	2
Wy8	Termin zaliczeniowy	2
	<i>Suma godzin</i>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wprowadzenie	Zajęcia wprowadzające. Budowa i parametry makiety dydaktycznej wykorzystywanej w trakcie zajęć praktycznych. Podstawy obsługi środowiska programistycznego. Uruchomienie makiety dydaktycznej. Wgranie programu do mikrokontrolera, analiza struktury programu i procesu wykonania poleceń w przykładowej aplikacji obsługującej układy wejścia i wyjścia mikrokontrolera z rdzeniem ARM Cortex.	3
La1	Ćwiczenie 1. Zakres ćwiczenia: Praktyczne wykorzystanie wiedzy zdobytej na zajęciach wprowadzających i na wykładzie. Nabycie umiejętności wykonania podstawowych zadań programistycznych wykorzystywanych w opracowaniu i realizacji systemów wbudowanych. Pogłębiona analiza procesu wykonania poleceń przez mikrokontroler, metody poszukiwania błędów i monitorowania procesu realizacji programu. Nabycie umiejętności i wiedzy niezbędnej do realizacji zadań wymagających dostępu do zasobów wewnętrznych mikrokontrolera i obsługi przerwań.	6
La2	Ćwiczenie 2. Zakres ćwiczenia: Realizacja zadania wymagającego użycia podstawowych układów peryferyjnych mikrokontrolera. Nabycie umiejętności obsługi układów licznikowych i komunikacji systemu wbudowanego z układem nadrzędnym. Nawiązanie komunikacji mikrokontrolera z komputerem przez wirtualny port szeregowy, opracowanie i wdrożenie interfejsu obsługi systemu wbudowanego.	9
La3	Ćwiczenie 3. Zakres ćwiczenia: Realizacja systemu wbudowanego do zastosowań biomedycznych korzystającego z akcelerometru umieszczonego na makiecie dydaktycznej. Urządzenie ma realizować funkcje modułu kontrolno-pomiarowego i wymaga zaznajomienia się z budową i obsługą akcelerometru, przyswojenia niezbędnych informacji o lokalnych interfejsach komunikacyjnych i praktycznego wykorzystania układów z interfejsem I2C. Przykładowe systemy do realizacji: „Detektor upadku pacjenta”, „Manipulator dla osób niepełnosprawnych analizujący gesty”	12
La4	Ćwiczenie 4. Zakres ćwiczenia: Realizacja systemu wbudowanego do zastosowań biomedycznych korzystającego z magnetometru i/lub żyroskopu. Urządzenie ma realizować funkcje modułu kontrolno-pomiarowego i wymaga zaznajomienia się z budową i obsługą magnetometru i/lub żyroskopu, przyswojenia niezbędnych informacji o lokalnych interfejsach komunikacyjnych i praktycznego wykorzystania układów z interfejsem SPI. Przykładowe systemy do realizacji: „Manipulator do obsługi ramienia mechanicznego”, „Moduł śledzenia ruchu głowy pacjenta”, „Manipulator do obsługi elektrycznego środka transportu”	12
	Termin na odrobienie nieobecności, uzupełnienia i poprawki	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N10.	wykład multimedialny
N11.	karty katalogowe oraz noty aplikacyjne producentów układów i urządzeń elektronicznych
N12.	demonstracje laboratoryjne
N13.	prace doświadczalne (laboratoryjne) z użyciem makiet mikrokontrolerowych
N14.	praca z oprogramowaniem

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
Laboratorium		
F1	PEU_U01 PEU_K01	<p>Lista zadań. W zależności od tematu, zadania realizowane indywidualnie lub w grupach dwuosobowych, rozliczane poprzez przyznanie punktów za realizację poszczególnych etapów zadania.</p> <p>Zaliczenie polega na przedstawieniu opracowanego programu mikrokontrolerowego, omówieniu i przedstawieniu jego działania oraz udzielaniu indywidualnych odpowiedzi na pytania prowadzącego.</p> <p>Zadania dotyczą: programowania, konfiguracji sprzętowej i realizacji funkcjonujących systemów wbudowanych.</p>
P1	PEU_U01	Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy punktów uzyskanych przez studenta za

		realizację zadań z listy. Dla uzyskania pozytywnej oceny końcowej, student za każde zadanie musi uzyskać przynajmniej 50% punktów.
Wykład		
P3	PEU_W01	Test z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Prowadzący udostępnia materiał przedstawiony na wykładzie oraz listę obowiązujących zagadnień.

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[87] Instrukcje i noty aplikacyjne układów elektronicznych wykorzystywanych w trakcie realizacji kursu</p> <p>[88] Instrukcje i noty aplikacyjne bibliotek i środowiska programistycznego wykorzystywanego na zajęciach praktycznych</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[7] STM32. Aplikacje i ćwiczenia w języku C z biblioteką HAL – M. Galewski</p> <p>[8] STM32 Aplikacje i ćwiczenia w języku C - M. Galewski</p> <p>[9] Mikrokontrolery STM32 w praktyce - K. Paprocki</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<p><b>Dr inż. Tomasz Grysiński</b></p> <p><a href="mailto:tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl">tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl</a></p>

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Systemy pomiarowe****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Measuring systems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA****BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): elektronika medyczna,**Poziom i forma studiów: I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu ETP001017 (W/L/P)

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90	30	
Forma zaliczenia	Egzamin / <del>zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3		1,5	1	

\*niepotrzebne skreślić

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

10. W: Podstawowa wiedza z zakresu elektroniki i elektrotechniki (np. ETP001016)

11. W: Podstawowa wiedza z zakresu budowy mikrokontrolerów (np. ETP001014)

## **CELE PRZEDMIOTU**

- C7 Uzyskanie wiedzy z zakresu struktury, właściwości, obszarów aplikacji i oprogramowania systemów pomiarowych w zastosowaniach biomedycznych
- C8 Nabycie umiejętności z zakresu transmisji, akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych
- C9 Nabycie umiejętności oprogramowania wirtualnych urządzeń i systemów pomiarowych z użyciem graficznego środowiska programistycznego

## **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma wiedzę w zakresie struktury, właściwości i aplikacji biomedycznych systemów pomiarowych oraz podstawową wiedzę w zakresie przewodowych i bezprzewodowych interfejsów oraz protokołów wykorzystywanych w systemach pomiarowych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi dobrać i skomunikować elementy systemu pomiarowego, opracować algorytm umożliwiający zrealizowanie zadania pomiarowego oraz stworzyć oprogramowanie dla wirtualnego przyrządu pomiarowego

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozwija kompetencje w zakresie zespołowej współpracy oraz doskonalenia metod opracowania strategii mającej na celu rozwiązywanie powierzonego grupie zadania



TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia, struktura i zadania systemu pomiarowego, kategorie systemów pomiarowych, wprowadzenie do wirtualnych, środowiska programistyczne, wprowadzenie do środowiska LabView, organizacja programu i tworzenie interfejsu użytkownika	2
Wy2	Struktury programistyczne i typy danych w środowisku LabView, sterowanie przepływem danych	2
Wy3	Analiza programu w środowisku Labview i wykrywanie błędów. Obsługa interfejsów szeregowych z wykorzystaniem pakietu VISA, wykorzystanie sterowników urządzeń pomiarowych w pakiecie LabView	2
Wy4	Przykłady realizacji zadań pomiarowych w środowisku LabView z wykorzystaniem multimetru z interfejsem szeregowym oraz kartą pomiarową. Wstęp do komunikacji cyfrowej i interfejsów komunikacyjnych w SPD, konfiguracje (topologie), organizacja komunikacji w SPD i przykłady	2
Wy5	Interfejsy RS232, UART, USB (CDC i HID): parametry, warstwa fizyczna, organizacja transmisji danych, projektowanie, transceivery, przykłady zastosowań – część pierwsza	2
Wy6	Interfejsy RS232, UART, USB (CDC i HID): parametry, warstwa fizyczna, organizacja transmisji danych, projektowanie, transceivery, przykłady zastosowań – część druga	2
Wy7	Metody zwiększania odległości i ilości węzłów w systemach pomiarowych korzystających z komunikacji przewodowej, zastosowanie pętli prądowej, interfejsy RS422/RS485, transceivery, przykłady realizacji	2
Wy8	Protokoły komunikacyjne (MODBUS), transmisja równoległa w systemach pomiarowych (IEEE-488/GPIB), kasetowe systemy pomiarowe (VXI)	2
Wy9	Interfejs 1-wire i sieci Microlan: warstwa fizyczna, adresowanie, identyfikacja nowych urządzeń, obszary zastosowań i przykłady realizacji	2
Wy10	Metody przetwarzania analogowo-cyfrowego w kartach i modułach pomiarowych, moduły pomiarowe typu Analog-Front-End,	2
Wy11	Karty pomiarowe oraz kontrolno-pomiarowe, moduły pomiarowe z systemem czasu rzeczywistego, konfiguracja systemów modułowych na przykładzie NI CompactDAQ	2
Wy12	Magistrale lokalne SPI i I2C/TWI, komunikacja mikrokontrolera z układami peryferyjnymi w systemach pomiarowych, parametry, konfiguracja, przykłady zastosowań pomiarowych	2
Wy13	Systemy pomiarowe w sieci telekomunikacji ruchomej, obsługa modułów modemowych GSM/UMTS, SMS, GPRS, komendy AT, parametry i dobór	2

	modułu oraz anteny, przykłady zastosowań w systemach pomiarowych ze zdalnym bezprzewodowym dostępem	
Wy14	Bezprzewodowe systemy pomiarowe w sieciach ZigBee, funkcje węzłów sieci, topologie, samoorganizacja sieci, ograniczanie zużycia energii i „energy harvesting”, moduły, przykładowe zastosowania	2
Wy15	Bezprzewodowe systemy pomiarowe wykorzystujące Bluetooth, organizacja sieci, profile, modulacje sygnału, BT Low Energy	2
	<i>Suma godzin</i>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wprowa dzenie	Zajęcia wprowadzające: <ul style="list-style-type: none"> <li>• podstawy programowania w Labview</li> <li>• poznanie zasad opracowywania interfejsów operatora</li> <li>• nabycie umiejętności wykorzystania podstawowych metod prezentacji danych.</li> <li>• realizacja przykładowej aplikacji wizualizującej dane pozyskane z programowego generatora</li> </ul>	5
La1	Ćwiczenie 1 – Generator sygnałów. Cele ćwiczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktyczne wykorzystanie wiedzy zdobytej na zajęciach wprowadzających i na wykładzie.</li> <li>• Nabycie umiejętności realizacji podstawowych zadań oraz implementacji algorytmów wykorzystywanych przy opracowywaniu urządzeń wirtualnych z wykorzystaniem środowiska LabView.</li> </ul>	8
La2	Ćwiczenie 2 – Obsługa urządzeń pomiarowych z interfejsem szeregowym (wykorzystanie pakietu VISA). Cele ćwiczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie się z metodami obsługi urządzeń wyposażonych w interfejs szeregowy</li> <li>• Nabycie umiejętności realizacji urządzenia wirtualnego wykorzystującego multimetr</li> <li>• Zapoznanie się z metodami tworzenia własnych modułów (podprogramów) w środowisku LabView</li> </ul>	8
La3	Ćwiczenie 3 – Wirtualne urządzenie kontrolno-pomiarowe z wykorzystaniem karty pomiarowej. Cele ćwiczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie się z metodami obsługi kart pomiarowych z wykorzystaniem dedykowanych sterowników i funkcji</li> <li>• Nabycie umiejętności realizacji urządzenia kontrolno-pomiarowego z użyciem zewnętrznej karty pomiarowej</li> <li>• Zaznajomienie się z metodami eksportowania danych i dwuwymiarowej prezentacji wyników w środowisku LabView</li> </ul>	8

La4	<p>Ćwiczenie 4 – Detektor upadku pacjenta wykorzystujący akcelerometr z interfejsem I2C. Cele ćwiczenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opracowanie wirtualnego urządzenia pomiarowego spełniającego funkcję detektora upadku pacjenta</li> <li>• Nabycie umiejętności obsługi przetworników pomiarowych korzystających z cyfrowych interfejsów lokalnych poprzez wykorzystanie przetwornika akcelerometrycznego wyposażonego w interfejs I2C</li> </ul>	8
La5	<p>Ćwiczenie 5 – Pomiar zdalny.</p> <p>Cele ćwiczenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie się z metodami organizacji transmisji danych w systemach pomiarowych</li> <li>• Nabycie umiejętności opracowania protokołu komunikacyjnego dla urządzeń pomiarowych pracujących w konfiguracji single-master/multi-slave oraz zastosowanie opracowanego protokołu do wykonania zdalnych pomiarów (np. zdalne określanie pozycji lub aktywności pacjenta)</li> </ul>	8
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Opracowanie założeń projektowych oraz przygotowanie opisu funkcji dla wirtualnego urządzenia pomiarowego (tematy projektów ustalone indywidualnie)	3
Pr2	Opracowanie schematów blokowych, algorytmów, zasad obsługi interfejsu operatora	3
Pr3	Implementacja projektu wirtualnego urządzenia pomiarowego na podstawie indywidualnego projektu (z wykorzystaniem karty pomiarowej lub multimetru z interfejsem komunikacyjnym )	9
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N15.	wykład multimedialny
N16.	karty katalogowe oraz noty aplikacyjne producentów układów i urządzeń elektronicznych
N17.	demonstracje laboratoryjne
N18.	prace doświadczalne (laboratoryjne) z kartami pomiarowymi, czujnikami i multimetrami (z interfejsem komunikacyjnym)
N19.	praca z oprogramowaniem

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
Laboratorium		
F1	PEU_U01 PEU_K01	<p>Lista zadań, zadania realizowane w grupach dwuosobowych i rozliczane indywidualnie poprzez przyznanie punktów zgodnie z punktacją opisaną we wprowadzeniu do ćwiczenia.</p> <p>Zaliczenie polega na przedstawieniu diagramu zrealizowanego zadania, omówieniu i przedstawieniu jego działania i indywidualnych odpowiedzi na pytania prowadzącego.</p> <p>Zadania dotyczą: programowania, konfiguracji sprzętowej i realizacji funkcjonujących systemów pomiarowych oraz wirtualnych przyrządów.</p>
P1	PEU_U01	Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy punktów uzyskanych przez studenta za realizację zadań z listy. Dla uzyskania pozytywnej oceny końcowej, student za każde zadanie musi uzyskać przynajmniej 50% punktów.
Projekt		
P2	PEU_U01, PEU_K01 (jeśli projekt był realizowany w grupie studenckiej)	<p>Realizacja projektu zawierającego:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opis funkcjonalności wirtualnego urządzenia pomiarowego</li> <li>2. Opracowanie założeń</li> <li>3. Zrealizowany diagram (w języku G), spełniający opisane założenia</li> <li>4. Graficzny interfejs operatora</li> </ol> <p>Projekty realizowane indywidualnie lub w grupach 2-osobowych. Ocena końcowa uzależniona jest od spełnienia przyjętych w projekcie i zatwierdzonych przez prowadzącego założeń projektowych.</p>
Wykład		

P3	PEU_W01	Egzamin pisemny z pytaniami otwartymi i zamkniętymi. Prowadzący udostępnia materiał przedstawiony na wykładzie oraz listę zagadnień egzaminacyjnych.
----	---------	--

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [89] Instrukcje, normy i noty aplikacyjne (odnośniki podane na wykładzie)
- [90] Lokalne interfejsy szeregowo, Jacek Bogusz, BTC
- [91] Nawrocki W., Komputerowe systemy pomiarowe, WKŁ
- [92] Nawrocki W., Rozproszone systemy pomiarowe, WKŁ
- [93] Nałęcz M., Systemy komputerowe i teleinformatyczne w służbie zdrowia, EXIT

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Simmonds A., Wprowadzenie do transmisji danych, WKŁ
- [2] Jakubiec, J., Roj J., Pomiarowe przetwarzanie próbkujące, WPS
- [3] Gruca M., Miernictwo i systemy pomiarowe, EU
- [4] Kitchin C., Wzmacniacze operacyjne i pomiarowe – przewodnik projektanta, BTC
- [5] Kester W., Przetworniki A/C i C/A (AD) - teoria i praktyka, BTC

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Tomasz Grysiński** (wykład, laboratorium, projekt)

[tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl](mailto:tomasz.grysinski@pwr.wroc.pl)

**Dr inż. Wioletta Szczepanowska-Nowak** (laboratorium, projekt)

[wioletta.nowak@pwr.edu.pl](mailto:wioletta.nowak@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim METODY NUMERYCZNE  
W BIOMECHANICE**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **NUMERICAL METHODS IN BIOMECHANICS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): biomechanika inżynierska**Poziom i forma studiów: **I / II stopień / jednolite studia magisterskie\***, stacjonarna /**niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\***Kod przedmiotu **ARM005304W**Grupa kursów **TAK/ NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1				

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

1. Projektowanie wspomagane komputerowo MMM010145L
2. Biomechanika inżynierska MDM000156W

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy o podstawach teoretycznych metody elementów skończonych (MES).
- C2 Uzyskanie wiedzy i umiejętności pozwalających na praktyczne zastosowanie MES do analizy stanu odkształcenia i naprężenia w elementach konstrukcyjnych implantów.
- C3 Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie walidacji i interpretacji wyników modeli numerycznych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę o metodzie elementów skończonych.
- PEU\_W02 Posiada wiedzę o zasadach i etapach tworzenia modeli numerycznych obiektów inżynierskich i biomechanicznych.
- PEU\_W03 Potrafi definiować warunki brzegowe modelu numerycznego oraz przedstawiać w sposób graficzny uzyskane wyniki symulacji numerycznych.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umie opracować modele numeryczne prostych elementów konstrukcyjnych.
- PEU\_U02 Umie przeprowadzić obliczenia metodą elementów skończonych w programie Ansys.
- PEU\_U03 Umie wykonać podstawową analizę wyników uzyskanych metodą elementów skończonych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Ma umiejętności w wyszukiwaniu informacji z zakresu biomechaniki inżynierskiej oraz jej krytycznej analizy.
- PEU\_K02 Potrafi myśleć w sposób kreatywny.
- PEU\_K03 Ma świadomość roli inżyniera w rozwoju cywilizacyjnym.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do metod numerycznych.	1
Wy2	Podstawy teoretyczne pojęć związanych z metodą elementów skończonych.	2
Wy3	Wyznaczenie podstawowych zależności metody elementów skończonych oraz ich postaci w zadaniach inżynierii biomedycznej.	2
Wy4	Klasyfikacja elementów skończonych, wyznaczenie ich macierzy sztywności, zastosowanie poszczególnych typów elementów w modelach elementów anatomicznych i implantach.	2
Wy5	Metody rozwiązywania układów równań zadania metody elementów skończonych.	2
Wy6	Analiza błędów i zbieżności rozwiązań w metodzie elementów skończonych.	2
Wy7	Weryfikacja wyników obliczeń MES. Zastosowanie metody elementów skończonych w analizach z zakresu inżynierii biomedycznej.	2
Wy8	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Komputer
N2. Oprogramowanie Ansys
N4. Prezentacja

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (wykład)**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03  PEU_U01 PEU_U02	Ocena z kolokwium



	PEU_U03	
	PEU_K01	
	PEU_K02	
	PEU_K03	
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[94] Rusiński E., Czmochowski J., Smolnicki T., Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych. Ofic. Wyd. PWr., Wrocław, 2000.</p> <p>[95] Rakowski G., Kacprzyk Z., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005</p> <p>[96] Fortuna Z., Macukow B., Wąsowski J.: Metody numeryczne. WNT, Warszawa 2009</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[61] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., The Finite Element Method. Vol. I-III, Butterworth-Heinemann 2000</p> <p>[62] Czasopisma z zakresu inżynierii biomedycznej (Journal of Biomechanics, Clinical Biomechanics)</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Dr inż. Małgorzata Żak, malgorzata.a.zak@pwr.edu.pl</b>

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim **METODY DOŚWIADCZALNE I NUMERYCZNE W BIOMECHANICE**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **NUMERICAL AND EXPERIMENTAL****METHODS IN BIOMECHANICS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): biomechanika inżynierska**Poziom i forma studiów: **I / II stopień / jednolite studia magisterskie\***, stacjonarna /**niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\***Kod przedmiotu **ARM015301L**Grupa kursów **TAK/ NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			2		

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

1. Projektowanie wspomagane komputerowo MMM010145L
2. Biomechanika inżynierska MDM000156W
3. Metody numeryczne w biomechanice ARM005304W, MDM000157P
4. Biomateriały MDM000147L, MDM005303W

### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie wiedzy i umiejętności pozwalających na praktyczne zastosowanie MES do analizy stanu odkształcenia i naprężenia w elementach konstrukcyjnych implantów.

C2 Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie walidacji i interpretacji wyników modeli numerycznych i doświadczalnych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Inżynierii Biomedycznej dla specjalności Biomechanika Inżynierska, w szczególności w zakresie: implantów i sztucznych narządów, projektowania konstrukcji mechanicznych, biomateriałów oraz metod doświadczalnych i numerycznych w biomechanice.

PEU\_W02 Ma ugruntowaną wiedzę o zasadach tworzenia modeli numerycznych oraz definiowania warunków brzegowych dla takich modeli.

PEU\_W03 Zna techniki walidacji modeli numerycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opracować modele numeryczne elementów konstrukcyjnych implantów i fragmentów układu kostnego

PEU\_U02 Potrafi przeprowadzić weryfikację modelu numerycznego.

PEU\_U03 Potrafi przeprowadzić obliczenia MES i dokonać analizy wyników.

PEU\_U04 Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować model numeryczny, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Biomechanika Inżynierska

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do samodzielnego podejmowania decyzji, krytycznej oceny działań własnych, potrafi myśleć w sposób kreatywny.

PEU\_K02 Ma świadomość roli inżyniera w rozwoju cywilizacyjnym.

PEU\_K03 Ma umiejętności w wyszukiwaniu informacji z zakresu biomechaniki inżynierskiej oraz jej krytycznej analizy.

PEU\_K04 Ma umiejętności do podejmowania decyzji projektowych w czasie pracy indywidualnej i zespołowej.

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Opracowanie założeń geometrycznych trójwymiarowego modelu numerycznego na podstawie geometrii rzeczywistego implantu. Opracowanie planu budowy modelu numerycznego w oparciu o technikę bottom-up lub top-down.	3
La2	Określenie uproszczeń przyjętych w modelu i ich uzasadnienie merytoryczne. Wyznaczenie wymiarów geometrycznych implantu wraz ze sporządzeniem rysunku technicznego. Tworzenie geometrii implantu.	3
La3	Praca nad modelem geometrycznym implantu.	3
La4	Praca nad modelem geometrycznym implantu.	3
La5	Wybór doświadczalnej metody pomiarowej do weryfikacji modelu numerycznego.	3
La6	Przygotowanie stanowiska do badań doświadczalnych.	3
La7	Przeprowadzenie badań doświadczalnych, wyznaczenie wartości analizowanego parametru dla przyjętych warunków obciążenia.	3
La8	Przeprowadzenie badań doświadczalnych, wyznaczenie wartości analizowanego parametru dla przyjętych warunków obciążenia.	3
La9	Opracowanie wyników badań doświadczalnych.	3
La10	Walidacja modelu numerycznego. Porównanie wyników uzyskanych ze wstępnych symulacji MES i badań doświadczalnych.	3
La11	Określenie stopnia rozbieżności uzyskanych wyników.	3
La12	Analiza czynników związanych z modelem numerycznym, które mogą mieć wpływ na poprawę zbieżności wyników doświadczalnych z numerycznymi.	3
La13	Przeprowadzenie symulacji numerycznych i opracowanie wyników.	3
La14	Przeprowadzenie symulacji numerycznych i opracowanie wyników.	3
La15	Prezentacja wyników końcowych.	3
	Suma godzin	45

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Komputer

N2. Oprogramowanie Ansys

N3. Auto CAD i Inventor

N4. Prezentacja

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03  PEU_U01  PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	Prezentacja wyników prac nad modelem geometrycznym (prezentacja na forum grupy).
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03  PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Prezentacja wyników badań doświadczalnych i walidacji modelu numerycznego (prezentacja na forum grupy).

	PEU_U04  PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	
F3	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03  PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04  PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	Raport końcowy z przeprowadzenia badań doświadczalnych i numerycznych.
$P=1/3F1+1/3F2+1/3F3$		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [97] Rusiński E., Czmochoowski J., Smolnicki T., Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych. Ofic. Wyd. PWr., Wrocław, 2000.
- [98] Rakowski G., Kacprzyk Z., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005
- [99] Fortuna Z., Macukow B., Wąsowski J.: Metody numeryczne. WNT, Warszawa 2009

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [100] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., The Finite Element Method. Vol. I-III, Butterworth-Heinemann 2000
- [101] Czasopisma z zakresu inżynierii biomedycznej (Journal of Biomechanics, Clinical Biomechanics)

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Małgorzata Żak, malgorzata.a.zak@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim IMPLANTY I SZTUCZNE  
NARZĄDY****Nazwa przedmiotu w języku angielskim IMPLANTS AND ARTIFICIAL ORGANS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA****Poziom i forma studiów: I /-II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
niestacjonarna\*****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*****Kod przedmiotu MDM000148P****Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				<b>45</b>	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom				1,5	



wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					
--	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Biomechanika inżynierska MDM000156W
2. Zaliczony kurs: Podstawy biomateriałów MDP001001W , Biomateriały MDM005303W, Technologia implantów MDM000151W, Technologia implantów MDM000151P

\

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie zaawansowanej wiedzy z zakresu rozwoju technik wspomagania funkcji życiowych człowieka poprzez wprowadzanie do organizmu ludzkiego implantów oraz sztucznych narządów.
- C2 Nabycie umiejętności w projektowaniu implantów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi typowe dla specjalności Biomechanika Inżynierska.

PEU\_U02 Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Biomechanika Inżynierska.

PEU\_U03 Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy Inżynierii Biomedycznej w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach.

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych asPEUów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Omówienie przebiegu i warunków zaliczenia zajęć. Wydanie tematów.	3
Pr2	Analiza istniejących rozwiązań konstrukcyjnych wybranego implantu.	3
Pr3	Sformułowanie wstępnych założeń projektu i kryteriów oceny koncepcji rozwiązania.	3
Pr4	Przedstawienie własnych koncepcji rozwiązań i wybór jednej z nich do dalszej realizacji 1.	3
Pr5	Przedstawienie własnych koncepcji rozwiązań i wybór jednej z nich do dalszej realizacji 2.	3
Pr6	Prezentacja proponowanych rozwiązań (szkice rozwiązań konstrukcyjnych) 1.	3
Pr7	Prezentacja proponowanych rozwiązań (szkice rozwiązań konstrukcyjnych) 2.	3
Pr8	Przeprowadzenie wstępnych obliczeń wybranych elementów i węzłów nośnych.	3
Pr9	Wykonanie rysunku złożeniowego.	3
Pr10	Wykonanie rysunków wykonawczych wybranych elementów 1.	3
Pr11	Wykonanie rysunków wykonawczych wybranych elementów 2.	3

Pr12	Przeprowadzenie obliczeń ostatecznych.	3
Pr13	Weryfikacja dokumentacji.	3
Pr14	Oddanie i prezentacja prac 1.	3
Pr15	Oddanie i prezentacja prac 2.	3
	Suma godzin	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Konsultacje.  
N2. Pisemne opracowanie raportu.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Ocena opracowanej dokumentacji projektu.
P=F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Mechanika Techniczna, Biomechanika, R. Będziński (red.), Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2011.,  
[2] Sztuczne narządy T.III pod red. M. Nałęcz, Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, Warszawa 2003.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Pozowski A., Alloplastyka stawu biodrowego, Wyd. Górnicki, 2011.

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. inż. Celina Pezowicz, celina.pezowicz@pwr.edu.pl

Dr inż. Sylwia Szotek, sylwia.szotek@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim SYSTEMY  
NAWIGACYJNE W MEDYCYNIE****Nazwa przedmiotu w języku angielskim COMPUTER  
NAVIGATION SYSTEMS IN  
MEDICINE****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: I / ~~II stopień~~ / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /  
niestacjonarna\*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \*

Kod przedmiotu MDM000150S

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					30
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom					0,6

wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					
--	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

14. Wiedza i umiejętności z biomechaniki inżynierskiej (np. kurs Biomechanika inżynierska).
15. Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu automatyki i robotyki.

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu metod działania systemów nawigacyjnych i obszarów ich zastosowania w medycynie.
- C2 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu pozyskiwania wiedzy z literatury oraz opracowania i wygłaszania seminariów.
- C3 Nabycie umiejętności krytycznej oceny rozwiązań technicznych w zakresie komputerowego wspomaganie zabiegów operacyjnych

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę z zakresu metod lokalizacji i zastosowania systemów nawigacyjnych w medycynie, w szczególności chirurgii ortopedycznej, laryngologicznej, onkologicznej oraz neurochirurgii.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi dokonać krytycznej analizy rozwiązań technicznych w zakresie komputerowego wspomaganie zabiegów operacyjnych.

PEU\_U02 Potrafi prowadzić dyskusję, wyciągać wnioski i formułować opinie w zakresie komputerowego wspomaganie zabiegów operacyjnych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznaje znaczenie wiedzy do rozwiązywania problemów poznawczych i praktycznych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	<p>Rodzaje systemów nawigacyjnych (optyczne – w świetle widzialnym i w zakresie podczerwieni, elektromagnetyczne, ultradźwiękowe, inercyjne, żyroskopy, akcelerometry, i inne)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. zasada działania,</li> <li>b. typy czujników,</li> <li>c. zastosowanie,</li> <li>d. wady, zalety, ograniczenia.</li> </ul>	1
Se2	<p>Komputerowe wspomaganie zabiegów ortopedycznych z wykorzystaniem nawigacji bez obrazów i z obrazami</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. zasada działania nawigacji z obrazami i bez obrazów,</li> <li>b. stosowane obrazowanie (CT, C-arm, inne),</li> <li>c. zakres zabiegów (THA, TKA, chirurgia kręgosłupa, korekcja deformacji kończyn),</li> <li>d. zastosowanie ramki referencyjnej,</li> <li>e. procedura matchingu – zasada, metoda, dokładność,</li> <li>f. zalety, wady.</li> </ul>	2
Se3	<p>Komputerowe wspomaganie zabiegów neurochirurgicznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Diagnostyka radiologiczna z wykorzystaniem fuzji obrazów</li> <li>b. Przykłady układów wspomagania z zastosowaniem rezonansu magnetycznego przedoperacyjnego,</li> <li>c. Przykłady układów wspomagania z zastosowaniem rezonansu magnetycznego śródoperacyjnego (np. PoleStar Medtronic, inne),</li> <li>d. Problemy, wady i zalety.</li> </ul>	2
Se4	<p>Systemy wspomagania zabiegów laryngologicznych (Ear Nose Throat - ENT)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Metody obrazowania (CT, endoskopia),</li> <li>b. Nawigacja w zabiegach laryngologicznych,</li> <li>c. W jaki sposób nawigować położenie końcówki endoskopu?</li> <li>d. Przykłady rozwiązań systemów (Stryker, Medtronic, inne).</li> </ul>	2
Se5	<p>Nawigowana głowica ultrasonograficzna (free-hand sonography)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. zasada działania (różnica względem typowych systemów ultrasonografii 3D, 4D),</li> <li>b. przykłady zastosowań,</li> <li>c. metody kalibracji,</li> <li>d. dokładność.</li> </ul>	2
Se6	<p>Obrazowanie fluorescencyjne w komputerowym wspomaganiu zabiegów operacyjnych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. zasada działania obrazowania fluorescencyjnego, specyficzność obrazowania zmian nowotworowych,</li> <li>b. sposób wizualizacji informacji</li> </ul>	2

	c. dokładność zabiegów	
Se7	<p>Komputerowe wspomaganie zabiegów resekcji zmian nowotworowych w obszarze twarzoczaszki i rekonstrukcji kości</p> <p>a. Stosowane obrazowanie do identyfikacji struktur tkankowych i zmiany nowotworowej,</p> <p>b. Stosowana metoda nawigacji komputerowej,</p> <p>c. Sposób rekonstrukcji kości do uzupełnienia ubytku kostnego po resekcji,</p> <p>d. Zalety nawigacji komputerowej.</p>	2
Se8	<p>Rozszerzona rzeczywistość we wspomaganiu zabiegów operacyjnych</p> <p>a. zasada działania rozszerzonej rzeczywistości (systemy monitor based AR; head mounted display: Video See-through, optical see through; Virtual Retinal Display)</p> <p>b. nawigacja położenia i orientacji wyświetlaczy rozszerzonej rzeczywistości (do czego służy, jak działa?)</p> <p>c. przykłady zastosowań we wspomaganiu zabiegów operacyjnych (komercyjne i niekomercyjne)</p>	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacje multimedialne ilustrujące zagadnienia omawiane w czasie seminarium.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Ocena z prezentacji tematu i aktywności podczas dyskusji
P=F1		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [102] Stiehl J., Konermann W., Haaker R., DiGioia A.M., Navigation and MIS in Orthopaedic Surgery. Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2007.
- [103] Strony internetowe producentów systemów nawigacji oraz systemów komputerowego wspomaganie zabiegów operacyjnych.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Maintz J.B., Viergever M.A., A Survey of Medical Image Registration, Medical Image Analysis (1998), Vol. 2, pp.1-37.
- [2] Roszkowski M., Neuronawigacja – chirurgia wspomagana obrazem, współczesne możliwości zastosowania w neurochirurgii, Problemy Lekarskie 2006; 45, 1: 17–26.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Ewelina Świątek-Najwer, [ewelina.swiatek-najwer@pwr.edu.pl](mailto:ewelina.swiatek-najwer@pwr.edu.pl)**

**Dr inż. Magdalena Żuk, [magdalena.zuk@pwr.edu.pl](mailto:magdalena.zuk@pwr.edu.pl)**



WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim TECHNOLOGIA  
IMPLANTÓW****Nazwa przedmiotu w języku angielskim IMPLANTS MANUFACTURING  
TECHNOLOGY****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: I / ~~II~~ stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
**niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \***Kod przedmiotu **MDM000151W, MDM000151P**Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>			<b>30</b>	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin /</del> zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin /</del> zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom	1,5			1,5	

wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					
--	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Biomechanika inżynierska MDM000156W
2. Zaliczony kurs: Biomateriały MDM005303W
3. Zaliczony kurs: Mechanika i wytrzymałość MMM020143W, MMM020143L

\

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu technologii wytwarzania implantów.  
C2 Nabycie podstawowych umiejętności w doborze procesów technologicznych w oparciu o kryteria natury eksploatacyjnej i ekonomicznej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada podstawową wiedzę na temat technologii wytwarzania implantów.

