

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Nowoczesne techniki w radioterapii, PG_00182360						
Kierunek studiów	Fizyka medyczna (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2025 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2025/2026		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	1	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	1	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca							
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Joanna Kamińska					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30		0.0		20.0	50
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi i innowacyjnymi technikami stosowanymi we współczesnej radioterapii. Studenci zdobędą wiedzę teoretyczną i praktyczne zrozumienie kluczowych aspektów planowania leczenia, monitorowania pacjenta, a także kontroli jakości w radioterapii. Program kładzie nacisk na najnowsze osiągnięcia technologiczne, takie jak radioterapia adaptacyjna, zastosowanie sztucznej inteligencji, systemy SGRT oraz innowacyjne urządzenia (MRI-Linac, Tomoterapia). Celem jest przygotowanie studentów do świadomego i odpowiedzialnego korzystania z zaawansowanych narzędzi, a także do oceny ich potencjału i ograniczeń w praktyce klinicznej.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZMEDMU2_W04] Zna i rozumie w pogłębionym stopniu teoretyczne podstawy i zasadę działania układów pomiarowych oraz aparatury badawczej, diagnostycznej i terapeutycznej specyficznych dla obszaru fizyki i medycyny.	Student: Opisuje teoretyczne podstawy radioterapii adaptacyjnej oraz rola bolusów 3D w kształtowaniu dawki terapeutycznej. Charakteryzuje zasadę działania i budowę innowacyjnych akceleratorów medycznych, takich jak MRI-Linac, Zap-X i tomoterapia. Wyjaśnia metodykę testów end-to-end oraz ich znaczenie w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa systemów radioterapeutycznych. Rozróżnia algorytmy obliczeniowe stosowane w systemach planowania leczenia, wskazując na ich kluczowe cechy i zastosowania.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[FIZMEDMU2_W01] Zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane zagadnienia z zakresu fizyki i medycyny, złożone zależności między nimi oraz tendencje rozwojowe z zakresu nauk ścisłych i przyrodniczych, nauk o zdrowiu i innych.	Student: Klasyfikuje różne techniki stereotaktyczne (SRS, SBRT) i ich zastosowania kliniczne w leczeniu nowotworów. Identyfikuje wybrane wskazania kliniczne do stosowania elektronów i technik TBI (całkowite napromienianie ciała) oraz brachyterapii. Wskazuje na złożone zależności między fizyką wiązek a efektami klinicznymi w nowoczesnych technikach napromieniania piersi i serca (np. w projekcie STOPStorm).	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[FIZMEDMU2_K02] Jest gotów do tworzenia, przestrzegania i rozwijania wzorców właściwego postępowania, w tym zasad etyki zawodowej, uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i w środowisku pracy; ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej oraz w pracy fizyka medycznego.	Student jest gotów: Rozumieć i wskazywać na problemy etyczne związane z rosnącym zastosowaniem sztucznej inteligencji (AI) w planowaniu leczenia i diagnostyce radioterapeutycznej. Wykazać się świadomością odpowiedzialności za jakość i bezpieczeństwo leczenia, w tym poprzez aktywne stosowanie procedur end-to-end i niezależnej weryfikacji planów (np. Mobius). Docenić znaczenie pracy zespołowej i podjąć dyskusję na temat roli fizyka medycznego w interdyscyplinarnym zespole terapeutycznym. Rozpoznać i działać zgodnie z zasadami etyki zawodowej, zwłaszcza w kontekście dozymetrii i optymalizacji dawek w innowacyjnych technikach, takich jak radioterapia adaptacyjna czy TBI. Przeanalizować kwestie uczciwości intelektualnej, szczególnie w odniesieniu do wykorzystania danych klinicznych i modeli w systemach takich jak RapidPlan.	[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny

	<table><tr><td>Efekt kierunkowy</td><td>Efekt z przedmiotu</td><td>Sposób weryfikacji i oceny efektu</td></tr><tr><td>[FIZMEDMU2_W06] Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju fizyki oraz nauk medycznych szczególności w obrębie fizyki medycznej oraz fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji.</td><td>Student: Rozpoznaje i opisuje rolę sztucznej inteligencji (AI) w planowaniu leczenia i automatyzacji procesów w radioterapii. Wymienia korzyści i ograniczenia systemów SGRT oraz planowania opartego na wiedzy (RapidPlan) w poprawie precyzji leczenia. Identyfikuje fundamentalne dylematy etyczne i kwestie bezpieczeństwa klinicznego związane z rosnącym zastosowaniem AI w medycynie. Wyjaśnia znaczenie niezależnej weryfikacji planów leczenia (np. systemem Mobius) jako kluczowego elementu zapewniania jakości.</td><td>[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny</td></tr></table>	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu	[FIZMEDMU2_W06] Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju fizyki oraz nauk medycznych szczególności w obrębie fizyki medycznej oraz fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji.	Student: Rozpoznaje i opisuje rolę sztucznej inteligencji (AI) w planowaniu leczenia i automatyzacji procesów w radioterapii. Wymienia korzyści i ograniczenia systemów SGRT oraz planowania opartego na wiedzy (RapidPlan) w poprawie precyzji leczenia. Identyfikuje fundamentalne dylematy etyczne i kwestie bezpieczeństwa klinicznego związane z rosnącym zastosowaniem AI w medycynie. Wyjaśnia znaczenie niezależnej weryfikacji planów leczenia (np. systemem Mobius) jako kluczowego elementu zapewniania jakości.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu					
[FIZMEDMU2_W06] Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju fizyki oraz nauk medycznych szczególności w obrębie fizyki medycznej oraz fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji.	Student: Rozpoznaje i opisuje rolę sztucznej inteligencji (AI) w planowaniu leczenia i automatyzacji procesów w radioterapii. Wymienia korzyści i ograniczenia systemów SGRT oraz planowania opartego na wiedzy (RapidPlan) w poprawie precyzji leczenia. Identyfikuje fundamentalne dylematy etyczne i kwestie bezpieczeństwa klinicznego związane z rosnącym zastosowaniem AI w medycynie. Wyjaśnia znaczenie niezależnej weryfikacji planów leczenia (np. systemem Mobius) jako kluczowego elementu zapewniania jakości.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny					
Treści przedmiotu	1. Radioterapia adaptacyjna nowe możliwości i wyzwania Omówienie koncepcji radioterapii adaptacyjnej, jej podstaw technologicznych i klinicznych, a także potencjalnych korzyści dla pacjentów i ograniczeń praktycznych. 2. Zastosowanie sztucznej inteligencji w radioterapii Przegląd narzędzi AI w planowaniu leczenia, analizie obrazów i automatyzacji procesów. Dyskusja nad wyzwaniami etycznymi i bezpieczeństwem klinicznym. 3. Bolusy 3D projektowanie i wykorzystanie w praktyce klinicznej Rola bolusów w kształtowaniu dawki, nowoczesne techniki projektowania 3D, przykłady zastosowań w terapii nowotworów skóry i głowy i szyi. 4. Testy end-to-end w radioterapii znaczenie i przykłady Znaczenie kompleksowych testów systemów radioterapeutycznych. Przykłady procedur e2e i ich wpływ na bezpieczeństwo leczenia. 5. Algorytmy w systemach planowania leczenia potencjał i ograniczenia Omówienie różnych algorytmów obliczeniowych stosowanych w planowaniu. Analiza ich dokładności, szybkości działania i ograniczeń klinicznych. 6. SGRT wysoka precyzja w radioterapii powierzchniowej Zastosowanie systemów obrazowania powierzchni ciała w monitorowaniu pacjenta. Zalety SGRT w poprawie dokładności i redukcji unieruchomień. 7. Wykorzystanie elektronów w nowoczesnej radioterapii Wskazania kliniczne do stosowania elektronów. Nowoczesne techniki i planowanie wiązek elektronowych. 8. Projekt STOPStorm innowacyjne podejście do napromieniania serca Prezentacja międzynarodowego projektu STOPStorm. Techniki i procedury umożliwiające bezpieczne napromienianie serca w wybranych jednostkach chorobowych. 9. Technika TBI całkowite napromienianie ciała Zastosowania kliniczne, techniki realizacji TBI w praktyce klinicznej, aspekty fizyczne i planistyczne. 10. Stereotaksja w leczeniu nowotworów aktualne rozwiązania Przegląd współczesnych technik stereotaktycznych (SRS, SBRT). Zastosowania w leczeniu nowotworów mózgu, płuca i innych lokalizacji. 11. Napromienianie piersi techniki i optymalizacja Różne podejścia techniczne w leczeniu raka piersi. Metody optymalizacji planów oraz ograniczania dawki dla narządów krytycznych. 12. Brachyterapia XXI wieku trendy i kierunki rozwoju Nowoczesne zastosowania brachyterapii. Rozwój technik planowania i obrazowania oraz możliwości personalizacji leczenia. 13. RapidPlan planowanie oparte na wiedzy Idea planowania opartego na bazie doświadczeń (knowledge-based planning). Zalety, ograniczenia oraz przykłady zastosowań klinicznych. 14. Mobius w radioterapii niezależna weryfikacja planów Narzędzia do niezależnej kontroli planów leczenia. Zastosowanie systemu Mobius w zapewnianiu jakości radioterapii. 15. Nowoczesne technologie: MRI-Linac, Zap-X i tomoterapia Przegląd innowacyjnych urządzeń i systemów do radioterapii. Możliwości kliniczne, przewagi technologiczne i wyzwania wdrożeniowe.						
