

<b>Moduły kształcenia wraz z zakładanymi efektami kształcenia</b>			
<b>Moduły kształcenia</b>	<b>ECTS</b>	<b>Zakładane efekty kształcenia</b>	<b>Sposób weryfikacji zakładanych efektów kształcenia osiągniętych przez doktoranta</b>
Specjalistyczny język angielski	2	Doktorant nabywa umiejętności nt. przygotowania i recenzowania prac naukowych w języku angielskim. Swobodnie pracuje z literaturą anglojęzyczną oraz potrafi działać w zespole (MŚSD_W02, MŚSD_U02, MŚSD_K02).	Zaliczenie
Warsztat metodyczny: zagadnienia społeczne, prawne, planowanie kariery, pisanie publikacji, przygotowanie wniosków projektowych, przekaz wiedzy uczniom i studentom (koordynator: UŚ WNoZ+UMCS)	1	Warsztaty przybliżą doktorantom zagadnienie społeczne i prawne prowadzenia badań naukowych. Moduł umożliwi doktorantom poznanie aspektów organizacji swojego warsztatu naukowego, a w pierwszej kolejności technik pisania i prezentowania przyrodniczych prac naukowych (MŚSD_W02). Tematyka ta będzie prezentowana w szerokim kontekście zasad finansowania badań naukowych i transferu wiedzy w skali krajowej i międzynarodowej, łącznie z problematyką baz danych (bibliograficznych i indeksów cytowań), konkursów na granty i prawa autorskiego (MŚSD_W05, MŚSD_W06, MŚSD_W09, MŚSD_K08). Doktoranci będą mogli nabyć umiejętności lepszego rozumienia uwarunkowań kariery naukowej (MŚSD_K01, MŚSD_K04, MŚSD_K05, MŚSD_U11) i jej samodzielnego planowania (MŚSD_U08, MŚSD_U05).	Zaliczenie
Kursy specjalistyczne (zagraniczne)	10	Doktorant poznaje najnowsze osiągnięcia w zakresie nauk o Ziemi i środowisku oraz nauk inżyniersko-technicznych, wykorzystanie wiedzy w identyfikowaniu problemów badawczych i upowszechniania wyników, wypełnianie zobowiązań społecznych w utrzymywaniu relacji w międzynarodowym środowisku zawodowym (MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_U11, MŚSD_K07, MŚSD_K09, MŚSD_K10).	Egzamin/Zaliczenie
Seminarium	2	Rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z polskimi i zagranicznymi czasopismami naukowymi niezbędnymi do podnoszenia wiedzy ogólnej i specjalistycznej w zakresie oceanografii i zmian klimatycznych. Wykazuje odpowiedzialność za ocenę zagrożeń wynikających ze stosowanych w badaniach technik i narzędzi badawczych. Wykazuje potrzebę i systematycznie aktualizuje wiedzę przyrodniczą w celu praktycznego jej wykorzystania. Wykazuje umiejętność prowadzenia zajęć dydaktycznych oraz przygotowania różnych form prezentacji i wystąpień ustnych w języku polskim i obcym w zakresie oceanografii i zmian klimatycznych. Wykazuje umiejętność napisania rozbudowanej pracy naukowej (praca doktorska) oraz różnych mniejszych opracowań naukowych (artykuły, polemiki, abstrakty, sprawozdania, recenzje), w tym także w języku obcym. Ma umiejętność samodzielnego kierowania własną karierą zawodową lub naukową. Rozumie złożone zjawiska i procesy przyrodnicze, społeczne i gospodarcze oraz wieloaspektowość czynników wpływających na te zjawiska i procesy. Ma pogłębioną wiedzę z zakresu organizacji swojego warsztatu naukowego oraz przygotowania i recenzowania prac naukowych. Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą aktualnie dyskutowanych w kierunkowej literaturze polskiej i zagranicznej problemów z zakresu oceanografii i zmian klimatycznych (MŚSD_K06, MŚSD_K07, MŚSD_K05, MŚSD_U06, MŚSD_U07, MŚSD_U08, MŚSD_U11, MŚSD_W02, MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_W08).	Zaliczenie
Praktyki zawodowe — Zgodnie z regulacjami wewnętrznymi jednostki macierzystej doktoranta	2	Doktorant odbywa szkolenia, zdobywając wiedzę nt. bezpieczeństwa i higieny pracy oraz umiejętności stosowania zaawansowanych technik i narzędzi dydaktycznych (MŚSD_W07, MŚSD_W08, MŚSD_U01, MŚSD_K09).	

