Załącznik nr 3 do Zarządzenia Nr 3
Rektora PP z dnia 19 stycznia 2024 r.

(RO/I/3/2024)

PROGRAM STUDIÓW

I. Ogólna charakterystyka studiów

1. Nazwa kierunku studiów:
Fizyka techniczna

2. Poziom studiów:
studia pierwszego stopnia

3. Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:
szósty

4. Forma studiów:
studia stacjonarne

5. Profil studiów:
ogólnoakademicki

6. Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:
inżynier

7. Dziedzina nauki/sztuki oraz dyscyplina naukowa/artystyczna:
Procentowy udział dziedziny i dyscypliny.

Nazwa dziedziny	Nazwa dyscypliny	Procentowy udział punktów ECTS (%)	Dyscyplina wiodąca
nauki inżynieryjno-techniczne	inżynieria materiałowa	55%	Tak
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	45%	Nie

8. Klasyfikacja ISCED:
0719 Inżynieria i zawody inżynierskie gdzie indziej niesklasyfikowane

9. Liczba semestrów:
7

10. Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji:

Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji.

Przyporządkowanie punktów ECTS	Liczba punktów ECTS	Udział procentowy
W programie studiów do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia.	210	100
Do zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów.	108	51,4
Zajęciom związanym z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie/dziedzinach nauki właściwej / właściwych dla ocenianego kierunku studiów, służące zdobywaniu przez studenta pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych.	144	68,6
Zajęciom z obszarów nauk humanistycznych lub nauk społecznych (w przypadku kierunków studiów przypisanych do obszarów innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne).	5	
Przedmiotom obieralnym (zajęciom do wyboru).	63	30
Praktykom zawodowym (jeżeli program studiów przewiduje praktyki).	6	
Z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	3	1,4

11. Język kształcenia:

Polski

12. Liczba godzin zajęć w programie studiów:

2632 godzin dydaktycznych zajęć w planie studiów i 4 tygodnie praktyk (160 godzin dydaktycznych – 120 godzin zegarowych)

13. Efekty uczenia się:

Efekty uczenia się dla kierunku *Fizyka techniczna* spełniają wymogi opisane w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6–8 Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz w Ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji z dnia 22 grudnia 2015 r. (Dz. U. 2016 poz. 64).
Na kierunku *Fizyka techniczna* (studia I stopnia – PRK poziom 6) sformułowano 40 kierunkowych efektów uczenia się, w tym 16 z zakresu wiedzy, 18 z zakresu umiejętności oraz 6 z zakresu kompetencji społecznych. Opracowany program studiów umożliwia skuteczne osiągnięcie efektów uczenia się zapisanych w Ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji oraz Rozporządzeniu w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji, także prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich (punkt 20 wniosku). W załączniku zamieszczono matrycę pokrycia kierunkowych efektów uczenia się przez poszczególne przedmioty.

Tabela kierunkowych efektów uczenia się.

Kategoria PRK	Symbol	Kierunkowe efekty uczenia się	Kod składnika opisu
Wiedza: absolwent zna i rozumie	**K1_W01**	w zaawansowanym stopniu zna aparat matematyczny niezbędny do opisu podstawowych praw fizyki i rozwiązywania zadań związanych z zagadnieniami fizyki technicznej, obejmujący: podstawy rachunku różniczkowego i całkowego, algebrę liniową i geometrię analityczną, statystykę oraz metody numeryczne	**P6S_WG**
	K1_W02	w zaawansowanym stopniu ma wiedzę z zakresu fizyki doświadczalnej obejmującą mechanikę, optykę,	**P6S_WG**

