

Szczegółowe efekty kształcenia na studiach I stopnia, kierunek Technologie Kwantowe/Quantum Technologies

Kategoria PRK	Symbol	Kierunkowe efekty uczenia się	Kod składnika opisu
Wiedza: absolwent zna i rozumie	K1_W01	Posiada zaawansowaną wiedzę matematyczno-algorytmiczną w zakresie algebry, analizy matematycznej, równań różniczkowych, probabilistyki, matematyki dyskretnej oraz metod numerycznych, niezbędne do opisu, analizy i modelowania struktur materiałowych oraz systemów kwantowych.	P6S_WG
	K1_W02	Zna szczegółowo kluczowe zjawiska, prawa i zaawansowane formalizmy fizyki klasycznej oraz ich zastosowanie w modelowaniu materiałów, struktur i procesów oraz projektowaniu i konstrukcji modułów warstwy klasycznej urządzeń kwantowych.	P6S_WG
	K1_W03	Ma szczegółową wiedzę o fundamentalnych układach, zjawiskach, stanach i procesach kwantowych istotną dla kwantowej inżynierii materiałowej oraz implementacji i analizy cyklu życia modułów, urządzeń i systemów kwantowych.	P6S_WG
	K1_W04	Zna w zaawansowanym stopniu zasady, formalizmy i metody mechaniki kwantowej w różnych reprezentacjach, w ujęciu pierwszej i drugiej kwantyzacji, a także rozumie złożone relacje między tymi sformułowaniami, oraz ich zastosowania i ograniczenia w modelowaniu układów, materiałów i procesów kwantowych.	P6S_WG
	K1_W05	Rozumie złożony związek między fizyką, w szczególności termodynamiką kwantową, a kwantową teorią informacji oraz zna jej metody i narzędzia w analizie i ocenie stanów, procesów oraz zasobów izolowanych i otwartych układów kwantowych stosowanych w inżynierii kwantowej.	P6S_WG
	K1_W06	Dysponuje zaawansowaną wiedzą o strukturze, charakterystyce i inżynierii materiałów dla technologii kwantowych oraz rozumie zależność między ich doбором i parametrami a procesami determinującymi koherencję stanów i stabilność układów kwantowych.	P6S_WG
	K1_W07	Zna zaawansowane metody i modele kontroli stanów kubitów oraz rozumie działanie kwantowych bramek i modułów funkcjonalnych w wybranych technologiach i implementacjach materiałowych i układowych.	P6S_WG
	K1_W08	Posiada szczegółową wiedzę z optyki, fotoniki, materiałów optycznych, technik laserowych i optoelektroniki, obejmującą klasyczne i kwantowe procesy generacji, przetwarzania i detekcji stanów światła, w tym kumulacji.	P6S_WG
	K1_W09	Zna architekturę, parametry, środowiska programistyczne, ograniczenia i procesy eksploatacyjne komputerów kwantowych oraz ich cykle aktualizacyjne, w wybranych fizycznych implementacjach materiałowych i układowych.	P6S_WG
	K1_W10	Posiada szczegółową wiedzę z zakresu kanonu algorytmiki kwantowej i hybrydowej obejmującą reprezentację algorytmów w postaci obwodów kwantowych, ich optymalizację, metody próbkowania stanów końcowych rejestrów kwantowych oraz estymacji wartości oczekiwanych obserwacji.	P6S_WG
	K1_W11	Posiada zaawansowaną wiedzę o protokołach, architekturze i materiałach stosowanych w systemach komunikacji kwantowej, w tym kwantowej dystrybucji klucza, oraz rozumie ich związki z mechanizmami i parametrami bezpieczeństwa informacji.	P6S_WG P6S_WK
	K1_W12	Ma zaawansowaną wiedzę o sensorach, systemach, metodach i algorytmach metrologii kwantowej, rozumie rolę korelacji kwantowych i właściwości materiałów w redukcji szumów oraz zna procesy kalibracji układów pomiarowych.	P6S_WG