<p><b>Wprowadzenie do Statystyki:</b> Elementy rachunku prawdopodobieństwa, wnioskowanie: hipotezy i testy statystyczne. Elementy programowania w R-rze i Statistice (koordynator: IM PAN)</p>	1	<p>Doktorant zapoznaje się z podstawowym aparatem formalnym oraz fundamentalnymi pojęciami statystyki matematycznej. Uczestnik zapoznaje się z kluczowymi pojęciami teorii prawdopodobieństwa oraz użytecznymi rozkładami prawdopodobieństwa przydatnymi do analizy danych. Poznaje podstawy teorii testowania hipotez statystycznych, będących naukowym aparatem do weryfikacji hipotez badawczych. Moduł umożliwia także zapoznanie się doktorantom z popularnym oprogramowaniem statystycznym, które pozwala na prowadzenie szerokiej gamy analiz statystycznych. (MŚSD_W02, MŚSD_U01, MŚSD_U04, MŚSD_U05, MŚSD_U08, MŚSD_U11).</p>	Zaliczenie
<p><b>Geofizyka ogólna:</b> Skorupa ziemiska, Magnetyzm i paleomagnetyzm, Fizyka atmosfery elementami biomedycznymi, (koordynator: IGF PAN)</p>	1	<p>Doktorant zapoznaje się podstawowymi zagadnieniami mającymi na celu lepsze zrozumienie rozwoju i współczesnego stanu geosystemu, rozumianego jako interakcje sfer Ziemi: litosfery, atmosfery i hydrosfery, z istotnymi konsekwencjami dla biosfery i ostatecznie, dla antroposfery. Zdobywa podstawową wiedzę na temat procesów rządzących geosystemem, poszerzają swoją wiedzę poza własną specjalizacją, a także lepiej poznaje naturalne aspekty swoich specjalistycznych badań.</p> <p>Uzyskuje wiedzę odnośnie podstawowych rozkładów (w zależności od czasu i miejsca na globie) pól i prądów elektrycznych w magnetosferze, jonosferze i atmosferze w czasie dni spokojnych magnetycznie i zaburzonych. Zapoznaje się z modelami opisującym zjawiska elektryczne w jonosferze i atmosferze oraz metodami weryfikacji wyników obliczeń z zastosowaniem tych modeli na podstawie wybranych pomiarów parametrów atmosfery. Poszerza wiedzę o wybrane zagadnienia z fizyki atmosfery oraz metody analizy i opisu procesów zachodzących w atmosferze. Poznaje podstawy fizycznych procesów rządzących pogodą i klimatem. Uzyskuje wiedzę w zakresie meteorologii dynamicznej, termodynamiki atmosfery, transferu promieniowania przez atmosferę i elektryczności atmosfery w stopniu umożliwiającym na korzystanie z aktualnej literatury i rozwiązywanie własnych zagadnień naukowych dot. środowiska naturalnego. Poszerza wiedzę o procesy chemiczno-dynamiczne związane z ozonem stratosferycznym, troposferycznym i przyziemnym. Zapoznaje się z takimi pojęciami jak smog fotochemiczny, naprawa warstwy ozonowej, globalne modele chemiczno-dynamiczne atmosfery ziemskiej, metody statystyczne wyznaczania trendów w ozonie atmosferycznym, ozon a zmiany klimatu. Uzyskuje informacje o podstawowych własnościach promieniowania słonecznego, wielkościach stosowanych w ocenie skutków biologicznych promieniowania, zmienności czasowo-przestrzennej w skali globalnej promieniowania w zakresie UV i widzialnym, oraz o procesach fotobiologicznych.</p> <p>(MŚSD_K05, MŚSD_U03, MŚSD_U02, MŚSD_U01, MŚSD_U11, MŚSD_W01, MŚSD_W05)</p>	Egzamin