Wymagania wstępne i dodatkowe							
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej				
	test z pytaniami otwartymi	51.0%	100.0%				

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. Radioterapia adaptacyjna nowe możliwości i wyzwania • Yan D., Vicini F., Wong J., Martinez A. <i>Adaptive radiation therapy</i>. Phys Med Biol. 1997. • IAEA. <i>Adaptive Radiation Therapy</i>. Human Health Reports, 2019. 2. Zastosowanie sztucznej inteligencji w radioterapii • Bibault J.E., Giraud P., Burgun A. <i>Big Data and Machine Learning in Radiation Oncology: State of the Art and Future Prospects</i>. Cancer Lett. 2016. • Thompson R.F., Valdes G. <i>Artificial Intelligence in Radiation Oncology</i>. Springer, 2021. 3. Bolusy 3D projektowanie i wykorzystanie w praktyce klinicznej • Canters R.A.M. et al. <i>Clinical implementation of 3D printed bolus in radiotherapy</i>. Radiother Oncol. 2016. • Khan F.M. <i>The Physics of Radiation Therapy</i>. 5th ed., Lippincott Williams & Wilkins, 2014. 4. Testy end-to-end w radioterapii znaczenie i przykłady • IAEA. <i>Comprehensive audits of radiotherapy practices: a tool for quality improvement</i>. IAEA Human Health Series, 2007. • AAPM TG-142. <i>Quality assurance of medical accelerators</i>. Med Phys. 2009. 5. Algorytmy w systemach planowania leczenia potencjał i ograniczenia • Rogers D.W.O. <i>Fifty years of Monte Carlo simulations for medical physics</i>. Phys Med Biol. 2006. • Khan F.M. <i>The Physics of Radiation Therapy</i>. 6. SGRT wysoka precyzja w radioterapii powierzchniowej • Bert C., Metheany K.G., Doppke K.P. <i>Clinical experience with surface guided radiotherapy</i>. Radiother Oncol. 2016. • VisionRT. <i>Clinical Guide to SGRT</i>. 7. Wykorzystanie elektronów w nowoczesnej radioterapii • Khan F.M. <i>The Physics of Radiation Therapy</i>. • Podgorsak E.B. <i>Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students</i>. IAEA, 2005. 8. Projekt STOPStorm innowacyjne podejście do napromieniania serca • Cuculich P.S. et al. <i>Noninvasive cardiac radiation for ablation of ventricular tachycardia</i>. N Engl J Med. 2017. • Strona projektu: www.stopstorm.eu. 9. Technika TBI całkowite napromienianie ciała • IAEA. <i>Total body irradiation: Techniques and clinical applications</i>. Human Health Series, 2018. • Wong J.Y.C., Liu A. <i>Total Body Irradiation: A Practical Guide to Clinical Implementation</i>. Springer, 2017. 10. Stereotaksja w leczeniu nowotworów aktualne rozwiązania • Potters L. et al. <i>American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO) and American College of Radiology (ACR) practice guidelines for stereotactic body radiation therapy (SBRT)</i>. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2010. • Timmerman R. <i>Stereotactic body radiation therapy</i>. Springer, 2014. 11. Napromienianie piersi techniki i optymalizacja • Darby S.C. et al. <i>Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer</i>. N Engl J Med. 2013. • IAEA. <i>Radiotherapy in Breast Cancer: A Practical Guide</i>. Human Health Series, 2016. 12. Brachyterapia XXI wieku trendy i kierunki rozwoju • Baltas D., Tselis N. <i>The Modern Brachytherapy</i>. Springer, 2021. • Hoskin P.J., Coyle C. <i>Radiotherapy in Practice Brachytherapy</i>. Oxford University Press, 2nd ed., 2019. 13. RapidPlan planowanie oparte na wiedzy • Fogliata A., Belosi F., Nicolini G. <i>Knowledge-based treatment planning: an overview</i>. Radiother Oncol. 2017. • Varian Medical Systems. <i>RapidPlan User Guide</i>. 14. Mobius w radioterapii niezależna weryfikacja planów • Halvorsen P.H. <i>Role of secondary dose calculation software for IMRT QA</i>. J Appl Clin Med Phys. 2008. • Mobius Medical Systems. <i>Mobius3D and MobiusFX White Papers</i>. 15. Nowoczesne technologie: MRI-Linac, Zap-X i tomoterapia • Raaymakers B.W. et al. <i>First patients treated with a 1.5 T MRI-linac: clinical proof of concept of a high-precision, high-field MRI guided radiotherapy treatment</i>. Phys Med Biol. 2017. • Adler J.R. et al. <i>The Zap-X system for non-invasive brain radiosurgery</i>. Cureus. 2019. • Mackie T.R. et al. <i>Tomotherapy: concepts, design, and clinical applications</i>. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1993.
	Uzupełniająca lista lektur	brak
	Adresy eZasobów	

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.