

Efekty kształcenia
dla kierunku *Inżynieria Biomedyczna*
studia II stopnia – profil ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku w obszarze (obszarach)

Obszar kształcenia: nauki techniczne
Dziedzina nauki: nauki techniczne
Dyscyplina: Mechanika (dyscyplina wiodąca) oraz biocybernetyka i inżynieria biomedyczna

Kierunek *Inżynieria Biomedyczna* powiązany jest z takimi kierunkami studiów jak *Automatyka i Robotyka*, *Mechanika i Budowa Maszyn*, *Mechatronika*, *Fizyka Techniczna*, *Informatyka*, *Inżynieria Materiałowa*. Wymogiem do przyjęcia studenta na II stopień kształcenia w zakresie Inżynierii Biomedycznej jest ukończenie studiów I stopnia w zakresie Inżynierii Biomedycznej, Mechatroniki lub Automatyki i Robotyki na Politechnice Wrocławskiej, lub innych uczelni w kraju lub za granicą.

Koncepcja studiów i ich powiązanie ze studiami I-stopnia

Osoba ubiegająca się o przyjęcie na studia II stopnia na kierunku *Inżynieria Biomedyczna* musi posiadać kwalifikacje I-stopnia oraz kompetencje niezbędne do kontynuowania kształcenia na studiach II stopnia na tym kierunku.

Kandydat powinien posiadać w szczególności następujące kompetencje:

- wiedzę z zakresu fizyki, matematyki i chemii umożliwiającą zrozumienie podstaw fizycznych mechaniki oraz umiejętności formułowania, analizowania i rozwiązywania prostych zadań inżynierskich,
- ma uporządkowaną wiedzę z zakresu fizjologii i biomechaniki układów człowieka,
- podstawową wiedzę i umiejętności z zakresu mechaniki, materiałoznawstwa, wytrzymałości materiałów oraz procesów technologicznych wykorzystywanych w produkcji implantów i urządzeń rehabilitacyjnych,
- wiedzę z zakresu inżynierii biomedycznej, w tym w obszarze informatyki medycznej, biomechaniki inżynierskiej, inżynierii biomateriałów,
- wiedzę na temat procesu projektowania inżynierskiego oraz umiejętności zapisu konstrukcji, tworzenia dokumentacji technicznej, technologicznej i organizacyjnej,
- posiada umiejętności korzystania z nowoczesnej aparatury oraz systemów diagnostycznych i terapeutycznych opierających się na metodach, technikach i technologiach teleinformatycznych, informatycznych, elektronicznych i materiałowych,
- posiada umiejętności z zakresu interpretacji, prezentacji i dokumentacji wyników eksperymentów, analiz i obserwacji procesów produkcyjnych oraz prezentacji i dokumentacji wyników zadania o charakterze projektowym,
- potrafi wykorzystywać narzędzia informatyczne, w tym aplikacje specjalistyczne, programy graficzne, systemy informatyczne oraz narzędzia do modelowania i symulacji komputerowej,
- posiada umiejętność pracy w interdyscyplinarnym zespole, biorąc udział w pracach naukowo-badawczych związanych z inżynierią biomedyczną.

Objaśnienie oznaczeń:

K2xxx – symbol dla kierunku na II stopniu studiów

K – kierunkowe efekty kształcenia,

W – kategoria wiedzy,

U – kategoria umiejętności,

K (po podkreślniku) - kategoria kompetencji personalnych i społecznych,

P7U_W, P7U_U, P7U_K – uniwersalne charakterystyki poziomów w PRK

P7S_WG, P7S_WK, P7S_UW, P7S_UK, P7S_UO, P7S_UU, P7S_KK, P7S_KO, P7S_KR – charakterystyki drugiego stopnia PRK

Dla precyzyjnego określenia odniesienia do definicji zapisanych w charakterystyce drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji wprowadzono rozszerzenia oraz ponumerowano poszczególne składniki:

P7S_WG_NT, P7S_WK_NT, P7S_UW_NT – obszar kształcenia w zakresie nauk technicznych

P7S_WG_INŻ, P7S_WK_INŻ, P7S_UW_INŻ - kwalifikacje obejmujące kompetencje inżynierskie.