<p><b>Podstawy oceanografii fizycznej:</b> Charakterystyka środowiska fizycznego mórz (wymiana masy i energii w systemie morze-atmosfera; cyrkulacja termohalinowa; procesy optyczne), rola oceanu w kształtowaniu klimatu, metody badawcze w oceanografii fizycznej, przykłady oceanograficznych</p>	1	<p>Doktorant poznaje charakterystykę środowiska fizycznego obszarów morskich. Rozumie złożone zjawiska i procesy przyrodnicze, oraz wieloaspektowość czynników wpływających na te zjawiska i procesy (w szczególności w odniesieniu do rejonów polarnych). Rozumie rolę oceanu w kształtowaniu klimatu. Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą aktualnie dyskutowanych w kierunkowej literaturze polskiej i zagranicznej problemów z zakresu oceanografii fizycznej oraz wzajemnej interakcji pomiędzy cyrkulacją oceaniczną a klimatologią. Zna aktualne oceanograficzne programy badawcze o zasięgu światowym i te prowadzone w obszarach polarnych. Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy zwłaszcza w odniesieniu do badań terenowych, w tym także na pokładzie statku.</p> <p>Ma umiejętność stosowania zaawansowanych technik i narzędzi badawczych odpowiednich do rozwiązywania złożonych problemów naukowych w zakresie badań oceanograficznych. Biegłe wykorzystuje polską</p>	

programów badawczych (koordynator: IO PAN)		<p>i światową literaturę naukową, posiada umiejętność krytycznej analizy literatury oraz materiałów pochodzących ze źródeł elektronicznych. Posiada umiejętność zebrania materiałów i informacji z różnych źródeł (także pochodzących z badań własnych, w tym z pokładu statku), opracowania zebranego materiału oraz formułowania wniosków.</p> <p>Rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z polskimi i zagranicznymi czasopismami naukowymi niezbędnymi do podnoszenia wiedzy ogólnej i specjalistycznej w zakresie oceanografii fizycznej. Wykazuje potrzebę i systematycznie aktualizuje wiedzę przyrodniczą w celu praktycznego jej wykorzystania (MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_W07, MŚSD_U01, MŚSD_U02, MŚSD_U03, MŚSD_U11, MŚSD_K05, MŚSD_K07).</p>	
<b>Zastosowania teledetekcji i GIS w badaniach środowiska przyrodniczego</b> z uwzględnieniem informatycznych analiz obrazów (koordynator: UŚ WNoZ)	1	<p>Moduł umożliwia doktorantom zapoznanie się z najnowszymi osiągnięciami w dziedzinie teledetekcji oraz GIS w badaniach środowiskowych i technicznych (MŚSD_W05, MŚSD_W06, MŚSD_U02). Doktoranci nabędą umiejętność wyznaczania parametrów morfometrycznych lodowców i pokrywy śnieżnej oraz śledzenia dynamiki procesów lodowcowych, a także analiz zmian środowiska przyrodniczego i wykorzystania teledetekcji w inżynierii z wykorzystaniem różnych metod analizy obrazów cyfrowych i geograficznych systemów informacyjnych (MŚSD_W08, MŚSD_U01, MŚSD_U03, MŚSD_U04, MŚSD_U11, MŚSD_K05, MŚSD_K07).</p>	Zaliczenie
<b>Inżynieria biomateriałów i tkanek:</b> definicje i klasyfikacja biomateriałów, znaczenie i obszar stosowania materiałów inżynierskich w medycynie (koordynator: UŚ WliNoM)	1	<p>Moduł umożliwia doktorantom zapoznanie się z kompleksową wiedzą z zakresu inżynierii biomateriałów i tkanek z uwzględnieniem nowoczesnych trendów w medycynie. Doktoranci zapoznają się z procesami zachodzącymi w układzie implant-organizm, budową i funkcjami tkanki kostnej, inżynierią tkankową i odpowiedziami komórkowymi, definicjami i klasyfikacją biomateriałów, znaczeniem i obszarami stosowania materiałów inżynierskich w medycynie, kryteriami doboru materiałów inżynierskich do zastosowań biomedycznych, wytwarzaniem i charakterystyką podstawowych materiałów inżynierskich stosowanych w medycynie, inżynierią powierzchni biomateriałów, współczesnymi metodami stosowanymi w badaniach biomateriałów i tkanek oraz międzynarodowymi standardami regulującymi ocenę biokompatybilności (MŚSD_W01, MŚSD_W10, MŚSD_W11, MŚSD_W12, MŚSD_W13, MŚSD_U01, MŚSD_U09, MŚSD_U10, MŚSD_U11, MŚSD_U12, MŚSD_K10).</p>	Egzamin