	K1_W13	Posiada zaawansowaną wiedzę o klasycznych oraz kwantowych algorytmach modelowania molekularnego i projektowania materiałów w skali atomowej, z uwzględnieniem metod uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji.	P6S_WG
	K1_W14	Zna składnię i paradygmaty programowania w językach wysokiego i niskiego poziomu (Python, C/C++, Rust), biblioteki i środowiska programistyczne, systemy kontroli wersji i pracy zespołowej oraz rozumie cykle aktualizacji narzędzi programistycznych.	P6S_WG
	K1_W15	Posiada szczegółową wiedzę z elektrotechniki, elektroniki, mikroelektroniki, układów w.cz., aparatury pomiarowej i teorii sygnałów, potrzebną do sterowania systemami kwantowymi oraz akwizycji i kondycjonowania sygnałów; a także rozumie procesy degradacji oraz cykle kalibracji i certyfikacji urządzeń pomiarowych.	P6S_WG
	K1_W16	Zna trendy rozwoju i ograniczenia technologii kwantowych, w tym kwantowej inżynierii materiałowej, w kontekście innowacji o dużym potencjale cywilizacyjnym i ekonomicznym oraz rozumie etyczne uwarunkowania, ryzyka i dylematy wynikające z nieprzewidywalności ich nowych zastosowań.	P6S_WK
	K1_W17	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i intelektualnej, posiada podstawową wiedzę dotyczącą norm i patentów.	P6S_WK
	K1_W18	Zna i rozumie podstawowe pojęcia z zakresu makro- i mikroekonomii oraz zna zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości, organizacji pracy i zarządzania z uwzględnieniem zasad BHP.	P6S_WK
Umiejętności: absolwent potrafi	K1_U01	Potrafi, korzystając ze źródeł naukowych, technicznych i narzędzi generatywnej AI, identyfikować i formułować złożone i nietypowe problemy inżynierskie technologii kwantowych, oraz krytycznie analizować, oceniać i syntetyzować istniejące rozwiązania uwzględniając aspekty społeczne, ekonomiczne i etyczne.	P6S_UW P6S_UU
	K1_U02	Potrafi w oparciu o wiedzę identyfikować problemy i zadania inżynierskie z zakresu technologii kwantowych oraz specyfikować strategię i oceniać ekonomię ich rozwiązania; dobierając oraz stosując narzędzia i metody analityczne, symulacyjne, eksperymentalne inżynierii systemów opartej na modelach.	P6S_UW P6S_UK
	K1_U03	Potrafi przygotować konspekt sesji ideacyjnej dotyczącej technologii kwantowych oraz stosując specjalistyczną terminologię przedstawiać w debacie eksperckiej stanowiska, analizując możliwe warianty i strategię rozwiązania problemu inżynierskiego.	P6S_UW P6S_UK P6S_UO
	K1_U04	Potrafi posługiwać się językiem obcym, w szczególności angielskim, na poziomie B2, w tym płynnie komunikować się stosując specjalistyczną terminologię z zakresu technologii kwantowych, powiązanych obszarów inżynierii, w tym kwantowej inżynierii materiałowej.	PS6_UK
	K1_U05	Potrafi dobierając adekwatne narzędzia zaprojektować zgodnie ze specyfikacją, architekturę prostego kwantowego urządzenia, układu pomiarowego oraz programu komputerowego, dokumentując ich strukturę, funkcje, interfejsy, modele, dotyczące mierzalnych parametrów modułów.	P6S_UW
	K1_U06	Potrafi integrować matematyczne metody analityczne oraz algorytmiczne z zasadami fizyki klasycznej i kwantowej w specyfikacji i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących modelowanie, symulacje i projektowanie struktur materiałowych i modułów urządzeń kwantowych oraz zachodzących w nich procesów.	P6S_UW
	K1_U07	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty oraz interpretować ich wyniki i wyciągać wnioski dotyczące zjawisk fizycznych, materiałów i modułów technicznych, również dla warunków nieprzewidywalnych, weryfikując hipotezy badawcze i poszukując nowatorskich rozwiązań.	P6S_UW P6S_UO
	K1_U08	Potrafi indywidualnie i zespołowo realizować złożony projekt programistyczny z implementacją i testami na platformach klasycznych i kwantowych, dobierając i stosując odpowiednie narzędzia, biblioteki,	P6S_UW P6S_UO