PEU\_W02 Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu technologii dotyczących różnych materiałów: metalicznych, tworzyw sztucznych oraz ceramicznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy Inżynierii Biomedycznej w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach

PEU\_U02 Potrafi dobrać procesy technologiczne w oparciu o kryteria natury eksploatacyjnej i ekonomicznej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.

PEU\_K02 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role, gotów jest do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Klasyfikacja implantów, charakterystyka ich funkcji, warunków pracy, stanu obciążenia oraz czasu pracy.	2
Wy2	Charakterystyka właściwości mechanicznych biomateriałów wykorzystywanych do wytwarzania implantów.	2
Wy3	Podstawowe pojęcia technologii wytwarzania.	2
Wy4	Techniki spajania materiałów metalicznych.	2
Wy5	Techniki wytwarzania implantów z materiałów metalicznych – obróbka bezubytkowa (odlewnictwo)	2
Wy6	Techniki wytwarzania implantów z materiałów metalicznych z wykorzystaniem obróbki plastycznej; podstawy teoretyczne.	2
Wy7	Techniki wytwarzania implantów z materiałów metalicznych z wykorzystaniem obróbki plastycznej – rodzaje technik.	2
Wy8	Techniki wytwarzania implantów z materiałów metalicznych – obróbka ubytkowa.	2
Wy9	Inżynieria powierzchni materiałów metalicznych.	2
Wy10	Materiały polimerowe w zastosowaniu na implanty.	2

Wy11	Techniki wytwarzania implantów z materiałów polimerowych: wtryskiwanie, prasowanie warstwowe.	2
Wy12	Techniki wytwarzania implantów z materiałów polimerowych: obróbka mechaniczna.	2
Wy13	Technologia wytwarzania implantów z materiałów ceramicznych: ceramika aktywna, ceramika interna.	2
Wy14	Projektowanie procesów wytwarzania i opracowywanie dokumentacji technologicznej implantu.	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Omówienie przebiegu i warunków zaliczenia zajęć. Wydanie tematów i opis do projektu nr I z techniki spawania.	2
Pr2	Analiza materiału i opis metody spawania. Wykonanie rysunków konstrukcyjnych.	2
Pr3	Weryfikacja dokumentacji. Przygotowanie karty technologicznej.	2
Pr4	Odbiór projektu I	2
Pr5	Wydanie tematów i opis zadań do realizacji projektu nr II z technik odlewania	2
Pr6	Analiza materiału i opis metody odlewania. Wykonanie rysunków konstrukcyjnych.	2
Pr7	Weryfikacja dokumentacji. Przygotowanie karty technologicznej.	2
Pr8	Odbiór projektu nr II	2
Pr9	Wydanie tematów i opis do projektu nr III - projekt procesu wytwarzania wybranego implantu metalicznego, polimerowego lub ceramicznego	2
Pr10	Dobór technik wytwarzania/parametry/urządzenia.	2
Pr11	Wykonanie rysunków konstrukcyjnych.	2
Pr12	Wstępna analiza ekonomiczna procesu wytwarzania	2
Pr13	Weryfikacja dokumentacji rysunkowej.	2
Pr14	Odbiór i zaliczenie projektu nr III -1 część.	2
Pr15	Odbiór i zaliczenie projektu nr III -2 część.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład multimedialny.
N2. Konsultacje.
N3. Pisemne opracowanie raportu.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Kolokwium
F2	PEU_U01  PEU_U02  PEU_K01 PEU_K02	Prezentacja
P=F1		
P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>[1] Filipowski R., Marciniak M., Techniki obróbki mechanicznej i erozyjnej. OWPW, Warszawa 2000.</p> <p>[2] Erbl J., Encyklopedia technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym, T1 i T2, Ofic. Wyd. PW, Warszawa 2001.</p>
<p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p>
<p><b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b></p>
<p>Dr hab. inż. Celina Pezowicz, celina.pezowicz@pwr.edu.pl</p> <p>Dr inż. Sylwia Szotek, sylwia.szotek@pwr.edu.pl</p>

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**      **BIOMECHANIKA  
INŻYNIERSKA**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim**      **BIOMECHANICAL  
ENGINEERING**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      **INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA**

**Specjalność (jeśli dotyczy):**      **BIOMECHANIKA  
INŻYNIERSKA**

**Poziom i forma studiów:**      **I / # stopień / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /  
niestacjonarna\***

**Rodzaj przedmiotu:**      **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\***

**Kod przedmiotu**      **MDM000156L**

**Grupa kursów**      **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			120		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom			2		

wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					
--	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

Brak wymagań wstępnych.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1** Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu biomechaniki inżynierskiej.
- C2** Nabycie podstawowych umiejętności rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki, wykonywanie i analizowanie pomiarów wielkości mechanicznych człowieka za pomocą metod doświadczalnych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania oraz rozwiązywać złożone i nietypowe problemy Inżynierii Biomedycznej w zmiennych i nie w pełni przewidywalnych warunkach
- PEU\_U02 Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi typowe dla specjalności Biomechanika Inżynierska
- PEU\_U03 Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Biomechanika Inżynierska

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

PEU\_K02 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role, gotów jest do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Analiza przemieszczeń i odkształceń segmentu kręgosłupa za pomocą metody interferometrii holograficznej	3
La2	Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych struktur tkankowych	3
La3	Badanie wad postawy metodą mory	3
La4	Analiza pola przemieszczeń kości piszczelowej przy zastosowaniu ESPI	3
La5	Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych stabilizatorów zewnętrznych kości długich	3
La6	Zastosowanie metody elastoptycznej do analizy stanu naprężenia w modelach stawu biodrowego	3
La7	Zastosowanie metody elementów skończonych (MES) w analizie procesów przebudowy tkanki kostnej	3
La8	Zastosowanie systemu nawigacyjnego w pomiarach geometrii kończyny dolnej	3
La9	Wykorzystanie metody fotografii plamkowej do wyznaczania przemieszczeń żuchwy człowieka	3
La10	Zastosowanie metod wizualizacji do analizy zakresu ruchu	3
La11	Zastosowania technologii druku 3D w medycynie	3
La12	Zastosowanie tensometrii rezystancyjnej do wyznaczania odkształceń struktur kostnych	3
La13	Komputerowa analiza wielkości fizycznych człowieka w warunkach statycznych i dynamicznych przy użyciu platformy diagnostycznej	3
La14	Analiza elektropotencjałów mięśni kończyn górnych w asPEUcie ich wykorzystania w sterowaniu protezą dłoni	3
La15	Zaliczenie, ewentualna powtórka tematów	3



Suma godzin	45
-------------	----

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Konsultacje  
 N2. Prace doświadczalne  
 N3. Pisemne opracowanie sprawozdania

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02	Średnia ocena ze sprawozdań i odpowiedzi ustnych
P=F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [63] Będziński R., Biomechanika inżynierska, zagadnienia wybrane. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 1997.  
 [64] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.5 Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003.  
 [65] Będziński R. (red.), Mechanika Techniczna, Biomechanika, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2011

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [66] Instrukcje dostępne na stronie [www.biomech.pwr.wroc.pl](http://www.biomech.pwr.wroc.pl)  
 [67] Czasopisma: Journal of Biomechanics; Clinical of Biomechanics.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr inż. Sylwia Szotek, [szotek@pwr.edu.pl](mailto:szotek@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim METODY NUMERYCZNE  
W BIOMECHANICE**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **NUMERICAL METHODS IN BIOMECHANICS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA**

Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA

Poziom i forma studiów: **I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna /  
niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\***Kod przedmiotu **MDM000157P**Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				120	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				4	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)				2,5	

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

1. Projektowanie wspomagane komputerowo MMM010145L
2. Biomechanika inżynierska MDM000156W

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy o podstawach teoretycznych metody elementów skończonych (MES).
- C2 Uzyskanie wiedzy i umiejętności pozwalających na praktyczne zastosowanie MES do analizy stanu odkształcenia i naprężenia w elementach konstrukcyjnych implantów.
- C3 Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie walidacji i interpretacji wyników modeli numerycznych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę o metodzie elementów skończonych.
- PEU\_W02 Posiada wiedzę o zasadach i etapach tworzenia modeli numerycznych obiektów inżynierskich i biomechanicznych.
- PEU\_W03 Potrafi definiować warunki brzegowe modelu numerycznego oraz przedstawiać w sposób graficzny uzyskane wyniki symulacji numerycznych.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umie opracować modele numeryczne prostych elementów konstrukcyjnych.
- PEU\_U02 Umie przeprowadzić obliczenia metodą elementów skończonych w programie Ansys.
- PEU\_U03 Umie wykonać podstawową analizę wyników uzyskanych metodą elementów skończonych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Ma umiejętności w wyszukiwaniu informacji z zakresu biomechaniki inżynierskiej oraz jej krytycznej analizy.
- PEU\_K02 Potrafi myśleć w sposób kreatywny.
- PEU\_K03 Ma świadomość roli inżyniera w rozwoju cywilizacyjnym.

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wprowadzenie do środowiska ANSYS APDL. Interfejs aplikacji APDL, tworzenie i zapisywanie skryptów. Zasady modelowania - rozwiązanie przykładowego przypadku inżynierskiego.	3
Pr2	Budowanie prostych modeli powłokowych, belkowych i bryłowych. Operacje na modelach geometrycznych - zastosowanie funkcji boolowskich.	6
Pr3	Globalne i lokalne układy współrzędnych. Zastosowanie komponentów i selekcji w modelowaniu numerycznym.	3
Pr4	Dyskretyzacja modelu. Wybór typu elementu skończonego. Sposoby dobierania parametrów dyskretnych.	3
Pr5	Wprowadzanie warunków brzegowych. Definiowanie parametrów materiałowych i modelu obciążeniowego.	3
Pr6	Zagadnienia analizy wytrzymałościowej przykładowego modelu numerycznego. Metody przedstawiania i edycji wyników obliczeń.	6
Pr7	<i>Samodzielne opracowanie i rozwiązanie zadania dla wybranej konstrukcji implantu: Opracowanie modelu geometrycznego.</i>	9
Pr8	<i>Samodzielne opracowanie i rozwiązanie zadania dla konstrukcji implantu: Opracowanie modelu dyskretnego oraz zdefiniowanie warunków brzegowych.</i>	6
Pr9	<i>Samodzielne opracowanie i rozwiązanie zadania dla konstrukcji implantu: Opracowanie wyników analiz numerycznych, wyznaczenie wartości odkształceń i naprężeń w skali globalnej modelu, wyznaczenie wartości analizowanych parametrów we wskazanych przekrojach.</i>	6
	Suma godzin	<b>45</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Komputer
N2. Oprogramowanie Ansys
N4. Prezentacja

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (wykład)**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		Wykład – ocena z kolokwium
P=F1		

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (projekt)**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03  PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03  PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Zaliczenie cząstkowych zadań z projektów Pr1÷Pr6
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03  PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03  PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Zaliczenie projektu własnego opracowania rozwiązania prostego problemu biomedycznego dla wybranego modelu numerycznego (projekt własny Pr7÷Pr9).
P=1/3F1+2/3F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [104] Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T., Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych. Ofic. Wyd. PWr., Wrocław, 2000.
- [105] Rakowski G., Kacprzyk Z., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005
- [106] Fortuna Z., Macukow B., Wąsowski J.: Metody numeryczne. WNT, Warszawa 2009

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [68] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., The Finite Element Method. Vol. I-III, Butterworth-Heinemann 2000
- [69] Czasopisma z zakresu inżynierii biomedycznej (Journal of Biomechanics, Clinical Biomechanics)

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Małgorzata Żak, malgorzata.a.zak@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** **TECHNIKA  
MIKROPROCESOROWA****Nazwa przedmiotu w języku angielskim** **MICROPROCESSOR  
TECHNIQUE****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** **INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy):** **BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
**niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MDM000158

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom	2		1,5		

wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					
--	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

16. Zakłada się, że przed rozpoczęciem nauki niniejszego przedmiotu student posiada przygotowanie w zakresie: podstaw algorytmiki i elektroniki.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poszerzenie wiedzy w zakresie mikrosterowników, znajomości architektury i zasad programowania mikrosterowników z wybranej rodziny.
- C2 Nabycie umiejętności programowania mikrosterowników j.w. w wybranym języku.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę z zakresu architektury wybranych mikroprocesorów

PEU\_W02 Ma podstawową wiedzę z obsługi programowej podsystemów wybranego mikrosterownika

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi implementować algorytmy w wybranym języku programowania.

PEU\_U02 Potrafi programować podsystemy wybranego mikrosterownika.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi pracować nad zadaniami samodzielnie i w grupie.

PEU\_K02 Potrafi myśleć i działać kreatywnie.



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do składni wybranego języka programowania	2
Wy2	Instrukcje warunkowe i pętle,	2
Wy3	Tablice, stringi	2
Wy4	Funkcje, sposób przesyłania argumentów do funkcji	2
Wy5	Kolokwium I	2
Wy6	Wstęp do architektury sterowników mikroprocesorowych.	
Wy7	Architektura wybranej rodziny mikrokontrolerów.	
Wy8	Architektura wybranego sterownika.	2
Wy9	Porty wejścia i wyjścia sterownika, architektura i sposób implementacji	2
Wy10	Moduły Real Timer – architektura, sposób implementacji, Timer Counter – architektura, sposób implementacji trybów pracy	2
Wy11	Sterowanie pozycją wału serwomechanizmu za pomocą zmiennego wypełnienia (PWM)	2
Wy12	Przetwornik ADC – architektura, sposób implementacji	2
Wy13	Przykłady implementacji dla wybranego sterownika i mikrokontrolera 1	2
Wy14	Przykłady implementacji dla wybranego sterownika i mikrokontrolera 2	2
Wy15	Kolokwium II	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wstęp do środowiska programowania.	3
La2	Zapoznanie się z zestawem laboratoryjnym.	3
La3	Ćwiczenia wprowadzające w programowanie w wybranym języku programowania	3
La4	Ćwiczenia w zakresie systemu binarnego, szesnastkowego oraz operatorów logicznych i bitowych.	3
La5	Zastosowanie masek i operatorów do ustawiania rejestrów.	3
La6	Porty wejścia/wyjścia - konfiguracja.	3
La7	Porty wejścia/wyjścia – obsługa klawiatury i diod LED.	3
La8	Sterowanie diodami LED w trybie synchronicznym i asynchronicznym	3
La9	Obsługa wyświetlacza LCD	3
La10	Implementacja opóźnienia z zastosowaniem Real Timer.	3

La11	Implementacja opóźnień z zastosowaniem Timer/Counter.	3
La12	Implementacja przetwornika analogowo/cyfrowego.	3
La13	Zastosowanie przetwornika ADC i wybranego czujnika, np. akcelerometru.	3
La14	Implementacja fali o zmiennym wypełnieniu (PWM) do sterowania położeniem wału serwomechanizmu.	3
La15	Zaliczenie.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład multimedialny.

N2. Ocena zadań laboratoryjnych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Średnia z ocen z kolokwium z wykładu
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Średnia z ocen z tematów laboratoryjnych.
P=F1		
P=F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Brzoza-Woch R., Mikrokontrolery AT91SAM7 w przykładach, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2009
- [2] Chorowski B., M. Wereszko M, Mechaniczne urządzenia automatyki. WNT, Warszawa 1990.
- [3] Morecki A., Podstawy robotyki, teoria i elementy manipulatorów i robotów. WNT, Warszawa 1999.
- [4] Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K., Teoria mechanizmów i manipulatorów. Podstawy i przykłady zastosowań w praktyce. WNT, Warszawa 2001.
- [5] Augustyn J., Projektowanie systemów wbudowanych na przykładzie rodziny SAM7S z rdzeniem ARM7TDMI. IGSMiE PAN, Kraków 2007.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [70] Grębosz J., Symfonia C++. Wydawnictwo Edition, Kraków 2000.
- [71] Prata S., Szkoła programowania. Język C. Helion, Gliwice 2006.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Ewelina Świątek-Najwer, [ewelina.swiatek-najwer@pwr.edu.pl](mailto:ewelina.swiatek-najwer@pwr.edu.pl)**

**Dr inż. Jarosław Szrek, [jaroslaw.szrek@pwr.edu.pl](mailto:jaroslaw.szrek@pwr.edu.pl)**

**Dr inż. Magdalena Żuk, [magdalena.zuk@pwr.edu.pl](mailto:magdalena.zuk@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim IMPLANTY I SZTUCZNE  
NARZĄDY 2****Nazwa przedmiotu w języku angielskim IMPLANTS AND ARTIFICIAL ORGANS 2****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA****Poziom i forma studiów: I / ~~II~~ stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /  
niestacjonarna\*****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ \*****Kod przedmiotu MDM000160W****Grupa kursów TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</b>				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom	0,7				

wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					
--	--	--	--	--	--

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Biomechanika inżynierska MDM000156W
2. Zaliczony kurs: Podstawy biomateriałów MDP001001W , Biomateriały MDM005303W, Technologia implantów MDM000151W

\

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie zaawansowanej wiedzy z zakresu technologii wytwarzania implantów.
- C2 Nabycie podstawowych umiejętności w doborze procesów technologicznych w oparciu o kryteria natury eksploatacyjnej i ekonomicznej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu Inżynierii Biomedycznej, w szczególności: automatyki i robotyki, biochemii, biofizyki, biomateriałów, czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych, elektronicznej aparatury medycznej, grafiki inżynierskiej, implantów i sztucznych narządów, laserów i ich zastosowania w medycynie, mechaniki i wytrzymałości, metrologii, optyki inżynierskiej, podstaw biofotoniki, programowania i grafiki komputerowej, przetwarzania sygnałów, technik obrazowania medycznego.

PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Inżynierii Biomedycznej dla specjalności Biomechanika Inżynierska, w szczególności w zakresie biomechaniki sportu, bioprzepływów, inżynierii rehabilitacyjnej, implantów i sztucznych narządów, projektowania konstrukcji mechanicznych, biomateriałów oraz metod doświadczalnych i numerycznych w biomechanice

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sztuczne stawy kończyny górnej: barkowy, łokciowy, skokowy	2
Wy2	Implanty międzytrzonowe kręgosłupa (cage, koszyki, protezy krążków międzykręgowych).	2
Wy3	Implanty „rosnące” kręgosłupa	2
Wy4	Implanty i protezy stomatologiczne; zespolenia żuchwy.	2
Wy5	Skafoldy jako rusztowania tkankowe.	2
Wy6	Stymulatory układu nerwowego i mięśniowego.	2
Wy7	Podstawy budowy i funkcji implantów narządu wzroku i słuchu.	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład multimedialny.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P –	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
--	--------------------------	---

podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_W01 PEU_W02	Kolokwium
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>[1] Mechanika Techniczna, Biomechanika, R. Będziński (red.), Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2011,.</p> <p>[2] Sztuczne narządy T.III pod red. M. Nałęcz, Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, Warszawa 2003.</p> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <p>[1] Pozowski A., Alloplastyka stawu biodrowego, Wyd. Górnicki, 2011.</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr hab. inż. Celina Pezowicz, celina.pezowicz@pwr.edu.pl
Dr inż. Sylwia Szotek, sylwia.szotek@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI/ STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biomateriały****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biomaterials****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Biomedyczna****Specjalność (jeśli dotyczy): Biomechanika Inżynierska**Poziom i forma studiów: ~~I / II stopień~~ / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /~~niestacjonarna\*~~Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu MDM005303W

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	1				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,8				

\*niepotrzebne skreślić



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

17. Zaliczone kurs Biomechanika inżynierska (MDM000156W, MDM000156L),

18. Mechanika i wytrzymałość (MMM020143W, MMM020143L)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Zdobyć wiedzy o biomateriałach, ich właściwościach mechanicznych i fizyko-chemicznych.

C2. Zdobyć wiedzy o zastosowaniach biomateriałów oraz ich współdziałaniem ze środowiskiem tkankowym.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - Ma wiedzę o biomateriałach stosowanych w inżynierii biomedycznej, ich strukturze i właściwościach mechanicznych.

PEU\_W02 - Ma wiedzę o oddziaływaniu biomateriałów na środowisko tkankowe oraz sposobach modyfikacji właściwości biomateriałów w celu uzyskania lepszej biogodności.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - Ma świadomość roli inżyniera w rozwoju cywilizacyjnym i odpowiedzialności za skutki jego działalności.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Mikrostruktura stali austenitycznej i stopów Co-Cr-Mo, rola dodatków stopowych. Wpływ obróbki cieplnej i plastycznej na właściwości mechaniczne materiałów metalicznych.	2
Wy2	Tytan, stopy tytanu – właściwości mechaniczne, zastosowania. Stopy wykazujące efekt pamięci kształtu, przykłady zastosowań.	2
Wy3	Degradacja biomateriałów metalicznych w środowisku organizmu żywego. Zagadnienie metalozy.	2
Wy4	Znaczenie porowatości biomateriałów ceramicznych, techniki uzyskiwania porowatych struktur. Ceramika osteoindukcyjna i osteokondukcyjna.	2
Wy 5	Polimerowe materiały bioresorbowalne, mechanizmy biodegradacji i bioresorpcji, biomechaniczne zasady projektowania implantów bioresorbowalnych i rusztowań dla inżynierii tkankowej.	2
Wy6	Biomateriały węglowe: właściwości fizyko-chemiczne, technologie wytwarzania, zastosowania.	2
Wy7	Biomateriały stosowane do wytwarzania zindywidualizowanych implantów metodami przyrostowymi.	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacje multimedialne.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K01	Zaliczenie na ocenę
P=F1		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

[107] Inżynieria Biomedyczna- Podstawy i Zastosowania. Tom 4. Biomateriały. pod red. Stanisław Błażewicz, Jan Marciniak. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2013

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[72] Czasopisma: Inżynieria Biomateriałów (BMW, B-4), Biomaterials (e-czasopisma, BG PWr).

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Jarosław Filipiak, email: [jaroslaw.filipiak@pwr.edu.pl](mailto:jaroslaw.filipiak@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim BIOPRZEPLYWY****Nazwa przedmiotu w języku angielskim BIOFLUIDS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /~~niestacjonarna\*~~Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu MDM010141L

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Biofizyka
2. Zaliczony kurs: Biomechaniki inż.
3. Zaliczony kurs: Bioprzepływy (wykład)

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu przepływu płynów biologicznych w żywym organizmie.
- C2 Nabycie podstawowych umiejętności rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki, wykonywanie pomiarów z zastosowaniem technik laserowych wizualizacji przepływu.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Inżynierii Biomedycznej dla specjalności Biomechanika Inżynierska, w szczególności w zakresie biomechaniki sportu, bioprzepływów, inżynierii rehabilitacyjnej, implantów i sztucznych narządów, projektowania konstrukcji mechanicznych, biomateriałów oraz metod doświadczalnych i numerycznych w biomechanice

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić – zwłaszcza w powiązaniu z Inżynierią Biomedyczną – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi typowe dla specjalności Biomechanika Inżynierska

PEU\_U02 Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować i zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Inżynierii Biomedycznej, używając właściwych metod, techniki i narzędzi charakterystycznych dla specjalności Biomechanika Inżynierska

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wyznaczenie współczynnika lepkości badanej cieczy	3
La2	Dobieranie odpowiednich markerów do badania charakteru przepływów z zastosowaniem technik laserowych.	3
La3	Określenie optymalnych warunków pomiaru przepływu badanej cieczy: szybkości przepływu, sposobu oświetlenia stanowiska pomiarowego, doboru parametrów rejestracji obrazu (tj.: długość migawki i czas naświetlania).	3
La4	Badanie wpływu sztucznych zastawek serca na charakter przepływu krwi.	3
La5	Badanie wpływu stentów na charakter przepływu krwi.	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Konsultacje.
N2. Prace doświadczalne.
N3. Pisemne opracowanie sprawozdania.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_U01, PEU_U02	Średnia ocen ze sprawozdań
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bębenek B., Przepływy w układzie krwionośnym. Ofic. Wyd. Polit. Krak., Kraków 1999.
- [2] Dindorf R., Wołkow J., Systemy płynowe w inżynierii medycznej. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1999.
- [3] Jaroszyk F., Biofizyka. PZWL, Warszawa 2002.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.2 Biopomiary. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2004.
- [2] Modzel P., Wybrane zagadnienia zastosowań metody fotografii plamkowej w pomiarach wektorowego pola prędkości przepływu dwufazowego. Praca doktorska, Wrocław 1993.
- [4] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.3 Sztuczne narządy. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Sylwia Szotek, [szoteks@pwr.edu.pl](mailto:szoteks@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim BIOPRZEPLYWY****Nazwa przedmiotu w języku angielskim BIOFLUIDS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /~~niestacjonarna\*~~Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~

Kod przedmiotu MDM010141W

Grupa kursów TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5				

\*niepotrzebne skreślić



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

1. Zaliczony kurs: Biofizyka
2. Zaliczony kurs: Biomechaniki inż.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu przepływu płynów biologicznych w żywym organizmie.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Inżynierii Biomedycznej dla specjalności Biomechanika Inżynierska, w szczególności w zakresie biomechaniki sportu, bioprzepływów, inżynierii rehabilitacyjnej, implantów i sztucznych narządów, projektowania konstrukcji mechanicznych, biomateriałów oraz metod doświadczalnych i numerycznych w biomechanice

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do bioprzepływów	1
Wy2	Płyny. Podstawowe prawa fizyczne. Charakterystyka przepływów (ciśnienie, natężenie przepływu, lepkość płynów, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynolds'a, przepływ stacjonarny i pulsacyjny w naczyniach sztywnych i elastycznych). Ilościowy opis przepływów (prawo ciągłości strumienia, prawo Bernoulliego, prawo Hagen - Poiseuille'a, opór naczyniowy).	2

Wy3	Płyny fizjologiczne. Krew, jako płyn reologiczny.	2
Wy4	Inne płyny ustrojowe. Podstawy modelowania przepływu krwi	2
Wy5	Model hydrauliczny układu krwionośnego. Modelowanie dynamiki układu krwionośnego.	2
Wy6	Zastosowanie pomp płynowych w technice biomedycznej (krążenie wspomagane, sztuczne serce, krążenie pozaustrojowe).	2
Wy7	Hemodynamika sztucznych mechanicznych zastawek serca. Naczynia krwionośne.	2
Wy8.	Egzamin	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład multimedialny.  
N2. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Egzamin
P=F1		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bębenek B., Przepływy w układzie krwionośnym. Ofic. Wyd. Polit. Krak., Kraków 1999.
- [2] Dindorf R., Wołkow J., Systemy płynowe w inżynierii medycznej. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1999.
- [3] Jaroszyk F., Biofizyka. PZWL, Warszawa 2002.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.2 Biopomiary. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2004.
- [2] Modzel P., Wybrane zagadnienia zastosowań metody fotografii plamkowej w pomiarach wektorowego pola prędkości przepływu dwufazowego. Praca doktorska, Wrocław 1993.
- [4] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.3 Sztuczne narządy. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Sylwia Szotek, [szoteks@pwr.edu.pl](mailto:szoteks@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim BIOMECHANIKA  
SPORTU**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **SPORT BIOMECHANICS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: **I / ~~II~~ stopień / ~~jednolite studia magisterskie~~\*, stacjonarna /  
niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \***Kod przedmiotu **MDM010142W**Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</b>				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Biomechanika inżynierska MDM000156W

\

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu budowy i funkcji układu mięśniowego jako elementu czynnego układu ruchu człowieka.

C2. Uzyskanie wiedzy na temat opisu ciała człowieka w układzie statycznym i dynamicznym.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu podstaw działania układu mięśniowego jako elementu czynnego struktury nośnej człowieka.

PEU\_W02 Posiada wiedzę na temat kinematyki, dynamiki i procesów koordynacji ruchów ciała człowieka w tym opisu lokomocji.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do biomechaniki sportu.	2
Wy2	Układ kostny jako struktura nośna człowieka.	2
Wy3	Budowa i fizjologia mięśni, mięsień jako napędy.	2
Wy4	Kinematyka połączeń stawowych.	2
Wy5	Charakterystyki bezwładnościowe ciała człowieka, środek ciężkości części ciała człowieka i metody jego wyznaczania.	2
Wy6	Równowaga ciała u człowieka.	2
Wy7	Lokomocja człowieka podczas chodu fizjologicznego i patologicznego.	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład multimedialny.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Kolokwium
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b> [1] Nałęcz M. (Red.), Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, t.5 Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003. [2] Bober T., Zawadzki J., Biomechanika układu ruchu człowieka, Wyd. BK, Wrocław 2001. [3] Burden A., Lees Neil F.A., Grimshaw P., Krótkie wykłady Biomechanika sportu, PWN 2010
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b> [1] Król H., Młynarski W., Cechy ruchu charakterystyka i możliwości parametryzacji, AWF Katowice 2006.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr hab. inż. Celina Pezowicz, celina.pezowicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**      *Projektowanie  
konstrukcji mechanicznych 1*

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim**      *Design of the  
mechanical structures*

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      *Inżynieria biomedyczna*

**Specjalność (jeśli dotyczy):**      *Biomechanika  
inżynierska*

**Poziom i forma studiów:**      ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
niestacjonarna\*

**Rodzaj przedmiotu:**      ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~

**Kod przedmiotu**      MDM010154W, MDM010154P

**Grupa kursów**      TAK / ~~NIE\*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0,5			1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,5			1	



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

1. Zaliczone kurs: MMM020143W (Mechanika i wytrzymałość – wykład)
2. Zaliczony kurs: MMM000144C (Grafika inżynierska)
3. Zaliczony kurs : MMM 010145L (Projektowanie wspomagane komputerowo)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Opanowanie podstaw wiedzy z zakresu projektowania elementów i zespołów mechanicznych i ich

zastosowań, w szczególności w urządzeniach biomedycznych.

C2 Przygotowanie do samodzielnego konstruowania elementów i zespołów mechanicznych.

C3 Opanowanie umiejętności projektowania podstawowych elementów i podzespołów mechanicznych oraz doboru elementów znormalizowanych i gotowych podzespołów.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna podstawowe metody i narzędzia konstruowania elementów i podzespołów układów mechanicznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi innowacyjnie rozwiązywać zadania projektowe, rozpoznając aktualny stan techniki, stosując ogólne i szczegółowe zasady konstruowania.

