



Obrazowanie medyczne z wykorzystaniem promieniowania niejonizującego Sylabus zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Fizyka medyczna	Cykl dydaktyczny 2023/24
Specjalność -	Kod zajęć 04FMES.22K.05489.23
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki	Języki wykładowe polski
Poziom studiów studia drugiego stopnia	Obligatoryjność Obowiązkowy
Forma studiów studia stacjonarne	Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe
Profil studiów profil ogólnoakademicki	
Koordinator zajęć	Zbigniew Fojud
Prowadzący zajęcia	Zbigniew Fojud
Okres Semestr 2	Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia • Wykład: 20, Egzamin • Laboratorium: 40, Zaliczenie z oceną
	Liczba punktów ECTS 6

Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Poznanie zjawiska Magnetycznego Rezonansu Jądrowego (MRJ / NMR - ang. Nuclear Magnetic Resonance). Zapoznanie z możliwościami wykorzystania zjawiska NMR do badań materiałowych i w nieinwazyjnej diagnostyce medycznej (obrazowanie MR / MRI - ang. Magnetic Resonance / Magnetic Resonance Imaging).
C2	Zapoznanie z zasadami rejestracji sygnałów rezonansowych NMR w technikach pomiarowych 1D- i 2D-wymiarowych.
C3	Zapoznanie z technikami pomiarowymi pozyskiwania obrazów medycznych w diagnostyce obrazowej MR.
C4	Ukazanie złożoności procesu rejestracji obrazu medycznego w diagnostyce MR.
C5	Przedstawienie sposobów wzbogacania treści medycznej w obrazie MR z użyciem środków chemicznych i metod numerycznych.
C6	Uzmysłowienie newralgicznej i fundamentalnej roli fizyka medycznego w zespołach diagnostyczno-terapeutycznych.
C7	Wskazanie na potrzebę samodzielnego poszerzania wiedzy w różnych aspektach diagnostyki obrazowej, jako konsekwencja rozwoju technologicznego i informacyjnego.

Wymagania wstępne

Widmo promieniowania elektromagnetycznego, długość fali, częstość, częstotliwość, energia. Mikroskopowa budowa materii. Budowa atomu, orbity elektronowe, jądro atomowe. Izotopy. Absorpcja, dyspersja. Dualizm korpuskularno-falowy. Właściwości elektryczne i magnetyczne jądra atomowego. Kwantowe reguły wyboru. Obwód elektryczny prądu zmiennego. Rezonator, układ (obwód rezonansowy) RLC. Detektor, przetwornik ADC, bit, bajt, słowo. Układ kartezjański, układ biegunowy. Iloczyn skalarny, iloczyn wektorowy. Transformata Fouriera.

Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
Wiedzy - Student/ka:			
W1	wie jakie zjawiska fizyczne są podstawą diagnostyki medycznej obrazowania magnetyczno-rezonansowego (MR).	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W2	wie jaka jest idea zastosowania magnetycznego rezonansu jądrowego w obrazowaniu MR.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W3	wie jakie są składniki aparatury do obrazowania magnetyczno-rezonansowego, zna rys historyczny i techniczny rozwoju tej metody diagnostycznej.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W4	wykazuje się wiedzą na temat zjawisk absorpcji, jądrowej relaksacji spinowej, wie czym są i jakie mają zastosowania fizyczne parametry PD, T1, T2, przesunięcie chemiczne, współczynnik samodyfuzji, będące treścią fizyczną obrazów medycznych w metodzie diagnostycznej MR.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
W5	wie jakie są etapy protokołu diagnostycznego metody obrazowania MR.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W6	wie jakie są zasady tworzenia obrazu MR zarówno od strony algorytmu (ogólnie), jak i rejestrowanej treści fizycznej (szczegółowo). Zna fizyczne przyczyny zmienności osobniczej mającej swoje odzwierciedlenie w indywidualizacji analizy obrazu medycznego.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W7	zna zalety i wady obrazowania magnetyczno-rezonansowego, oraz potrafi podać źródła techniczne i algorytmiczne prowadzące do ujawniania się zniekształceń w obrazie MR.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W8	zna podstawowe sekwencje obrazowania MR (SE, MSME(MEMS), GEMS, EPI, GEMS, CEST).	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W9	wykazuje się wiedzę (ogólną) z zakresu zaawansowanych metod diagnostycznych obrazowania MR takich jak traktografia (DTI), spektroskopia zlokalizowana (STEAM, PRESS), spektroskopia funkcjonalna (fMRI), angiografia, Cardiac MRI, CSI MRI, oraz spektroskopia MRI jąder atomowych innych niż 1H (np. 13C, 17O, 19F, 23Na, 31P, 129Xe).	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W10	wie jakie są i potrafi podać przykłady zastosowań numerycznych metod analizy obrazu w celu poprawy jakości obrazu medycznego (w omawianym temacie głównie metody obrazowania MR).	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W11	zna i rozumie zasady powstawania obrazu w innych niejonizujących metodach obrazowych np. fiberoskopia, endoskopia, gastroskopia, diafanoskopia, ultrasonografia, termowizja.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
W12	zna ogólne zasady działania i wykorzystania technik laserowych w diagnostyce i terapii medycznej - omówienie ogólne.	FME_K2_W01, FME_K2_W02, FME_K2_W03, FME_K2_W07	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
Umiejętności - Student/ka:			
U1	umie rozpoznać jakiej metody użyto w obrazowaniu magnetyczno-rezonansowej w badaniu pacjenta.	FME_K2_U01, FME_K2_U02, FME_K2_U03, FME_K2_U04, FME_K2_U08	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
U2	potrafi wyjaśnić fizyczne aspekty obrazu MR .	FME_K2_U01, FME_K2_U02, FME_K2_U03, FME_K2_U04, FME_K2_U08	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
U3	umie wskazać przyczyny niejednoznaczności obrazu medycznego rejestrowanego w metodzie MR.	FME_K2_U01, FME_K2_U02, FME_K2_U03, FME_K2_U04, FME_K2_U08	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
U4	umie wskazać różnice i przyczyny dla których stosuje się metody jonizujące i niejonizujące ośrodki.	FME_K2_U01, FME_K2_U02, FME_K2_U03, FME_K2_U04, FME_K2_U08	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
U5	umie przedstawić w szczegółach złożony proces pozyskiwania obrazu medycznego w technice MR.	FME_K2_U01, FME_K2_U02, FME_K2_U03, FME_K2_U04, FME_K2_U08	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
U6	umie określić jaki zakres zmienności parametrów fizycznych w obrazowaniu MR ma charakter użyteczny w ocenie diagnostycznego obrazu MR.	FME_K2_U01, FME_K2_U02, FME_K2_U03, FME_K2_U04, FME_K2_U08	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
U7	umie podać, które z metod obrazowania MR cechują się największym bogactwem informacji rejestrowanej w obrazie diagnostycznym, oraz w jaki sposób uzupełniają obrazy innych metod diagnostycznych.	FME_K2_U01, FME_K2_U02, FME_K2_U03, FME_K2_U04, FME_K2_U08	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna
Kompetencji społecznych - Student/ka:			
K1	rozumie potrzebę rozwoju wszystkich gałęzi wiedzy i postępu technologicznego poszerzających synergicznie dostępność i zakres zaawansowanych metod diagnostyki medycznej, zmierzający do poprawy jakości życia społeczeństwa przy jednoczesnej optymalizacji kosztów funkcjonowania, i utrzymania na dobrym poziomie szeroko pojmowanych społecznych systemów służby zdrowia.	FME_K2_K01, FME_K2_K02, FME_K2_K04	Egzamin pisemny, Egzamin ustny, Prezentacja multimedialna

Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Zjawisko magnetycznego rezonansu jądrowego, kwantyzacja przestrzenna, reguły wyboru, energia momentu magnetycznego w polu magnetycznym, magnetyzacja jądrowa, precesja Larmora.	W1, W2	Wykład, Laboratorium
2.	Zjawiska i pojęcia: oddziaływanie dipolowe, oddziaływanie kwadrupolowe, przesunięcia chemiczne, gęstość spinowa, procesy relaksacji spin-sieć i spin-spin.	W1, W2, W3	Wykład, Laboratorium
3.	Zjawisko rezonansu jądrowego, metody wzbudzenia układu spinowego, rozkład Boltzmana, schemat Solomona, echo spinowe, rejestracja sygnału FID, magnetyzacja makroskopowa.	W1, W2, W3, W4	Wykład, Laboratorium