<b>Podstawy Analizy Matematycznej i Algebry:</b> Podstawy Algebry liniowej i Równań Różniczkowych Zwyczajnych i Częstkowych, podstawowy wykład z rachunku różniczkowego i całkowego z zastosowaniem w naukach przyrodniczych i technicznych (koordynacja: IM PAN)	2	<p>Doktorant zapoznaje się z podstawami algebry liniowej, rachunku różniczkowego i całkowego z naciskiem na zastosowania w naukach przyrodniczych. Poznaje pochodne jedno- i wielowymiarowe i ich znaczenie geometryczne, operatory fizyki matematycznej oraz elementy geometrii różniczkowej powierzchni w przestrzeni trójwymiarowej. Doktorant nabywa rozumienia oraz umiejętności obliczania całek i ich zastosowań.</p> <p>W drugiej części kursu doktorant nabywa wiedzy o podstawach równań różniczkowych z naciskiem na ich zastosowania w naukach przyrodniczych, naukach o życiu oraz naukach o Ziemi. Rozwiązuje układy równań liniowych zwyczajnych i operatory fundamentalne. (MŚSD_W02, MŚSD_W04, MŚSD_U01, MŚSD_U02, MŚSD_U04, MŚSD_U05, MŚSD_U08, MŚSD_U09, MŚSD_U11).</p>	Zaliczenie
<b>Modelowanie i metody ilościowe w geofizyce i hydrologii:</b> mechanika klasyczna z elementami mechaniki ośrodków ciągłych,	1	<p>Celem zajęć w tym module jest przedstawienie doktorantom podstaw Mechaniki Klasycznej (zasada najmniejszego działania, Twierdzenie Noether, ujęcie Hamiltonowskie i Lagrange'owskie), oraz nauczenie podstaw teorii plastyczności, sprężystości oraz mechaniki płynów. Ośrodki ciągłe to oczywiście podstawa sejsmologii, hydrologii, dynamiki atmosfery, dynamiki jądra Ziemi.</p>	Zaliczenie

<p>procesy hydrauliczne i hydrologiczne (koordynacja: IGF PAN)</p>		<p>Doktorant poznaje modele hydrologiczne mechanistyczne (oparte na danych) i oparte na równaniach fizycznych. Charakteryzuje elementy cyklu hydrologicznego. Poznaje sposoby modelowania wybranych elementów cyklu za pomocą modeli o różnym stopniu złożoności: modeli opartych na równaniach fizyki matematycznej, modeli konceptualnych opartych na wiedzy eksperckiej oraz modeli mechanistycznych, opartych wyłącznie na obserwacjach</p> <p>Doktorant uczy się modelowania przepływu rzeczno- lodowego przy zmiennym współczynniku szorstkości. Poznaje jednowymiarowe równanie przepływu i jego uproszczenia, numeryczne sposoby rozwiązania jednowymiarowego równania przepływu, empiryczne sposoby szacowania współczynnika szorstkości, charakterystyki przepływu w korycie z pokrywą lodową. Określa współczynnik szorstkości dolnej powierzchni pokrywy lodowej na podstawie pomiaru rozkładu prędkości.</p> <p>Doktoranci otrzymają pełniejszą informację o metodach wskaźnikowych w badaniach środowiska polarnego. W trakcie zajęć omówione zostaną metody izotopowe szczególnie ważne w badaniach polarnych. Doktorant będzie miał możliwość zapoznania się nie tylko z wybranymi izotopami promieniotwórczymi służącymi do datowań w lodzie ale również z tym, jak wykorzystać zróżnicowanie izotopów stabilnych w próbach do określenia zmienności środowiska przyrodniczego w poszczególnych przedziałach czasowych oraz jak je można wykorzystać dla określenia dynamiki i kierunków napływu zanieczyszczeń do Arktyki (MŚSD_K06, MŚSD_U04, MŚSD_U03, MŚSD_U02, MŚSD_U01, MŚSD_W04, MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_K05, MŚSD_U03, MŚSD_U02, MŚSD_U01, MŚSD_U11, MŚSD_W07).</p>	