PEU\_U02 Potrafi planować i przeprowadzić proces projektowy układu mechanicznego lub prostego urządzenia, wykorzystując gotowe elementy i zespoły maszynowe.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Cel projektowania, proces projektowo-konstrukcyjny i jego algorytm, definicje, cele i zasady konstruowania, metody poszukiwania koncepcji rozwiązania zadania projektowego.	2
Wy2	Ograniczenia konstrukcyjne; ergonomia i normalizacja w konstruowaniu; rola obliczeń wytrzymałościowych w projektowaniu.	2
Wy3	Materiały konstrukcyjne, w tym materiały stosowane w inżynierii biomedycznej; tolerancje i pasowania, wpływ rodzaju obróbki na stan powierzchni materiału.	2
Wy4	Połączenia nierozłączne w budowie urządzeń (spawane, zgrzewane, klejowe, nitowe, skurczowe i wciskane) – ich charakterystyka, typowe rozwiązania, obliczenia.	2
Wy5	Połączenia rozłączne w budowie urządzeń (gwintowe, sworzniowe, kołkowe, wpustowe) – ich charakterystyka, przykłady rozwiązań, obliczenia.	2
Wy6	Wały i osie dwupodporowe, obciążone momentem skręcającym, momentem skręcającym i momentem zginającym - zasady obliczeń, ugięcia i kąty skręcenia, prędkość krytyczna wału, rola wyważania.	2
Wy7	Łożyska ślizgowe: hydrostatyczne, hydrodynamiczne, samosmarne; skojarzenia materiałowe, podstawy obliczeń, przykłady rozwiązań węzłów łożyskowych, smarowanie i uszczelnianie.	2
Wy8	Łożyska toczne: rodzaje, oznaczenia, dobór (nośność, trwałość), katalogi łożysk; przykłady konstrukcji węzłów łożyskowych, smarowanie i uszczelnianie.	2
Wy9	Elementy sprężyste stosowane w konstrukcjach mechanicznych: sprężyny, drążki skrętne, elementy metalowo-gumowe, podstawy obliczeń.	2
Wy10	Sprzęgła – rodzaje, przykłady rozwiązań, dobór, podstawy obliczeń.	2
Wy11	Hamulce – rodzaje, przykłady rozwiązań, dobór, podstawy obliczeń.	
Wy12	Mechanizmy – dźwigniowe, krzywkowe, korbowe, gwintowe - przykłady rozwiązań; zastosowania, podstawowe obliczenia.	2
Wy13	Przetwarzanie momentu obrotowego – przekładnie mechaniczne, ogólna charakterystyka, rodzaje przekładni.	2
Wy14	Obliczenia podstawowych parametrów przekładni; sprawność układów przeniesienia momentu obrotowego.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wprowadzenie. Wykonanie odręcznego szkicu elementu maszyny (sprawdzenie umiejętności zapisu postaci konstrukcyjnej obiektu).	1
Pr2	Projekt nr 1 – opracowanie założeń konstrukcyjnych projektowanego urządzenia medycznego (np. rehabilitacyjnego), sformułowanie kryteriów wyboru rozwiązania do projektowania szczegółowego, propozycja algorytmu projektowo-konstrukcyjnego.	2
Pr3	Prezentacja projektu nr 1.	2

Pr4	Projekt nr 2 – przeprowadzenie obliczeń zmęczeniowych wskazanego elementu maszynowego.	2
Pr5	Projekt nr 3 – projekt połączenia nierozłącznego wskazanych elementów. urządzenia rehabilitacyjnego.	2
Pr6	Projekt nr 4 – projekt połączenia rozłącznego wybranych elementów urządzenia biomedycznego.	2
Pr7	Projekt nr 5 – projekt zespołu mechanicznego: wał dwupodporowy wraz z łożyskowaniem (na przykładzie wału napędowego, np. urządzenia do rehabilitacji biernej).	4
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji

N2. Konsultacje

N3. Praca własna - opracowanie projektu

N4. Przygotowanie dokumentacji technicznej

N5. Prezentacja projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	K6IBM_SBIN_W2 K6IBM_U01 K6IBM_K01	kolokwium zaliczeniowe, ocena min. dostateczna (3.0)
P = F		
F1 ÷ F5	K6IBM_U09 K6IBM_SBIN_U2 K6IBM_K01	Ocena projektów: nr 1, 2, 3, 4, 5 - z każdego projektu ocena min. dostateczna (3.0)
$P = \Sigma(F1 \div F5) / 5$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [108] Skoć A., Spałek J.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. I, III, WNT, Warszawa, 2012.  
[109] Skoć A., Spałek J., Markusik S.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. II, WNT, Warszawa, 2008.  
[110] Skoć A., Spałek J.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. III, WNT, Warszawa, 2018.  
[111] Dietrych M.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. I – III, WNT, Warszawa, 2017.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [73] Praca zb.: Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych, WNT, Warszawa, 1996.  
[2] Kurmaz L. W., Podstawy konstrukcji maszyn, projektowanie, PWN, Warszawa, 1999.  
[3] Poradnik mechanika, praca zb., wersja polska - oprac. J. Potrykus, Wyd. REA, Warszawa, 2008.  
[4] Chomczyk W., Podstawy konstrukcji maszyn - elementy, podzespoły, i zespoły maszyn i urządzeń, WNT, Warszawa, 2008.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)****Dr inż. Ludomir Jankowski****ludomir.jankowski@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim INŻYNIERIA  
REHABILITACYJNA**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim REHABILITATION ENGINEERING

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): INŻYNIERIA  
BIOMEDYCZNA****Specjalność (jeśli dotyczy): BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA**Poziom i forma studiów: I / ~~II~~ stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
niestacjonarna\*Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*

Kod przedmiotu MDM015315W, MDM015315S

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				30
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2				0,6

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Biomechanika inżynierska MDM000156W
2. Zaliczony kurs: Biomechanika sportu MDM010142W

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu budowy i funkcji urządzeń i technik wspomagających proces rehabilitacji układu ruchu człowieka.
- C2 Uzyskanie wiedzy na temat nowoczesnych technik stosowanych we wspomaganie wybranych funkcji życiowych osób niepełnosprawnych.
- C3 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu pozyskiwania wiedzy z literatury oraz opracowania i wygłaszania seminariów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu istniejącego zaopatrzenia ortotycznego i protetycznego osób niepełnosprawnych.

PEU\_W02 Posiada wiedzę na temat budowy i zasadę działania urządzeń wspomagających lokomocję osób niepełnosprawnych.

PEU\_W03 Posiada wiedzę na temat sprzętu pomocniczego w leczeniu i rehabilitacji narządu ruchu.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi pozyskiwać z literatury, baz danych i innych źródeł podstawowe informacje dotyczące zagadnień związanych z inżynierią rehabilitacyjną.

PEU\_U02 Potrafi wyciągać wnioski i formułować opinie w zakresie inżynierii rehabilitacyjnej.

PEU\_U03 Potrafi przedstawiać w mowie i piśmie zagadnienia dotyczące leczenia i rehabilitacji narządu ruchu.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.

PEU\_K02 Dbą o przestrzeganie zasad etyki zawodowej i wymaga tego od innych, dba o dorobek i tradycje zawodu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Cele, funkcje, zakres rehabilitacji. Definicja niepełnosprawności.	2
Wy2	Analiza, ocena ruchu i chodu człowieka.	2
Wy3	Funkcje ruchowe i manipulacyjne kończyn górnych. Zaopatrzenie ortotyczne kończyn górnych.	2
Wy4	Zaopatrzenie ortotyczne kończyn dolnych u osób dorosłych.	2
Wy5	Zaopatrzenie ortotyczne kończyn dolnych u dzieci.	2
Wy6	Sprzęt pomocniczy w pionizacji i nauce chodu. Parapodia.	2
Wy7	Ortozy odcinka szyjnego kręgosłupa. Ortozy tułowia.	2
Wy8	Budowa i rozwój konstrukcji protez kończyn górnych.	2
Wy9	Sterowanie protezami kończyn górnych.	2
Wy10	Budowa i rozwój konstrukcji protez kończyn dolnych.	2
Wy11	Sprzęt do transportu wewnętrznego i zewnętrznego chorych.	2
Wy12	Specjalistyczne łóżka szpitalne i rehabilitacyjne.	2
Wy13	Wyciągi ortopedyczne.	2
Wy14	Bariery architektoniczne i ich likwidacja. Normy i regulacje prawne.	2

Wy15	Ergonomia osób niepełnosprawnych.	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Sport niepełnosprawnych - sprzęt dyscypliny. Znane osoby niepełnosprawne.	1
Se2	Turystyka osób niepełnosprawnych. Prawo i religia wobec ON	2
Se3	Przystosowanie mieszkania dla ON na wózku - istniejące normy, rozwiązania techniczne, architektoniczne.	2
Se4	Uczelnie Wrocławskie przystosowanie do studiowania ON	2
Se5	Bariery architektoniczne i ich likwidacja.	2
Se6	Wrocław a niepełnosprawni - przystosowanie miejsc użyteczności publicznej dla ON.	2
Se7	Komunikacja osób niesłyszących i niewidomych (urządzenia wspomagające komunikację).	2
Se8	Po jazdy samochodowe dla ON, osobowe: do przewożenia, do samodzielnego prowadzenia; transport publiczny .	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład multimedialny.  
N2. Konsultacje.  
N3. Prezentacja komputerowa.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Egzamin
F2	PEU_U01  PEU_U02  PEU_U03  PEU_K01 PEU_K02	Prezentacja
P=F1		
P=F2		



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] Biomechanika i Inżynieria Rehabilitacyjna T.V pod red. M. Nałęcza, Biocybernetyka i Inżynierii Biomedycznej 2000, W-wa 2003.

[2] Przeździak B., Nyka W., Zastosowanie kliniczne protez, ortoz i środków pomocniczych, Via Medica, 2008.

[3] Będziński R., Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna. Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa 2004.

[4] Marciniak J., Szewczenko A., Sprzęt szpitalny i rehabilitacyjny. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Kiwerski J., Rehabilitacja medyczna. PZWL, Warszawa 2005.

[2] Marciniak W., Szulc A., Wiktora Degi Ortopedia i Rehabilitacja. t1, t2, PZWL, Warszawa 2003.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr hab. inż. Celina Pezowicz, celina.pezowicz@pwr.edu.pl

Dr inż. Sylwia Szotek, sylwia.szotek@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**      *Projektowanie  
konstrukcji mechanicznych 2*

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim**      *Design of the  
mechanical structures*

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      *Inżynieria biomedyczna*

**Specjalność (jeśli dotyczy):**      *Biomechanika  
inżynierska*

**Poziom i forma studiów:**      ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /  
niestacjonarna\*

**Rodzaj przedmiotu:**      ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany\*~~

**Kod przedmiotu**      MDM020154W, MDM020154P

**Grupa kursów**      TAK / ~~NIE\*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	1			0,5	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1			1,5	

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

1. Zaliczony kurs: MDM010154W (Projektowanie konstrukcji mechanicznych – wykład)
2. Zaliczony kurs: MDM010154P (Projektowanie konstrukcji mechanicznych – projekt)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Pogłębienie wiedzy z zakresu budowy i metodologii projektowania elementów i zespołów mechanicznych urządzeń, w szczególności medycznych.
- C2 Doskonalenie umiejętności zastosowania wiedzy z zakresu projektowania elementów i zespołów mechanicznych złożonych układów mechanicznych w ramach realizacji projektu urządzenia medycznego.
- C3 Opanowanie umiejętności pracy w zespole.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W1 Zna podstawowy projektowania konstrukcji mechanicznych, w szczególności złożonych układów mechanicznych, umożliwiające rozwiązywanie zadań inżynierskich o charakterze projektowym z zakresu specjalności Biomechanika Inżynierska.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi brać udział w [pracy zespołowej], przedstawiać i oceniać warianty rozwiązań konstrukcyjnych projektowanego urządzenia, na podstawie przyjętych kryteriów wyboru.

PEU\_U02 Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich z zakresu projektowania urządzeń medycznych.

PEU\_U03 Potrafi rozpoznać potrzebę wymagającą rozwiązań technicznych i przeprowadzić krytyczną analizę istniejących rozwiązań.

PEU\_U04 Potrafi – zgodnie z założeniami – zaprojektować i zrealizować urządzenie lub obiekt, używając właściwych metod konstruowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.

PEU\_K02 Potrafi współdziałać i współpracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

### TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zagadnienia technologiczne w konstruowaniu elementów i zespołów mechanicznych. Źródła energii w układach mechanicznych, bilans energetyczny układu napędowego.	2
Wy2	Hydrostatyczne układy napędowe – zasada działania, podstawowe elementy i zespoły tych układów, przykłady rozwiązań.	4
Wy3	Pneumatyczne układy napędowe – zasada działania, podstawowe elementy i zespoły tych układów, przykłady rozwiązań.	4
Wy4	Układy napędowe hybrydowe – przykłady rozwiązań, zastosowania	2
Wy5	Projektowanie elementów i zespołów urządzeń precyzyjnych – wybrane zagadnienia	2
Wy6	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	<b>15</b>

### Forma zajęć - projekt

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Projekt nr 1 (indywidualny) – opracowanie projektu układu napędowego urządzenia medycznego, np. urządzenia rehabilitacyjnego do ćwiczeń biernych	2
Pr2	Projekt nr 1 - opracowanie koncepcji rozwiązania zadania konstrukcyjnego i wariantów jego rozwiązania, wybór kryteriów oceny wariantów, wskazanie wariantu do projektowania szczegółowego	2
Pr3	Projekt nr 1 – projektowanie szczegółowe: opracowanie schematu kinematycznego i identyfikacja obciążeń, obliczenia wytrzymałościowe	2
Pr4	Projekt nr 1 – dobór materiałów i wskazanie technologii wykonania zaprojektowanych elementów, opracowanie dokumentacji (raport końcowy wraz z niezbędnymi rysunkami)	2
Pr5	Projekt nr 1 – prezentacja projektu nr 1	2
Pr6	Projekt nr 2 (grupowy) – projekt urządzenia medycznego. Ustalenie zespołów projektowych, omówienie zasad ich funkcjonowania, sformułowanie zadań projektowych	2

Pr7	Projekt nr 2 – opracowanie założeń konstrukcyjnych i wariantów rozwiązania zadania, zdefiniowanie kryteriów i wybór rozwiązania do realizacji	2
Pr8	Projekt nr 2 – projektowanie szczegółowe - opracowanie schematów kinematycznych układów urządzenia i ich wariantów konstrukcyjnych	4
Pr9	Projekt nr 2 – projektowanie szczegółowe – wykonanie niezbędnych obliczeń, w tym zmęzeniowych wybranych elementów urządzenia, dobór gotowych elementów i zespołów	4
Pr10	Projekt nr 2 – projektowanie szczegółowe – opracowanie dokumentacji projektu, w tym rysunku złożeniowego urządzenia i rysunków wskazanych układów i elementów	4
Pr11	Projekt nr 2 – projektowanie szczegółowe – opracowanie raportu końcowego	2
Pr12	Projekt nr 2 – prezentacja projektów poszczególnych zespołów projektowych	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji

N2. Konsultacje

N3. Praca własna - opracowanie projektu

N4. Przygotowanie dokumentacji technicznej

N5. Prezentacja projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	K6IBM_SBIN_W2 K6IBM_SBIN_U2	Test zaliczeniowy, ocena min. dostateczna (3.0).
P = F		
F1, F2	K6IBM_SBIN_U1 K6IBM_SBIN_U2 K6IBM_U06 K6IBM_U12 K6IBM_K01 K6IBM_K03	F1 – ocena projektu indywidualnego, min. dostateczna (3.0)  F2 – ocena projektu zespołowego, min. dostateczna (3.0)

$$P = (F1+F2)/2$$

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [112] Skoć A., Spałek J.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. I, III, WNT, Warszawa, 2012.
- [113] Skoć A., Spałek J., Markusik S.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. II, WNT, Warszawa, 2008.
- [114] Skoć A., Spałek J.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. III, WNT, Warszawa, 2018.
- [115] Dietrych M.: Podstawy konstrukcji maszyn, t. I – III, WNT, Warszawa, 2017.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [74] Praca zb.: Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych, WNT, Warszawa, 1996.
- [2] Kurmaz L. W., Podstawy konstrukcji maszyn, projektowanie, PWN, Warszawa, 1999.
- [3] Poradnik mechanika, praca zb., wersja polska - oprac. J. Potrykus, Wyd. REA, Warszawa, 2008.
- [4] Chomczyk W., Podstawy konstrukcji maszyn - elementy, podzespoły, i zespoły maszyn i urządzeń, WNT, Warszawa, 2008.
- [5] Kuśmierz L., Ponieważ G., Podstawy konstrukcji maszyn: projektowanie napędów mechanicznych, Wyd. Polit. Lubelskiej, 2011

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Ludomir Jankowski

ludomir.jankowski@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Projektowanie  
Wspomagane Komputerowo****Nazwa przedmiotu w języku angielskim Computer-Aided Design****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Biomedyczna****Specjalność (jeśli dotyczy): Biomechanika Inżynierska**Poziom i forma studiów:  I /  II stopień /  jednolite studia magisterskie\*, stacjonarna / niestacjonarna\*Rodzaj przedmiotu:  obowiązkowy /  wybieralny /  ogólnouczelniany \*Kod przedmiotu **MMM010145L**Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

19. Wymagana jest wiedza z zakresu kursu grafika inżynierska

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Zdobyć wiedzę o zasadach zapisu konstrukcji stosowanych w projektowaniu inżynierskim.

C2. Opanowanie umiejętności przedstawiania za pomocą rysunku technicznego elementów maszyn i układów mechanicznych z wykorzystaniem programu komputerowego.

C3. Opanowanie umiejętności sporządzania i interpretacji dokumentacji technicznej elementów i układów mechanicznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 - Ma wiedzę w zakresie zasad zapisu postaci konstrukcyjnej (geometrii, wymiarów, mikrostruktury powierzchni) elementów układów mechanicznych.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 - Potrafi sporządzać rysunki wykonawcze i złożeniowe elementów konstrukcyjnych i mechanizmów wykorzystując do tego celu narzędzia komputerowe oraz szkicowanie inżynierskie.

PEU\_U02 - Potrafi czytać i analizować rysunki techniczne elementów i podzespołów stosowanych urządzeniach technicznych.

PEU\_U03 - Potrafi wykorzystać narzędzia komputerowe do projektowania elementów i układów konstrukcji mechanicznych.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 - Ma świadomość roli inżyniera w opracowywaniu i rozwoju nowych urządzeń technicznych.



**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkicowanie rzutów prostokątnych bryły na podstawie jej rzutu aksonometrycznego.	2
La2	Kształtowanie geometrii elementów poprzez ścięcia i wycięcia podstawowych brył zdefiniowanymi płaszczyznami. Wprowadzenie do zapisu z wykorzystaniem narzędzi komputerowych.	2
La3	Przedstawianie postaci konstrukcyjnej elementów nieobrotowych w układzie rzutów prostokątnych. Podstawowe zasady wymiarowania. Organizacja obszaru roboczego w programie komputerowym.	2
La4	Przedstawianie postaci konstrukcyjnej elementów nieobrotowych; przekroje, przekroje częściowe, przekroje złożone. Narzędzia wymiarowania w programie komputerowym.	2
La5	Przedstawianie postaci konstrukcyjnej elementów typu wałek, przekroje, kłady, półwidok – półprzekrój, przekroje częściowe. Wymiarowanie.	2
La6	Zapis elementów o osiowej symetrii, rzuty częściowe, przekroje złożone. Wymiarowanie.	2
La7	Sporządzanie rysunku wykonawczego elementu obiektu rzeczywistego. Opis mikro- i makrostruktury powierzchni elementu.	2
La8	Kolokwium I (sprawdzenie wiedzy z materiału przerobionego w ramach zajęć 1-6).	2
La9	Analiza złożonych układów konstrukcyjnych (cz. 1). Rysunek złożeniowy układu mechanicznego. Sporządzanie rysunku wykonawczego głównego elementu układu.	2
La10	Analiza złożonych układów konstrukcyjnych (cz. 2). Rysunek złożeniowy układu mechanicznego. Sporządzanie rysunku wykonawczego elementów współpracujących z elementem głównym.	2
La11	Zadanie konstrukcyjne - omówienie tematu, wstępny szkic węzła konstrukcyjnego stanowiącego temat zadania.	2
La12	Zadanie konstrukcyjne - wstępny dobór typowych elementów (łożyska, uszczelniacz, wpusty), rysunek złożeniowy węzła maszynowego.	2
La13	Zadanie konstrukcyjne - rysunki wykonawcze elementów węzła maszynowego	2

La14	Zapis symboliczny (schematyczny).	2
La15	Kolokwium II (sprawdzenie wiedzy z materiału przerobionego w ramach zajęć 8-14).	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Praca własna – przygotowanie do zajęć

N2. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01,	Kolokwium
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_03, PEU_K01	Oceny prac realizowanych na poszczególnych zajęciach oraz oceny z zadań domowych
P = 2/3F1+1/3F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

[116] Rydzanicz I., Rysunek techniczny jako zapis konstrukcji. Zadania. WNT, Warszawa 2008.

[117] Rydzanicz I., Zapis konstrukcji. Podstawy. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 2000

[118] Kurs AutoCAD – strona internetowa: <http://www.cad.pl/kursy/>

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[75] Dobrzański T., Rysunek techniczny maszynowy. WNT, Warszawa 2013.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Jarosław Filipiak, email: jaroslaw.filipiak@pwr.edu.pl

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ALGEBRA Z GEOMETRIĄ ANALITYCZNA

**Name of subject in English** ALGEBRA AND ANALYTIC GEOMETRY

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75	60			
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	1			

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

Knowledge and skills of high school graduate

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Getting acquainted with complex numbers, polynomials, analytic geometry, linear algebra  
C2 Performing calculations in the field of complex numbers, polynomials; analytic geometry and linear algebra

## SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows complex numbers, basic properties of the field of complex numbers, calculational methods with complex numbers.

PEU\_W02 knows equations of selected subsets of the plane and of the space: line, plane, conical curves. Knows how to calculate distances from points to lines or planes.

PEU\_W03 knows basic notions of algebra applied to solve (in real and complex numbers) systems of linear equations. Knows basic notions of the theory of matrices and their connections with systems of linear equations, linear spaces and linear mappings.

relating to skills:

PEU\_U01 can calculate with complex numbers.

PEU\_U02 can calculate with vectors; can find equations of lines, planes, selected curves; can calculate the distance from a point to a line or to a plane, knows how to express perpendicularity in analytic terms.

PEU\_U03 can calculate with matrices, can calculate determinants, solve linear equations, can find matrix representations of linear mappings.

relating to social competences:

PEU\_K01 sees mathematical (algebraic) techniques as practical and theoretical tools for engineering.

## PROGRAMME CONTENT

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Basics. Notation and language of algebra. Mathematical induction.	2

Lec 2	Complex numbers; basic algebraic operations, complex conjugate, quadratic equations.	2
Lec 3	Complex numbers; complex plane, trigonometric form of a complex number, de Moivre's formula, taking roots of a complex number.	2
Lec 4	Complex numbers; exponential form of a complex number, complex exponentiation.	2
Lec 5	Polynomials. Division of polynomials, remainder; Bezout's theorem; Fundamental Theorem of Algebra, decomposition of real polynomials.	2
Lec 6	Geometry. Coordinates of a point and of a vector, the length of a vector, adding vectors, scalar product, perpendicular projection of a vector onto a vector and onto a plane.	2
Lec 7	Geometry. Equations of lines, planes and selected curves.	2
Lec 8	Matrices. Algebraic operations on matrices – addition, multiplication, multiplication by a scalar. Transpose and inverse of a matrix	2
Lec 9	Linear space, linear subspace, linear closure of a subset of a linear space.	2
Lec 10	Linear independence, basis of a linear space, existence of a basis, the same cardinality of bases.	2
Lec 11	Linear mappings, matrix of a linear mapping, the kernel, and the image of a linear mapping – how their dimensions are related, rank of a matrix.	2
Lec 12	Determinants; Laplace expansion.	2
Lec 13	Elementary operations on matrices; Gauss method of finding the inverse of a matrix; Gauss method of calculating a determinant; Gauss method of solving a system of linear equations.	2
Lec 14	Determinant's method of solving a system of linear equations. Cramer's formulas.	2
Lec 15	Change of basis; change of basis matrix.	2
	Total hours	30
<b>Classes</b>		<b>Number of hours</b>
CI 1	Basic operations on complex numbers. Complex conjugate, absolute value (modulus), quadratic equation, systems of linear equations.	4

CI 2	Algebraic representation of subsets of the complex plane; exponential and trigonometric forms of a complex number. Taking powers and roots of a complex number.	4
CI 3	Polynomials, division of polynomials, decompositions of polynomials.	2
CI 4	Operations on vectors; equations of conical curves.	4
CI 5	Matrices of linear mappings.	4
CI 6	Multiplication of matrices; finding the inverse of a matrix; calculating determinants	4
CI 7	Solving systems of linear equations using various methods.	4
CI 8	Calculating eigenvalues and eigenvectors.	4
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture using board  
N2. Solving exercises with students  
N3. Consulting

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	test
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	exam

$$P = F1+F2$$

### **PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

#### **PRIMARY LITERATURE:**

[1] Gilbert Strang, Linear Algebra and Its Applications, Cengage Learning, 2005

[2] S.J. Leon. Linear Algebra with Applications. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

#### **SECONDARY LITERATURE:**

[1] A. Kostyrkin, Wstęp do algebry, PWN (optional, for Polish speaking students)

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E -MAIL ADDRESS)**

prof. dr hab. Michał Morayne (michal.morayne@pwr.edu.pl)



FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ANALIZA MATEMATYCZNA 1.1 A

**Name of subject in English** MATHEMATICAL ANALYSIS 1.1 A

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/~~2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	100	90			
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	4	3			
including number of ECTS points for practical classes (P)		3			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	2			

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

1. W: Knowing mathematics corresponding to the high school diploma on the extended level
2. U: Mathematical skills corresponding to the high school diploma on extended level

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Learning the basic methods of analysing functions of one real variable  
C2 Learning the concept of indefinite integral and methods of determining the indefinite integral  
C3 Learning practical applications of mathematical analysis

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 Student knows the basic terms and theorems of calculus which are used to analyse functions of one real variable.

PEU\_W02 Student knows the concept of indefinite integral and methods of determining the indefinite integrals of particular functions.

relating to skills:

PEU\_U01 Student is able to analyse simple functions.

PEU\_U02 Student is able to calculate indefinite integrals of particular functions.

relating to social competences:

PEU\_K01 Student understands the influence of differential and integral calculus on development of technical civilization.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction (the purpose of the lecture). Mathematical notation (Boolean operators, quantifiers), elements of set theory, real numbers, subsets of the set of real numbers (intervals, rays).	2

Lec 2	Basic properties of functions (injection function, monotonic function). Composition of functions. Inverse function. Power and exponential functions and their inverses. Properties of the logarithm.	2
Lec 3	Trigonometric functions and their inverse functions. The graphs of trigonometric functions and their inverse functions.	2
Lec 4	Sequences and limits of sequences. Basic formulas and theorems. The number $e$ . Improper limits.	2
Lec 5	Limit of a function at a point. One-sided limits of a function. Asymptotes of a function.	2
Lec 6	Continuity of a function at a point and on an interval. Basic properties of continuous functions. Approximate solution of equations. One-sided continuity. Types of discontinuity points.	2
Lec 7	The derivative of a function. Basic properties and theorems. Geometric and physical interpretation of the derivative. Mean Value Theorem. The rule of de L'Hospital.	2
Lec 8	Extrema of functions, monotonicity on intervals. Derivatives of higher orders. Convexity of a function.	2
Lec 9	Analysing functions.	2
Lec 10	Determining of largest and smallest value of a continuous function on a closed interval; applications.	2
Lec 11	Taylor's formula. Approximation of a function. Applications.	2
Lec 12	Indefinite integral: basic formulas.	2
Lec 13	Methods of calculating integrals I: integration by parts and by substitution.	2
Lec 14	Methods of calculating integrals II: simple rational functions, trigonometric substitutions.	2
Lec 15	Methods of calculating integrals II: simple irrational functions.	2
	Total hours	30

<b>Classes</b>	<b>Number of hours</b>
----------------	------------------------

C1 1	Tautologies, de Morgan's laws, union, intersection of sets and the complement of a set.	2
C1 2	Natural, integer, rational and real numbers. Exponentiation and logarithm.	2
C1 3	Graphs of simple functions. Inverse function. Composition of functions.	2
C1 4	Trigonometric functions and trigonometric identities.	2
C1 5	Limits of sequences.	2
C1 6	Limits of function at a point.	2
C1 7	Continuous functions. One-sided continuity, points of discontinuity.	2
C1 8	Theorems about continuous functions and their applications.	2
C1 9	Derivative of a function at a point. Equation of the tangent to a function at a point.	2
C1 10	Calculation of derivatives of functions. Determining the intervals of monotonicity of functions and local extrema.	2
C1 11	Determining the largest and the smallest value of a continuous function on a closed interval.	2
C1 12	Taylor's formula. De L'Hospital's rule - calculation of limits of functions.	2
C1 13	Determining indefinite integrals by the method of integration by parts and by substitution.	2
C1 14	Integration of rational functions. Integration of trigonometric functions.	2
C1 15	Integration of irrational functions.	2
	Total hours	30
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Lecture – traditional method N2. Classes – traditional method N3. Student's own work with the use of mathematical packages		

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Tests, oral answers
F2	PEU_W01 PEU_U02	Exam
P Exam		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### **PRIMARY LITERATURE:**

[1] Stewart, J., Calculus: Early Transcendentals (8th Edition), Cengage Learning, 2015

#### **SECONDARY LITERATURE:**

[1] Bers, L., Calculus, Holt, Rinehart and Winston, 1969

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

prof. dr hab. Michał Morayne (michal.morayne@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ANATOMIA DLA INŻYNIERÓW BIOMEDYCZNYCH

**Name of subject in English** ANATOMY FOR BIOMEDICAL ENGINEERS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** ~~YES~~ / ~~NO~~\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	50				
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical classes (P)					
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2				

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

None

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Acquiring knowledge about the basic conceptual categories related to human anatomy, body structure and foundations of the functioning of the human body

C2 Acquiring basic knowledge about the structure of the human body at the cellular, tissue, individual organs and the entire body levels

C3 Acquiring knowledge of the topology of organs and body systems

C4 Acquiring basic knowledge of the use of Biomedical Engineering methods in the study of anatomy and completing or substituting the functions or parts of individual organs

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows and understands the basic concepts of Anatomy.

PEU\_W02 has extended knowledge of the morphology and topology of human organs.

PEU\_W03 has ordered general knowledge, covering issues related to the structure of the human body at the cellular, tissue and organ levels.

PEU\_W04 has knowledge of the use of biomedical engineering methods in the anatomy study and in the supporting or substituting of human organs.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to obtain information from literature, databases and other sources, is able to correctly interpret, select and combine the obtained information, is able to apply the obtained information in practice, in particular, is able to prepare a paper on a given topic concerning the use of biomedical engineering methods in enhancing / replacing the functions of human organs.

PEU\_U02 is able to draw conclusions, formulate and justify opinions, in particular in the field of knowledge of Anatomy.

relating to social competences:

PEU\_K01 can interact and cooperate in a group, taking various roles in it, is ready to think and act in an entrepreneurial way.

### **PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction. History. The role of biomedical engineering in the study of Anatomy.	1
Lec 2	Basic anatomical terminology. Anatomic topography. Body planes and directions.	1
Lec 3	Fundamentals of the structure and functions of the organism. Organization of the Human Body. Components of the human body.	1
Lec 4	Anatomy at the micro and nano level. Cellular and subcellular structures.	3
Lec 5	Osteology and arthrology. Structure and function of bone tissue. Construction and types of joints.	2



Lec 6	Structure of the upper and lower limbs. The role of biomedical engineering in supplementing the body's functions.	2
Lec 7	Spine, skull, chest bones–structure, functions in the body.	2
Lec 8	Structure and functions of skin and muscles.	2
Lec 9	3D printing of body parts and prostheses.	1
Lec 10	Anatomy of thorax. Respiratory system.	2
Lec 11	Anatomy of abdominal cavity. Digestive system.	3
Lec 12	Heart and circulatory system. The role of biomedical engineering in improving the functions.	4
Lec 13	Urinary tract.	1
Lec 14	The brain and nervous system.	3
Lec 15	Anatomy of the reproductive system, methods of examination of the genital organs and monitoring of the fetus.	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

N1. Multimedia lectures  
N2. Tests of knowledge  
N3. Teaching kits, anatomic specimens (models and natural ones) N4.  
Individual consultations

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement

F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Online tests
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Data bases search Independent preparation as a group work of a presentation on a given topic related to the enhancement/substituting of human organs Online test
P – lecture – final grade is the average of multiple tests performed during the semester. Elaboration of an essay based on the most recent papers published in a relevant scientific journal, is required.		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b> [1] Anatomy and Physiology online <a href="https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology">https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology</a> [2] Free Anatomy eBooks Online <a href="https://www.topfreebooks.org/free-anatomy-ebooks-online/">https://www.topfreebooks.org/free-anatomy-ebooks-online/</a></p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b> [1] Anatomy atlas [2] Databases e.g., Medline, PubMed etc.</p>
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
prof. dr hab. inż. lek. med. Halina Podbielska (halina.podbielska@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 5 do ZW 16/2020

<p>FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING</p> <p><b>SUBJECT CARD</b></p> <p><b>Name of subject in Polish: FIZYKA 1</b> <b>Name of subject in English: PHYSICS 1</b></p>
--

**Main field of study (if applicable): BIOMEDICAL ENGINEERING**  
**Specialization (if applicable): MEDICAL INFORMATICS**  
**Profile: academic / ~~practical~~\***  
**Level and form of studies: 1st/ ~~2nd level, uniform magister studies~~\*, full-time / ~~part-time~~\***  
**Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\***  
**Subject code .....**  
**Group of courses YES / NO\***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	45	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	75	60			
Form of crediting	Examination / <del>crediting with</del> grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	1			

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

Successful completion of the matriculation examination in subjects Mathematics and Physics with astronomy in the extended range

### **SUBJECT OBJECTIVES**

C1. Acquisition of basic knowledge, considering application aspects, of the following branches of classical physics:

- C1.1. Dynamics
- C1.2. Gravitational field
- C1.3. Hydrodynamics of fluids
- C1.4. Vibrational and wave motion
- C1.5. Thermodynamics
- C1.6. Electrostatics

C1.7. Continuous electric current

C2. Gain skills in qualitative and quantitative analysis of phenomena/processes and solving problems/tasks related to the above-mentioned branches of physics.

