**Nazwa przedmiotu:**

Technika ultradźwiękowa w diagnostyce medycznej

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Krzysztof Kałużyński, dr inż Szymon Cygan

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Biomedyczna

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

TUD

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. liczba godzin kontaktowych – 32 godz., w tym
obecność na wykładach 18 godz.,
obecność na laboratorium 12 godz.,
konsultacje 2h
2. praca własna studenta – 43 godz., w tym
przygotowanie do kolokwium 23 godz.,
przygotowanie do laboratorium 10 godz,
opracowanie sprawozdań 10 godz.,
Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,28 pkt. ECTS, co odpowiada 32 godz. kontaktowym.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

0.96 pkt. ECTS, co odpowiada 12 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 10 godz. opracowania wyników laboratorium, konsultacje 2godz

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

znajomość matematyki i fizyki, podstaw teorii sygnałów i systemów, podstaw elektroniki na poziomie kursu dla studiów inżynierskich kierunku IB, zalecana znajomość środowiska MATLAB

**Limit liczby studentów:**

24

**Cel przedmiotu:**

nabycie podstawowej znajomości nt. wykorzystania techniki ultradźwiękowej w diagnostyce medycznej

**Treści kształcenia:**

Podstawowe pojęcia związane z ruchem falowym. Rodzaje fal. Przemieszczenie i prędkość cząstki. Impedancja akustyczna. Ciśnienie i natężenie fali. Rozwiązania równania falowego. Równanie Eulera. Przekształcenie Fouriera – rola w technice ultradźwiękowej.
Podstawy obrazowania w ujęciu systemowym.
Propagacja fali akustycznej w tkankach.
Źródło elementarne fali kulistej. Całka Kirchhoffa. Przykłady źródeł. Bliska i daleka strefa promieniowania. Kierunkowość źródła. Przekształcenie Fouriera jako narzędzie określania właściwości rozkładu ciśnienia w strefie dalekiej. Przetwornik płaski. Rozkład ciśnienia generowanego przez przetwornik płaski i jego przekrój. Przetwornik liniowy. Układy źródeł elmentarnych i liniowych. Elektroniczne ogniskowanie i odchylanie wiązki przy nadawaniu w strefie dalekiej i w strefie bliskiej. Elektroniczny beamforming przy odbiorze. Podstawowe wiadomości nt. budowy sond do obrazowania.
Podstawowe metody obrazowania – A, 2D, M i C. Funkcjonalny schemat blokowy ultrasonografu.
Pomiary prędkości przepływu krwi. Zjawisko Dopplera i pomiar metodą fali ciągłej. Podstawowe zależności i schematy blokowe. Pomiar prędkości metodą impulsową. Podstawowe zależności i schematy blokowe. Analiza widmowa sygnałów dopplerowskich prędkości przepływu krwi i podstawowe parametry diagnostyczne. Wstęp do obrazowania rozkładu prędkości przepływu krwi.
Zjawisko piezoeleketryczne. Schemat zastępczy przetwornika. Dopasowanie. Współpraca przetwornika z układami elektronicznymi. Pomiary parametrów przetworników ultradźwiękowych. Przykłady budowy przetworników. Sondy wieloelementowe – typologia i właściwości.
Zjawiska termiczne i mechaniczne związane z ekspozycję na działanie ultradźwięków. Parametry stosowane w ocenie poziomu emisji i skutków ekspozycji. Indeksy cieplny i mechaniczny.
Tendencje rozwojowe. Elastografia. Obrazowanie harmoniczne. Obrazowanie kodowane. Kontrasty ultradźwiękowe. Inne techniki.
Laboratorium
1. Analiza sygnałów występujących w diagnostycznej aparaturze ukltradźwiękowej
2. Obsługa ultrasonografu. Badanie fantomów ultradźwiękowych. Badanie tłumienia w fantomie i w tkankach w funkcji drogi propagacji i częstotliwości.
3. Badanie właściwości przetworników ultradźwiękowych.
4. Przepływomierz dopplerowski - pomiary wybranych parametrów. Dopplerowskie pomiary przepływów w naczyniach, analiza widmowa sygnałów, wyznaczanie parametrów diagnostycznych.

**Metody oceny:**

zaliczenie/kolokwium

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Śliwiński A. Ultradźwięki i ich zastosowania, WNT, 2001
2. Nowicki A. Podstawy ultrasonografii dopplerowskiej, PWN, 1995
3. Nowicki A. Ultradźwięki w medycynie, Wyd.IPPT, 2010
4. Łypacewicz G. Piezoelektryczne układy nadawczo-odbiorcze dla celów ultrasonografii, Prace IPPT, 1995
5. Jensen J.A. Ultrasound imaging and its modeling, w :”Imaging of Complex Media with Acoustic and Seismic Waves”, Springer Verlag, 2000
6. Jensen J.A. Estimation of blood velocities using ultrasound, Cambridge Univ. Press,1996
7. Opieliński K. Zastosowanie transmisji fal ultradźwiękowych do charakteryzowania i obrazowania struktury ośrodków biologicznych, Oficyna Wyd. P.Wroc. 2011
8. Jensen JA, S Ivanov Nikolov, A C H Yu, D Garcia Ultrasound Vector Flow Imaging—Part I: Sequential Systems, IEEE Trans UFFC 2016
9. Jensen JA, S Ivanov Nikolov, A C H Yu, D Garcia Ultrasound Vector Flow Imaging—Part II: Parallel Systems, IEEE Trans UFFC 2016
10. Montaldo G et al, Coherent Plane-Wave Compounding for Very High Frame Rate Ultrasonography and Transient Elastography IEEE Trans UFFC 2009
11. Pedersen MH, T.X.Misaridis, J.A.Jensen, Clinical evaluation of chirp-coded excitation in medical ultrasound, Ultrasound in Medicine & Biology, 29, 6, 2003, 895-905
12. Wells PN, Liang HD Medical ultrasound: imaging of soft tissue strain and elasticity. Journal of the Royal Society, Interface, Jun 2011, 8(64):1521-1549, DOI: 10.1098/rsif.2011.0054
13. Cikes M, L Tong, GR Sutherland J D’hooge Ultrafast Cardiac Ultrasound Imaging: Technical Principles, Applications, and Clinical Benefits JACC: Cardiovascular Imaging Volume 7, Issue 8, August 2014, Pages 812-823 https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2014.06.004

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

zna specyfikę tkanek biologicznych jako medium propagacji fal i wynikające zeń implikacje dla aparatury

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładu, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10, K\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o, P6U\_W

**Charakterystyka W02:**

ma elementarną wiedzę w zakresie architektury ultradźwiękowych urządzeń diagnostycznych

Weryfikacja:

zaliczenie/kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

potrafi obsłużyć ultrasonograf i przeprowadzić badanie fantomów

Weryfikacja:

ocena przebiegu zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U02:**

Potrafi przeprowadzić pomiar podstawowych parametrów przepływomierza ultradźwiękowego

Weryfikacja:

Ocena przebiegu zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

potrafi pracować w zespole

Weryfikacja:

ocena przebiegu zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KR