Efekty Kształcenia na II stopniu studiów dla kierunku (IB)	OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA Po zakończeniu studiów II stopnia na kierunku IB	Odniesienie efektów kształcenia
WIEDZA		
K2IB_W01	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie nowoczesnych biomateriałów stosowanych w inżynierii biomedycznej a także standardów europejskich i regulacji prawnych dotyczących ich wprowadzania i monitorowania	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W02	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modelowania i wytwarzania implantów za pomocą nowoczesnych technologii generatywnych oraz metod inżynierii odwrotnej	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W03	ma elementarną wiedzę związaną z wykorzystaniem systemów informatycznych w medycynie, standardami danych medycznych i bazami danych specjalistycznych	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W04	ma podstawową wiedzę dotyczącą komputerowego wspomaganie decyzji w medycynie i telemedycynie	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W05	ma podstawową wiedzę związaną z projektowaniem i wytwarzaniem nowoczesnych urządzeń mechatronicznych w tym układów sterowania, układów napędowych oraz mechanicznych urządzeń automatyki i robotyki	P7U_W, P7S_WG, P7S_WG_NT, P7S_WG_INŻ
K2IB_W06	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą odwzorowania funkcji struktur, układów biomechanicznych i procesów biologicznych w postaci modeli fizycznych i matematycznych oraz symulacji komputerowych	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W07	ma uporządkowaną i podbudowaną wiedzę z zakresu zagadnień związanych z procesami tarcia, zużycia oraz niezawodności struktur biologicznych oraz urządzeń medycznych	P7U_W, P7S_WG, P7S_WG_NT, P7S_WG_INŻ
K2IB_W08	ma elementarną wiedzę w zakresie zarządzania, w tym zarządzania jakością, i prowadzenia działalności gospodarczej	P7S_WK, P7S_WK_NT, P7S_WK_INŻ
K2IB_W09	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu inżynierii tkankowej, projektowania scaffoldów oraz hodowli komórkowych	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W10	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie technicznych środków wspomaganie funkcji życiowych człowieka w szczególności niepełnosprawnego ruchowo	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W11	posiada wiedzę z zakresu metod analizy, opisu matematycznego manipulatorów oraz implementacji w układzie sterowania	P7U_W, P7S_WG

K2IB_W12	ma podstawową wiedzę w zakresie metodyki opisu zjawisk transportu masy i pędu, właściwości krwi i płynów ustrojowych oraz analizy przepływów w układach biologicznych	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W13	ma podstawową wiedzę w zakresie różnych metod spektroskopowych (spektroskopii absorpcyjnej, emisyjnej, Ramana) stosowanych w diagnostyce medycznej	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W14	ma podstawową wiedzę dotyczącą budowy i mechaniki komórki oraz badań mikroorganizmów pod względem ich wpływu na organizm człowieka, w szczególności oddziaływań drobnoustrojów chorobotwórczych	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W15	posiada podstawową wiedzę z zakresu biomechaniki stomatologicznej, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień związanych z ortodoncją i stomatologią zachowawczą	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W16	ma uporządkowaną i podbudowaną wiedzę z zakresu zagadnień związanych z projektowaniem biomimetycznych urządzeń i rozwiązań konstrukcyjnych inspirowanych przyrodą	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W17	ma podstawową wiedzę związaną ze sposobami kodowania informacji w układach biologicznych oraz podstawowymi zasadami ich parametryzacji i pomiarów dotyczących biosensorów	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W18	ma uporządkowaną i podbudowaną wiedzę z zakresu robotyki, w tym architektury sterowników mikroprocesorowych oraz czujników pomiarowych	P7U_W, P7S_WG
K2IB_W19	ma elementarną wiedzę w zakresie ochrony własności intelektualnej oraz prawa patentowego	P7S_WK, P7S_WK_NT, P7S_WK_INŻ
K2IB_W20	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki obejmującą elementy statystyki matematycznej, analizy współzależności zjawisk, rachunku błędów oraz planowania eksperymentu, niezbędnych do opisu i analizy danych uzyskiwanych w badaniach	P7U_W P7S_WG
K2IB_W21	ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych funkcji komunikowania w działalności inżynierskiej	P7S_WK
K2IB_W22	ma podstawową wiedzę o technologiach w cywilizacjach oraz trendach rozwojowych w technice, niezbędną do rozumienia społecznych i politycznych uwarunkowań działalności inżynierskich	P7S_WK, P7S_WK_NT, P7S_WK_INŻ
K2IB_W23	ma podstawową wiedzę o metodach obrazowania medycznego i algorytmach filtrowania obrazów medycznych	P7S_WG
K2IB_W24	ma podstawową wiedzę o algorytmach rozpoznawania struktur tkankowych na obrazach medycznych	P7S_WG
K2IB_W25	ma podstawową wiedzę z zakresu algorytmów i struktur danych	P7S_WG