C3. To develop and consolidate mainly soft social skills, including understanding the need for continuous learning, and the ability to:

- C3.1 to critically evaluate one's knowledge and perceive the importance of knowledge in solving cognitive problems,
- C3.2 to determine priorities and make decisions independently and to critically evaluate undertaken and completed own actions related to, among others, studying,
- C3.3 take personal responsibility for the consequences of their own actions, C3.4 work in a group.

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

- PEU\_W01 has basic knowledge of Newton's dynamics principles of progressive and rotational motion, methods of solving equations of motion and application of dynamics laws in physics and engineering practice.
- PEU\_W02 has well-established knowledge of the principles of conservation of momentum, mechanical energy, angular momentum, conditions of their correct application in physics and engineering practice.
- PEU\_W03 has well-ordered knowledge of properties of gravitational fields, methods of their quantitative description and motion of bodies in such fields.
- PEU\_W04 has well-established knowledge of hydrodynamics of fluids.
- PEU\_W05 knows physical properties of vibrating and wave motion, methods of quantitative characterization of vibrations and waves and their applications in engineering activities.

PEU\_W06 knows and understands the basics of phenomenological thermodynamics, has knowledge of selected issues of statistical thermodynamics and methods of applying this knowledge to analysis of thermodynamic phenomena and processes.

PEU\_W07 has a thorough knowledge of properties of electrostatic fields, direct electric current and methods of applying this knowledge to analysis of engineering problems.

relating to skills:

PEU\_U01 can independently present in a written or oral form correctly and concisely issues that are the subject of learning outcomes PEU\_W01-PEU\_W07.

PEU\_U02 can qualitatively and quantitatively analyze and solve uncomplicated equations of progressive and rotational motion of bodies.

PEU\_U03 has the ability to correctly apply the principles of behavior defined PEU\_W02 to analyze and solve selected physical and engineering tasks and problems.

PEU\_U04 is able to qualitatively and quantitatively characterize scalar and vector properties of weak gravitational fields and motion of bodies in these fields.

PEU\_U05 has the ability to analyze and solve tasks and problems related to fluid hydrodynamics.

PEU\_U06 is able to qualitatively and quantitatively describe properties and effects related to vibrating motion, mechanical waves and solve tasks related to vibrations and waves.

PEU\_U07 is able to analyze and solve tasks/problems in phenomenological and statistical thermodynamics.

PEU\_U08 knows how to quantitatively characterize scalar and vector properties of

electrostatic fields and to analyze and solve problems concerning electrostatics and direct electric current.

relating to social competences:

PEU\_K01 understands the necessity of continuous education; can make a critical assessment of the possessed knowledge and perceive the significance of knowledge in solving cognitive problems (K6IBM\_K01)

PEU\_K02 can independently determine priorities and make decisions, critically evaluate own actions taken and completed, related to e.g. studying, and accept personal responsibility for the consequences of their actions (K6IBM\_K03) PEU\_K03 is able to work in a group and communicate with the social environment (K6IBM\_K05).

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Organizational matters. Methodology of physics	2
Lec 2-4	Newton's principles of dynamics	5
Lec 4-6	Work and mechanical energy. Principle of conservation of mechanical energy	5
Lec 7-8	Principles of conservation of momentum and angular momentum	4
Lec 9	Gravity	2
Lec 10	Hydrodynamics	2
Lec 11-14	Vibrating motion and mechanical waves. Sounds	8
Lec 15-18	Phenomenological thermodynamics with elements of statistical physics	8
Lec 19-21	Electrostatics	6
Lec 22-23	Direct current	3
	Total hours	45

Classes		Number of hours
Cl 1-2	Organisational matters. Application of Newton's principles to the solution of equations of motion; determination of the time dependence of kinematic and dynamic values in inertial and non-inertial reference systems.	4
Cl 3	Solving selected problems in the dynamics of motion using: mechanical work, kinetic and potential energy, the work-energy theorem and the principle of conservation of mechanical energy.	2
Cl 4	Analyse and solve tasks/problems involving elastic and inelastic collisions using the laws of conservation of kinetic energy and momentum.	2
Cl 5	Solving tasks involving the dynamics of rotational motion of a rigid body using conservation of angular momentum.	2
Cl 6-7	Quantitative and qualitative analysis of selected gravitational field physics problems concerning the determination of: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) vector (intensity) and scalar (potential) gravity field quantities (application of Gauss's theorem),</li> <li>b) gravitational force values,</li> <li>c) potential energy.</li> </ul> Solving tasks related to statics and fluid dynamics with reference to the properties of blood flow.	4
Cl 8-9	Analysis and solution of tasks in the dynamics of oscillatory motion simple harmonic, damped, forced and mechanical resonance.	4
Cl 10-11	Analysing and solving selected tasks/problems relating to the basic properties of mechanical and acoustic waves, in particular connected with the transport of energy by waves, the phenomenon of interference, determining the speed of waves in liquids and solids, standing waves (sound sources), the Doppler phenomenon.	4

CI 12-13	Analyse and solve selected tasks/problems using the first and second principles of thermodynamics. Determine: a) the value of heat exchanged by a thermodynamic system (ideal gas (IG)) with its surroundings, b) the work done by IG, c) changes in internal energy and entropy of IG during quasi-quasi-static transformations (isochoric, isobaric, isothermal, adiabatic), d) coefficients of efficiency of thermal machines operating in the simple and inverse cycle, e) heat transported in the process of thermal conduction.	4
CI 14-15	Analysing and solving selected problems in electrostatic fields and direct current. In particular, determination of: a) vector (field strength) and scalar characteristics of electrostatic field (potential) using Gauss's law, b) values of electrostatic interaction forces, c) potential energy, d) electric capacitance. Solving tasks involving constant electric current and electrical circuits.	4
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture in the form of presentation, supported by demonstrations/demonstrations of physical laws and phenomena.
- N2. The course work - individual studies and preparation for calculus exercises (coursework).
- N3. The student presents their own solutions to tasks or problems; discussion on the solutions presented.
- N4. The student complete 6 written test papers after every two practical classes.
- N5. The student complete 6 homework assignments per semester.
- N6. Portfolio - students' own work - students collect in a portfolio documents confirming their personal activities: essays, solutions to assignments, texts of tests with marks, scores in e-tests, notes from lectures, classes, consultations, texts of letters sent (received) via e-mail to (from) the lecturer or academic teachers and other documents.
- N7. The student consultations with the lecturer and tutor and via e-mail.
- N8. Students' own work - individual studies and preparation for the final examination.



### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 - PEU_W07 PEU_U01 - PEU_U08 PEU_K01 - PEU_K03	Assessment on the basis of oral answers and written tests in Classes, homework, portfolio (written or online)
F2	PEU_W01 - PEU_W07	Written examination (written or online)
$P = 0,3 * F1 + 0,6 * F2$		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### **PRIMARY LITERATURE:**

- [1] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Fundamentals of Physics, 10<sup>th</sup> ed. 2013.
- [2] Roger A. Freedman, Hugh D. Young, Solutions for University Physics with Modern Physics 15th (2020) at <https://www.numerade.com/books/university-physics-with-modern-physics-15th/>
- [3] D.C. Giancoli, Physics Principles with Applications, published by Addison-Wesley, various editions (2000-2019); Physics: Principles with Applications with Mastering Physics, 6th edition published by Addison-Wesley (2000-2019).
- [4] P. A. Tipler, G. Mosca, Physics for Scientists and Engineers, W. H. Freeman and Company, various editions (2003, 2007)

#### **SECONDARY LITERATURE:**

- [1] lecture content available to course participants

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Sebastian Kraszewski (sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 5 do ZW 16/2020

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** PODSTAWY CHEMII OGÓLNEJ

**Name of subject in English** PRINCIPLES OF CHEMISTRY

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	50	60			
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination- / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

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

Basic knowledge of chemistry at high school level

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Obtaining basic knowledge of the laws governing chemical phenomena, the structure of matter as well as chemical bonds and states of matter  
C2 Basic knowledge of the properties of elements and chemical compounds and their molecular structure  
C3 Basic chemical calculations skills  
C4 Basic knowledge of inorganic compounds, their properties and applications

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has ordered, theoretically founded general knowledge about the properties of chemical compounds, molecular structure and their application in biomedical engineering

relating to skills:

PEU\_U01 can understand the procedure of experiments based on physicochemical techniques. Can characterize, analyze, and identify chemical compounds using measurement techniques. PEU\_U02 is able to perform basic chemical calculations

relating to social competences:

PEU\_K01 can think and act creatively.

PEU\_K02 is able to cooperate in a group.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Application of chemistry in biomedical engineering.	2
Lec 2	Elements of the structure of matter. Periodic table, chemical elements, the law of periodicity. Electronic structure of an atom and molecules.	2

Lec 3	Chemical bonds. Formal degree of oxidation. Molecular orbitals theory. The theory of valence bonds.	2
Lec 4	Intermolecular interactions.	2
Lec 5	States of matter. Phase transitions. Gaseous state. Gas state equations.	2
Lec 6	Solid state. Ionic and molecular crystals.	2
Lec 7	Liquids. Solutions. Properties of liquids and solutions. Electrolytes. Electrolytic dissociation. Strong and weak electrolytes. Acids and bases. Ampholytes. Hydrolysis.	2
Lec 8	Types of chemical reactions. The rate of chemical reactions. Chemical kinetics. Catalysis. Chemical thermodynamics.	2
	Total hours	15
<b>Classes</b>		<b>Number of hours</b>
Cl 1	Chemical reactions. Redox reactions.	4
Cl 2	Concentrations of solutions	4
Cl 3	Reaction efficiency, conversion of solution concentrations	4
Cl 4	Dissociation of solutions	2
Cl 5	Ionic strength and activity factor	2
Cl 6	pH of the solution	2
Cl 7	Chemical equilibria. Acids and bases, pK	4
Cl 8	Buffer solutions	2
Cl 9	Solubility: salt effect and common ion effect	2
Cl 10	Chemical thermodynamics	2
Cl 1 1	Final test	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
----------------------------

N1. Lecture – multimedia presentation  
 N2. Consultations  
 N3. Exercises using the traditional method - blackboard and marker pen

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01	Evaluation of test
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Assessment of the final test

P1 – exam – lecture  
 P2 – classes – final test

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE:

- [1] A. Cotton, G. Wilkinson, P. Gaus, *Chemia nieorganiczna*, PWN Warszawa 2015.  
 [2] L. Jones, P. Atkins, P., *Chemia ogólna*, PWN Warszawa 2020.  
 [3] A. Bielański, *Chemia ogólna i nieorganiczna*, PWN Warszawa 2012.  
 [4] H. Całus, *Podstawy obliczeń chemicznych*, WNT Warszawa 1987.  
 [5] Francis A. Carey; *Organic Chemistry*. McGraw-Hill Higher Education 2019  
 [6] Robert T. Morrison, Robert N. Boyd; *Chemia organiczna*, PWN 1998 [7] John McMurry *Chemia Organiczna*, PWN 2017  
 [8] Patrick G.: *Chemia organiczna*, PWN, Warszawa 2008.  
 [9] Clayden J., Greeves N., Warren C., Wothers P., *Chemia organiczna*, t.1. WNT, Warszawa 2016. [10] Kealey D., Haines P.J., *Krótkie wykłady. Chemia analityczna*. PWN Warszawa 2015

#### SECONDARY LITERATURE:

- [1] Z. Galus (praca zbiorowa), *Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej*”, PWN Warszawa, 2004

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
dr hab. Marta Kopaczyńska (marta.kopaczynska@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 5 do ZW 16/2020

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish WPROWADZENIE DO PROGRAMOWANIA**

**Name of subject in English INTRODUCTION TO PROGRAMMING**

**Main field of study (if applicable): BIOMEDICAL ENGINEERING**

**Specialization (if applicable): MEDICAL INFORMATICS**

**Profile: academic / ~~practical~~\***

**Level and form of studies: 1st/~~2nd level, uniform magister studies~~\*, full-time / ~~part-time~~\***

**Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\***

**Subject code .....**

**Group of courses YES / 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)	50		75		
Form of crediting	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		

including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		2		
--	---	--	---	--	--

\*delete as not necessary

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

None

### SUBJECT OBJECTIVES

C1 Becoming familiar with the fundamentals of computer programming

C2 Gaining basic knowledge on data structures and algorithms

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 acquires practical knowledge of Java programming language. PEU\_W02 knows basic sorting and searching algorithms.

relating to skills:

PEU\_U01 can efficiently use IntelliJ IDEA programming environment.

PEU\_U02 can test and debug computer code.

PEU\_U03 is able to design and implement simple algorithms.

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to Computers, the Internet and Java	2
Lec 2	Types, variables, loops, and conditional statements	2
Lec 3	Arrays	2

Lec 4	Principles of procedural programming	2
Lec 5-6	Introduction to Object-Oriented Programming	4
Lec 7-8	Strings and Regular Expressions	4
Lec 9-10	Debugging and version control system	4
Lec 11	JavaDoc and Build Automation Tools (Maven and Gradle)	2
Lec 12-13	Sorting and searching algorithms	4
Lec 14	Recursion	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Basics of Java programming, introduction to IntelliJ IDEA environment	2
Lab 2	Conditional statements	2
Lab 3	Loops (for, while, do-while)	2
Lab 4	Arrays	2
Lab 5	Multidimensional arrays	
Lab 6	Methods	
Lab 7-8	Introduction to Object-Oriented Programming	4
Lab 9	Strings	2
Lab 10	Regular Expressions	2
Lab 11	Midterm test	2
Lab 12-13	Sorting and searching algorithms	4
Lab 14	Recursion	2
Lab 15	Final test	2



Total hours	30
-------------	----

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture
- N2. Computer laboratory – solving tasks
- N3. Lab reports
- N4. Consultations
- N5. Self-study
- N6. Digital resources (ePortal PWr)
- N7. Quizzes

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Quizzes

P = F1 (lecture)

P = weighted average of F2 and F3 (laboratory)

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Horstmann C., Core Java Volume I--Fundamentals (Core Series) (11th Edition), 2018
- [2] Deitel P., Deitel H., Java How to Program, Early Objects (11<sup>th</sup> Edition), 2017
- [3] Downey A.B., Think Data Structures: Algorithms and Information Retrieval in Java, 2017

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Cutajar J., Beginning Java Data Structures and Algorithms: Sharpen your problem solving skills by learning core computer science concepts in a pain-free manner, 2018
- [2] Schildt H., Java: A Beginner's Guide (Eighth Edition), 2018

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Mirosław Łątka (miroslaw.latka@pwr.edu.pl) dr  
inż. Klaudia Kozłowska (klaudia.kozlowska@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** PODSTAWY ELEKTRONIKI MEDYCZNEJ 1

**Name of subject in English** INTRODUCTION TO MEDICAL ELECTRONICS 1

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	50				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination- / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical classes (P)					

including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1				
--	---	--	--	--	--

\*delete as not necessary

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

W:

- knowledge of basic physical quantities, concepts and laws relating to electrostatics, direct current flow and magnetic field;
- knowledge of complex numbers and basic operations on them;
- basic knowledge of calculus: extreme values finding of one variable function, the concept of a definite integral;
- basic knowledge of algebra: matrices, determinants, and solving of simultaneous linear algebraic equations

U: The student is able to perform basic operations on complex numbers and basic operations within the scope of calculus.

### **SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Acquiring basic knowledge affording possibilities for analysis of simple, linear electrical circuits.  
 C2 Acquainting students with structures and properties of basic electronic components and circuits.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 Student has the well-ordered, and well theoretically based knowledge including basic problems of electrical circuit analysis.

relating to skills:

PEU\_U01 Student is able to incorporate, combine and correctly interpret the information pieces relating to electrical phenomena.

PEU\_U02 is able to analyse simple electrical circuits.

relating to social competences:

PEU\_K01 Student is able to retrieve information from literature, also in foreign languages.

PEU\_K02 Student is able to anticipate many-sided effects of her/his decisions and activities.

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Physical quantities characterising electrical circuits (electrical charge, current intensity and density, electrical potential and voltage, power and energy)	2
Lec 2	Components of electrical circuits: resistors, capacitors, inductors, voltage sources, and current sources; the properties of ideal and real components	2
Lec 3	Fundamental relationships between currents and voltages in the direct current circuits: Kirchhoff's current and voltage laws; the superposition theorem	3
Lec 4	Selected methods of analysis of the direct current linear circuits: Thévenin's and Norton's theorems; a mesh-current method	4
Lec 5	Examples of the direct current circuits analysis; a maximum power transfer problem	4
Lec 6	Signals and their parameters (periodic signals, finite energy signals, noise signals; the average and effective value of the signals)	2
Lec 7	A steady-state response of linear circuits with sinusoidal excitation - a symbolic method: reactances and an impedance	2
Lec 8	Examples of analysis: phasors, circuit transmittance and its change with frequency (RC low-pass and high-pass filters), a maximum power transfer problem, resonance	4

Lec 9	Examples of transient state analysis for RC circuits	3
Lec 10	Semiconductor materials, the p-n junction and its characteristics under forward and reverse bias	2
Lec 11	The course completion test	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia lecture with elements of a traditional lecture;  
 N2. Numerous numerical examples of circuits' analyses considered during the lectures;  
 N3. Lecture slides available on university ePortal;  
 N4. Data sheets and application notes of the presented components;  
 N5. Individual talks with students;  
 N6. The lecture course completion: a written test.

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	A written final test completing the lecture course (colloquium)

P- the mark obtained for the written final test (colloquium)

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Bird J., Electrical and electronic principles and technology, Newnes, Elsevier, 2007 (third edition) – available in the web.  
[2] Horowitz P., Hill W., The Art of Electronics. Cambridge University Press, New York, USA, 1980, 1989. [available also in Polish as:] Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2, WKŁ, Warszawa, 2009.  
[3] Enderle J.D., Bioinstrumentation. Morgan & Caypool, 2006  
[4] Webster J.G., Bioinstrumentation. Ed. Hoboken, John Wiley & Sons, London, 2004

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Wolski W., Teoretyczne podstawy techniki analogowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2007 [2]  
Bolkowski S., Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa 2007  
[3] Rusek A., Pasierbiński J., Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach, WNT, Warszawa 2006

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Grzegorz Smołalski (grzegorz.smolalski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ANALIZA MATEMATYCZNA 2.1 A

**Name of subject in English** MATHEMATICAL ANALYSIS 2.1 A

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical\*~~

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time\*~~

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide\*~~

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	90	90			
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3	3			
including number of ECTS points for practical classes (P)		3			



including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	2			
--	---	---	--	--	--

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

1. W, U: Student possesses knowledge of analysis I (limits of sequences and functions, calculus, indefinite integral).
2. W, U: Student knows the basic linear algebra.

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Learning the structure and properties of a definite integral. Acquiring the ability to use the definite integral for engineering calculations.
- C2 Learning the basic concepts of differential and integral calculus of functions of several variables.
- C3 Mastering the knowledge of numerical and power series.

C4 Applying acquired knowledge to create and analyse mathematical models for solving theoretical and practical problems in various fields of science and technology.

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 Student knows the structure of the definite integral and its properties.

PEU\_W02 Student knows the basics of differential and integral calculus of functions of several variables.

PEU\_W03 Student has basic knowledge of the theory of numerical and power series, knows the criteria of convergence.

relating to skills:

PEU\_U01 Student is able to calculate and interpret the definite integral, is able to solve engineering problems using integrals.

PEU\_U02 Student is able to calculate partial and directional derivatives and gradient of a function of several variables and interpret the obtained quantities, is able to solve optimization problems for functions of several variables.

PEU\_U03 Student is able to calculate and interpret a multiple integral, is able to solve engineering problems with the use of double and triple integrals.

PEU\_U04 Student is able to expand functions into a power series, is able to use the obtained series for approximate calculations.

relating to social competences:

PEU\_K01 Student is able to search for and use the literature recommended for course and to acquire knowledge independently.

PEU\_K02 Student understands the need for systematic and independent work on mastering the course material.

### **PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Definite integral. Definition. Geometric and physical interpretation. Newton-Leibnitz Theorem. Integration by parts and by substitution.	2
Lec 2	Properties of the definite integral. The mean value of the function on the interval. Applications of definite integrals in geometry (area, arc length, volume of a revolving solid, lateral surface area of a revolving solid) and in technics.	3

Lec 3	Ordinary differential equations with separated variables and first order linear differential equations.	2
Lec 4	Numerical series. Definition of a numerical series. Partial sums, the remainder of a series. Geometric series. A necessary condition for the series convergence. Convergence criteria for series with non-negatives terms. Absolute and conditional convergence. Leibniz's criterion. Approximate sums of series.	4
Lec 5	Power series. Definition of a power series. Radius and interval of convergence. Cauchy-Hadamard theorem. Taylor and Maclaurin series. Expanding functions into power series.	2
Lec 6	Functions of two and three variables. Subsets of the plane and of the space. Examples of graphs of functions of two variables.	2
Lec 7	Partial derivatives of the first order. Definition. Geometric interpretation. Partial derivatives of higher orders. Schwarz Theorem.	2
Lec 8	The tangent plane to a graph of a function of two variables. Differential of a function and its applications. Partial derivatives of composite functions. Directional derivative. The gradient of a function.	2
Lec 9	Local extrema of functions of two variables. Necessary and sufficient conditions for the existence of an extremum. Conditional extrema of functions of two variables. The smallest and largest value of a function on a set. Examples of extremal problems in geometry and technology.	2
Lec 10	Double integrals. Definition of a double integral. Geometric and physical interpretation. Calculation of double integrals over normal areas.	2
Lec 11	Properties of double integrals. Change of variables in double integrals. Double integral in polar coordinates.	2
Lec 12	Triple integrals. Converting triple integrals into an iterated integral. Converting variables to cylindrical and spherical coordinates.	3
Le c 13	Applications of double and triple integrals in geometry, physics and technology.	2
	Total hours	30
<b>Classes</b>		<b>Number of hours</b>

CI 1	Calculation of definite integrals with the use of methods presented in the lecture. Solving differential equations with separated variables and linear differential equations of the first order. Application of definite integrals for engineering calculations.	5
CI 2	Calculation of the sum of numerical series. Conditional and absolute convergence. Convergence of a power series. Calculating Maclaurin series. Approximate calculation of series and integrals.	4
CI 3	Determining the natural domains of functions of several variables and examining their graphs. Calculating limits and examining continuity of a function of several variables.	4
CI 4	Calculation of partial derivatives. Determining the tangent plane. Estimating quantities with the use of the differential of a function. Calculation of directional derivatives and gradients.	3
CI 5	Determining the extrema of functions of two variables. Determining conditional extrema.	4
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method  
N2. Classes – traditional method  
N3. Student’s own work with the use of mathematical packages

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1		Tests, oral answers
F2		Exam
P Exam		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b>PRIMARY LITERATURE:</b> [1] Stewart, J., Calculus: Early Transcendentals (8th Edition), Cengage Learning, 2015
<b>SECONDARY LITERATURE:</b> [1] Bers, L., Calculus, Holt, Rinehart and Winston, 1969
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
prof. dr hab. Michał Morayne (michal.morayne@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish: FIZYKA 2**

**Name of subject in English: PHYSICS 2**

**Main field of study (if applicable): BIOMEDICAL ENGINEERING**

**Specialization (if applicable): MEDICAL INFORMATICS**

**Profile: academic / ~~practical~~\***

**Level and form of studies: 1st/ ~~2nd level, uniform magister studies~~\*, full-time / ~~part-time~~\***

**Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\***

**Subject code .....**

**Group of courses YES / NO\***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		45		
Number of hours of total student workload (CNPS)	75		90		
Form of crediting	Examination / <del>crediting with</del> grade*	Examination / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		

including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		
--	---	--	---	--	--

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

Successful completion of the Algebra and Analytic Geometry, Mathematical Analysis and Physics 1 courses

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1. Acquisition of basic knowledge, considering application aspects, of the following branches of classical electrodynamics:

- C1.1. Magnetostatics
- C1.2. Electromagnetic induction
- C1.3. Maxwell's equations

C1.4. Electromagnetic waves

C2. Acquisition of basic knowledge, including its application aspects, in the following branches of modern physics:

C2.1. Special theory of relativity

C2.2. Elements of quantum physics

C2.3. Fundamentals of solid-state physics

C2.4. Elements of nuclear physics

C2.5 Elementary particles and astrophysics

C3. To learn the basic techniques and methods of measuring selected physical quantities

C4. Acquiring skills:

C4.1 Plan and carry out experiments in the Physics Fundamentals Laboratory involving the experimental verification of selected laws/physics principles and the measurement of physical quantities

C4.2 Process measurement results, estimate measurement uncertainties, prepare a written report on the measurements carried out using application software.

C5. To develop and consolidate social competences, including an understanding of the need for continuous learning, and the ability to:

C5.1 communicate, critically evaluate undertaken and completed own actions as well as possessed knowledge and skills,

C5.2 independently plan experiments and carry out measurements using application software,

C5.3 correctly, independently make decisions and interpret obtained results of measurements,

draw conclusions based on possessed knowledge, C5.4 cooperate and work in a group.



### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

- PEU\_W01 has a well-founded knowledge of magnetostatics and the phenomenon of electromagnetic induction and knows examples of applications of the laws of magnetostatics and Faraday's law in physics and engineering practice.
- PEU\_W02 has a well-founded knowledge of Maxwell's equations, the properties of electromagnetic waves (metamaterials) and applications of this knowledge in physics and engineering practice.
- PEU\_W03 has a basic knowledge of the special (general) theory of relativity and its applications in relativistic kinematics and dynamics, in particular global positioning systems.
- PEU\_W04 has knowledge related to the fundamentals of quantum physics, atomic physics, solid state physics and its selected applications in engineering activities.
- PEU\_W05 has a systematic knowledge of nuclear physics and its applications, has a knowledge of particle physics and astrophysics.
- PEU\_W06 knows: a) principles of safety and hygiene in force in the Physics Fundamentals Laboratory, b) methods of performing simple and complex measurements of physical quantities, c) methods of preparing measurement results, estimating uncertainty of simple and complex measurements and principles of preparing written reports supported by utility software (text editors, graphics programs).

relating to skills:

- PEU\_U01 can independently present in writing or orally, correctly and concisely, issues which are the content of the educational objectives PEU\_W01-PEU\_W05.
- PEU\_U02 can apply knowledge of magnetostatics and the phenomenon of electromagnetic induction to: a) qualitative and quantitative characterization/explanation of

	selected electromagnetic phenomena, b) solving standard tasks in the field defined by PEU_W01.
PEU_U03	can: a) explain concisely and correctly the physical sense of the system of Maxwell's equations, characterize the physical properties of electromagnetic waves, metamaterials and their applications, b) solve standard tasks in the field and use the knowledge of PEU_W02.
PEU_U04	can: a) apply knowledge concerning special and general relativity theory to interpret selected relativistic effects and phenomena, b) justify the necessity of implementation of the consequences of special relativity theory in the global positioning systems (GPS), c) solve standard tasks within the scope of knowledge specified PEU_W03.
PEU_U05	has the ability to apply knowledge of contemporary physics (quantum physics, atomic physics, solid state physics) to: a) qualitative and quantitative interpretation of selected phenomena and effects of physics of atoms and FCS, which occur at the microscopic and nanoscopic distance scales, b) explain physical principles of operation of selected semiconductor devices, c) solve standard tasks in the field of knowledge PEU_W04.
PEU_U06	can: a) characterize and present briefly the basic phenomena and laws of nuclear physics, b) present a standard model of elementary particles, c) characterize types of matter in the Universe and present and justify a model of the expanding Universe, d) solve standard tasks in the field and use the knowledge of PEU_W05.
PEU_U07	can: a) perform simple complex measurements of physical quantities, using adequate instruments and methods, observing the principles of work safety, b) process measurement results, perform the analysis of measurement uncertainty and prepare a report on measurements performed in the Physics Fundamentals Laboratory using PEU_W06 knowledge and the appropriate application software.
relating to social competences:	
PEU_K01	understands the need for lifelong learning and for improving knowledge/acquisition skills and communication methods.
PEU_K02	is able to independently plan experiments and carry out measurements using application software and prepare a concise, factually correct report of the measurements made.
PEU_K03	is able to interpret the results of measurements, i.e., draw conclusions on the basis of its knowledge.
PEU_K04	can interact and work in a group.

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1-2	Organizational matters. Methods of vector field analysis. Magnetostatics	4
Lec 3-4	Electromagnetic induction and Maxwell's equations	4
Lec 5-6	Electromagnetic waves	4
Lec 7-8	Special principle of relativity	3
Lec 8-12	Selected topics in quantum physics	9
Lec 13	Selected topics in solid state physics	2
Lec 14	Selected topics in nuclear physics	2
Lec 15	Selected topics in particle physics and astrophysics	2
	Total hours	30

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction to LPF - matters of course organisation. To introduce students: a) to the principles of safe measurement (short training in occupational safety and health) and the LPF regulations, b) to the principles of written preparation of a report/report, c) to the basics of measurement uncertainty analysis, d) to the necessity to have a portfolio at each class, where the student gathers documents confirming his/her personal activity, achievements, cards with marks, prepared reports or essays, notes from laboratory classes, lectures or consultations, etc. Students acquire practical skills in making simple measurements of physical quantities.	3

Lab 2	Students carry out measurements on an electrical circuit using analogue and digital meters, statistically process the obtained results of simple and complex measurements, estimate the uncertainty values of the experimentally obtained measurement results, present the results of their own measurements on graphs and prepare, for the first time individually, a written report.	3
Lab 3-4	Two-person student teams carry out measurements of selected mechanical quantities and prepare a written report containing: a) a brief description of the measurement site and main objectives of the measurements, b) results of measurements, accuracy of used meters, results of calculated/determined, based on the results of measurements, values of physical quantities, etc. (results of measurements, data and values of determined physical quantities are included in tables), c) graphical representations (if required) of the measured values. (c) the evaluation of the measurement uncertainty of the measured physical quantities, (d) graphical representations (if required) of the measurement results with the measurement uncertainty values plotted on graphs, (e) conclusions and closing remarks.	6
Lab 5-6	Two-person student teams take measurements of selected thermodynamic quantities and prepare written reports containing the elements listed in the description of the Lab 3-4.	6
Lab 7	Review of student reports on completed laboratory exercises in lab.2-5 by the academic teacher in charge of the course, who generally assesses the students' skills on the prepared reports, presents and discusses irregularities and errors noticed in the reports, and gives advice to student groups or individual students.	3
Lab 8-9	Two-person student teams perform measurements of selected electromagnetic quantities and prepare written reports containing the elements listed in the description of the Lab 3-4.	6
Lab 10-11	Student teams of two take measurements of selected optical quantities and produce written reports containing the elements listed in the description of the Lab 3-4.	6
Lab 12-13	Two-person student teams make measurements of selected quantum quantities and produce written reports containing the elements listed in the description of the Lab 3-4.	6
Lab 14	Complementary classes	3
Lab 15	Supplementary classes and credits	3

Total hours	45
-------------	----

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture in the form of presentation, supported by demonstrations/demonstrations of physical laws and phenomena.
- N2. The course work - individual studies and preparation for preparation for classes in LPF.
- N3. Laboratory exercises - groups of two students take measurements of simple and complex physical quantities.
- N4. Laboratory exercises - short written tests, so-called entrance tests.
- N5. Portfolio - students' own work - students collect in a portfolio documents confirming their personal activities: essays, solutions to assignments, texts of tests with marks, scores in e-tests, notes from lectures, laboratories, consultations, texts of letters sent (received) via e-mail to (from) the lecturer or academic teachers and other documents.
- N6. The student consultations with the lecturer and tutor and via e-mail.
- N7. Students' own work - individual studies and preparation for the final examination.