		systemy kontroli wersji oraz zaawansowane techniki informacyjno-komunikacyjne.	
	K1_U09	Potrafi wykonywać klasyczne i kwantowe symulacje numeryczne oraz wyciągać z nich wnioski dotyczące projektowanych prototypowych modułów funkcjonalnych i materiałów, wykorzystując specjalistyczne pakiety symulacyjne oraz biblioteki programistyczne z dokumentacją API.	P6S_UW
	K1_U10	Potrafi projektować i budować proste moduły funkcjonalne urządzeń kwantowych i systemów pomiarowych, integrując rozwiązania oraz dobierając narzędzia i metody projektowe z różnych dziedzin inżynierii, pracując indywidualnie i w zespole.	P6S_UW P6S_UO
	K1_U11	Wykorzystuje paradygmat kubitowy do analizy, symulacji i eksperymentalnych metod badań kwantowych komputerów, sensorów, systemów metrologii, aplikacyjnych algorytmów, systemów i protokołów komunikacji w celu specyfikacji potencjalnych zadań inżynierskich.	P6S_UW
	K1_U12	Potrafi stosować paradygmat kumodowy w programowaniu fotonicznych komputerów kwantowych oraz w symulacji, optymalizacji i badaniach metodami analitycznymi i eksperymentalnymi fotonicznych modułów i systemów i protokołów komunikacji a także metrologii kwantowej w celu identyfikacji problemów zakłóceń.	P6S_UW
	K1_U13	Potrafi modelować, symulować i projektować proste struktury materiałowe w skali atomowej z użyciem klasycznych i kwantowych algorytmów, platform oraz narzędzi do symulacji molekularnych, a także interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski o właściwościach materiałów.	P6S_UW
	K1_U14	Potrafi programować i obsługiwać komputery kwantowe w wybranych architekturach układowych i materiałowych paradygmatu kubitowego, a także planować, przeprowadzać eksperymentalne testy walidacyjne oraz wyciągać wnioski dotyczące o parametrach kwantowych jednostek obliczeniowych.	P6S_UW P6S_UO
	K1_U15	Potrafi konfigurować wybrane moduły systemów komunikacji kwantowej, specyfikować ich parametry, dobierać materiały oraz planować, wykonywać i interpretować eksperymentalne testy wydajności i bezpieczeństwa oraz formułować wnioski.	P6S_UW P6S_UO
	K1_U16	Potrafi konfigurować i budować wybrane systemy pomiarowe oparte na sensorach kwantowych używając zaawansowanych urządzeń elektronicznych, optycznych lub fotonicznych, a także planować i realizować zaawansowane pomiary fizyczne, w tym związane z eksperymentalną charakteryzacją materiałów.	P6S_UW
	K1_U17	Potrafi dobierać i stosować kwantowe i klasyczne metody sprzętowe i algorytmiczne w generacji, przetwarzaniu i analizie sygnałów oraz obrazów, a także zaawansowane metody redukcji szumów i optymalizacji czasu akwizycji danych pomiarowych.	P6S_UW
	K1_U18	Potrafi analizować, interpretować i wizualizować złożone dane pomiarowe oraz wyciągać z nich wnioski, dobierając i wykorzystując zaawansowane metody, algorytmy i platformy klasyczne oraz kwantowe, w tym uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji.	P6S_UW
	K1_U19	Potrafi planować harmonogram prac projektowych i eksperymentalnych oraz organizować ich realizację indywidualnie oraz w zespole interdyscyplinarnym, uwzględniając strukturę podziału pracy, przydział ról, obowiązków i zakresów odpowiedzialności.	P6S_UO
	K1_U20	Potrafi samodzielnie planować i organizować proces systematycznego kształcenia i specjalizacji w zakresie wybranych gałęzi technologii kwantowych ze szczególnym uwzględnieniem kwantowej inżynierii materiałowej.	P6S_UU
Kompetencje: absolwent jest gotów do	K1_K01	Krytycznie ocenia pozyskiwane informacje oraz jest gotów do weryfikacji i aktualizacji własnej wiedzy i kompetencji, uwzględniając dynamiczny rozwój technologii kwantowych i ich zastosowań.	P6S_KK
	K1_K02	Jest gotów do korzystania z interdyscyplinarnych zasobów naukowych oraz konsultacji ekspertów w rozwiązywaniu złożonych problemów	P6S_KK

		poznawczych i praktycznych z zakresu technologii kwantowych.	
	K1_K03	Jest gotów do odpowiedzialnego i etycznego działania, świadomie oceniając społeczne konsekwencje rozwoju technologii kwantowych oraz dbając o rzetelność badań i przejrzystą komunikację ich wyników.	P6S_KO P6S_KR
	K1_K04	Myśli przedsiębiorczo i ma kompetencje organizacyjne do inicjowania prospołecznych działań rozwojowych związanych z innowacyjnym potencjałem oraz dynamicznym postępem w zakresie technologii kwantowych.	P6S_KO
	K1_K05	Współtworzy etos profesji, stawiając wysokie wymagania etyczne sobie i innym, odwołując się do tradycji, rzetelności i dorobku badań w obszarze technologii kwantowych oraz zauważa potrzebę spójnych regulacji ich zastosowań.	P6S_KR