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
4.	Konstrukcja i budowa spektrometru NMR pracującego w technice fali ciągłej i technice impulsowej. Główne składowe budowy skanera MR, układu gradientowego. Kolejne generacje techniczne skanerów MR. Uwarunkowania techniczne działania powyższych urządzeń, oraz zasady BHP pracy na w/w stanowiskach.	W3, W4, U1, U2	Wykład, Laboratorium
5.	Źródła artefaktów obrazów medycznych w metodzie diagnostycznej MR, ograniczenia techniczne toru nadawczo-odbiorczego, ograniczenia medyczne - przyczyny niejednoznaczności interpretacji obrazu medycznego,	W3, W4, W5, W6, W7, U1, U2, U3	Wykład, Laboratorium
6.	Zalecenia i przeciwwskazania do przeprowadzenia diagnostyki obrazowania MR, sposoby przygotowania pacjenta. Zalecenia do wykonania badania z równoczesnym użyciem środków kontrastujących i przeciwwskazania. Zasady realizacji badania diagnostycznego MR, koszty finansowe i społeczne.	W4, W5, W6, W8	Wykład, Laboratorium
7.	Rys historyczny i techniczny metody obrazowania MR. Ogólne zasady metod projekcji, rekonstrukcji i konwolucji w MR, algorytmy matematyczne tworzenia obrazu MR ART, CAT, 2DFFT. Techniki informatyczne zwiększające wydajność, optymalizacja sekwencji impulsowych, Spin-Warp. Środki kontrastujące i ich wpływ na obraz medyczny.	W1, W2, W3, W4, W6, W7	Wykład, Laboratorium
8.	Przestrzeń k, impulsy selektywne, wybór warstwy, kodowanie fazy i częstości. Podstawowe definicje parametrów obrazu medycznego MR. Parametry sekwencji pomiarowej MR i ich optymalizacja w badaniach SE, IR, GE, Diff, T1, T2.	W1, W10, W6, W7, W8, W9, U1, U2, U3, U7	Wykład, Laboratorium
9.	Zaawansowane metody obrazowania MR w oparciu o złożony proces przechodzenia przestrzeni k.	W1, W10, W2, W4, W5, W6, W7, W8, W9, U1, U2, U3, U4, U7	Wykład, Laboratorium
10.	Numeryczne metody poprawy jakości obrazu medycznego w oparciu o dobór algorytmów zwiększających dynamikę obrazu, wykrywanie i usuwanie artefaktów, mających swoje źródło w algorytmie rekonstrukcyjnym obraz, oraz wskutek fizjologii pacjenta.	W10, W4, W5, W6, W7, W8, W9, U3, U6, U7	Wykład, Laboratorium
11.	Nieinwazyjne metody obrazowe, bazujące na zakresie widzialnym pola elektromagnetycznego.	W11, W12	Wykład, Laboratorium
12.	Techniki laserowe do zastosowań w medycynie jako metody diagnostyczne i terapeutyczne, oraz wspomagające metody obrazowe.	W11, W12	Wykład, Laboratorium

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
13.	Główne kierunki rozwoju skanerów MR, oraz innych metod niejonizujących zwiększających czułość i rozdzielność procedur diagnostycznych. Ukazanie rozwoju nowych trendów autonomicznych algorytmów decyzyjnych w realizacji protokołu pomiarowo-analitycznego, prowadzących do semi-automatyzacji procedury diagnostycznej a tym samym optymalizacji planu i procesu leczenia. Znaczenie metod obrazowania w tym obrazowania MR dla poprawy stanu zdrowia, kosztów społeczno-ekonomicznych, oraz jakości funkcjonowania społeczeństwa posiadających dostęp do wysokospecjalistycznych metod diagnostycznych.	W1, W11, W12, W2, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, K1	Wykład, Laboratorium

Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień, Praca z tekstem
Laboratorium	Praca z tekstem, Metoda laboratoryjna, Praca w grupach

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	<p>Aby przystąpić do egzaminu należy uzyskać pozytywną ocenę z laboratorium.</p> <p>Warunkiem zaliczenia wykładu jest uzyskanie minimalnie oceny dostatecznej z egzaminu, co zgodnie z przedstawioną poniżej skalą odnosi się do uzyskania 50% lub więcej poprawnych odpowiedzi.</p> <p>Ocena obliczana jest na podstawie wyniku procentowego uzyskanego względem wszystkich możliwych do uzyskania punktów. Skala ocen bazuje na poniższym rozkładzie procentowym:</p> <p>bardzo dobry (bdb) > 90% dobry plus (db+) ≥ 80% i < 90% dobry (db) ≥ 70% i < 80% dostateczny plus (dst) ≥ 60% i < 70% dostateczny (dst+) ≥ 50% i < 60% niedostateczny (ndst) < 50%</p>
Laboratorium	<p>Warunkiem zaliczenia laboratorium jest uzyskanie minimalnie oceny dostatecznej z przygotowanej prezentacji, co zgodnie z przedstawioną poniżej skalą odnosi się do uzyskania 50% lub więcej poprawnych odpowiedzi.</p> <p>Ocena obliczana jest na podstawie wyniku procentowego uzyskanego względem wszystkich możliwych do uzyskania punktów. Skala ocen bazuje na poniższym rozkładzie procentowym:</p> <p>bardzo dobry (bdb) > 90% dobry plus (db+) ≥ 80% i < 90% dobry (db) ≥ 70% i < 80% dostateczny plus (dst) ≥ 60% i < 70% dostateczny (dst+) ≥ 50% i < 60% niedostateczny (ndst) < 50%</p>