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 - PEU_W06 PEU_U01 - PEU_U07 PEU_K01 - PEU_K04	Assessments of: a) tests, b) oral answers to questions asked by the academic teacher, c) manner of performing measurements, d) reports, e) content and quality of documents collected in the portfolio
F2	PEU_W01 - PEU_W06	Written examination (written or online)
$P = 0,3 * F1 + 0,6 * F2$		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Fundamentals of Physics, 10th ed. 2013.
- [2] Roger A. Freedman, Hugh D. Young, Solutions for University Physics with Modern Physics 15th (2020) at <https://www.numerade.com/books/university-physics-with-modern-physics-15th/>
- [3] D.C. Giancoli, Physics Principles with Applications, published by Addison-Wesley, various editions (2000-2019); Physics: Principles with Applications with Mastering Physics, 6th edition published by Addison-Wesley (2000-2019).
- [4] P. A. Tipler, G. Mosca, Physics for Scientists and Engineers, W. H. Freeman and Company, various editions (2003, 2007)

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] lecture content available to course participants
- [2] instructions for laboratory activities

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Sebastian Kraszewski (sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** PODSTAWY CHEMII ORGANICZNEJ

**Name of subject in English** PRINCIPLES OF ORGANIC CHEMISTRY

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination-/ crediting with grade*	Examination-/ crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical classes (P)					
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1				

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

Basic knowledge of chemistry at high school level

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Basic knowledge of organic chemistry

C2 Basic knowledge of organic compounds, their properties, applications and functions in the body

C3 Identification of chemical compounds

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has a basic knowledge of organic chemistry, about the structure of organic compounds, their properties, applications and functions in the body.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Organic Chemistry in Biomedical Engineering	2
Lec 2	Structure of organic compounds. Classification of organic compounds.	2
Lec 3	Isomerism of organic compounds - structural, conformational, geometric and optical. Stereochemistry.	2
Lec 4-5	Transformations of organic compounds. Types of organic reactions and types of mechanisms. Mechanisms of basic types of organic reactions. Elements of organic synthesis.	4
Lec 6	Hydrocarbons. Aromatic hydrocarbons - benzene derivatives.	2
Lec 7	Alcohols and phenols.	2
Lec 8	Ethers and Oxiranes.	2
Lec 9	Aldehydes and Ketones	2
Lec 10	Carboxylic acids and their derivatives.	2



Lec 11	Fatty acids. Lipids.	2
Lec 12	Organic nitrogen compounds: nitro compounds, amines, azo and diazo compounds, isocyanates, amino acids, peptides, proteins.	2
Lec 13	Macromolecules. Polymers. Sugars.	2
Lec 14	Physicochemical measurement techniques for the analysis and identification of organic compounds.	2
Lec 15	Exam	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

N 1. Lecture – multimedia presentation

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01	Evaluation of exam
P1 – exam – lecture		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE:

- [1] Francis A. Carey; Organic Chemistry. McGraw-Hill Higher Education 2019  
 [2] Robert T. Morrison, Robert N. Boyd; Chemia organiczna, PWN 1998 [3] John McMurry  
 Chemia Organiczna, PWN 2017  
 [4] Patrick G.; Chemia organiczna, PWN, Warszawa 2008.  
 [5] Clayden J., Greeves N., Warren C., Wothers P., Chemia organiczna, t.1. WNT, Warszawa 2016

**SECONDARY LITERATURE:**

[1] Articles from journals on the Philadelphia List

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. Marta Kopaczyńska (marta.kopaczynska@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** PODSTAWY ELEKTRONIKI MEDYCZNEJ 2

**Name of subject in English** PRINCIPLES OF MEDICAL ELECTRONICS 2

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd-level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50	50	30		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2	2	1		
including number of ECTS points for practical classes (P)		2	1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1	1		

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

W:

- Completion of the courses:
- Introduction to Medical Electronics 1
- Algebra and Analytic Geometry
- Mathematical Analysis 1

U: The student is able to perform basic operations on complex numbers and basic operations within the scope of calculus.

### **SUBJECT OBJECTIVES**

At the end of the course's student should:

C1 be acquainted with the structure, the action, and properties of basic electronic components, and circuits;

C2 have practical skills within the scope of analysis of simple linear electrical circuits;

C3 know how basic electric quantities may be measured;

C4 know how the uncertainty of measurement result should be determined both in a direct and in a combined measurement.

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 Student has the well-ordered, and well theoretically based knowledge including the structure, action, and properties of basic analog, and digital electronic components and circuits.

relating to skills:

PEU\_U01 Student knows fundamental methods of electrical circuits' analysis and is able to use them in practice in understanding the action of simple electronic circuits.

PEU\_U02 Student is able to plan and practically perform simple experiments in which properties of electrical circuits are investigated and is able both to elaborate and to understand the results.

relating to social competences:

PEU\_K01 Student is able to retrieve information from literature, also in foreign languages.

PEU\_K02 Student is able to anticipate many-sided effects of her/his decisions and activities.

### **PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Diodes: their parameters and examples of application	2
Lec 2	Transistors: operation of the selected kinds of them; biasing rules; transistor parameters, characteristic curves and examples of application	2
Lec 3	Amplifiers: their parameters and selected applications	2
Lec 4	Operational amplifier and basic circuits of its application	2
Lec 5	Instrumentation amplifier	2
Lec 6	Filters and their trasmitance functions	2
Lec 7	Switches	2
Lec 8	Digital circuits: physical implementation of logic states, logic gates and their parameters, families of logic, driving bus lines	2
Lec 9	Examples of combinational networks	2
Lec 10	Examples of sequential logic: flip-flops, registers, counters, shift registers, memories and the types of them	2

Lec 11	Measurement science: Measurement process	2
Lec 12	Measurement science: Measurement instrumentation	2
Lec 13	Measurement science: Measurement technique	2
Lec 14	Measurement science: Measurement error and uncertainty	2
Lec 15	The course completing tests	2
	Total hours	30

<b>Classes</b>		<b>Number of hours</b>
CI 1	DC electrical circuit analysis (series and parallel resistive circuits, Kierchhoff's laws)	2
CI 2	DC electrical circuit analysis (Thévenin's and Norton's theorems; a mesh-current method)	2
CI 3	Signals and their parameters	2
CI 4	AC electrical circuit analysis (impedance, series and parallel RLC circuits)	2
CI 5	AC electrical circuit analysis (equivalent circuits of the two-terminal RLC networks)	2
CI 6	AC electrical circuit analysis (AC power, resonance)	2
CI 7	Measurement error and uncertainty	2
CI 8	Measurement error and uncertainty	1
	Total hours	15

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction	1
Lab 2	Measurement of DC voltages and currents, the multimeter	2

Lab 3	The generator and oscilloscope: signals and observation of their shapes	2
Lab 4	Measurements of AC signal parameters	2
Lab 5	Time period and frequency measurement	2
Lab 6	Digital networks	2
Lab 7	Measurement of RLC elements parameters	2
Lab 8	Students' individual repetition and course completion	2
	Total hours	15

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia lecture with elements of a traditional lecture;  
N2. Numerous numerical examples of circuits' analyses considered during the lectures and classes;  
N3. Lecture slides available on university ePortal;  
N4. Data sheets and application notes of the presented components;  
N5. Individual talks with students;  
N6. Written tests completing the lecture and classes courses;  
N7. Practical experiments performed during the laboratory course, and elaborating the reports of them

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
---	------------------------	---

F1	PEU_W01 PEU_U01	A written colloquium completing a lecture course
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Multiple numerical examples solved during the lectures. A short written tests during the classes. Lists of symbolic and numerical tasks set as homework and then solved during classes on the blackboard.
F3	PEU_U02 PEU_K02	Written reports completing every laboratory topic

P – Lecture: a pass mark received during the completing colloquium

P – Classes: completing all the tests and the marks received for solving the ordered problems on the blackboard

P – Laboratory: completing all the tests and the marks received for performing laboratory tasks and for the reports completing laboratory topics.

### **PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

#### **PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Bird J., Electrical and electronic principles and technology, Newnes, Elsevier, 2007 (third edition) – available in the web.
- [2] Horowitz P., Hill W., The Art of Electronics. Cambridge University Press, New York, USA, 1980, 1989. [available also in Polish as:] Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2, WKŁ, Warszawa, 2009.
- [3] Enderle J.D., Bioinstrumentation. Morgan & Caypool, 2006
- [4] Webster J.G., Bioinstrumentation. Ed. Hoboken, John Wiley & Sons, London, 2004
- [5] Data sheets and application notes of the presented components
- [6] Kirkup L., Frenkel B., An introduction to Uncertainty in Measurement using the gum. Cambridge University Press, 2006 [7] Hebra A.J., The Physics of Metrology: All about Instruments: From Trundle Wheels to Atomic Clocks, SpringerWienNewYork, 2010

#### **SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Wolski W., Teoretyczne podstawy techniki analogowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2007
- [2] Bolkowski S., Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa 2007
- [3] Rusek A., Pasierbiński J., Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach, WNT, Warszawa 2006

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Grzegorz Smołalski (grzegorz.smolalski@pwr.edu.pl)

dr inż. Wioletta Nowak (wioletta.nowak@pwr.edu.pl)



FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** WPROWADZENIE DO PROGRAMOWANIA OBIEKTOWEGO

**Name of subject in English** INTRODUCTION TO OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade</del> *	Examination / crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

\*delete as not necessary

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

It is required to pass the following course: Introduction to Programming.

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Becoming familiar with fundamental concepts of object-oriented programming

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows object-oriented programming paradigm.

relating to skills:

PEU\_U01 can define class hierarchies.

PEU\_U02 can perform unit tests.

PEU\_U03 can develop JavaFX desktop applications .

relating to social competences:

PEU\_K01 knows the principles of collaborative coding.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Inheritance and polymorphism	2
Lec 2	Interfaces	2
Lec 3-4	Exceptions	4
Lec 5	Unit tests	2
Lec 6-7	JavaFX	4
Lec 8-9	Generic collections	4
Lec 10	Lambdas and Streams	2
Lec 11	Generic Classes and Methods	2

Lec 12	Custom Generic Data Structures	2
Lec 13-14	Design patterns	4
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Fundamentals of object-oriented programming	2
Lab 2	Inheritance	2
Lab 3	Abstract classes and interfaces	2
Lab 4	JSON (JavaScript Object Notation)	2
Lab 5	Unit tests	2
Lab 6	Midterm test	2
Lab 7	JavaFX part I	2
Lab 8	JavaFX part II	2
Lab 9	Generic collections	2
Lab 10	Lambdas and Streams	2
Lab 11	Generic Classes and Methods	2
Lab 12	Custom Generic Data Structures	2
Lab 13-14	Design patterns	4
Lab 15	Final test	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
----------------------------

- N1. Traditional lecture
- N2. Computer laboratory – solving tasks
- N3. Lab reports
- N4. Consultations
- N5. Self-study
- N6. Digital resources (ePortal PWr)
- N7. Quizzes

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Quizzes

P = F1 (lecture)

P = weighted average of F2 and F3 (laboratory)

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

[1] Deitel P., Deitel H., Java How to Program, Early Objects (11<sup>th</sup> Edition), 2017

[2] Schildt H., Java: A Beginner's Guide (Eighth Edition), 2018

**SECONDARY LITERATURE:**

[1] Evans B.J., Flanagan D., Java in a Nutshell: A Desktop Quick Reference (6<sup>th</sup> Edition), 2014  
[2] Horstmann C., Core Java SE 9 for the Impatient, 2017

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Mirosław Łątka (miroslaw.latka@pwr.edu.pl) dr  
inż. Klaudia Kozłowska (klaudia.kozlowska@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** PROPEDEUTYKA NAUK MEDYCZNYCH

**Name of subject in English** PROPAEDEUTICS OF MEDICAL SCIENCES

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	30				
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1				
including number of ECTS points for practical classes (P)					

including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1				
--	---	--	--	--	--

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

Anatomy for Biomedical Engineers

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Acquiring knowledge about the basic conceptual categories related to propaedeutics of medical sciences.

C2 Acquiring basic knowledge about the pathology of organs and systems of the human body, epidemiology, civilization diseases, infectious diseases, immunology, transplantology, cancer. C3

Acquiring basic knowledge of the use of Biomedical Engineering methods in therapy, diagnostics and health care.

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows and understands the basic concepts of propaedeutics of medical sciences.

PEU\_W02 has extended knowledge of diseases and pathologies of organs.

PEU\_W03 has ordered general knowledge, covering issues related to the structure of the human body at the cellular, tissue and organ levels.

PEU\_W04 has knowledge of the use of biomedical engineering methods in therapy, diagnostics and health care.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to obtain information from literature, databases and other sources, is able to correctly interpret, select and combine the obtained information, is able to apply the obtained information in practice, in particular, is able to prepare a paper on a given topic concerning the use of biomedical engineering methods in combating diseases and pathologies.

PEU\_U02 is able to draw conclusions, formulate and justify opinions, in particular in the field of knowledge of the propaedeutics of medical sciences.

relating to social competences:

PEU\_K01 can interact and cooperate in a group, taking various roles in it, is ready to think and act in an entrepreneurial way.

PEK\_K02 is aware of the social and professional role of a technical university student, especially in the field of reliable and honest transfer of information, and fair process of checking knowledge.

### **PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction. Basic terminology of propedeutics of medical sciences, introduction to medicine based on prediction, prevention and personalized approach to the patient.	1
Lec 2	Diseases – introduction; basic definitions, course, symptoms Fundamentals of epidemiology	1



Lec 3	Civilization related diseases. Role of biomedical engineering in therapy and diagnostics.	1
Lec 4	Diabetes mellitus, types of, role of biomedical engineering in therapy, diagnostics and rehabilitation	3
Lec 5	Diseases transmitted by viruses. About HIV and AIDS. COVID19. Fundamentals of vaccinology.	3
Lec 6	Introduction to oncology. Role of biomedical engineering in therapy and diagnostics.	3
Lec 7	Problems of transplantology. Fundamentals of immunology.	3
Lec 8	Heart disorders, the role of biomedical engineering in therapy, diagnostics and rehabilitation.	3
Lec 9	Vascular and cardiovascular disorders, the role of biomedical engineering in therapy, diagnostics and rehabilitation.	3
Lec 10	Diseases of the digestive system, the role of biomedical engineering in the therapy, diagnosis and rehabilitation of diseases of the esophagus and stomach	3
Lec 11	Diseases of the digestive system, the role of biomedical engineering in the therapy, diagnosis and rehabilitation of intestinal diseases.	2
Lec 12	Diseases of the digestive system, the role of biomedical engineering in the therapy, diagnosis and rehabilitation of liver and pancreatic diseases.	2
Lec 13	Kidney diseases, dialysis - the role of biomedical engineering in therapy, diagnostics and rehabilitation	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia lectures
- N2. Tests of knowledge
- N3. Webinars
- N4. Individual consultations

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Multiple Online tests
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Data bases search Participation in webinar Independent preparation as a group work of a presentation on a given topic related the modern diagnosis and treatments exploiting biomedical engineering methods. Online test
<p>P – lecture – final grade is the average of multiple tests performed during the semester. Elaboration of an essay based on the most recent papers published in a relevant scientific journal, is required.</p>		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### **PRIMARY LITERATURE:**

[1] Any text book on propaedeutics of medical sciences. E.g. V. K. Vasilenko, V. V. Vasilenko, Propaedeutics of internal diseases, ISBN 978-601-240-933-8, 2017 or I. Damjanov Pathophysiology E-Book, Saunders Elsevier, 2009

#### **2009 SECONDARY LITERATURE:**

[1] Databases e.g., Medline, PubMed, professional medical websites etc.

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

prof. dr hab. inż. lek. med. Halina Podbielska (halina.podbielska@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** WSTĘP DO OPTYKI I BIOFOTONIKI

**Name of subject in English** INTRODUCTION TO OPTICS AND BIOPHOTONICS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd-level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** **YES** / **NO**\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		15
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		30		30
Form of crediting	<del>Examination</del> /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	<del>Examination</del> /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	<del>Examination</del> /crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1		1		1
including number of ECTS points for practical classes (P)			1		1
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		1

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

First Semester Physics course (lecture and classes)

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Obtaining knowledge of fundamentals of Engineering Optics and Biophotonics, and diagnostic devices based on optical phenomena.
- C2 Acquiring basic knowledge in respect to the analysis of the observed phenomena of light-tissue interactions and their medical applications.
- C3 Solving basic technical and design problems during the implementation of tasks in the laboratory.

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has theoretical general knowledge of Biophotonics fundamentals, including optical parameters of tissues, interaction of light with tissues, optical diagnostics techniques and light based therapeutics approaches.

PEU\_W02 has ordered general knowledge of the basics of Optics, knows optical elements, basic instrumentation and rules of working with optical radiation.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to use the acquired knowledge to formulate and solve complex problems in Biophotonics and Optics.

PEU\_U02 can perform laboratory tasks through selection and application of proper methods and tools.

PEU\_U03 can plan and carry out experiments including measurements and computer simulations, interpret the obtained results and draw conclusions in the field of Optics and Biophotonics.

PEU\_U04 can take part in a debate and present, and evaluate various opinions and positions related to Biophotonics and Optics issues.

PEU\_U05 can plan and organize work individually and in a team.

relating to social competences:

PEU\_K01 can interact and cooperate in a group, taking various roles in it, is ready to think and act in an entrepreneurial way.

### **PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction to the subject and course requirements. Presentation of the conditions for passing the course. Introduction to Engineering Optics and basic optical laws: the law of rectilinear propagation (transmission), the law of reflection, the law of refraction (Snell's law). Concept of refractive index.	3

Lec 2	Electromagnetic radiation. Vision optics. The safety of working with nonionizing radiation – UV, VIS and IR.	3
Lec 3	Fundamentals of geometrical Optics – thin and thick lenses, special lenses	3
Lec 4	Fundamentals of geometrical Optics – prisms and special prisms, plane parallel plates, mirrors	
Lec 5	Fundamentals of optical instrumentation: optical microscopes, collimators, telescopes	3
Lec 6	Introduction to Biophotonics. Waves and Photons. Basic definitions of Biophotonics. Medical applications of optical waves: instrumentation, medical diagnosis.	3
Lec 7	Optical parameters of tissues. Absorption laws and its application in biology and medicine.	3
Lec 8	Luminescence and its biomedical applications in diagnosis and therapy.	3
Lec 9	Thermal interactions of light with tissues and its diagnostic and therapeutic applications.	3
Lec 10	Light scattering and biomedical diagnostic application.	3
	Total hours	30

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction to the subject and course requirements. Spectroscopic measurements.	2
Lab 1	Optical glasses, safety glasses	2
Lab 2	Interstitial laser thermotherapy – computer simulations	2
Lab 3	Photometric measurements.	2
Lab 4	Microscopic examinations	2
Lab 5	Computer assisted fluorescence images processing	2
Lab 6	Transillumination methods	2
Lab 7	Final test	1
	Total hours	15

<b>Seminar</b>		<b>Number of hours</b>
Semin 1	Introduction to the subject and course requirements.	1
Semin 2	Electromagnetic waves, interaction of radiation with matter, photodynamic medicine, spectroscopy, optogenetics	2
Semin 3	Sources and detectors of radiation, biomedical research techniques using scattering, absorption and interference of light	2
Semin 4	Optical fibers, lasers, diodes, fiber optic sensors	2
Semin 5	Microscopic measurements	2
Semin 6	Transillumination, optical manipulators, thermovision, photoacoustics	2
Semin 7	Endoscopy, holography, vision optics, dermatoscopy	2
Semin 8	Final test	2
	Total hours	15
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Multimedia lectures N2. Multimedia seminars N3. Tests of knowledge N4. Teaching kits for laboratory classes N5. Individual consultations		

#### **EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENTS**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at the semester end)	<b>Learning outcomes code</b>	<b>Way of evaluating learning outcomes achievements</b>
F1	PEU_W01 PEU_W02	1. Online tests
F2	PEU_U01 PEU_U02	1. Performing tasks during the laboratory work 2. Laboratory reports

	PEU_U03	3. Short tests
	PEU_U05 PEU_K01	
F3	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_U04 PEU_U05 PEU_K01	1. Oral presentation 2. Final test

P – lecture – final grade is the average of multiple tests performed during the semester. The part of lectures devoted to Biophotonics requires elaborations of essays based on the most recent biophotonics paper published in a relevant scientific journal and biophotonics webinar.

P – laboratory – average grade of the reports and tests (all grades must be positive).

P – seminar – weighted average grade of the presentation (weight 1/3) and the final test (weight 2/3).

### **PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

#### **PRIMARY LITERATURE:**

- [1] S. H. Schwartz, Geometrical and Visual Optics, McGraw-Hill, 3rd edition, 2019
- [2] S. Konijnenberg, A. J. L. Adam, H. P. Urbacc, BSc Optics, Delft University of Technology, 2021, <https://textbooks.open.tudelft.nl/textbooks/catalog/book/42>
- [3] M. Jurgens, T. Mayerhofer, J. Popp, Introduction to Biophotonics, Handbook of Biophotonics, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527643981.bphot001/pdf>
- [4] E. Hecht, Optics, Person, 5th edition, 2015
- [5] E. Hecht, Solutions for Optics 5th, <https://www.numerade.com/books/optics-5th/>

#### **SECONDARY LITERATURE:**



- [1] F.L. Pedrotti, L. M. Pedrotti, L. S. Pedrotti, Introduction to Optics, Cambridge University Press, 3rd edition, 2017
- [2] Solutions for Introduction to Optics 3<sup>rd</sup>, Frank L. Pedrotti, Leno M. Pedrotti, Leno S. Pedrotti,  
<https://www.numerade.com/books/introduction-to-optics-3rd/>
- [3] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527643981.bphot001/pdf> [4] <http://www.bioopticsworld.com>
- [5] <http://www.biophotonik.org/joomla/images/download/icob-2roadmap.pdf>
- [6] <http://www.photonics.com>
- [7] relevant journals: Biomedical Optics, Biomedical Optics Express

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

prof. dr hab. inż. lek. med. Halina Podbielska  
 (halina.podbielska@pwr.edu.pl) dr inż. Joanna Bauer-Matuła  
 (joanna.bauer@pwr.wroc.pl) dr inż. Katarzyna Wysocka-Król  
 (katarzyna.wysocka@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 5 do ZW 16/2020

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish BAZY DANYCH**

**Name of subject in English DATABASES**

**Main field of study (if applicable): BIOMEDICAL ENGINEERING**

**Specialization (if applicable): MEDICAL INFORMATICS**

**Profile: academic / ~~practical~~\***

**Level and form of studies: ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / part-time\***

**Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\***

**Subject code .....**

**Group of courses YES / NO\***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	15	

Number of hours of total student workload (CNPS)	75		75	50	
Form of crediting	Examination / <del>crediting with</del> grade *	Examination / crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3	2	
including number of ECTS points for practical classes (P)			3	2	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2	1	

\*delete as not necessary

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

It is required to pass the following course: Introduction to Object-Oriented Programming.

### **SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Becoming familiar with fundamental concepts of database systems
- C2 Gaining basic knowledge on programming and administration of databases
- C3 Becoming familiar with database data modelling
- C4 Becoming familiar with medical database systems design
- C5 Gaining basic knowledge on database documentation

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows basic database terminology.

PEU\_W02 knows SQL syntax and can write SQL queries.

PEU\_W03 acquires knowledge of database project preparation.

PEU\_W04 acquires knowledge of data modelling.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to employ SQL to retrieve, search, update data and to create database objects.

PEU\_U02 is able to implement functions, stored procedures and trigger using SQL.

PEU\_U03 is able to make use of data modelling software and to develop simple database application.

PEU\_U04 is able to model data, design and normalize database schemes.

PEU\_U05 is able to implement database application.

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Fundamental concepts of databases. Database architectures	2
Lec 2	Relational data model, functional relationships, keys, referential integrity	2
Lec 3	Data model, verification of the data model, database normalization, entity-relationship diagrams	2
Lec 4	Database design	2
Lec 5-8	SQL (simple queries, joins, subqueries, aggregate and group functions, tables, views, functions, stored procedures, triggers)	8
Lec 9	Transactions	2
Lec 10	Database access control and security	2
Lec 11-12	Java and Object-Relational Mapping with Hibernate	4
Lec 13	NoSQL databases	2

Lec 14	Medical databases, electronic health record	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	MySQL server and workbench	2
Lab 2	Data modelling	2
Lab 3-4	Database scheme design	4
Lab 5-6	SQL: Data Manipulation Language	4
Lab 7-8	SQL: Data Definition Language	4
Lab 9	SQL: Data access control	2
Lab 10	Database Management System	2
Lab 11	JDBC	2
Lab 12	Object-Relational Mapping with Hibernate	2
Lab 13-15	NoSQL databases	6
	Total hours	30
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Introduction	1
Proj 2-4	Project 1 (SQL)	6
Proj 5-8	Project 2 (NoSQL)	8
	Total hours	15
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		

- N1. Traditional lecture
- N2. Computer laboratory – solving tasks
- N3. Lab reports
- N4. Consultations
- N5. Self-study
- N6. Digital resources (ePortal PWr)
- N7. Quizzes

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Quizzes
F4	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05	Project 1

F5	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Project 2
	PEU_U04 PEU_U05	
P = F1 (final test on lecture) P = weighted average of F2 and F3 (laboratory) P = weighted average of F4 and F5 (project)		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>		
[1] Elmasri R., Navathe S.B., Fundamentals of Database Systems (7th Edition), 2016 [2] DuBois P., MySQL (5th Edition), 2013 [3] MySQL Documentation ( <a href="https://dev.mysql.com/doc/">https://dev.mysql.com/doc/</a> ) [4] Harrison G., Next Generation Databases: NoSQL and Big Data, 2015		
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>		
[1] Beighley, L., Head First SQL: Your Brain on SQL – A Learner, 2007 [2] Nyczaj K., Wasilewski, D., „Elektroniczna dokumentacja medyczna po zmianach - z uwzględnieniem regulacji o ochronie danych osobowych (RODO)”, 2018 [3] Hernandez M.J., Database Design for Mere Mortals: A Hands-On Guide to Relational Database Design (3 <sup>rd</sup> Edition), 2013		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
dr inż. Klaudia Kozłowska (klaudia.kozłowska@pwr.edu.pl)		

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** MIKROKONTROLERY

**Name of subject in English** MICROCONTROLLERS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/~~2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		45		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		90		
Form of crediting	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		2		

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

1. Basic knowledge of digital electronic circuits (logical gates, flip-flops, registers, multiplexers, counters), e.g., Introduction to Medical Electronics 1Introduction to Medical Electronics 2.
2. Basic knowledge of and basic skills in C programming language, e.g., Introduction to Programming.

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Acquiring of basic knowledge about the resources of typical microcontroller and about possibilities of their practical application.
- C2 Possessing of basic practical skills in programming with an assembler language and skills development at programming techniques in C language.
- C3 Practical skills in using of an exemplary development environment for preparing and debugging programs.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows the structure of a typical microcontroller and of its peripheral elements and also of its programming in both an assembler and C languages.

PEU\_W02 knows basic rules of preparing a proper documentation of a program.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to analyse, write and practically debug simple programs using typical algorithms and data structures.

PEU\_U02 is able to divide a complex programming task into parts and practically build a structured multilevel program

PEU\_U03 is able to use basic tool programs such as: editor, assembler, debugger or simulator.

relating to social competences:

PEU\_K01 is able to retrieve information from literature, also in foreign languages.

PEU\_K02 is able to anticipate many-sided effects of her/his decisions and activities.

**PROGRAMME CONTENT**



<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Microcontroller as a programmable digital circuit and the programming structure of AVR microprocessor	2
Lec 2	Data transfer instructions – addressing modes.	2
Lec 3	Some typical applications of the logical and arithmetical instructions	1
Lec 4	Building of typical programming structures	2
Lec 5	Division of the program task into blocks – subroutines and a stack. Techniques of parameters' transfer to subroutines	3
Lec 6	Input/Output parallel ports: their structure and usage	2
Lec 7	Count of events and time intervals; timers/counters circuits – their application and programming	2
Lec 8	The course completion test	1
	Total hours:	15
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	An introduction. Exercises in numbers' notation in positional numeral systems of different bases	2
Lab 2	Elaborating and debugging of a simple program having the structure of a loop. Practical familiarization with the program development environment used in the laboratory, especially with its editor, assembler, and simulator	2
Lab 3	Development and debugging of the programs using data transfer instructions, logical operations and conditional jumps.	4
Lab 4	Selected examples of microcontroller communication with its surroundings via parallel ports: sending data out, reading the state of some input line and reaction to it; elementary microcontroller co-operation with a display, and with a switch.	4
Lab 5	Elaboration of the program of the expanded reaction to the external event.	4
Lab 6	Tables creation in the program memory and the communication with them.	4
Lab 7	Complex tasks decomposition – subroutines separation	2
Lab 8	Data transfer to and from subroutines	2

Lab 9	Elaboration of an exemplary, expanded program controlling a measuring instrument: preliminary assumptions, a state diagram, an algorithm, a code of the program, and debugging procedure	4
Lab 10	Count of events and time intervals; microcontroller build-in counters/timers	3
Lab 11	Practical use of timers	3
Lab 12	An interrupts system of the controller. Practical use of interrupts.	3
Lab 13	Some selected aspect of microcontroller programming in C language: libraries and compiler options	3
Lab 14	Microcontroller programming in C language: a practical training and examples	4
Lab 15	Tests in the course of a semester	1
	Total hours:	45

### TEACHING TOOLS USED

N1. Multimedia lecture with elements of a traditional lecture; the elements of lecture are also present during laboratories.

N2. Lecture slides available on the University ePortal.

N3. Data sheets and application notes prepared by the manufacturer of the used microcontroller

N4. In the laboratory: the microcontroller evaluation boards together with exemplary peripheral elements fixed on them, and also PC computers with the appropriate tool programs installed.

N5. The lecture course completion: a written test; The laboratory course completion: pass marks of all short tests in the course of a semester and completion of all the instructed tasks.

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01	A written final test completing the lecture course (colloquium)

F2	PEU_U01	Short tests during the laboratories
F3	PEK_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Individual discussions with students, completing each programming task
P – Lecture: the mark obtained for the written final test (colloquium)		
P – Laboratory: the marks obtained for tests and for the discussions completing each particular programming task		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE:

- [1] Kühnel C., AVR RISC Microcontroller Handbook. Burlington Newnes, 1998; ISBN0-7506-9963-9; ISBN1-322-05218-2; ISBN0-08-049973-2
- [2] Morton J., AVR: an Introductory Course. Newnes, 2002. ISBN: 9780750656351 ISBN: 0750656352, EISBN: 9780080499727, EISBN: 0080499724
- [3] [Microcontroller datasheet:] 8-bit AVR Microcontroller ATmega128A [a producer document no.:] Atmel-8151J-8-bit AVR  
[contained in a pdf file named:] Atmel-8151-8-bit-AVR-ATmega128A\_Datasheet [available on the course page of ePortal]
- [4] Atmel AVR 8-bit Instruction Set. [a producer document no.:] 0856J-AVR-07/2014 [contained in a pdf file named:] Atmel0856-avr-instruction-set-manual [available on the course page of ePortal]
- [4] EasyAVR128™ Development Board Users Manual. LogiFind. [contained in a pdf file named:] EasyAVR128 User Manual [available on the course page of ePortal]

### SECONDARY LITERATURE:

- [1] Baranowski R., Mikrokontrolery AVR Atmega w praktyce. Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2005.
- [2] Doliński J., Mikrokontrolery AVR w praktyce., Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2003.
- [3] Pawluczuk A., Sztuka programowania mikrokontrolerów AVR. Podstawy. Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2006.
- [4] Pawluczuk A., Sztuka programowania mikrokontrolerów AVR. Przykłady. Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2007. [5] Datasheets of the selected integrated circuits used in the laboratory evaluation boards.

### SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr inż. Grzegorz Smolański (grzegorz.smolalski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** STATYSTYKA I RACHUNEK PRAWDOPODOBIEŃSTWA

**Name of subject in English** STATISTICS AND PROBABILITY THEORY

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75	75			
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade</del> *	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3	3			
including number of ECTS points for practical classes (P)		3			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	2			

\*delete as not necessary

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

Basic calculus  
Basic linear algebra

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Getting acquainted with analysis of empirical data.  
C2 Getting acquainted with basic notions of probability theory and their applications in mathematical modelling.  
C3 Learning how to create statistical models.  
C4 Learning how to choose numerical algorithms for given statistical models.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has basic knowledge about modelling random phenomena, using probabilistic models and their statistical analysis.

relating to skills:

PEU\_U01 can calculate with probabilistic models data.