<p><b>Środowisko przyrodnicze Arktyki i Antarktyki oraz obszarów górskich:</b> Metody geofizyczne w badaniach kriosfery, Śnieg i procesy niwalne, Meteorologia i klimat, Glaciologia (koordynacja: UŚ WNoZ)</p>	<p>1</p>	<p>W ramach modułu doktoranci uzyskają wiedzę z zakresu geofizycznych metod stosowanych w badaniach poszczególnych elementów kriosfery i problemów środowiska polarnego możliwych do rozwiązania tymi metodami (MŚSD_W01, MŚSD_W04, MŚSD_W07). Posiądą umiejętności praktycznego stosowania narzędzi geofizycznych dla identyfikacji stanu i procesów zachodzących w środowisku glacialnym i peryglacialnym (MŚSD_U01, MŚSD_K02). Doktoranci nabydą umiejętności pozyskania, a także przetwarzania danych geofizycznych i interpretacji uzyskanych wyników (MŚSD_U01, MŚSD_U03) w oparciu o znajomość procesów zachodzących pomiędzy komponentami środowiska polarnego (na podstawie źródeł literaturowych oraz wiedzy nabytej w trakcie kształcenia; MŚSD_W05). Na podstawie prawidłowo przeprowadzonej interpretacji doktoranci będą potrafili przeprowadzić wnioskowanie dotyczące przebiegu procesów zachodzących w kriosferze oraz prawidłowo wskazać ich przyczyny i skutki środowiskowe (MŚSD_W04). Przystwojenie wiedzy z zakresu trendów w stosowaniu technik geofizycznych oraz znajomość aktualnych problemów badawczych w kriosferze obszarów polarnych (MŚSD_W01, MŚSD_W05) pozwoli doktorantom na określenie kluczowych hipotez badawczych w tej dziedzinie, metod ich weryfikacji oraz prawidłowego procesu badawczego i interpretacyjnego (MŚSD_U04, MŚSD_K03, MŚSD_K06). Doktoranci nabydą również umiejętności stosownej prezentacji i publikacji wyników geofizycznych (MŚSD_U07).</p> <p>Moduł umożliwi doktorantom poznanie procesów fizycznych, parametryzacji oraz problemów modelowania pokrywy śnieżnej z uwzględnieniem jej topograficznych i meteorologicznych uwarunkowań (MŚSD_W01, MŚSD_W05 MŚSD_K05). Ponadto doktoranci będą mogli nabyć umiejętności oznaczania cech fizycznych pokrywy śnieżnej, opracowania i prezentacji zebranych danych (MŚSD_U01 MŚSD_U03) oraz poznać zasady bezpieczeństwa zimowego (MŚSD_W07). W efekcie uczestnictwa w module doktorant rozumie funkcjonowanie złożonego systemu klimatycznego w obszarach polarnych z uwzględnieniem procesów i</p>	<p>Egzamin</p>

		<p>interakcji zachodzących pomiędzy jego składowymi (MŚSD_W01). Doktorant pozyskuje wiedzę na temat współczesnych zmian klimatu w obszarach polarnych; na podstawie wskazanej literatury i aktualnych informacji w Internecie weryfikuje i krytycznie ocenia rozwój i jakość informacji (MŚSD_W05, MŚSD_U02, MŚSD_K05).</p> <p>Zajęcia zapoznają doktorantów z podstawowymi i najnowszymi wynikami badań lodowców i procesów glacialnych oraz z interakcją lodowców z klimatem. Zajęcia obejmują aktualne zmiany w pokrywie lodowcowej na Ziemi, pomiary oraz modelowanie bilansu masy i bilansu energetycznego lodowców, problematykę hydrologii oraz dynamiki lodowców (w tym także procesów odłamywania gór lodowych i szarży). Doktoranci pracować będą zespołowo oraz samodzielnie korzystając oryginalnych danych pomiarowych oraz z aktualnej literatury polskiej i zagranicznej. Doktorant poznaje oraz nabywa umiejętności pozyskania dostępnych danych meteorologicznych i klimatycznych, zastosowania metod analizy danych klimatycznych w tym metod badania relacji pomiędzy elementami klimatu i czynnikami klimatotwórczymi oraz prezentacji uzyskanych wyników (MŚSD_U01, MŚSD_U03). W efekcie doktorant potrafi współdziałać twórczo i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role (MŚSD_K02, MŚSD_K03, MŚSD_K06, MŚSD_U04, MŚSD_U03, MŚSD_U02, MŚSD_U01, MŚSD_U07, MŚSD_W07, MŚSD_W01, MŚSD_W05).</p>	