K2IB_W26	posiada podstawowe informacje z zakresu programowania obiektowego	P7S_WG
K2IB_W27	zna zasady przygotowywania i prezentowania wystąpień ustnych z zakresu dyscyplin naukowych właściwych dla studiowanego kierunku z wykorzystaniem narzędzi audiowizualnych i z uwzględnieniem psychologicznej wiedzy na temat porozumiewania się z innymi	P7S_WK_NT, P7S_WK_INŻ
UMIĘTNOŚCI		
K2IB_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	P7S_UW
K2IB_U02	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; umie oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów	P7S_UO
K2IB_U03	potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego; potrafi przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji zadania badawczego	P7S_UW_NT1, P7S_UW_INŻ1, P7S_UW_NT2, P7S_UW_INŻ2
K2IB_U04	potrafi przygotować i przedstawić prezentację na temat realizacji zadania inżynierskiego lub badawczego	P7S_UW
K2IB_U05	posługuje się językiem angielskim w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, a także czytania ze zrozumieniem kart katalogowych, not aplikacyjnych, instrukcji obsługi urządzeń elektronicznych i narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów	P7S_UK
K2IB_U06	potrafi tworzyć i analizować modele numeryczne struktur tkankowych, procesów biologicznych oraz urządzeń medycznych	P7U_U, P7S_UW
K2IB_U07	potrafi sprecyzować założenia konstrukcyjne i zaprojektować układ wspomagania segmentów ruchowych człowieka	P7S_UW_NT3, P7S_UW_INŻ3, P7S_UW_NT4, P7S_UW_INŻ4
K2IB_U08	potrafi sporządzić dokumentację techniczną w postaci rysunków złożeniowych i wykonawczych	P7U_U, P7S_UW
K2IB_U09	ma umiejętności językowe w zakresie Inżynierii Biomedycznej i pokrewnych jej dyscyplin naukowych	P7S_UK
K2IB_U10	posiada umiejętności pozwalające na analizę, opis matematyczny manipulatorów oraz implementację w układzie sterowania, posiada umiejętności modelowania i symulacji manipulatorów przy użyciu dedykowanego oprogramowania	P7U_U, P7S_UW P7S_UW_NT3, P7S_UW_INŻ3
K2IB_U11	potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu metrologii, wykonać pomiar wielkości charakteryzujących badany układ, potrafi przeprowadzić analizę wyników eksperymentu	P7S_UW_NT1, P7S_UW_INŻ1

K2IB_U12	potrafi zaprojektować i uruchomić podstawowe układy elektroniczne złożone z analogowych i cyfrowych układów elektronicznych (również w wersji scalonej) w tym z wykorzystaniem układów mikroprocesorowych	P7S_UW
K2IB_U13	stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy	P7S_UW_NT4, P7S_UW_INŻ4
K2IB_U14	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, interpretować uzyskane wyniki, wyciągać wnioski, wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi	P7S_UW_NT1, P7S_UW_INŻ1, P7S_UW_NT2, P7S_UW_INŻ2
K2IB_U15	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym i poza nim	P7U_U
K2IB_U16	potrafi referować poszczególne fazy realizacji pracy dyplomowej, przygotować prezentację zawierającą wyniki końcowe pracy, uzasadnić wnioski i konkluzje. Zna reguły kreatywnej dyscypliny. Potrafi określać kierunki i sposoby dalszego zdobywania wiedzy	P7U_U, P7S_UW
K2IB_U17	rozumie obcojęzyczne teksty inżynierii biomedycznej, np. dokumentację techniczną, technologiczną i biznesową. Potrafi pozyskiwać z różnych źródeł niezbędne informacje w języku obcym, dokonuje ich interpretacji i krytycznej oceny; dysponuje odpowiednimi dla języka specjalistycznego środkami językowymi, aby skutecznie porozumiewać się w środowisku zawodowym	P7S_UK
K2IB_U18	rozumie w dość dobrym stopniu treść i intencje wypowiedzi ustnej lub napisanego tekstu na znany temat z życia codziennego i zawodowego, potrafi napisać krótki tekst na znany temat, w tym tekst użytkowy. Potrafi uczestniczyć w rozmowach w zakresie znanych tematów i w ograniczonym stopniu wypowiadać się na temat studiów i pracy zawodowej, wykorzystując przy tym wiedzę socjokulturową	P7S_UK
K2IB_U19	potrafi samodzielnie zrealizować dyplomową magisterską zawierającą aspekty badawcze, w tym: <ul style="list-style-type: none"> – potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, – potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania metod i technik z obszaru zarządzania produkcją, – potrafi zaprojektować, zaproponować ulepszenia, zreorganizować lub zoptymalizować analizowany system produkcyjny, – potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski, – potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania problemów metody, analityczne, symulacyjne i eksperymentalne – potrafi lokalizować i diagnozować problemy w systemach produkcyjnych, – potrafi integrować wiedzę z różnych dziedzin i dyscyplin oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające zarówno aspekty techniczne, technologiczne jak i pozatechniczne, – potrafi interpretować uzyskane wyniki badań, wyciągać stosowne wnioski i formułować rekomendacje, – potrafi zredagować pracę magisterską zgodnie z wymogami formalnymi 	P7U_U, P7S_UW, P7S_UW_NT1, P7S_UW_INŻ1, P7S_UU, P7S_UW_NT2, P7S_UW_INŻ2, P7S_UW_NT3, P7S_UW_INŻ3, P7S_UW_NT4, P7S_UW_INŻ4
K2IB_U20	potrafi samodzielnie implementować algorytmy filtracji i segmentacji w języku C++	P7U_U, P7S_UW