		termodynamikę, mechanikę płynów, elektryczność, magnetyzm i elektromagnetyzm	
	K1_W03	ma zaawansowaną wiedzę z zakresu wybranych działów chemii, niezbędnych do zrozumienia podstawowych procesów fizykochemicznych i technologicznych	**P6S_WG**
	K1_W04	w zaawansowanym stopniu zna i rozumie podstawową strukturę kwantowego opisu i interpretacji zjawisk fizycznych	**P6S_WG**
	K1_W05	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu metrologii, zna i rozumie metody pomiaru wielkości fizycznych oraz analizy wyników pomiaru; zna podstawowe przyrządy pomiarowe i czujniki – ich budowę, zasadę działania oraz charakterystykę	**P6S_WG**
	K1_W06	zna i rozumie podstawy mechaniki technicznej, wytrzymałości materiałów i ogólnych zasad konstrukcji inżynierskich, w tym grafiki inżynierskiej i rysunku technicznego	**P6S_WG**
	K1_W07	zna wybrane programy komputerowe wspomagające obliczenia i projektowanie inżynierskie	**P6S_WG**
	K1_W08	ma szczegółową wiedzę z zakresu wybranych działów elektrotechniki, elektroniki oraz podstaw sterowania i automatyki, pozwalającą na zrozumienie zasad działania, eksploatacji i cyklu życia urządzeń pomiarowych i aparatury badawczej	**P6S_WG**
	K1_W09	zna i rozumie proces konstruowania i wytwarzania prostych urządzeń mechanicznych, elektronicznych i optycznych	**P6S_WG**
	K1_W10	ma zaawansowaną wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami w zakresie struktury i funkcji obiektów nano- i mikroświata	**P6S_WG**
	K1_W11	ma zaawansowaną wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami analizy właściwości materiałów i procesów w skali nano	**P6S_WG**
	K1_W12	ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu technik wysokiej próżni i niskich temperatur wykorzystywanych do analizy mechanizmów procesów fizycznych, chemicznych i technologicznych	**P6S_WG**
	K1_W13	zna obecny stan zaawansowania i orientuje się w najnowszych trendach rozwojowych z zakresu nanotechnologii, optoelektroniki, bioelektroniki, inżynierii kwantowej i symulacji komputerowych procesów fizycznych	**P6S_WG** **P6S_WK**
	K1_W14	ma uporządkowaną wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej	**P6S_WK**
	K1_W15	zna i rozumie podstawowe pojęcia z zakresu ekonomii oraz tworzenia i rozwoju indywidualnej przedsiębiorczości	**P6S_WK**
	K1_W16	zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i intelektualnej; ma podstawową wiedzę dotyczącą norm, patentów oraz transferu technologii	**P6S_WK**
Umiejętności: absolwent potrafi	**K1_U01**	potrafi wykorzystać nabytą wiedzę matematyczną do opisu procesów, tworzenia modeli, zapisu algorytmów w obszarze fizyki technicznej; umie wykorzystać metody analityczne do formułowania i rozwiązywania zadań z zakresu pomiarów wielkości fizycznych	**P6S_UW**
	K1_U02	ma umiejętność samokształcenia się, potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie	**P6S_UW** **P6S_UU**
	K1_U03	ma umiejętności w zakresie języka obcego na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego - w stopniu pozwalającym na porozumienie się, czytanie ze zrozumieniem tekstów specjalistycznych w zakresie fizyki technicznej z elementami języka technicznego	**P6S_UK**
	K1_U04	potrafi przełożyć opisane w literaturze osiągnięcia fizyki na	**P6S_UK**