<p><b>Badania geochemiczne mórz i oceanów:</b> podstawy chemii wody morskiej i osadów morskich, procesy biogeochemiczne w środowisku morskim, zanieczyszczenie chemiczne środowiska przyrodniczego i jego skutki, wpływ zmian klimatycznych na obieg substancji chemicznych pochodzenia naturalnego i antropogenicznego, uwarunkowania regionalne, elementy radiochemii morza, nowoczesne metody instrumentalne stosowane w chemii morza (koordynacja: IO PAN)</p>	1	<p>Doktorant ma podstawową wiedzę dotyczącą obiegu substancji chemicznych pochodzenia naturalnego i antropogenicznego w ekosystemach morskich. Rozumie złożone zjawiska i procesy przyrodnicze, oraz wieloaspektowość czynników wpływających na te zjawiska i procesy (w szczególności w odniesieniu do rejonów polarnych). Ma wiedzę dotyczącą wykorzystania metod izotopowych w badaniach środowiskowych. Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą aktualnie dyskutowanych w kierunkowej literaturze polskiej i zagranicznej problemów z zakresu chemii morza ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zmian klimatycznych na obieg substancji chemicznych. Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w odniesieniu do badań terenowych i prac laboratoryjnych, w tym także na pokładzie statku.</p> <p>Ma umiejętność stosowania zaawansowanych technik i narzędzi badawczych odpowiednich do rozwiązywania złożonych problemów naukowych w zakresie chemii morza ze szczególnym uwzględnieniem problemu zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego. Biegłe wykorzystuje polską i światową literaturę naukową, posiada umiejętność krytycznej analizy literatury oraz materiałów pochodzących ze źródeł elektronicznych. Posiada umiejętność zebrania materiałów i informacji z różnych źródeł (także pochodzących z badań własnych, w tym z pokładu statku), opracowania zebranego materiału oraz sformułowania wniosków.</p> <p>Rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z polskimi i zagranicznymi czasopismami naukowymi niezbędnymi do podnoszenia wiedzy ogólnej i specjalistycznej w zakresie chemii morza, ze szczególnym uwzględnieniem problemu zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego i wpływu zmian klimatycznych na obieg substancji chemicznych.</p> <p>Wykazuje potrzebę i systematycznie aktualizuje wiedzę przyrodniczą w celu praktycznego jej wykorzystania (MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_W07, MŚSD_U01, MŚSD_U02, MŚSD_U03, MŚSD_U11, MŚSD_K05, MŚSD_K07).</p>	Egzamin