K2IB_U21	potrafi wybrać odpowiednie metody filtracji i segmentacji obrazów medycznych w zależności o występujących artefaktów i wykrywanych obiektów na obrazie	P7S_UW
K2IB_U22	potrafi opracować algorytm dla zadanego problemu oraz zaimplementować go	P7S_UW
K2IB_U23	zależnie od wybranego poziomu studiowanego języka: ma wiedzę, umiejętności i kompetencje zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu dodatkowego B2+ ESOKJ w zakresie języka naukowo-technicznego związanego ze studiowaną dyscypliną i pokrewnymi zagadnieniami lub ma wiedzę, umiejętności i kompetencje zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu dodatkowego C1+ ESOKJ; korzysta samodzielnie z literatury specjalistycznej, posługuje się językiem naukowo-technicznym w mowie i piśmie, analizuje przedstawione treści i prezentuje je w różnych formach debat specjalistycznych	P7S_UK
K2IB_U24	zależnie od wybranego poziomu studiowanego języka: ma wiedzę, umiejętności i kompetencje zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu A1 ESOKJ; używa w elementarnym stopniu podstawowych sprawności językowych; zna podstawowe słownictwo i struktury gramatyczne w zakresie tematów życia codziennego i podstawowych zachowań interkulturowych lub ma wiedzę, umiejętności i kompetencje zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu A2 ESOKJ; stosuje środki leksykalno-gramatyczne w zakresie poznanej tematyki i adekwatnie do posiadanej wiedzy socjokulturowej; potrafi uczestniczyć w rozmowach na znane tematy i w ograniczonym stopniu wypowiadać się na temat studiów i pracy zawodowej	P7S_UK
K2IB_U25	posiada umiejętności w zakresie oceny ekonomicznej projektowanych konstrukcji / urządzeń	P7S_UW
K2IB_U26	posiada umiejętności w zakresie identyfikacji i specyfikacji złożonych zadań inżynierskich w obszarze inżynierii biomedycznej	P7S_UW, P7S_UW_NT2, P7S_UW_INŻ2
KOMPETENCJE		
K2IB_K01	rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doksztalcania się (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy) - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	P7U_K, P7S_KR
K2IB_K02	ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności magistra inżyniera w zakresie inżynierii biomedycznej, w tym wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	P7S_KO
K2IB_K03	ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur	P7U_K, P7S_KO, P7S_KR
K2IB_K04	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia	P7U_K

	odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	
K2IB_K05	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7U_K, P7S_KK
K2IB_K06	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji i opinii dotyczących osiągnięć bioinżynierii i innych aspektów działalności inżyniera; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały	P7S_KO, P7S_KR
K2IB_K07	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania; Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role. Potrafi kierować małym zespołem przyjmując odpowiedzialność za efekty jego pracy	P7U_K
K2IB_K08	myśleć i działać w sposób kreatywny. Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania	P7U_K, P7S_KK