PEU\_U02 can choose statistical procedures for given experimental data.

relating to social competences:

PEU\_K01 can use the literature recommended for the course and software tools.

**PROGRAMME CONTENT**

	<b>Lecture</b>	<b>Number of hours</b>
Lec 1	Random phenomena, measurement errors, gathering data and their presentation. Mathematical models of random phenomena and deterministic relations. Empirical	

	4 distribution, empirical moments, empirical distribution function, histogram, sample quantiles.	
Lec 2	Probabilistic space. Examples.	2
Lec 3	Conditional probability. Independence of events.	2
Lec 4	Random variable and its distribution Independence of random variables. Density, marginal density. Multidimensional random variables. , quantiles.	2
Lec 5	Parametrization of distributions of random variables, expected value, higher order moments, variance, conditional expectation.	2
Lec 6	Overview of distributions normal distributions. and their genealogy: Bernoulli, Poisson, geometric and	
	2	
Lec 7	Sources of new distributions. Exponential distribution, Weibull's distribution, gamma distribution, chi-square distribution, beta distribution. Lec 8 Markov's and Chebyshev's inequalities, Law of large	2
	2 numbers, Lindeberg-Levy's and Lapunov's Central limit theorems.	
Lec 9	Statistics as a discipline that helps modelling random events. Statistics and their distributions as basic tools in statistical inference. Importance of the size of a sample.	2
Lec 10	Point estimation, properties of estimators, method of moments, maximal likelihood method.	
Lec 11	Confidence intervals.	2
Lec 12	Testing of hypothesis. Type 1 and 2 errors.	2
Lec 13	Nonparametric tests. chi-square consistency test, Neyman's test, chi-square independence test, Wilcoxon-Mann-Whitney's test.	
Lec 14	Covariance matrix, correlation coefficient, linear regression, the least squares estimators. Prediction.	

Total hours

30

Classes		Number of hours
Cl 1	Solving problems illustrating the theory lectured about.	26
Cl 2	Test	2
Cl 3	Project presentation. Discussion.	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board  
 N2. Solving exercises with students  
 N3. Consulting

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU W01	test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	small tests, oral presentations
F3	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02	exam

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

**PRIMARY LITERATURE:**

[1] Moore D., MacCabe G., Introduction to the Practice of Statistics, Freeman, 2003

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E -MAIL ADDRESS)**

prof. dr hab. Michał Morayne (michal.morayne@pwr.edu.pl)



FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** PROGRAMOWANIE APLIKACJI MOBLINYCH

**Name of subject in English** MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		60	50	
Form of crediting	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>	<del>Examination / crediting with grade*</del>
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		2	2	
including number of ECTS points for practical classes (P)			2	2	

including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1	1	
--	---	--	---	---	--

\*delete as not necessary

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

It is required to pass the following course: Introduction to Object-Oriented Programming.

### SUBJECT OBJECTIVES

C1 Introduction to programming in Kotlin language for Android software development  
C2 Understand the fundamental principles of mobile application development

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 understands the principles of object-oriented programming in Kotlin.

PEU\_W02 understands the anatomy of Android application.

PEU\_W03 understands Android application and activity lifecycles.

relating to skills:

PEU\_U01 can find the software, technical documentation, and information necessary to complete the development tasks related to mobile platforms.

PEU\_U02 can implement mobile apps which make use of Internet communication protocols, relational and non-relational databases.

PEU\_U03 can implement Mobile Health Android apps.

### PROGRAMME CONTENT

Lecture	Number of hours
---------	-----------------

Lec 1	Kotlin fundamentals	2
Lec 2	Functions	2
Lec 3	Classes and objects	2
Lec 4	Extensions	2
Lec 5	Generics	2
Lec 6	Functional manipulation	2
Lec 7	RecyclerView	2
Lec 8	Room database	2
Lec 9	Connecting to the Internet	2
Lec 10	Repository and WorkManager	2
Lec 11	Notifications	2
Lec 12	Animation and Advanced Graphics	2
Lec 13	Google Maps in Android app	2
Lec 14	Firebase	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Setting up Android Studio development environment	2
Lab 2	Creating an example Android app. Anatomy of an Android app	2
Lab 3	Android layouts	2
Lab 4	Navigation	2
Lab 5	Activity and Fragment lifecycles	2
Lab 6	Hardware sensors	2
Lab 7	RecyclerView	2

Lab 8	Room database	2
Lab 9	Connecting to the Internet	2
Lab 10	Repository and WorkManager	2
Lab 11	Notifications	2
Lab 12	Advanced Graphics	2
Lab 13	Animation	2
Lab 14	Google Maps in Android app	2
Lab 15	Firebase	2
	Total hours	30
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Project assignment	1
Proj 2 -8	Project	14
	Total hours	15
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Traditional lecture N2. Computer laboratory – solving tasks N3. Lab reports N4. Consultations N5. Self-study N6. Digital resources (ePortal PWr)		

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Project
P = F1 (final test on lecture) P = F2 (laboratory) P = F3 (project)		

### **PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

#### **PRIMARY LITERATURE:**

[1] Philips P., Stewart C., Marsicano K., Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide (4th Edition), 2019 [2] Skeen J., Greenhalgh D., Kotlin Programming: The Big Nerd Ranch Guide (2<sup>nd</sup> Edition), 2021

#### **SECONDARY LITERATURE:**

[1] Android documentation (<https://developer.android.com/docs>)

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Mirosław Łątka (miroslaw.latka@pwr.edu.pl) dr  
 inż. Klaudia Kozłowska (klaudia.kozłowska@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** WSTĘP DO FIZJOLOGII

**Name of subject in English** INTRODUCTION TO

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/ ~~2nd-level~~, ~~uniform magister studies\*~~, ~~full-time~~ / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15				
Number of hours of total student workload (CNPS)	30				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1				
including number of ECTS points for practical classes (P)					
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1				

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

None

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Acquiring knowledge of the basic conceptual categories related to the human physiology of the functioning of the human body.
- C2. Acquiring basic knowledge about the functions of the human body and their regulation at the levels: molecular, cell, tissue and the whole body.
- C3 Acquiring knowledge of the methodology of physiological tests of organs and systems C4 Acquiring the ability to work in a physiology laboratory and mastering the skills preparation of reports on the conducted laboratory work.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows and understands to a greater extent selected facts, objects, and phenomena as well as methods and theories related to them, which constitute advanced general knowledge in the field of study programs related to Biomedical Engineering.

relating to social competences:

PEU\_K01 is ready to create and develop patterns of proper conduct in work and living environment.

PEU\_K02 is ready to lead the group and take responsibility for it.

PEU\_K03 is ready to fulfill social obligations, inspire and organizing activities for the benefit of the social environment.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction to physiology, basic concepts and general characteristics of human physiology	1
Lec 2	Homeostasis and its mechanisms	2

Lec 3	Physiology of the motor system and the nervous system	2
Lec 4	Cardiovascular and lymphatic system physiology	2
Lec 5	Fluid management - the physiology of the excretory system	2
Lec 6	Digestive system physiology	2
Lec 7	Respiratory system physiology	2
Lec 8	Endocrine system physiology	2
	<b>Total hours</b>	15

**TEACHING TOOLS USED**

N1 The blackboard and the marker as a teaching aid during the laboratory and lecture  
 N2 Multimedia presentations  
 N3 Data sheets of device manufacturers, material safety data sheets, instructions on lab  
 N4 Computer and software for multimedia presentations at the lecture

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	<b>Learning outcomes code</b>	<b>Way of evaluating learning outcomes achievement</b>
F1	PEU _W01 PEU _K01 PEU _K02 PEU _K03	Test examination

P1 lecture – grade from the exam (test)

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**



- [1] John T. Hansen, Bruce M. Koeppen, Frank H. Netter, „Atlas fizjologii człowieka Nettera” Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2005 wyd. 1
- [2] W.Z. Traczyk i A. Trzebski: „Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej”. PZWL, Warszawa 2004

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Fizjologia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny
- [2] S. Konturek t.II. Układ krążenia. wydawnictwo UJ, Kraków 2000 t. III. Oddychanie, czynności nerek, równowaga kwasowo zasadowa, płyny ustrojowe. wyd. UJ, Kraków 2001 t. IV. Neurofizjologia. wyd. UJ, Kraków 1998 t. V. Układ trawienny i wydzielanie wewnętrzne. wyd. UJ. Kraków 2000

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Magdalena Przybyło (magdalena.przybylo@pwr.edu.pl)



FACULTY: Fundamental Problems of Technology / DEPARTMENT: Biomedical Engineering

**SUBJECT CARD****Name of subject in Polish: PROGRAMOWANIE W PYTHONIE****Name of subject in English: PROGRAMMING IN PYTHON****Main field of study (if applicable): BIOMEDICAL ENGINEERING****Specialization (if applicable): MEDICAL INFORMATICS****Profile: academic / ~~practical~~\*****Level and form of studies: 1st/ ~~2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*****Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*****Subject code: .....****Group of courses: YES / ~~NO~~\***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)			30		
Number of hours of total student workload (CNPS)			75		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points			3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)			2		

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

The student:

1. has knowledge of fundamentals of programming, including design of algorithms and data structures, and elementary techniques of modern programming, including object-oriented programming;
2. can design, implement and analyse programs solving medium complexity task;
3. can create programs in the object-oriented paradigm;
4. can debug developed programs;
5. can communicate using computer science terminology.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To gain essential knowledge of Python programming language ecosystem and its features relevant to Medical Informatics.
- C2. To learn essential practical skills in programming in Python with emphasis on techniques relevant to Medical Informatics.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

Relating to knowledge

PEU\_W01: Has essential knowledge of Python programming language ecosystem and its features relevant to Medical Informatics

Relating to skills

PEU\_U01 can write programs in Python, up to intermediate level of complexity, with emphasis on solving tasks relevant to Medical Informatics.

Relating to social competences

PEU\_K01 knows the scope of his/her knowledge, is prepared to expand it.

### PROGRAMME CONTENT

Laboratory		Number of hours
Lab 1	Introduction to the laboratory. The rules of the class. Introduction to programming environment.	2
Lab 2-3	Writing procedural code in Pythonic way for Java programmers.	4
Lab 4	Performing input/output operations. Processing sequential data.	2
Lab 5-6	Writing object-oriented code in Pythonic way for Java programmers.	4
Lab 7	Dealing with tabular data.	2
Lab 8	Test list 1.	2
Lab 9	Visualizing data.	2
Lab 10-11	Processing multidimensional numerical data.	4
Lab 12-13	Writing functional and reflective code in Python.	4
Lab 14	Dealing with graphical representations: trees and networks.	2
Lab 15	Test list 2.	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Hands-on tutorials
- N2. Lists of tasks to be solved individually
- N3. Tests (written or online)
- N4. Individual or group project
- N5. Laboratory and project — computer and software incl. IDE

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation F – forming during semester, P – concluding at semester end	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
--	------------------------	---

F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Test list 1 (written or online)
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Test list 2 (written or online)
F3	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Project
$P = (F1 + F2 + F3) / 3 \text{ if } (F1 + F2) / 2 \geq 3.0 \text{ else } 2.0$		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE

- [1] Allen Downey (2015) Think Python. How to Think Like a Computer Scientist. 2nd Edition. Green Tea Press
- [2] Anthony Scopatz & Kathryn D. Huff (2015) Effective Computation in Physics. O'Reilly
- [3] Sofia De Jesús & Dayrene Martinez (2020) Applied Computational Thinking with Python. Packt Publishing.

#### SECONDARY LITERATURE

- [1] David Mertz (2015) Functional Programming in Python. O'Reilly Media.
- [2] Harriet Dashnow, Juan Nunez-Iglesias, & Stéfan van der Walt (2017) Elegant SciPy. O'Reilly Media.
- [3] Web-platforms for programmers, e.g., stackoverflow.com

#### SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr inż. Witold Dyrka (witold.dyrka@pwr.edu.pl)  
dr hab. inż. Cezary Sielużycki (cezary.sieluzycki@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** BIOCHEMIA

**Name of subject in English** BIOCHEMISTRY

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	75				
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / <del>crediting with grade*</del>
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical classes (P)					
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2				

\*delete as not necessary

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

Knowledge of chemistry and biology

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Introduction to basic concepts of protein and carbohydrate biochemistry, as well as the mechanisms governing the pathways of biological signal transmission

C2 Introduction to theoretical foundations of techniques for working with biomolecules, obtaining basic knowledge about the kinetics of enzymatic reactions, obtaining knowledge about biological membranes, learning the basic concepts and organization of metabolism, acquainting with the basic knowledge about the structure of nucleic acids, methods of molecular biology and transfer of genetic information

C3 Introduction to basic concepts of molecular motors

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has a basic knowledge of biochemistry

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction to biochemistry	2
Lec 2	Macromolecules	2
Lec 3	Structure and function of proteins	2
Lec 4	Protein analysis methods	2
Lec 5	Amyloidogenic proteins.	2
Lec 6	Proteins and disease entities	2
Lec 7	Enzymes	2
Lec 8	Enzymatic catalysis	2
Lec 9	Biological signaling pathways	2

Lec 10	Metabolism	2
Lec 11	Nucleic acids (DNA, RNA)	2
Lec 12	Protein biosynthesis	2
Lec 13	Receptors	2
Lec 14	Molecular motors	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – multimedia presentation

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01	Final test
P = F1 – final test		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE:

- [1] Berg, J. M., L. Stryer, J. L., Tymoczko, G.J. Gatto, Biochemistry. W.H. Freeman and Co., New York 2019  
 [2] Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Stryer, L., Biochemia. PWN S.A., Warszawa 2018 (tłum. 8wydania amerykańskiego)

#### SECONDARY LITERATURE:

- [1] Gumpert, R.I., Deis, F.H., Gerber, N.C., Koeppe II, R., Student Companion to Accompany Biochemistry, seventh edition, WH, Freeman 2012  
 [2] Voet, D., Voet, J.G., Biochemistry. Wiley & Sons, Inc., 3rd edition



**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Marlena Gaşior-Głogowska (marlena.gasior-glogowska@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** BIOFIZYKA

**Name of subject in English** BIOPHYSICS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/ ~~2nd level, uniform magister studies~~\*, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15	15	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	50	60		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade *	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1	2	2		
including number of ECTS points for practical (P) classes		2	2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1	1	1		

--	--	--	--	--	--

\*delete as applicable

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

1. Physics 1
2. Physics 2

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Lay of the foundation for further studies of the physiology, biosensors, biospectroscopy and basic modeling of biophysical phenomena

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has ordered, theoretically founded general knowledge covering key issues in the field of biophysics of biological systems. Has knowledge of occupational health and safety.

relating to skills:

PEU\_U01 can correctly and effectively apply the learned principles and laws of biophysics to qualitative and quantitative analysis of practical engineering issues in the field of biophysical aspects of biotechnology.

PEU\_U02 can correct and efficiently solve simple biophysical or biomedical problems. Can correctly interpret the results obtained during the experiment and assess their credibility.

relating to social competences:

PEU\_K01 is able to work in a team, is aware of taking responsibility for jointly performed tasks.

**PROGRAMME CONTENT**

Lecture	Number of hours
---------	-----------------

Lec 1	Biological membranes, model lipid membranes - experimental and theoretical research	2
Lec 2	Fundamentals of thermodynamics in the description of physicochemical phenomena occurring in biological systems	2
Lec 3	Diffusion, osmosis, Nernst equilibrium	2
Lec 4	Transport across membranes	2
Lec 5	Filtration, ultrafiltration, Kedem-Katchalski equation	2
Lec 6	Ion channels, selectivity, gate mechanism. Nerve cell membrane biophysics	2
Lec 7	Continuation of the lecture 6	2
Lec 8	Final test	1
	<b>Total</b>	<b>15</b>

<b>Classes</b>		<b>Number of hours</b>
Cl 1	Task list no. 1 - calculating the concentrations of mixtures of solutions	2
Cl 2	Task list no. 2 - dilution error analysis	2
Cl 3	Task list no. 3 - the flow of an ideal liquid	2
Cl 4	Task list no. 4 - the flow of viscous liquid	2
Cl 5	Task list no. 5 - work, energy, power in biological systems	2
Cl 6	Task list no. 6 - thermodynamics of biological systems	2
Cl 7	Task list no. 7 - the analysis of the similarity	2
Cl 8	Final test	1
	Total hours	15
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction (regulations, discussion of the theory of measurement errors)	3

Lab 2	Nernst potential measurements	3
Lab 3	Dialysis	3
Lab 4	Study of the kinetics of the release of substances from the ointment	3
Lab 5	Study of the mechanisms of adsorption on activated carbon	3
	Total hours	15

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia lecture  
N2. Traditional lecture  
N3. Accounting exercises  
N4. Experimental (laboratory) work

### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes code	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_W01 PEU_K01	Final test
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02	Evaluation of theoretical preparation and evaluation of report of each exercise
F3	PEU U02	Proficiency check in solving tasks in biophysics

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Jaroszyk F., Biofizyka, PZWL, Warszawa 2009  
[2] Jóźwiak Z., Bartosz G., Biofizyka. Wybrane zagadnienia wraz z ćwiczeniami. PWN, Warszawa, 2005 [3]  
Miękiś S., Hendrich A., Wybrane zagadnienia z biofizyki, Wyd. AM, Wrocław, 1996

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Podstawy biologii komórki, Bruce Alberts, Karen Hopkin, Alexander Johnson, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter PWN, Warszawa 2019  
[2] Dołowy K., Szewczyk A., Pikuła S., Błony biologiczne. Śląsk, 2003  
[3] Traczyk Z., Trzebski A., Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej, PZWL, Warszawa 2004

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

prof. dr hab. Krystian Kubica (krystian.kubica@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ELEKTRONICZNA APARATURA MEDYCZNA

**Name of subject in English** ELECTRONICAL INSTRUMENTATION

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/ ~~2nd-level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		60		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

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

W: Completion of the courses:

- Introduction to Medical Electronics 1
- Introduction to Medical Electronics 2
- Introduction to Physiology

### **SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Understand the basis of biomedical signals that might be monitored by an electronic device or system

C2 Understand the important electronic components in a modern biomedical measurement system

C3 Ability to specify a basic biomedical measurement system



### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 describes the physiological processes that generate biomedical signals and the mathematical or electrical characteristics of such signals.

PEU\_W02 explains how various sensors pick up the biomedical signals and convert them to a useful electronic signal within the measurement device.

PEU\_W03 for a given biomedical measurement system, describes the electronic components involved.

PEU\_W04 for a given biomedical measurement system, explains the purpose and the operation of the electronic components involved

relating to skills:

PEU\_U01 is able to use the basic electromedical diagnostic and therapeutic devices.

PEU\_U02 is able to ensure the proper condition for working of these devices.

PEU\_U03 is able to assess the technical and functional properties of these devices.

relating to social competences:

PEU\_K01 knows the limitations of his own knowledge and understand the need for further education.

PEU\_K02 be able to formulate questions to deepen his own understanding subject.

### **PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Electromedical instrumentation - basic concepts and diagrams	1
Lec 2	Cardiology instrumentation	2
Lec 3	Electromyographic instrumentation	2
Lec 4	Electroencephalographic instrumentation	2
Lec 5	Audiometry instrumentation	2
Lec 6	Spirometry instrumentation	2
Lec 7	Medical robots	2

	Total hours	15
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Electroencephalography measurement	3
Lab 2	Electrocardiology measurement	3
Lab 3	Electromyography measurement	3
Lab 4	Audiology measurement	3
Lab 5	Spirometry measurement	3
	Total hours	15

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia lecture  
N2. Materials posted on e-portal.pwr.edu.pl  
N3. Equipment in the Electromedical Instrumentation laboratory  
N4. Consultation

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	1. Exam
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	1. Test during laboratory 2. Reports on lab experiments

P=F1 lecture – assessment based on the exam

P= F2 lab – assessment based on the average of the tests and reports

### **PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

#### **PRIMARY LITERATURE:**

[1] Fundamentals of Biomedical Engineering, G.S. Sawhney, New Age International Publishers, 2007

[2] Medical Instrumentation Application and Design, J.G.Webster, JohanWilney&Sons, 2010 [3]

Biomedical Technology and Devices handbook, J. Moore, G. Zouridakis, CRCPress, 2004

#### **SECONDARY LITERATURE:**

[1] Introduction to Biomedical Equipment Technology, J.Carr, J. Brown, 2000

[2] Biomedical Engineering, M. Salzman, 2009

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Wioletta Nowak (wioletta.nowak@pwr.edu.pl)

dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak (elzbieta.szul-pietrzak@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** TECHNOLOGIE SIECIOWE

**Name of subject in English** NETWORK TECHNOLOGIES

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/ ~~2nd-level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	75		75	75	
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	Examination / crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3	3	
including number of ECTS points for practical classes (P)			3	3	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2	1	

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

It is required to pass the following courses: Introduction to Object-Oriented Programming and Databases.

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Gaining basic knowledge on LAN and WAN networks  
C2 Gaining basic knowledge on Internet architecture and communication protocols C3 Learning web application development using various communication protocols

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows architecture of computer networks.

PEU\_W02 knows communication protocols and web services.

PEU\_W03 acquires knowledge of computer network security.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to monitor network devices and computer networks.

PEU\_U02 is able to manage web services.

PEU\_U03 is able to implement web application in client-server model.

relating to social competences:

PEU\_K01 is aware of limitations of his/her knowledge and understands the need for further development.

PEU\_K02 is able to act creatively and enterprisingly during web application development.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>	<b>Number of hours</b>
----------------	------------------------

Lec 1	Computer networks – topologies and definitions, ISO/OSI and TCP/IP	2
Lec 2	IPv4 addressing, network devices, transmission media, wireless networks, network commands	2
Lec 3	HTML and CSS	2
Lec 4	Bootstrap	2
Lec 5-7	Java Network programming – JEE (JSP, servlets, JDBC)	6
Lec 8	Introduction to JavaScript	2
Lec 9-13	ReactJS web app development (hooks, redux, router etc.)	10
Lec 14	Network security, e-mail, routing, VPN, and proxy	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Fundamentals of computer networks	2
Lab 2	Packet analysis in Wireshark	2
Lab 3	HTML, CSS, and Bootstrap	2
Lab 4-7	JEE: JSP, servlets, and JDBC	8
Lab 8-9	JEE project	4
Lab 10-15	ReactJS web app development	12
	Total hours	30

<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Introduction	1

Proj 2 -8	Project (ReactJS and NoSQL)	14
	Total hours	15

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture
- N2. Computer laboratory – solving tasks
- N3. Lab reports
- N4. Consultations
- N5. Self-study
- N6. Digital resources (ePortal PWr)
- N7. Quizzes

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Quizzes
F4	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	Short project

	PEU_K02	
F5	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Project
P = F1 (final test on lecture) P = weighted average of F2-F4 (laboratory) P = F5 (project)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b></p> <p>[1] Tanenbaum, A.S., Computer Networks (5th Edition), 2010  [2] Robbins, J., Learning Web Design: A Beginner's Guide to HTML, CSS, JavaScript, and Web Graphics (5th Edition), 2018  [3] Stefanov, S., React: Up &amp; Running: Building Web Applications, 2016  [4] Chinnathambi, K., Learning React: A Hands-On Guide to Building Web Applications Using React and Redux (2nd Edition), 2018</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b></p> <p>[1] Kurose, J., Ross, K., Computer Networking: A Top-Down Approach (7th Edition), 2016  [2] ReactJS documentation (<a href="https://pl.reactjs.org/docs/getting-started.html">https://pl.reactjs.org/docs/getting-started.html</a>)  [3] Apache Tomcat documentation (<a href="http://tomcat.apache.org/tomcat-8.0-doc/index.html">http://tomcat.apache.org/tomcat-8.0-doc/index.html</a>)</p>
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
dr inż. Klaudia Kozłowska (klaudia.kozlowska@pwr.edu.pl)



FACULTY FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY / DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** WSTĘP DO BIOINFORMATYKI

**Name of subject in English** INTRODUCTION TO BIOINFORMATICS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/ ~~2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		75		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		2		

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

1. Basic knowledge of biochemistry
2. Programming skills

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Introduction to algorithms for computational solving problems of molecular biology C2 Developing general programming skills

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has theoretically founded general knowledge including the use of computational methods in the field of biological sequence processing.

relating to skills:

PEU\_U01 can correctly and effectively use the theoretical knowledge to build their own algorithm and effectively implement it.

relating to social competences:

PEU\_K01 can formulate opinions on the basic issues of bioinformatics.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Course overview. Tree of life - kinship of organisms and algorithms	1
Lec 2	Dynamic programming. Pairwise homologue alignment algorithms	2
Lec 3	Algorithms for multiple sequence alignment	2
Lec 4	Modeling the rate of evolution - models and algorithms	2
Lec 5	Modeling phylogenetic trees - models and algorithms	2
Lec 6	Network models in bioinformatics - algorithms	2

Lec 7	Network models applied for interaction and regulatory molecular networks	2
Lec 8	Final test	2
	Total hours	15
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Scope and regulations. Databases as sources of molecular data. Dot-plot for sequence alignment – introduction.	2
Lab 2	Task 1: Dot-plot in pairwise sequence alignment	2
Lab 3	Task 2: Global pairwise sequence alignment – introduction	2
Lab 4	Task 2 continued: Global pairwise sequence alignment	2
Lab 5	Task 2 continued: Global pairwise sequence alignment	2
Lab 6	Task 3: Local pairwise sequence alignment – introduction	2
Lab 7	Task 3 continued: Local pairwise sequence alignment	2
Lab 8	Presentation of individual programs of tasks 1-3	2
Lab 9	Task 4: Multiple Sequence Alignment – introduction	2
Lab 10	Task 4 continued: Multiple Sequence Alignment	2
Lab 11	Task 5: Phylogenetic Tree or Network model - introduction	2
Lab 12	Task 5 continued: Phylogenetic Tree or Network model	2
Lab 13	Task 5 continued: Phylogenetic Tree or Network model	2
Lab 14	Presentation of individual programs of tasks 4 and 5	2
Lab 15	Completion of the laboratory, overdue tasks	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
N1. Board, computer, projector
N2. Programming tasks for independent implementation
N3. Scripting programming language and software
N4. Bioinformatics services as a source of data

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	<b>Learning outcomes code</b>	<b>Way of evaluating learning outcomes achievement</b>
F1	PEK_W01	A grade from evaluation test
F2	PEK_U01 PEK_K01	Grades from all tasks
P = F1 – lecture – grade from the test P = F2 – laboratory – average of the grades from all practical tasks		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b>PRIMARY LITERATURE:</b> [1] P. G. Higgs, T.K. Atwood, <i>Bioinformatyka i ewolucja molekularna</i> , PWN 2012		
<b>SECONDARY LITERATURE:</b> [1] A. Isaev, <i>Introduction to Mathematical Methods in Bioinformatics</i> , Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
p rof. dr hab. inż. Małgorzata Kotulska (malgorzata.kotulska@pwr.edu.pl)		

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ANALIZA SZEREGÓW CZASOWYCH

**Name of subject in English** TIME SERIES ANALYSIS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

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

Python programming

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Gaining basic knowledge on time series analysis  
C2 Gaining basic knowledge on forecasting and modelling of time series

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has deeper knowledge of statistical theory and methods particularly common in time series modelling and forecasting.

PEU\_W02 understands time-dependent seasonal components.

PEU\_W03 is able to interpret the results of an implemented analysis.

PEU\_W04 is aware of limitations and possible sources of errors in the analysis.

relating to skills:

PEU\_U01 can use Python in time series analysis.

PEU\_U02 can apply auto-regressive and model averaging models.

PEU\_U03 can forecast time series using Deep Learning methods.

PEU\_U04 can extract time series' features using Wavelet transform.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Course requirements, Python Pandas Overview	2
Lec 2	Time series visualization	2

Lec 3-4	Forecasting with smoothing models	4
Lec 4-6	ARMA, ARIMA, and SARIMA models	6
Lec 7	Vector autoregression and Granger causality	2
Lec 8	Time series forecasting using Prophet library	2
Lec 9-11	Deep Learning for Time Series Forecasting	6
Lec 12-13	Wavelet analysis in feature extraction	4
Lec 14	Time series clustering using k-shape algorithm	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Classes</b>		<b>Number of hours</b>
CI 1	Python Pandas Overview	2
CI 2	Time series visualization	2
CI 3	Forecasting with smoothing models	2
CI 4-5	ARMA model	4
CI 6-7	ARIMA and SARIMA models	4
CI 8	Vector autoregression and Granger causality	2
CI 9	Time series forecasting using Prophet library	2
CI 10-11	Deep Learning for Time Series Forecasting	4
CI 12-13	Wavelet analysis in feature extraction	4
CI 14	Time series clustering using k-shape algorithm	2
CI 15	Final project presentation	2
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture
- N2. Lab reports
- N3. Consultations
- N4. Self-study
- N5. Digital resources (ePortal PWr)
- N6. Quizzes
- N7. Final project (chosen topic)
- N8. Final test

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Quizzes



F4	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05	Final project
P = weighted average of F1- F4		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b></p> <p>[1] Hyndman, Rob J., and George Athanasopoulos. Forecasting: principles and practice. OTexts, 2018.</p> <p>[2] Nielsen, Aileen. Practical time series analysis: Prediction with statistics and machine learning. O'Reilly Media, 2019. [3] Addison, Paul S. The illustrated wavelet transform handbook: introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance. CRC press, 2017.</p>
<p><b>SECONDARY LITERATURE:</b></p> <p>[1] Taylor, Sean J., and Benjamin Letham. "Forecasting at scale." The American Statistician 72.1 (2018): 37-45.</p> <p>[2] Torrence, Christopher, and Gilbert P. Compo. "A practical guide to wavelet analysis." Bulletin of the American Meteorological society 79.1 (1998): 61-78.</p> <p>[3] Patel, Ankur A. Hands-on unsupervised learning using Python: how to build applied machine learning solutions from unlabeled data. O'Reilly Media, 2019.</p>
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
dr hab. inż. Mirosław Łatka (miroslaw.latka@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** CYFROWE PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW

**Name of subject in English** DIGITAL SIGNAL PROCESSING

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/~~2nd level, uniform magister studies~~\*, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade</del> *	Examination / crediting with grade*	<del>Examination / crediting with grade</del> *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

\*delete as not necessary

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

1. Mathematical analysis 1 and 2
2. Algebra and analytic geometry
3. Introduction to programming
4. Statistics and probability theory

## **SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Acquiring knowledge in the field of characterizing deterministic and random signals, methods of their analysis, basic algorithms, continuous and discrete transformations used in the theory and practice of digital signal processing.

C2 Acquiring skills in the field of application of digital signal processing methods and techniques to solve problems of simulation and analysis of a wide spectrum of signals.

## **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 recognizes and understands the methods of signal differentiation due to their general properties, distinguishes between signal classes, is able to choose appropriate methods of description and analysis of a specific signal.

PEU\_W02 knows the basic concepts, transformations, methods, and algorithms of digital signal processing and is able to define their properties and the area of application.

relating to skills:

PEU\_U01 can correctly identify problems in the field of signal processing, can effectively use basic digital methods and algorithms for the characterization and analysis of signals, as well as use them in simulation modelling when solving engineering tasks, can correctly interpret the obtained results.

PEU\_U02 can use the literature in the field of digital signal processing as well as the information contained in the DSP software help/documentation.

relating to social competences:

PEU\_K01 knows the scope of his/her knowledge, is prepared to expand it.