<p><b>Metody badań degradacji biomateriałów i tkanek:</b> oddziaływaniem środowiska biologicznego i czynników zewnętrznych na biomateriały (koordynacja: UŚ WliNoM)</p>	1	<p>Moduł umożliwia doktorantom zapoznanie się z kompleksową wiedzą na temat zjawisk związanych z oddziaływaniem środowiska biologicznego i czynników zewnętrznych na biomateriały i tkanki oraz charakteryzowania procesów ich degradacji. Doktoranci zapoznają się z podstawowymi pojęciami i definicjami związanymi z degradacją biomateriałów i tkanek, istotą oddziaływania środowiska biologicznie aktywnego i czynników zewnętrznych na biomateriały i tkanki, nowoczesnymi metodami badań in vitro oraz in vivo do oceny podatności biomateriałów i tkanek na degradację w skali makro, mikro i nano, mechanizmami podstawowych procesów degradacji biomateriałów metalicznych, ceramicznych, polimerowych i tkanek oraz identyfikacją produktów degradacji biomateriałów i tkanek (MŚSD_W01, MŚSD_W10, MŚSD_W11, MŚSD_W12, MŚSD_W13, MŚSD_U01, MŚSD_U09, MŚSD_U10, MŚSD_U11, MŚSD_U12, MŚSD_K10).</p>	Egzamin
<p><b>Jedność i różnorodność nauk o środowisku i polarnych</b> (koordynacja: UŚ WNoZ + WS UŚ)</p>	1	<p>Doktorant poznaje związek nauk polarnych z innymi dyscyplinami i dziedzinami wiedzy. Nabywa umiejętności kompleksowego analizowania przyczyn, przebiegu i skutków procesów przyrodniczych oraz społeczno-ekonomicznych w obszarach polarnych. Zapoznaje się z piśmiennictwem i wiodącymi czasopismami z zakresu nauk polarnych oraz z pogranicza nauk polarnych. Poznaje i rozumie prawne uwarunkowania polskiej i międzynarodowej aktywności w Arktyce i Antarktyce. Opanowuje zasady bezpieczeństwa eksploracji obszarów polarnych oraz oceny zagrożeń wynikających ze stosowania w badaniach technik i narzędzi specyficznych dla prac w warunkach polarnych (MŚSD_W08, MŚSD_K05, MŚSD_K06, MŚSD_U09, MŚSD_U11, MŚSD_W03, MŚSD_W07, MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_W09, MŚSD_K09).</p>	Egzamin
<p><b>Nowoczesne metody analizy danych:</b> techniki uczenia bez nadzoru i techniki uczenia z nadzorem (koordynacja: IM PAN)</p>	1	<p>Moduł umożliwia doktorantom zapoznanie się z głównymi klasami problemów uczenia maszynowego: uczenia z nadzorem i uczenia bez nadzoru. Spośród typowych zastosowań, uczenie z nadzorem rozważa problemy klasyfikacji i problemy regresji, podczas gdy uczenie bez nadzoru obejmuje metody segmentacji czy metody redukcji wymiaru. Doktorant otrzyma wiedzę dot. dostępnych w tej dziedzinie metod oraz sposobu ich wykorzystania w obszarach badawczych. Zawarty materiał pozwoli na pogłębienie wiedzy doktoranta oraz umożliwi dalszą, samodzielną, kontynuację rozwoju w tym zakresie. Umożliwi także posługiwanie się specjalistyczną literaturą związaną z metodami analizy danych (MŚSD_W02, MŚSD_W04, MŚSD_U01, MŚSD_U02, MŚSD_U04, MŚSD_U05, MŚSD_U08, MŚSD_U09, MŚSD_U11).</p>	Egzamin
<p><b>Biomateriały inspirowane naturą:</b> wytwarzanie i zastosowanie materiałów zainspirowanych biologią (koordynacja: UŚ WliNoM)</p>	1	<p>Moduł umożliwia doktorantom zapoznanie się z wiedzą na temat bieżącego podejścia w wytwarzaniu materiałów zainspirowanych biologią, ze szczególnym uwzględnieniem ich właściwości mechanicznych, powierzchniowych i adaptacyjnych oraz oceny relacji struktura-właściwości. Doktoranci zapoznają się z naturą jako niewyczerpalnym źródłem pomysłów, inspiracji i rozwiązań inżynierskich, biomateriałami inspirowanymi naturą jako odpowiedzią na kluczowe wyzwania współczesnej medycyny, podstawami inżynierii w materiałach biologicznych, replikacją zasad projektowania biologicznego w materiałach syntetycznych, biomateriałami biomimetycznymi, obecnymi trendami naukowymi dotyczącymi zastosowań inteligentnych biomateriałów w medycynie regeneracyjnej, inżynierii tkankowej, implantologii oraz terapii celowanej (MŚSD_W01, MŚSD_W08, MŚSD_W10, MŚSD_W11, MŚSD_W12, MŚSD_W13, MŚSD_U01, MŚSD_U09, MŚSD_U10, MŚSD_U11, MŚSD_U12, MŚSD_K10).</p>	Zaliczenie