Literatura

Obowiązkowa

1. J. Stankowski, W. Hilczer, Pierwszy krok ku radiospektroskopii rezonansów magnetycznych, Ośrodek Wydawnictw Naukowych PAN, Poznań 1994. J. Stankowski, W. Hilczer, Wstęp do rezonansów magnetycznych, PWN, Warszawa 2005.
2. J.W. Hennel, T. Kryst-Widźgowska, Na czym polega tomografia magnetyczno-rezonansowa? Zasada i przykłady zastosowań w medycynie, Wydawnictwo Instytutu Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego, Kraków 1995.
3. B. Gonet, Obrazowanie magnetyczno-rezonansowe, - Zasady fizyczne i możliwości diagnostyczne, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
4. B. Pruszyński, Diagnostyka obrazowa, Podstawy teoretyczne i metody badań, PZWL, Warszawa 2009.

Dodatkowa

1. Polskie wydanie: J.W. Hennel, J. Klinowski, Podstawy magnetycznego rezonansu jądrowego, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2000. Wydanie międzynarodowe: J.W. Hennel, J. Klinowski, Fundamentals of Nuclear Magnetic Resonance, Longman Scientific & Technical, Longman Group Ltd., 1993.
2. Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa 1998.
3. J. Walecki, Rezonans magnetyczny i tomografia komputerowa w praktyce klinicznej, PWN, Warszawa 1997.
4. K.H. Hausser, H.R. Kalbitzer, NMR w biologii i medycynie, rozdział 1 - Podstawy MRJ, rozdział 4 - Tomografia NMR, rozdział 5 - Spektroskopia przestrzennie selektywna i spektroskopia 'in vivo', Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1993.
5. C. Westbrook, C.K. Roth, J. Talbot, MRI in Practice, Wiley-Blackwell, A John Wiley & Sons, Ltd.

Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	20
Laboratorium	40
Przygotowanie do egzaminu	30
Przygotowanie prezentacji multimedialnej	10
Czytanie wskazanej literatury	20
Przygotowanie do zaliczenia	10
Przygotowanie do zajęć	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 160
Liczba punktów ECTS	ECTS 6

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
FME_K2_K01	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do krytycznej oceny własnej wiedzy i umiejętności, ale też odbieranych treści (np. w środkach masowego przekazu)
FME_K2_K02	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do naukowego podejścia do rozwiązywanych zagadnień korzystania z literatury naukowej i opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu
FME_K2_K04	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego inicjowania działań na rzecz interesu publicznego myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy
FME_K2_U01	Absolwent/ka potrafi w oparciu o posiadaną wiedzę i właściwy dobór źródeł informacji zastosować właściwą metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowania w ramach fizyki i fizyki medycznej
FME_K2_U02	Absolwent/ka potrafi zaplanować eksperyment i dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników
FME_K2_U03	Absolwent/ka potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł
FME_K2_U04	Absolwent/ka potrafi zastosować wiedzę i metodykę fizyki w medycynie oraz formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi
FME_K2_U08	Absolwent/ka potrafi samodzielnie określić kierunki dalszego doskonalenia wiedzy i umiejętności oraz ukierunkowywać innych w tym zakresie
FME_K2_W01	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane zagadnienia fizyki i medycyny, złożone zależności między nimi i ich aktualne kierunki rozwoju
FME_K2_W02	Absolwent/ka zna i rozumie wybrane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać eksperyment z zakresu fizyki medycznej
FME_K2_W03	Absolwent/ka zna i rozumie teoretyczne i praktyczne zasady działania układów pomiarowych i aparatury, badawczej specyficznych dla obszaru wybranej specjalności fizyki medycznej
FME_K2_W07	Absolwent/ka zna i rozumie zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w obszarze odpowiadającym obranej specjalności