## **PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction, motivation, lecture programme, conditions for passing. Sinusoidal signals, discrete form of the signal (sampling), basic parameters of continuous and discrete signals.	2
Lec 2	The canonical and trigonometric form of complex numbers. Euler's formula. Complex amplitude. Phase shift. Addition of phasors.	2
Lec 3	Addition of sinusoidal signals. Amplitude spectrum. Phase spectrum.	2
Lec 4	The symmetric nature of the spectrum. Harmonics. Fundamental frequency. Signal-to-noise ratio.	2
Lec 5	Time vs frequency. The uncertainty principle in signal analysis. Fourier transformation. Complex coefficients. Fourier series. Signal synthesis vs analysis.	2
Lec 6	Sampling and quantization of the signal. Analogue-to-digital conversion. Sampling theorem. Digital frequency. Discrete signal spectrum. Aliasing in time domain.	2
Lec 7	Aliasing in two-dimensional space. Beat. Spectral leakage. Signal windowing.	2
Lec 8	Linear systems. Convolution. Z transformation. Filters with finite impulse response.	2
Lec 9	Filters with infinite impulse response. Designing digital filters.	2
Lec 10	Random signals. Stationarity and non-stationarity of signals. The Wiener-Khinchin theorem. Random signals in linear systems.	2
Lec 11	Time-frequency analysis. Short-term Fourier transformation. Spectrogram. The problem of choosing a window.	2
Lec 12	Continuous wavelet transformation. Discrete wavelet transformation.	2
Lec 13	Adaptive approximations of signals. Matching pursuits with time-frequency dictionaries.	2
Lec 14	Applications of digital signal processing in biomedicine.	2
Lec 15	Applications of digital signal processing in biomedicine, continued.	2
	Total hours	30

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	General introduction, conditions for passing. Introduction to MATLAB and Octave environments. An example of digital signal processing.	2
Lab 2	Sinusoidal signals. Generation of discrete signals. Sampling.	2
Lab 3	Generation of discrete complex signals. Decimation and resampling.	2
Lab 4	Complex representation of signals. Phasor plots of signals.	2
Lab 5	Basic mathematical operations on complex signals (addition and multiplication).	2
Lab 6	Frequency analysis of deterministic signals.	2
Lab 7	Discrete Fourier transformation, fast Fourier transformation.	2
Lab 8	Signal-to-noise ratio. Aliasing.	2
Lab 9	Spectral leakage. Signal windowing and its spectral properties.	2
Lab 10	Design of digital filters, filters with finite impulse response.	2
Lab 11	Design of digital filters, filters with infinite impulse response.	2
Lab 12	An example of the use of digital filters: the Pan–Tompkins algorithm.	2
Lab 13-14	Time-frequency analysis with short-time Fourier transformation.	4
Lab 15	Wavelet transformations. Matching pursuit.	2
	Total hours	30

#### **TEACHING TOOLS USED**

- N1. Lecture and computer-aided laboratories.
- N2. MATLAB and Octave environments.
- N3. Hands-on tutorials.
- N4. Lists of tasks to solve.
- N5. Short tests during laboratories.
- N6. Written report on the subject selected by the student.

#### **EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02	1. Exam grade. 2. Half a grade more for significant activity during the lecture.
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	1. Short written assignments — tests during laboratories. 2. Report on a topic chosen by the student, based on the knowledge and skills acquired during the course.
<p>P — for the lecture, grade received on the exam.  P — for the laboratories, arithmetic mean of grades received for activity, tests, and the report.</p>		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b></p> <p>[1] McClellan J. H., Schafer R. W., Yoder M. A., DSP First: A Multimedia Approach, Prentice Hall.  [2] Brockwell P. J., Davis R. A., Introduction to Time Series and Forecasting, Springer.  [3] Mallat S., A Wavelet Tour of Signal Processing: The Sparse Way, Academic Press.  [4] Durka P., Matching Pursuit and Unification in EEG Analysis, Artech House Publishers.</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b></p> <p>[1] McClellan J. H., Schafer R. W., Yoder M. A., DSP First 2e, Georgia Tech.  [2] Mallat S., A Wavelet Tour of Signal Processing, ENS.  [3] Polikar R., The Wavelet Tutorial: The Engineer’s Ultimate Guide to Wavelet Analysis, Rowan Uni.</p>
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
dr hab. inż. Cezary Sielużycki (cezary.sieluzycski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD'**

**Name of subject in Polish** INŻYNIERIA OPROGRAMOWANIA

**Name of subject in English** SOFTWARE ENGINEERING

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/ ~~2nd-level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / ~~NO~~\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	75		75	30	
Form of crediting	Examination / <del>crediting with grade*</del>	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		3	1	
including number of ECTS points for practical classes (P)			3	1	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation	2		2	1	

of lecturers and other academics (BU)					
---------------------------------------	--	--	--	--	--

\*delete as not necessary

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

Student

1. Has knowledge of fundamentals of programming, including design of algorithms and data structures, and elementary techniques of modern programming, including objectoriented programming.
2. Can design, implement, and analyze programs solving medium complexity task.
3. Can create programs in the object-oriented paradigm.
4. Can debug developed programs.
5. Can communicate using computer science terminology.

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 To gain basic knowledge in the field of software engineering and managing programming projects.  
 C2 To learn basic practical skills in selected modern approaches and techniques of software design and programming project management.



### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 has essential knowledge of software engineering.

PEU\_W02 knows selected essential methodologies and techniques of software design and managing a programming project.

relating to skills:

PEU\_U01 can specify the requirements in a programming project in a manner appropriate for Medical Informatics.

PEU\_U02 can design an IT system.

PEU\_U03 can apply modern techniques for developing IT systems in projects related to Medical Informatics.

PEU\_U04 can validate the correctness and quality of the software.

relating to social competences:

PEU\_K01 is ready to cooperate and collaborate in a group by taking different roles and showing initiative.

PEU\_K02 is ready to make decisions regarding the work organization in a programming project, and to critically evaluate the process.

PEU\_K03 observes the professional ethics of the software developer considering the specificity of Medical Informatics.

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to software engineering. Rules for completing the subject, overview of basic concepts, tools and techniques used in software engineering	2
Lec 2	Version control systems. Overview of the role of code versioning, documentation, and the runtime environment. GIT as an example of a distributed version control system	2
Lec 3	Life cycle of an IT project. Overview of the most common models. Creating project documentation	2

Lec 4	Collection and specification of requirements in IT projects. Overview of techniques and tools used	2
Lec 5	Cascade and agile methods of IT project management. Discussing the differences, strengths and weaknesses of various methods of work organization in IT projects	2
Lec 6	Elements of the UML language. Overview of the basic diagrams used to record the requirements and architecture	2
Lec 7	Mid-semester test	2
Lec 8	Unit testing as a basic application development technique. Overview of the RED, GREEN, REFACTOR approach	2
Lec 9	Software testing. Review of software validation methods: integration, performance, regression, functional, usability and acceptance tests	2
Lec 10	Other methods of ensuring the quality of the application. Application runtime virtualization. Overview of metrics and tools supporting code quality management. Overview of modern techniques of IT resource virtualization, in particular, the methods of containerization	2
Lec 11	Continuous integration, continuous delivery. DevOps culture as an indispensable element of a modern IT project	2
Lec 12	Domain modeling. Designing IT systems focused on the business domain	2
Lec 13	Application architecture. Overview of the most common cloud-based solutions today	2
Lec 14	Summary of the most important elements in software engineering. Career in the IT industry – what you should know	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction to the laboratory. The rules of the class. Basics of working in Linux. Integrated development environment	2
Lab 2	Version control system as a developer's primary tool	2
Lab 3	Virtualization of the development environment with the use of containers	2

Lab 4-5	Implementation of the application in the cloud environment	4
Lab 6-7	Validating software using unit tests	4
Lab 8-9	Checking the correctness of the software using integration, component and functional tests	4
Lab 10	Collecting code quality metrics	2
Lab 11	A comprehensive approach to the creation of project documentation	2
Lab 12	Build a continuous integration environment	2
Lab 13-14	Code refactoring	4
Lab 15	Final evaluation	2
	Total hours	30
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Prj 1	Introduction to the project. The rules of the class. Choosing a topic, creating a work plan	1
Prj 2	Exercises in designing information systems – methods of collecting and describing system requirements	2
Prj 3	Definition of the goal, product specification and acceptance criteria; workload estimation. Choice of technology and architecture concepts	2
Prj 4	Exercises in building a software development management process. Workflow, estimation, prioritization, definition of done, definition of ready.	2
Prj 5-6	Implementation of the solution. Work progress review	4
Prj 7-8	Refactoring the solution. Project documentation. Final evaluation	4
	Total hours	15

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
N1. Lecture – multimedia presentation
N2. Project – a group project task
N3. Laboratory – lists of tasks to be solved individually
N4. Laboratory – sample tasks solved together during classes
N5. Laboratory – short tests (written/electronic)
N6. Laboratory and project – computer and software incl. IDE, VCS

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02	Mid-semester test (written or online)
F2	PEU_W01 PEU_W02	Final test (written or online)
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K02 PEU_K03	Group project
F4	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01	Individual lists of tasks
F5	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Short tests (written or online)
$P = (2 * F1 + 2 * F2 + 4 * F3 + 3 * F4 + F5) / 12$ if $F_x \geq 3.0$ for $x$ in $3..5$ else 2.0		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Loubser, Nico. (2021). Software Engineering for Absolute Beginners. Berkeley, CA: Apress L. P.
- [2] Foster, E. (2014). Software Engineering. Apress.
- [3] Sommerville, I. (2007). Software engineering (8th ed., International Computer Science Series). Harlow: AddisonWesley.

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Frederick P. Brooks. (2021). Mythical Man-Month, Anniversary Edition, The: Essays On Software Engineering, Portable Documents. Addison-Wesley Professional.
- [2] Green, M. David. (2016). Scrum. Victoria: SitePoint Pty, Limited.
- [3] Fowler, Martin. (2018). UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language (The Addison-Wesley object technology series). Pearson Education.
- [4] Martin Fowler. (2018). Refactoring: Improving the Design of Existing Code. Addison-Wesley Professional.
- [5] Robert C. Martin. (2019). Clean Agile: Back to Basics. Pearson.
- [6] Wiegers, K., & Beatty, J. (2013). Software Requirements. Microsoft Press.
- [7] Winters, Titus, Manshreck, Tom, & Wright, Hyrum. (2020). Software Engineering at Google. Sebastopol: O'Reilly Media, Incorporated.

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Witold Dyrka (witold.dyrka@pwr.edu.pl) mgr  
inż. Mateusz Milian (mateusz.milian@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** METODY NUMERYCZNE

**Name of subject in English** NUMERICAL METHODS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

\*delete as not necessary

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

Basic knowledge of programming, physics, linear algebra, and mathematical analysis

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Understand the fundamental principles of digital computing, including number representation, and arithmetic operations  
C2 Understand modelling of biological and physiological systems with linear algebra and ordinary differential equations

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 understands the linkage between accuracy, stability, and convergence.

PEU\_W02 understands the propagation of errors through complex numerical algorithms.

PEU\_W03 understands the use of interpolation for numerical differentiation and integration.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to develop efficient and stable algorithms for finding roots of non-linear equations.

PEU\_U02 is able to develop stable algorithms for solving linear systems of equations.

PEU\_U03 is able to develop stable solution algorithms for ordinary differential equations.

PEU\_U04 can perform numerical simulation of biological phenomena.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Computer architecture number representation	2
Lec 2	Error propagation	2
Lec 3	Root finding	2

Lec 4	Linear system of equations: Cramer's Rule and Gaussian Elimination	2
Lec 5	Pivoting. LU Factorization	2
Lec 6	Tri-diagonal system	2
Lec 7	Linear systems: iterative methods	2
Lec 8	Polynomial and Lagrange Interpolation	2
Lec 9	Numerical integration	2
Lec 10	Numerical differentiation	2
Lec 11	Ordinary differential equations: Runge-Kutta methods	2
Lec 12	Neuronal activity modelling	2
Lec 13	Molecular dynamics simulation I	2
Lec 14	Molecular dynamics simulation II	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Approximation and round-off errors	2
Lab 2	Truncation errors and the Taylor series	2
Lab 3	Root finding	2
Lab 4	Gauss Elimination	2
Lab 5	LU decomposition	2
Lab 6	Special matrices	2
Lab 7	Midterm test	2
Lab 8	Interpolation	2
Lab 9	Numerical integration (Newton-Cotes integration formulas)	2
Lab 10	Numerical differentiation	2
Lab 11	Initial value problem: Euler methods	2



Lab 12	Runge-Kutta methods	2
Lab 13, 14	Term project	4
Lab 15	Final test	2
	Total hours	30

**TEACHING TOOLS USED**

- N1. Traditional lecture
- N2. Computer laboratory – solving tasks
- N3. Lab reports
- N4. Consultations
- N5. Self-study
- N6. Digital resources (ePortal PWr)
- N7. Quizzes

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Quizzes

F4	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Project
P = F1 (final test on lecture)		
P = weighted average of F2-F4 (laboratory)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b>  [1] Chapra S., Canale, R., Numerical Methods For Engineers, 2020 [2]  Gezerlis A., Numerical Methods in Physics with Python, 2020</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b>  [1] Lutz M., Learning Python (5th Edition), 2013  [2] Matthes E., Python Crash Course, 2nd Edition: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming, 2019</p>
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
dr hab. inż. Mirosław Łątka (miroslaw.latka@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** SYSTEMY POMIAROWE

**Name of subject in English** MEASUREMENT SYSTEMS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes at the University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		75		
Form of crediting	Examination/ crediting with grade*		Examination / crediting with grade*		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

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

1. Basic knowledge of electronics and electrical engineering
- 2 . Basic knowledge of microcontroller structure and components

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Acquisition of knowledge in the field of structure, properties, application areas and software of measurement systems in biomedical applications.

C2 Acquisition of skills in the transmission, acquisition, and processing of measurement data. C3 Acquisition of skills in the programming of virtual instruments and measurement systems using a graphical programming environment.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has knowledge of the structure, properties, and applications of biomedical measurement systems and basic knowledge of wired and wireless interfaces and protocols used in measurement systems.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to select and communicate the elements of a measurement system, develop an algorithm to realize the measurement task and create software for virtual measurement instrument.

relating to social competences:

PEU\_K01 develops competencies in team collaboration and in improving methods of developing a strategy to solve the task assigned to the group.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>	<b>Number of hours</b>
----------------	------------------------

Lec 1	Basic concepts, structure and tasks of measurement systems, categories of measurement systems	2
Lec 2	Introduction to digital communication and communication interfaces in measurement systems, configurations (topologies), possibilities and practical examples	2
Lec 3	Communication interfaces RS232, UART, USB (CDC and HID): parameters, the physical layer, data transmission organization, design, transceivers, application examples - part one	2
Lec 4	Communication interfaces RS232, UART, USB (CDC and HID): parameters, the physical layer, data transmission organization, design, transceivers, application examples - part two	2
Lec 5	Methods of increasing distance and number of nodes in measurement systems using wired communication, application of current loop, RS485 standard, transceivers, examples of implementation	2
Lec 6	Introduction to virtual instrumentation programming, introduction to LabView environment, program organization and development of user interface Programming structures and data types in LabView environment, data flow control	2
Lec 7	Data flow analysis in Labview environment and debugging. Serial interfaces handling using VISA API and device drivers in LabView package. Examples of implementing measurement tasks in the LabView environment using a multimeter with a serial interface and a measurement card.	2
Lec 8	Analog-to-digital processing methods in measurement cards and modules, AnalogFront-End measurement modules	2
Lec 9	Measuring and control cards, real-time measurement systems, configuration of modular systems	2
Lec 10	1-wire interface and Microlan networks, the physical aspect, addressing, identification of new devices, application areas and implementation examples	2
Lec 11	SPI and I2C/TWI local interfaces, microcontroller communication with peripheral systems in measurement systems, parameters, configuration, examples of measurement applications (part one)	2

Lec 12	SPI and I2C/TWI local interfaces, microcontroller communication with peripheral systems in measurement systems, parameters, configuration, examples of measurement applications (part two)	2
Lec 13	Measurement systems in mobile telecommunication networks, operation of GSM/UMTS, SMS, modem modules, AT commands, parameters and selection of the module and antenna, examples of applications in measurement systems with remote wireless access	2
Lec 14	Wireless measurement systems in ZigBee networks, functions of network nodes, topologies, network self-organization, energy reduction and "energy harvesting", electronic modules, application examples	2
Lec 15	Bluetooth wireless measurement systems, network organization, profiles, BT Low Energy	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Intro	Introductory class: <ul style="list-style-type: none"> <li>• basics of programming in LabView</li> <li>• learning the principles of operator interface development</li> <li>• acquiring skills of using basic methods of data presentation</li> <li>• implementation of a sample application</li> </ul>	2
Lab 1	Exercise 1 - Signal Generator. Exercise objectives: Practical application of the knowledge gained during the introductory classes and the lecture. The student acquires the ability to perform basic tasks and implement algorithms used in the development of virtual devices using the LabView environment.	4
Lab 2	Exercise 2 - Operation of measuring devices with serial interface (VISA API). Exercise objectives: Getting familiar with the methods of operating devices with a serial interface and implementation of the virtual device using multimeters. Getting familiar with methods of creating own modules (subVI) in LabView environment.	6

Lab 3	<p>Exercise 3 - Virtual control and measurement device using a measurement card.</p> <p>Exercise objectives:</p> <p>To become familiar with the methods of handling measurement cards using dedicated drivers and functions</p> <p>Ability to implement the control and measurement device with the use of external measurement card</p> <p>Acquaintance with data export methods and two-dimensional results presentation</p>	6
Lab 4	<p>Exercise 4 - Patient fall detector using accelerometer with I2C interface.</p> <p>Exercise objectives:</p> <p>To develop a virtual measurement device that performs the function of a patient fall detector</p> <p>Acquiring skills of handling measurement transducers using digital local interfaces through the use of an accelerometer transducer equipped with an I2C interface.</p>	6
Lab 5	<p>Exercise 5 - Remote Measurement.</p> <p>Exercise objectives:</p> <p>Getting acquainted with methods of data transmission organization in measuring systems.</p> <p>Developing communication protocol for measuring devices working in singlemaster/multi-slave configuration and applying the developed protocol to perform remote measurements.</p>	6

	Total hours	30
--	-------------	----

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
<p>N1. Multimedia lecture</p> <p>N2. Datasheets and application notes of manufacturers of electronic circuits and devices</p> <p>N3. Laboratory demonstrations</p> <p>N4. Experimental (laboratory) work with measurement cards, sensors, and multimeters (with communication interface)</p> <p>N5. Software work</p>

### **EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (Forming during semester), P (concluding (at semester end))	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
<b>Laboratory</b>		
F1	PEU_U01 PEU_K01	List of tasks, tasks completed in groups of two and settled individually by awarding points according to the scoring described in the introduction to the exercise.  Credit is given by presenting a diagram of the completed assignment, discussing, and demonstrating how it works, and individually answering questions from the instructor.  Tasks include programming, hardware configuration and implementation of functioning measurement systems and virtual instruments.
P1	PEU_U01	The final grade is based on the total number of points earned by the student for each task. To receive a positive final grade, the student must obtain at least 50% of the points for each task.
<b>Lecture</b>		
P3	PEU_W01	Written exam with open and closed questions. The instructor provides the material presented in lecture and a list of exam questions.

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE:

[1] Manuals, standards and application notes (references provided in lecture)

[2] Measurement and Instrumentation: Theory and Application, Alan S. Morris, Reza Langari, 2020 [3] Doebelin's Measurement Systems, Ernest O. Doebelin, Dhanesh N. Manik, 2019

### SECONDARY LITERATURE:



- [1] Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers, John Essick, 2018
- [2] LabVIEW Graphical Programming, Fifth Edition, Jennings Richard, 2019
- [3] Modern Digital And Analog Communication Systems, B. P. Lathi, Zhi Ding

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Tomasz Grysiński (tomasz.grynski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** GRAFIKA KOMPUTEROWA

**Name of subject in English** COMPUTER GRAPHICS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	<del>Examination/</del> crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	<del>Examination/</del> crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

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

Knowledge of Algebra

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Becoming familiar with fundamental concepts of computer graphics

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows the basic concepts of computer graphics (viewing, projection, perspective, modelling and transformation in two and three dimensions.

PEU\_W02 can describe the fundamentals of animation, parametric curves, surfaces, and spotlighting.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to solve graphics programming issues, including 3D transformation, objects modelling, color modelling, lighting, textures, and ray tracing.

PEU\_U02 is able to identify a typical graphics pipeline and apply graphics programming techniques to design and create computer graphics.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction to Computer Graphics	2
Lec 2	Graphics Systems	2
Lec 3	Primitives and attributes	2
Lec 4	2D Geometric Transformations	2
Lec 5	3D Geometric Transformations	2
Lec 6	2D Viewing	2

Lec 7	Graphical User Interface	2
Lec 8-12	OpenGL	10
Lec 13	Basic Ray Tracing Algorithms	2
Lec 14	Application of Computer Graphics in Biomedical Engineering	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction to Computer Graphics	2
Lab 2	Graphics Systems	2
Lab 3	Primitives and attributes	2
Lab 4	2D Geometric Transformations	2
Lab 5	3D Geometric Transformations	2
Lab 6	2D Viewing	2
Lab 7	Graphical User Interface	2
Lab 8-12	OpenGL	10
Lab 13	Basic Ray Tracing Algorithms	2
Lab 14-15	Project development	4
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
----------------------------

- N1. Traditional lecture
- N2. Computer laboratory – solving tasks
- N3. Lab reports
- N4. Consultations
- N5. Self-study
- N6. Digital resources (ePortal PWr)
- N7. Quizzes

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W0 2	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U0 2	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02	Quizzes
F4	PEU_U01 PEU_U02	Project

P = F1 (final test on lecture)

P = weighted average of F2-F4 (laboratory)

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Gambetta, G., Computer Graphics from Scratch: A Programmer's Introduction to 3D Rendering, No Starch Press, 2021 [2] Shirley, P., Marschner, S., Fundamentals of Computer Graphics, G, 2018
- [3] Akenine-Möller, T., Hoffman, N., Real-Time Rendering, Fourth Edition (4th Edition), A K Peters/CRC Press, 2018

**SECONDARY LITERATURE:**

[1] Scientific publications

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Mirosław Łątka (miroslaw.latka@pwr.edu.pl) dr  
inż. Klaudia Kozłowska (klaudia.kozlowska@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** UKŁADY ZŁOŻONE

**Name of subject in English** COMPLEX SYSTEMS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

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

1. Skills in computer programming and Monte Carlo simulations
2. Knowledge and skills in statistical physics
- 3 . Knowledge and skills in probability theory

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Becoming familiar with the concept of complex systems and relations between different approaches used for complex systems  
C2 Acquiring knowledge and skills that allow to design, develop, verify, and validate models of complex systems  
C3 Acquiring skills to work in the team on the interdisciplinary projects and to present the results of the work to the broad interdisciplinary audience

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 acquiring knowledge related to concept of complex systems and relations between different approaches used for complex systems.

PEU\_W02 acquiring knowledge necessary to design, develop, verify, and validate models of complex systems.

relating to skills:

PEU\_U01 acquiring skills necessary to design, develop, verify, and validate models of complex systems.

PEU\_U02 acquiring skills to work in the team on the interdisciplinary projects and to present the results of the work to the broad interdisciplinary audience.

**PROGRAMME CONTENT**

**Lecture**

**Number of  
hours**



Lec 1	Introduction: What Is a Complex System? Real-life empirical examples and models.	2
Lec 2	Power-laws in complex systems: Zipf analysis of data in literature, music, urban planning, economy, etc., self-organized criticality.	2
Lec 3-4	Cellular automata: Wolfram's one-dimensional system and universality classes, toy models (e.g., Game of life, Langton's ant) and real-life applications (e.g., modeling traffic jams, etc.).	4
Lec 5-6	Percolation as a simple model of complexity and criticality – Monte Carlo simulations and analytical methods (exact solution on the Bethe lattice, the meanfield and the renormalization group approach).	4
Lec 7-8	Introduction to complex networks – empirical data, basic measures and theoretical models.	4
Lec 9-10	Spreading phenomena on networks – from virus to opinion.	4
Lec 11-12	Agent-based vs analytical model. Advantages and disadvantages of both approaches	4
Lec 13	Tips for building and analyzing model, including a role of averaging (time vs. ensemble average), initial conditions (ordered vs disordered), updating schemes (synchronous vs. sequential) and the type of approach (quenched vs. annealed).	2
Lec 14 -15	Agent-based modeling in biology, social science, and economy- theory and applications.	4
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1-2	Implementation and visualization of a chosen agent-based model such as the Schelling model of spatial segregation in cities, Reynolds boids, etc.	4
Lab 3	Zipf analysis of selected texts	2
Lab 4-5	Implementation of the selected cellular automata such as the Wolfram's onedimensional system, Game of Life, Langton Ant, etc.	4
Lab 6-7	Monte Carlo simulations of the percolation model – clusters, paths and criticality	4

Lab 8	Acquiring empirical data from the internet and representing them in a form of a network	2
Lab 9-10	Calculating basic properties of complex networks, including: degree distribution, average degree, shortest path, average path length, clustering coefficients, degree correlations, robustness	4
Lab 11-12	Implementing basic contact processes on graphs	4
Lab 13-15	Designing, developing, verifying and validating models – the team project	6
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture with multimedia presentation
- N2. Team project
- N3. Discussions, student's presentations
- N4. Written reports
- N5. Computer laboratory – programming in C++, Python, Julia, or other programming language
- N6. Digital resources
- N7. Consultations ng

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	discussions, progress check in computer lab

	PEU_K03	
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	final presentation and written report related to the team project
P = (F1+F2)/2		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE:

- [1] J. Ladyman, K. Wiesner, What Is a Complex System?, Yale University Press (2020)
- [2] S. Thurner, R. Hanel, and P. Klimek, Introduction to the Theory of Complex Systems, Oxford University Press (2018)
- [3] A. L. Barabási, Network Science, Cambridge University Press (2016)
- [4] M. Newman, Networks: An Introduction, Oxford University Press (2010)
- [5] J. H. Miller, S. E. Page, Complex Adaptive Systems, Princeton University Press (2007)

#### SECONDARY LITERATURE:

- [1] T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc. (2006)
- [2] N. R. Moloney, K. Christensen, Complexity and Criticality, Imperial College Press 92005)
- [3] I. Białynicki-Birula, I. Białynicka-Birula, Modeling Reality, Oxford University Press (2004)
- [4] Stephen Wolfram, A New Kind of Science, Wolfram Media (2002)
- [5] P. Bak, How Nature Works, Springer (1996)
- [6] Original articles

#### SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

prof. dr hab. Katarzyna Weron (katarzyna.weron@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** MODELOWANIE UKŁADÓW BIOLOGICZNYCH

**Name of subject in English** MODELLING OF BIOLOGICAL SYSTEMS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** ~~YES~~ / ~~NO~~\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	75		75	50	
Form of crediting	Examination / <del>crediting with</del> grade*	Examination / <del>crediting with</del> grade*	Examination / <del>crediting with</del> grade*	Examination / <del>crediting with</del> grade*	Examination / <del>crediting with</del> grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3	2	
including number of ECTS points for practical classes (P)			3	2	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2	1	

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

1. Mathematical Analysis
2. Algebra and Analytic Geometry
3. Informatics
4. Biochemistry
5. Biophysics
6. Introduction to Physiology

### **SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Learning to model selected issues in the field of biology and to analyze the relationship between the applied biological quantities

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEK\_W01 can correctly and effectively use the previously known programming tools to analyze the presented models of biological processes.

PEK\_W02 is able to model selected biological phenomena based on the literature values of the parameters of a given process.

relating to skills:

PEK\_U01 can correctly and effectively apply the learned principles and laws of physics and biochemistry to the qualitative and quantitative analysis of practical engineering issues in the field of biomedical engineering

PEK\_U02 can correct and efficiently solve simple biophysical, physiological or biomedical problems. Can correctly interpret the results obtained during the experiment and assess their credibility relating to social competences.

relating to social competences:

PEK\_K01 is able to work in a team, is aware of taking responsibility for jointly performed tasks.

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Modeling and control in physiology	2
Lec 2	Dialysis	2
Lec 3-4	Cholesterol homeostasis	4
Lec 5	Gallbladder motility	2
Lec 6	Gallstone formation	2
Lec 7	Modeling the pulse wave in arterial vessels	2
Lec 8	Modeling the transport of water and substances in tissues	2
Lec 9	Model of cancer-immune system	2
Lec 10	Modeling carbohydrate metabolism	2
Lec 11	Pharmacokinetics of drugs	2
Lec 12	Basic epidemiological model (SIR)	2
Lec 13-14	Epidemiological model with the age structure of the population (SEIRD)	4
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Analysis of dialysis process	2
Lab 2	Construction of multiparameter model of pharmacokinetics of drugs	2
Lab 3	Searching for the optimal solution of multiparameter model	2
Lab 4	Construction of a model of cholesterol homeostasis	2
Lab 5	Analysis of model sensitivity to changes in parameter values	2
Lab 6	Construction of model of gallbladder motility	2
Lab 7	Analysis of the risk of gallstone formation	2

Lab 8	Solution basic epidemiological model (SIR) – analysis of model parameters	2
Lab 9	Construction of a model with several disease waves	2
Lab 10	Construction of a model taking into account vaccinations	2
Lab 11	Solution of SEIRD model	2
Lab 12	Analysis of the influence of the age structure and contacts between age groups on the course of a pandemic	2
Lab 13	Search for the optimal vaccination strategy	2
Lab 14	Presentation of student projects	2
Lab 15	Presentation of student projects	2
	Total hours	30
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Introduction	1
Proj 2-5	Project 1 (cholesterol homeostasis)	6
Proj 6-8	Project 2 (SEIRD)	8
	Total hours	15
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Multimedia lecture N2. Computers + multimedia projector N3. Computer (Matlab, Python)		

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
---	------------------------	---

F1	PEK_W01 PEK_U01 PEK_U02	Lab reports (laboratory)
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Project 1 (project)
F3	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Project 2 (project)
P	PEK_W01 PEK_W02	Final test (lecture)

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### **PRIMARY LITERATURE:**

- [1] J.D. Murray, in: Mathematical Biology: I. An Introduction, third ed., Springer, 1993. Interdisciplinary Applied Mathematics.
- [2] Ching Shan Chou, Avner Friedman, Introduction to Mathematical Biology, Springer International Publishing 2016.
- [3] Control theory in Biomedical Engineering. Applications in Physiology and medical robotics, Ed. Olfa Boubaker, Elsevier, 2020
- [4] Inżynieria Biomedyczna Podstawy i Zastosowania. Tom 1 Modelowanie procesów fizjologicznych i patofizjologicznych, red. K. Cieśliski, T. Lipniacki, J. Waniewski, Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, 2017



**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] K. Kubica, J. Balbus, Mathematical modeling of cholesterol homeostasis in Control Theory in Biomedical Engineering, Applications in Physiology and Medical Robotics (Ed. O. Boubaker) Academic Press, 2020, s. 43-61, 359-365, ISBN: 978-0-12-821350-6
- [2] M. Źulpo, J. Balbus, P. Kuropka, K. Kubica, A model of gallbladder motility, Computers in Biology and Medicine 93(2018) 139-148, doi.org/10.1016/j.compbiomed.2017.12.018
- [3] K. Buszko, K. Kubica, E. Luisehobl, P. Adamski, K. Wnuk, B. Jilma, J. Kubica, Pharmacokinetic modeling of morphine's effect on plasma concentrations of ticagrelor and its metabolite in healthy volunteers. Frontiers in Physiology, section Computational Physiology and Medicine, 2021, 12, DOI: 10.3389/fphys.2021.663170
- [4] K. Kubica, J. Balbus, A computer study of the risk of cholesterol gallstone associated with obesity and normal weight, Scientific Reports (2021) 11:8868, doi.org/10.1038/s41598-021-88249-w
- [5] Ryosuke Omori, Ryota Matsuyama, Yukihiro Nakata, The age distribution of mortality from novel coronavirus disease (COVID 19) suggests no large difference of susceptibility by age, Scientific Reports (2020) 10:16642, doi.org/10.1038/s41598020-73777-8

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

prof. dr hab. Krystian Kubica (krystian.kubica@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** KONWERSJA I ANALIZA SYGNAŁÓW NIEELEKTRYCZNYCH

**Name of subject in English** CONVERSION AND ANALYSIS OF NON-ELECTRICAL SIGNALS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** ~~YES~~ / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		50		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation	1		1		

of lecturers and other academics (BU)					
---------------------------------------	--	--	--	--	--

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

Basic knowledge of physics and mathematics.

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Knowing and understanding the conversion of non-electric signals to electric.  
 C2 Gaining knowledge about the use of signal conversion in medicine. C3 Experimental data analysis.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows the correct concepts for the conversion of non-electrical signals.

PEU\_W02 has knowledge of the phenomena and methods used to convert and collect nonelectric signals.

relating to skills:

PEU\_U01 can identify and describe the most important processes for the conversion of nonelectrical signals.

PEU\_U02 can plan or select an experiment in order to to convert non-electrical signals used in medicine.

relating to social competences:

PEU\_K01 understands the need for continuous training, including self-education; knows and understands the need to learn independently and in a group.