<p><b>Abiotyczne systemy monitoringu środowiska i geosfera w tym obszarów polarnych</b> (koordynacja: IGF PAN)</p>	<p>1</p>	<p>W ramach zajęć zostaną zaprezentowane przez specjalistów z zagranicy funkcjonujące w Arktyce systemy monitoringu i międzynarodowe bazy danych. Doktoranci zapoznają się z wymaganiami dotyczącymi umieszczania danych on-line w centrach danych takich organizacji jak AMAP, SAON, CEON, CALM, WGMS, NORSAR, ERLINET-NASA, IMAGE, EUROMAGNET, GLISN. W trakcie zajęć seminaryjnych zaprezentowana będzie również praktyczna możliwość i umiejętność korzystania z wyników prac i samych danych umieszczonych w bazach do jakich mają bezpośredni dostęp badacze polarni.</p> <p>Doktorant nabywa i utrwała pojęcia odnośnie poszczególnych składowych geosfery. Poznaje (na przykładach) wzajemne przenikanie się i specyfikę poszczególnych sfer w obszarach polarnych, takich jak zaburzenia w jonosferze i ich wpływ na warunki pogodowe i dynamikę zmian w atmosferze. Poznaje zależności i prawidłowości we wzajemnych związkach procesów przyrodniczych, wynikające z długo i krótkookresowych zmian poszczególnych sfer np. pomiędzy hydrosferą a kriosferą w okresach ocieplenia i schładzania się klimatu (MŚSD_K02, MŚSD_K03, MŚSD_U03, MŚSD_U02, MŚSD_U01, MŚSD_U07, MŚSD_U11, MŚSD_W01, MŚSD_W05).</p>	<p>Egzamin</p>
<p><b>Współczesne zmiany ekosystemów morskich:</b> podstawy ekologii morza, ekosystem głębokiego morza i ekosystem przybrzeżny, ekologia rejonów polarnych, ekosystem lodu morskiego, wpływ zmian klimatycznych na funkcjonowanie ekosystemów, podstawowe metody badawcze genetyczny aspekt zmian środowiskowych, (koordynacja: IO PAN)</p>	<p>1</p>	<p>Doktorant ma podstawową wiedzę dotyczącą procesów ekologicznych w ekosystemach morskich, Rozumie złożone zjawiska i procesy przyrodnicze oraz wieloaspektowość czynników wpływających na te zjawiska i procesy (w szczególności w odniesieniu do rejonów polarnych), ma pogłębioną wiedzę dotyczącą aktualnie diskutowanych w kierunkowej literaturze polskiej i zagranicznej problemów z zakresu ekologii morza ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zmian klimatycznych na funkcjonowanie ekosystemów. Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w odniesieniu do badań terenowych i prac laboratoryjnych, w tym także na pokładzie statku.</p> <p>Ma umiejętność stosowania zaawansowanych technik i narzędzi badawczych odpowiednich do rozwiązywania złożonych problemów naukowych w zakresie ekologii morza. Biegłe wykorzystuje polską i światową literaturę naukową, posiada umiejętność krytycznej analizy literatury oraz materiałów pochodzących ze źródeł elektronicznych. Posiada umiejętność zebrania materiałów i informacji z różnych źródeł (także pochodzących z badań własnych, w tym z pokładu statku), opracowania zebranego materiału oraz formułowania wniosków.</p> <p>Rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z polskimi i zagranicznymi czasopismami naukowymi niezbędnymi do podnoszenia wiedzy ogólnej i specjalistycznej w zakresie ekologii morza. Wykazuje potrzebę i systematycznie aktualizuje wiedzę przyrodniczą w celu praktycznego jej wykorzystania (MŚSD_W01, MŚSD_W05, MŚSD_W07, MŚSD_U01, MŚSD_U02, MŚSD_U03, MŚSD_U11, MŚSD_K05, MŚSD_K07).</p>	<p>Zaliczenie</p>