PEU\_K02 can work independently and in a group.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Capacitance methods of elongation measurements used in medicine. The principle of capacitance sensors.	2
Lec 2	Basics of piezoelectric sensors. Applications of piezoelectric sensors in medicine.	2
Lec 3	Non-contact methods of temperature measurement.	2
Lec 4	Contact methods of temperature measurement.	2
Lec 5	Impedance methods of drug investigations.	2
Lec 6	Optical methods of signal conversion.	2
Lec 7	Measurements of motion parameters and their analysis.	2
Lec 8	Test	1
	Total hours	15
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction, rules for passing a course	1
Lab 2	Temperature sensors	2
Lab 3	Measurements in dynamic conditions	2
Lab 4	Sensors for pressure measurements	2
Lab 5	Measurements of the gases flow rate	2
Lab 6	Examination of the arterial pressure sensor	2
Lab 7	Measurements of the liquids flow rate	2
Lab 8	Students' individual repetition and course completion	2
	Total hours	15

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
----------------------------

- N1. Multimedia lecture  
 N2. Materials posted on e-portal.pwr.edu.pl (data sheets of device manufacturers, instructions on laboratory)  
 N3. Equipment in the laboratory  
 N4. Consultations

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Test during laboratory Reports on lab experiments

P = F1 lecture – assessment based on the final test

P = F2 laboratory – assessment based on the average of the tests and reports

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

[1] Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications, J. Fraden, Springer 2016

[2] Foundations and Applications of Sensor Management A.O. Hero, D. Castañón, D. Cochran, K. Kastella, Springer 2008

**SECONDARY LITERATURE:**

- |     |  |
|-----|--|
| [1] | Lines M. E., Glass A. M., Principles and application of ferroelectrics and related materials, Clarendon Press, Oxford 1977 |
| [2] | Noltingk B.E., Instrumentation reference book, Butterworth-Heinemann, Londyn 1995  |
| [3] | Regtien P.P.L., Measurement science for engineers, Kogan Page Science, London 2004   |

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
--

dr hab. inż. Adam Sieradzki (Adam.Sieradzki@pwr.edu.pl) dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak (Elzbieta.Szul-Pietrzak@pwr.edu.pl)
---

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** REDAGOWANIE TEKSTÓW NAUKOWYCH

**Name of subject in English** ACADEMIC WRITING

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)			15		
Number of hours of total student workload (CNPS)			30		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	<del>Examination / crediting with grade</del>	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points			1		
including number of ECTS points for practical classes (P)			1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation			1		

of lecturers and other academics (BU)					
---------------------------------------	--	--	--	--	--

\*delete as not necessary

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

Knowledge of MS Office

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Acquiring technical skills related to writing and editing scientific works

C2 Ability to search for scientific literature and knowledge of the rules of using source materials

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to skills:

PEU\_U01 has the ability to self-study, is able to independently plan his own lifelong learning.

PEU\_U02 has language skills in the field of technical sciences and scientific discipline  
Biomedical engineering, can search and correctly cite professional literature in the text.

PEU\_U03 is able to plan and organize work individually and in a team. PEU\_U04 is able to prepare a scientific text.

relating to social competences:

PEU\_K01 is aware of the social role of a technical university graduate, in particular understands the need to formulate and provide information to the public about technological progress and other aspects of engineering activities.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Course overview, requirements and evaluation of the subject learning outcomes	1



Lab 2	Introduction to writing a scientific works	2
Lab 3	Planning and writing – structure of the scientific works	2
Lab 4	Editing rules and tools	2
Lab 5	Visual presentation of the information	2
Lab 6	High quality bibliography - purpose, sources, formatting, citation standards, avoiding plagiarism	2
Lab 7	Proofreading - verification and correction of the text	2
Lab 8	Project finalization and submitting	2
	Total hours	15

**TEACHING TOOLS USED**

- N1. Bord, computer, projector  
 N2. Self-study  
 N3. Individual consultations  
 N4. Digital resources (WUST Main Library, WUST ePortal , Internet)

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01	Assessment of the individual parts of the project
P – weighted average of the grades		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Charles Lipson, How to Write a BA Thesis - A Practical Guide from Your First Ideas to Your Finished Paper, The University of Chicago Press, Chicago, 2nd edition, 2018
- [2] David Evans, Paul Gruba, Justin Zobel, How to Write a Better Thesis, Springer International Publishing, 3rd edition, 2014
- [3] Umberto Eco, How to Write a Thesis, MIT Press, 2015

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Chris A. Mack, How to write a good scientific paper, SPIE, 2018, available on-line:  
<https://spie.org/samples/9781510619142.pdf>
- [2] Angel Borja, 11 steps to structuring a science paper editors will take seriously, Elsevier, 2014, available on-line:  
<https://www.elsevier.com/connect/11-steps-to-structuring-a-science-paper-editors-will-take-seriously>
- [3] Compilation Inc. An effective bibliography: great but how? Available on:  
<https://www.compilatio.net/en/blog/effectivebibliography>
- [4] Joshua Schimel, Writing Science – How to write papers that get cited and proposals that get funded, Oxford University Press Inc, 2011
- [5] Wayne C. Booth, Gregory G. Colomb, Joseph M. Williams, Joseph Bizup, William T. Fitzgerald, The Craft of Research, The University of Chicago Press, Chicago, 4th edition, 2016

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Joanna Bauer ([joanna.bauer@pwr.edu.pl](mailto:joanna.bauer@pwr.edu.pl))

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** METODY STATYSTYCZNE W BIOINŻYNIERII

**Name of subject in English** STATISTICAL METHODS IN BIOENGINEERING

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/~~2nd level, uniform magister studies~~\*, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)			30		
Number of hours of total student workload (CNPS)			75		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	<del>Examination / crediting with grade*</del>	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points			3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		2		

\*delete as not necessary

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

Basic knowledge of statistics and probability

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Acquiring knowledge about the statistical methods used in bioengineering, biomedicine, and medicine

C2. Gaining skills in applying basic statistical methods

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows and understands to the principles of a selected series of statistical tests.

PEU\_W02 knows and understands to the advantages, disadvantages and limitations of select statistical tests.

PEU\_W03 has knowledge how to use the statistical tests in biomedical engineering.

relating to skills:

PEU\_U01 can obtain basic information on statistical methods from literature, databases and other sources.

PEU\_U02 can interpret the results and draw conclusions based on the results of selected statistical tests.

PEU\_U03 can use information techniques to implement basic statistical methods.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction	2
Lab 2	T tests for dependent and independent variables	2
Lab 3	Mann-Whitney test	2
Lab 4	Wilcoxon test and sign test	2
Lab 5	Univariate Anova	2
Lab 6	Multivariate Anova	2
Lab 7	Anova with repeated measures	2

Lab 8	Midterm exam 1	2
Lab 9	Kruskal-Wallis test	2
Lab 10	Friedman test	2
Lab 11	Correlation analysis (parametric, non-parametric and partial)	2
Lab 12	Linear regression analysis	2
Lab 13	Linearized regression analysis	2
Lab 14	Logistic regression analysis	2
Lab 15	Midterm exam 2	2
	Total hours	30
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1 The blackboard and the marker as a teaching aid during the laboratory		
N2 Computer and software (Statistica, Matlab, Excel)		

#### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Written test 1
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Written test 2

	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	
--	-------------------------------	--

$C = \max[\text{mean}(F1, F2); \text{median}(F1, F2)]$

## PRIMAY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE:

- [1] Deborah J. Rumsey 2019 Statistics Essentials For Dummies 1st Edition, Wiley Andrzej Stanis, Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny, tom 1, 2, 3 Wydawca: StatSoft Polska, Kraków, 2006  
 [2] Michael J. Campbell, David Machin, Stephen J. Walters, Medical Statistics: A Textbook for the Health Sciences (Medical Statistics), John Wiley & Sons, 2010

### SECONDARY LITERATURE:

- [1] Field, Andy. 2013. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. 4th ed. London, England: SAGE Publications.  
 [2] DeMaris, Alfred; Selman, Steven H 2013. Converting Data into Evidence: A Statistics Primer for the Medical Practitioner. New York, NY: Springer New York  
 [3] Belinda Barton, Jennifer Peat 2014 Medical Statistics: A Guide to SPSS, Data Analysis and Critical Appraisal, 2nd Edition, Wiley

### SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr hab. inż. Magdalena Kasprowicz (magdalena.kasprowicz@pwr.edu.pl) dr  
 inż. Agnieszka Uryga (agnieszka.uryga@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** SZTUCZNA INTELIGENCJA 1

**Name of subject in English** ARTIFICIAL INTELLIGENCE 1

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/ 2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*	<del>Examination /</del> crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation	2		2		

of lecturers and other academics (BU)					
---------------------------------------	--	--	--	--	--

\*delete as not necessary

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

1. Algebra and Analytic Geometry
2. Mathematical Analysis
3. Introduction to Programming
4. Mathematical Analysis
5. Introduction to Object-Oriented Programming 6. Numerical Methods or equivalent

### **SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 To understand basic concepts of modern machine learning (ML) and artificial intelligence (AI)  
 C2 To understand essential algorithms and architectures in modern ML & AI  
 C3 To be capable of designing and implementing ML- & AI-based solutions for biomedical engineering problems using modern software platforms

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 understands basic concepts of modern machine learning (ML) and artificial intelligence (AI).

PEU\_W02 understands essential algorithms and architectures in modern ML & AI.

relating to skills:

PEU\_U01: can design and implementing ML- & AI-based solutions for biomedical engineering problems using modern software platforms.

nrelating to social competences:



PEU\_K01: is capable of communicating and discussing ML- & AI-based solutions for biomedical engineering problems.

### PROGRAMME CONTENT

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Basic concepts and overview of ML & AI	2
Lec 2	Data preprocessing	2
Lec 3-4	Data exploration. Analysis of multidimensional data. Clustering algorithms	4
Lec 5-6	Artificial neural networks: from the perceptron to deep learning	4
Lec 7	Evaluation of AI & ML methods	2
Lec 8	Mid-semester test	2
Lec 9-10	Modeling sequential data. Recurrent neural networks and autoencoders	4
Lec 11	Evolutionary approaches and population-based methods	2
Lec 12	Knowledge representation in AI	2
Lec 13	Visualization and interpretability of AI models	2
Lec 14	Learning problems & techniques: supervised, unsupervised, self- & semi-supervised, reinforcement, transfer learning	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction to AI software platforms	2
Lab 2-3	Data preprocessing	4
Lab 4-5	Data exploration and clustering algorithms	4

Lab 6-7	Convolutional neural networks	4
Lab 8-9	Neural networks for processing sequential data	4
Lab 10-11	Strategies for learning from limited data	4
Lab 12-13	Visualization of AI models	4
Lab 14-15	Ready-made AI-based solutions for biomedical engineering	4
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Presentation
- N2. Individual or small group challenges
- N3. Hands-on tutorials
- N4. Assignments
- N5. Individual or small group assignments

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02	Mid-semester test (written or online)
F2	PEU_W01 PEU_W02	Final test (written or online)
F3	PEU_U01	Individual or group assignments
F4	PEU_K01	Participation in challenges
$P = (3 * F1 + 3 * F2 + 5 * F3 + F4) / 12 \text{ if } F3 \geq 3.0 \text{ else } 2.0$		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>		

- [1] Grus, Joel. (2019). Data Science from Scratch. Sebastopol: O'Reilly Media, Incorporated.
- [2] Alpaydin E., Introduction to machine learning, 2-nd ed. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2010
- [3] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. Deep Learning. MIT Press (2016) (<https://www.deeplearningbook.org>)
- [4] Géron, Aurélien. (2017). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow. Sebastopol: O'Reilly Media, Incorporated.
- [5] Galea, Alex, & Capelo, Luis. (2018). Applied Deep Learning with Python. Birmingham: Packt Publishing, Limited.

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeff Ullman. Mining of Massive Datasets (<http://www.mmms.org>)
- [2] Mueller, John Paul, & Massaron, Luca. (2018). Artificial intelligence for dummies (For dummies). Newark: Wiley.
- [3] Russell, S., Norvig, P., Davis, E., Edwards, D., Forsyth, D., Hay, N., . . . Thrun, S. (2017). Artificial intelligence: A modern approach (3rd edition; 9th impr., Indian edition. ed.). Noida: Pearson India Education.

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Witold Dyrka ([witold.dyrka@pwr.edu.pl](mailto:witold.dyrka@pwr.edu.pl))

dr hab. inż. Sebastian Kraszewski ([sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl](mailto:sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl))

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** TECHNIKI OBRAZOWANIA MEDYCZNEGO

**Name of subject in English** MEDICAL IMAGING TECHNIQUES

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	50			50	
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*	<del>Examination</del> / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2			2	
including number of ECTS points for practical classes (P)				2	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1			1	

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

1. Basic knowledge of physics
2. Knowledge of physics
3. Basic knowledge of anatomy

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Obtain basic knowledge of medical imaging techniques  
C2 Acquire knowledge of the construction and operation of diagnostic devices used for medical imaging  
C3 Presentation of the possibilities of using techniques of imaging in medicine and physiotherapy

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has basic general knowledge of medical imaging techniques.

PEU\_W02 has ordered, theoretically based general knowledge of the most important scientific fields of Biomedical Engineering, in particular medical imaging.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to prepare well documented written elaborations on problems in the field of Biomedical Engineering, in particular medical imaging, in Polish or other foreign language used in international communications.

relating to skills:

PEU\_K01 can think and act in a creative way.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction. Medical imaging.	2

Lec 2	The application of microscopic techniques for medical imaging (Atomic Force Microscopy (AFM) and Transmission Electron Microscopy (TEM)). Construction of a microscope, operation, application in medicine and biomedical engineering.	2
Lec 3	Ultrasonography. Construction of the equipment, operation, application in medicine and biomedical engineering.	2
Lec 4	Radiology. Construction of the apparatus, operation, application in medicine and biomedical engineering.	2
Lec 5	Computed tomography. Construction of the equipment, operation, application in medicine and biomedical engineering.	2
Lec 6	Magnetic resonance. Construction of the apparatus, operation, application in medicine and biomedical engineering.	2
Lec 7	Nuclear medicine. PET and hybrid techniques. Construction of the apparatus, operation, application in medicine and biomedical engineering.	2
Lec 8	Nuclear medicine. SPECT and hybrid techniques. Construction of the apparatus, operation, application in medicine and biomedical engineering.	2
	Total hours	15
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1-15	The task of the student will be designing the way of examination by using medical imaging techniques. The examinations will address the diagnosis and treatment of disease entities using the methods of medical imaging. Each student has to prepare a multimedia presentation and present the ways to test and analyze the results of the studies.	1
	Total hours	15
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Lecture – multimedia presentation N2. Written elaboration of the paper N3. Multimedia presentation with discussion - project		

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01	Evaluation of exam (test)
F2	PEU_U02 PEU_K01	Rating of prepared project
P1 – exam P2 – rating of prepared project		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>		
[1] 3D images of materials structures: processing and analysis. Joachim Ohser and Katja Schladitz. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, cop. 2009		
[2] Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Red. M. Nałęcz. Tom 8. Obrazowanie Biomedyczne. Red. L. Chmielewski, J.L. Kulikowski, A. Nowakowski. Współpraca: Polskie Towarzystwo Przetwarzania Obrazów. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001.		
[3] Gotszalk T.P., Systemy mikroskopii bliskich oddziaływań w badaniach mikro- i nanostruktur. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 2004.		
[4] Kopaczyńska M., Mikroskopia sił atomowych (AFM) - biomedyczne zastosowanie pomiarów w nanoskali. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 2010.		
[5] Optical imaging techniques in cell biology. Guy Cox. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, cop. 2007.		
[6] Watt I.M., The principles and practice of electron microscopy, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.		
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>		
[1] Articles from the journals: Molecular imaging, Biomechanics and Modeling in Nanotechnology, Molecular imaging and Biology, Real-time imaging, Biomolecular Engineering, Bioscience, Contrast media and molecular imaging, Biomaterials		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
dr hab. Marta Kopaczyńska (marta.kopaczynska@pwr.wroc.pl)		

Załącznik nr 5 do ZW 16/2020

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ELEMENTY DYNAMIKI NIELINIOWEJ

**Name of subject in English** ELEMENTS OF NONLINEAR DYNAMICS

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		60		
Form of crediting	<del>Examination</del> / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		2		

\*delete as not necessary



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

Knowledge of mathematical analysis and general physics on the level of first-degree studies in technical sciences

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Becoming familiar with basic concepts of nonlinear dynamics: flows, fixed points, linear stability analysis, phase portraits, limit cycles, bifurcations, chaos, strange attractors, Lyapunov exponent.

C2 Becoming familiar with important equations leading to nonlinear behavior

C3 Becoming familiar with modeling of nonlinear phenomena with Computer Algebra System Maple

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 to acquire knowledge related to basic concepts of nonlinear dynamics

PEU\_W02 to acquire knowledge related to construction of models of nonlinear dynamics

PEU\_W03 become familiar with important models leading to nonlinear dynamical behavior

relating to skills:

PEU\_U01 developing basic skills to model nonlinear dynamics phenomena with Maple

PEU\_U02 developing skills to use existing Maple worksheets to analyze nonlinear effects in physical, chemical, and biological systems

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Nonlinear systems – an overview (models and diagnostics tools)	1
Lec 2	Phase plane portraits: autonomous system of first-order ODE's, examples of fixed points	2
Lec 3	Phase plane analysis: Simple fixe points and their classification. Geometric interpretation. Higher order fixed points	4
Lec 4	Lorenz's model	3
Lec 5	The period-doubling route to chaos: Duffing's equation	1

Lec 6	One-dimensional maps and Liapunov exponent	1
Lec 7	Approximate analytic methods for nonlinear harmonic oscillators (Poisson's and Lindstedt's perturbation methods)	2
Lec 8	Final test	1
	Total hours	15
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	First steps with Maple: equations, plotting, elements of linear algebra, basic mathematical analysis, ordinary differential equations	3
Lab 2	Phase-plane portraits and analysis (stationary points, "famous" phase portraits)	3
Lab 3	Linear and nonlinear oscillators	3
Lab 4	Deterministic chaos and Poincare section	2
Lab 5	Logistic map	2
Lab 6	Reconstructing an attractor	2
	Total hours	15
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
<p>N1. Lecture with multimedia presentation  N2. Computer laboratory – Computer Algebra System Maple  N3. Digital resources  N4. Consultations</p>		

#### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
---	------------------------	---

F1	PEK_W01 PEK_W02 PEU_W01	oral tests, discussions, progress check in computer lab
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEK_K01	crediting with grade (lecture), crediting with grade (computer lab)
P = (F1+F2)/2		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>		
<p>[1] J. A.C. Mitus, Nonlinear Dynamics – Lecture Notes (teaching materials for BDA students) [2]  A.C. Mitus, Nonlinear Dynamics - Computer Lab Projects (teaching materials for BDA students) [3]  S.H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, Perseus Books, 1994.  [4] R.H. Enns, G.C. McGuire, Nonlinear Physics with Maple for Scientists and Engineers, Birkhauser, 2000. [5]  A.C. Mitus, R. Orlik, G. Pawlik, Wstęp do pakietu algebry komputerowej Maple, Polkowice, 2010 (in polish)</p>		
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>		
<p>[1] R.H. Enns, G.C. McGuire, Computer Algebra Recipes. An Advanced Guide to Scientific Modeling, Birkhauser, 2007. [2]  R.H. Enns, Computer Algebra Recipes for Mathematical Physics, Birkhauser, 2005.</p>		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
prof. dr hab. Antoni C. Mitus (antoni.mitus@pwr.edu.pl)		

Załącznik nr 5 do ZW 16/2020

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** INFORMATYKA W MEDYCYNIE

**Name of subject in English** COMPUTER SCIENCE IN MEDICINE

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					15
Number of hours of total student workload (CNPS)					50
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical classes (P)					2
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)					1

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

1. The student has basic knowledge and skills in computer science.
2. The student has basic knowledge and skills in electronics and optics
3. The student has basic knowledge and skills in mathematical analysis, algebra, organic chemistry, cell biology and biophysics.

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 To become familiar with methods of numerical design from biological data and to evaluate and analyze the effectiveness of proposed models
- C2 Application of chemistry and computational biology methods for the analysis of biophysical processes including molecular processes

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 has knowledge of development trends and the most significant new developments in the field of Biomedical Engineering.

PEU\_W02 has theoretically grounded detailed knowledge related to selected issues in the field of information technology methods in medical diagnostics.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to evaluate the usefulness and applicability of new developments in Biomedical Engineering when formulating and solving engineering tasks.

relating to social competences:

PEU\_K01 is ready to critically evaluate the content received.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Seminar</b>		<b>Number of hours</b>
Semin 1	General introduction to the subject. Rules of the course. Selection of topics.	1
Semin 2	Synthesis, activity analysis, bioassays	2
Semin 3	Mobile health revolution	4

Semin 4	Molecular methods in biology	2
Semin 5	Biomolecular modelling methods in drug discovery	2
Semin 6	Machine learning and artificial intelligence-based methods for medicine	4
	Total hours	15

### TEACHING TOOLS USED

N1. Problem seminar, presentation, problem lecture, information lecture N2.  
Student's own work - preparation for the seminar

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01	Evaluation of a presentation, informative lecture or problem lecture prepared by a student
P = F1		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### SECONDARY LITERATURE:

[1] Scientific journals in medical informatics

#### SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr hab. inż. Sebastian Kraszewski (sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** PRAWNE I ETYCZNE ASPEKTY INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ

**Name of subject in English** LEGAL AND ETHICAL ASPECTS IN BIOMEDICAL ENGINEERING

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/~~2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					15
Number of hours of total student workload (CNPS)					30
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	<del>Examination / crediting with grade*</del>
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					1
including number of ECTS points for practical classes (P)					1
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)					1

\*delete as not necessary

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

1. Knowledge: general knowledge of engineering technologies, methods, techniques, tools and materials used to solve simple engineering tasks.
2. Competences: understanding the social, economic, and legal determinants of engineering activity.

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Understanding the need to follow ethical principles in biomedical engineering activities.  
C2 Ability to interpret legal regulations in the field of biomedical engineering.  
C3 Getting knowledge about the principles that should be followed in professional work (ethical issues, norms in the health service, norms and standards in biomedical engineering).

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows and understands the general principles of creating and developing forms of individual entrepreneurship, using knowledge in the field of science and scientific disciplines appropriate for Biomedical Engineering.

relating to skills:

PEU\_U01 is able - when formulating and solving engineering tasks in the field of Biomedical Engineering - to notice their systemic and non-technical aspects.

relating to social competences:

PEU\_K01 initiates actions for the benefit of the public interest.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Seminar</b>		<b>Number of hours</b>
Semin 1	Introduction. Overview of the conditions/rules for completing the course. Proposing your own topic related to the engineering thesis or establishing a different topic for the project (only for students in earlier semesters). Projects are carried out individually.	1



Semin 2-8	Identification of threats to the implementation of engineering works and the possibility of commercialization of the results obtained in the light of applicable law and ethical principles. Each topic should contain a detailed justification of the purpose of the topic, based on local and EU law, and a description of the conditions that must be met in real conditions. Consultation/discussion during the project implementation. Formal presentation of the selected topic by submitting documentation: discussion of the problem/issue, goal(s) and plan of the project implementation, market analysis of existing products and/or services in terms of commercialization of research/implemented projects/services, marketing and strategic analysis - analysis and evaluation of opportunities and market threats, identification and selection of the target market, analysis of products/services existing on the market in terms of existing competition, identification of potential buyers of the product/service.	14
	Total hours	15

### TEACHING TOOLS USED

N1. Multimedia presentation  
N2. Discussion on a particular topic N3.  
Consultations

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Evaluation of a complex project

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

**PRIMARY LITERATURE:**

[1] European Commission website on medical devices [https://ec.europa.eu/health/md\\_sector/new\\_regulations\\_pl](https://ec.europa.eu/health/md_sector/new_regulations_pl) [2]  
List of journals (not only in English) corresponding to the keywords bioethics & medical ethics:  
[https://www.gfmer.ch/Medical\\_journals/Ethics.htm](https://www.gfmer.ch/Medical_journals/Ethics.htm)  
[3] Selected articles from the journal BMC Medical Ethics <https://bmcmedethics.biomedcentral.com/>

### **SECONDARY LITERATURE:**

[1] Selected articles from journals (depending on the topic of the seminar): Journal of Medical Ethics, Medical Lasers Applications, Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE, etc.  
[2] Journals assigned to the scientific discipline of biomedical engineering according to the current Annex to the announcement of the Minister of Science and Higher Education  
[3] World Health Organization website <https://www.who.int/>

### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Agnieszka Ulatowska-Jarża ([agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl](mailto:agnieszka.ulatowska-jarza@pwr.edu.pl))

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** SEMINARIUM DYPLOMOWE

**Name of subject in English** DIPLOMA SEMINAR

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** 1st/~~2nd-level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / NO\*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical classes (P)					2
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)					2

\*delete as not necessary

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

1. The student has advanced knowledge and skills in computer science
2. The student has advanced knowledge and skills in electronics and optics

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 To learn about new developments and methods used in different applications of medical informatics

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01: knows the basic models and methods used in various applications of medical informatics.

relating to skills:

PEU\_U01: is able to prepare and present an oral and multimedia presentation on a given subject related to the subject.

relating to social competences:

PEU\_K01 is able to use dedicated scientific literature.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Seminar</b>		<b>Number of hours</b>
Semin 1	Presentations of results of prepared engineering dissertations by seminar participants	10
Semin 2	Individual presentations concerning the discussion of the current state of knowledge related to the subject of the thesis and relating the anticipated, original own contribution to the literature achievements	10
Semin 3	Discussion in the seminar group on the state of literature knowledge and the assumed conception of solving problems constituting the thesis	10
	Total hours	30

**TEACHING TOOLS USED**

N1. Problem seminar, presentation, problem lecture, information lecture N2.  
Student's own work - preparation for the seminar

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Evaluation of a presentation, informative lecture or problem lecture prepared by a student

P = F1

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE****SECONDARY LITERATURE:**

[1] Scientific journals in medical informatics

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Sebastian Kraszewski (sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** SZTUCZNA INTELIGENCJA 1

**Name of subject in English** ARTIFICIAL INTELLIGENCE 1

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	<del>Examination /</del> crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		

including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		
--	---	--	---	--	--

\*delete as not necessary

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

Artificial Intelligence 1 or equivalent

### **SUBJECT OBJECTIVES**

C1 To be acquainted with the current state of the art of artificial intelligence (AI) in biomedical engineering

C2 To be aware of technological and social issues related to application of AI methods to biomedicine C3

To be capable of conducting the process of development of AI-based software, also as a biomedical product

### **SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows the current state of the art of artificial intelligence (AI) in biomedical engineering.

PEU\_W02: is aware of technological and social issues related to application of AI methods to biomedicine.

relating to skills:

PEU\_U01: is capable of conducting the process of development of AI-based software, also as a biomedical product.

PEU\_U02: can document stages of the AI software-related project.

relating to social competences:

PEU\_K01 can follow and critically assess ongoing research in AI for biomedical engineering.

PEU\_K02 can present and discuss emerging technological and social issues related to application of AI methods to biomedicine.

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Practical methodology for successful deep learning	3
Lec 2	AI software as a product	3
Lec 3	Current standards for AI in biomedical applications	3
Lec 4	Recent developments in AI for medical imaging	3
Lec 5	Recent developments in AI for medical natural language processing	3
Lec 6	Recent developments in AI for bioinformatics	3
Lec 7	Recent developments in AI for healthcare systems	3
Lec 8	AI in future biomedicine	3
Lec 9	Ethical and legal issues of using AI in biomedicine	3
Lec 10	Selected issue of biomedical AI	3
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Designing workflow	3
Lab 2	Designing AI software as a product	3
Lab 3	Framing a problem and collecting data	3
Lab 4	Understanding data and existing solutions	3
Lab 5	Choosing representation and developing a model	3
Lab 6	Presentation 2	3
Lab 7	Developing a model – continued	3
Lab 8	Evaluating and fine-tuning the model	3
Lab 9	Interpreting and maintaining the model	3
Lab 10	Presentation 2	3
	Total hours	30



### TEACHING TOOLS USED

- N1. Presentations
- N2. Assignments
- N3. Group discussions
- N4. Individual or small group challenges
- N5. Small group projects

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01 PEU_K02	Assignments & presentations (short reports or position for discussion)
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01 PEU_K02	Active participation in group discussions
F3	PEU_U01 PEU_U02	Completion of tasks in group projects
F4	PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	Participation in challenges

$$P = (4 * F1 + 2 * F2 + 5 * F3 + F4) / 12 \text{ if } F1 \geq 3.0 \text{ and } F3 \geq 3.0 \text{ else } 2.0$$

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. Deep Learning. MIT Press (2016) (<https://www.deeplearningbook.org>)  
[2] Alpaydin E., Introduction to machine learning, 2-nd ed. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2010 [3] Chollet, F. (2017). Deep Learning with Python. Manning Publications.  
[4] Galea, Alex, & Capelo, Luis. (2018). Applied Deep Learning with Python. Birmingham: Packt Publishing, Limited.  
[5] Recent scientific literature

### **SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Géron, Aurélien. (2017). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow. Sebastopol: O'Reilly Media, Incorporated.  
[2] Mueller, John Paul, & Massaron, Luca. (2018). Artificial intelligence for dummies (For dummies). Newark: Wiley.  
[3] Russell, S., Norvig, P., Davis, E., Edwards, D., Forsyth, D., Hay, N., Thrun, S. (2017). Artificial intelligence: A modern approach (3rd edition; 9th impr., Indian edition. ed.). Noida: Pearson India Education.

### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr inż. Witold Dyrka (witold.dyrka@pwr.edu.pl)

dr hab. inż. Sebastian Kraszewski (sebastian.kraszewski@pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

**SUBJECT CARD**

**Name of subject in Polish** ZAAWANSOWANE TECHNIKI OBRAZOWANIA

**Name of subject in English** ADVANCED IMAGING TECHNIQUES

**Main field of study (if applicable):** BIOMEDICAL ENGINEERING

**Specialization (if applicable):** MEDICAL INFORMATICS

**Profile:** academic / ~~practical~~\*

**Level and form of studies:** ~~1st/2nd level, uniform magister studies\*~~, full-time / ~~part-time~~\*

**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~\*

**Subject code** .....

**Group of courses** YES / 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)	75		75		
Form of crediting	<del>Examination</del> /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	<del>Examination</del> /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2		2		

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

Knowledge of Medical Imaging Techniques

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1 Becoming familiar with the current state-of-the-art in medical image analysis and imaging

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU\_W01 knows how to extract, model, and analyze information from medical data and applications to help diagnosis, treatment, and monitoring of diseases.

relating to skills:

PEU\_U01 is able to perform image enhancement, feature extraction and selection, segmentation, and image-based classification.

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Toolkits and Software for Developing Biomedical Image Processing and Analysis Applications	2
Lec 2	Biomedical Image Processing	2
Lec 3	Wavelets in Image Processing	2
Lec 4-6	Feature extraction, segmentation, systematic evaluation, and validation on datasets	6
Lec 7-9	Machine learning based approaches for segmentation and classification	6
Lec 10-11	Case studies on some recent advances in analysis of retinal, CT, MRI, ultrasound, and histology images	4

Lec 12-14	Deep Learning for Medical Image Analysis	6
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Toolkits and Software for Developing Biomedical Image Processing and Analysis Applications	2
Lab 2	Biomedical Image Processing	2
Lab 3	Wavelets in Image Processing	2
Lab 4-6	Feature extraction, segmentation, systematic evaluation, and validation on datasets	6
Lab 7-9	Machine learning based approaches for segmentation and classification	6
Lab 10-11	Case study	4
Lab 12-14	Deep Learning for Medical Image Analysis	6
Lab 15	Final test	2
	Total hours	30
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Traditional lecture N2. Computer laboratory – solving tasks N3. Lab reports N4. Consultations N5. Self-study N6. Digital resources (ePortal PWr) N7. Quizzes		

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01	Final test
F2	PEU_U01	Lab reports
F3	PEU_U01	Quizzes
P = F1 (final test on lecture) P = weighted average of F2 and F3 (laboratory)		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>		
[1] Deserno, T.M., Biomedical Image Processing, Springer, 2011		
[2] Dhawan, A.T., Medical Image Analysis (Second Edition), Wiley 2011		
[3] Zhou, K., Medical Image Recognition, Segmentation and Parsing: Machine Learning and Multiple Object Approaches (The MICCAI Society book Series), Academic Press, 2015		
[4] Jan, J., Medical Image Processing, Reconstruction and Analysis: Concepts and Methods, Second Edition, CRC Press, 2019		
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>		
[1] Scientific publications		
[2] Zhou, K., Greenspan, H., Shen, D., Deep Learning for Medical Image Analysis (The MICCAI Society book Series), Academic Press, 2017		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
dr inż. Klaudia Kozłowska (klaudia.kozlowska@pwr.edu.pl)		