		język techniki	
	K1_U05	potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku obcym prezentację ustną i opracowanie dotyczące zagadnień z zakresu fizyki technicznej, oraz uczestniczyć w dyskusji, debacie	**P6S_UK**
	K1_U06	potrafi sporządzić harmonogram działań technicznych i eksperymentalnych oraz zarządzać indywidualną i zespołową realizacją tych działań; potrafi dobrać osoby do zespołu	**P6S_UO**
	K1_U07	potrafi zaprojektować, narysować, zwymiarować i wykonać wybrane elementy i proste konstrukcje inżynierskie; korzystając z wybranych programów komputerowych wspomagających decyzje projektowe umie wykonać proste obliczenia wytrzymałościowe elementów konstrukcji inżynierskich	**P6S_UW**
	K1_U08	potrafi poprawnie wykorzystać standardowe narzędzia analityczne do rozwiązywania szczegółowych problemów fizycznych i technicznych; potrafi krytycznie ocenić wyniki takiej analizy oraz danych rozwiązań technicznych	**P6S_UW**
	K1_U09	potrafi stosować metody eksperymentalne przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich, dostrzegać ich aspekty społeczne, etyczne, oraz potrafi dokonać wstępnej oceny ekonomicznej podejmowanych działań	**P6S_UW**
	K1_U10	potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich i oszacować ich pracochłonność	**P6S_UW**
	K1_U11	umie identyfikować problem techniczny, a następnie zaproponować schemat jego analizy i/lub rozwiązania z wyszczególnieniem jego istotnych aspektów fizykochemicznych	**P6S_UW**
	K1_U12	potrafi obsługiwać standardowe urządzenia infrastruktury badawczej: mechanicznej, elektrycznej, kriogenicznej, próżniowej, ciśnieniowej, laserowej, radiologicznej; umie właściwie definiować wymagania dotyczące tej infrastruktury w języku technicznym zgodnie z wymogami bezpieczeństwa i higieny pracy	**P6S_UW**
	K1_U13	potrafi zastosować a także opracować oprogramowanie sterujące prostymi układami pomiarowymi z wykorzystaniem standardowych urządzeń oraz modułów funkcjonalnych	**P6S_UW**
	K1_U14	potrafi planować i przeprowadzać standardowe pomiary, analizować i dokumentować wyniki badań dotyczących zjawisk fizycznych klasycznych i kwantowych, w skali makro, mikro i nano; potrafi identyfikować i oceniać wagę podstawowych czynników zakłócających pomiar	**P6S_UW**
	K1_U15	potrafi dobierać materiały o odpowiednich właściwościach fizykochemicznych i konstrukcyjnych do zastosowań laboratoryjnych i inżynierskich	**P6S_UW**
	K1_U16	potrafi przeprowadzić modelowanie i symulacje komputerowe podstawowych zjawisk fizycznych i procesów technicznych z wykorzystaniem standardowego oprogramowania	**P6S_UW**
	K1_U17	potrafi konfigurować podstawowe układy pomiarowe, diagnostyki technicznej oraz badawczej z modułów i podzespołów funkcjonalnych	**P6S_UW**
	K1_U18	potrafi sporządzać specyfikację techniczną podstawowych układów pomiarowych, badawczych i diagnostyki technicznej, opartych o zjawiska z różnych dziedzin fizyki, także z wykorzystaniem standardowych komputerowych narzędzi wspomagania projektowania	**P6S_UW**
Kompetencje: absolwent jest	**K1_K01**	jest gotowy do postępowania zgodnie z zasadami etyki zawodowej, w tym odpowiedzialności za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację, oraz ocenę pracy innych	**P6S_KR**

	K1_K02	rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych; jest świadomy konieczności zasięgania opinii ekspertów podczas rozwiązywania zadań inżynierskich w zakresie wykraczającym poza własne kompetencje	**P6S_KK**
	K1_K03	ma świadomość i rozumie ważność pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	**P6S_KK**
	K1_K04	potrafi myśleć i działać w sposób twórczy i przedsiębiorczy	**P6S_KO**
	K1_K05	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć fizyki technicznej oraz innych aspektów działalności inżynierskiej	**P6S_KO**
	K1_K06	potrafi odpowiedzialnie pracować nad wyznaczonym zadaniem samodzielnie oraz w zespole, przyjmując w nim różne role, jest odpowiedzialny za jakość i bezpieczeństwo pracy własnej i zespołu, potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	**P6S_KO**

14. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

Zasady weryfikacji oraz oceny osiągnięcia efektów uczenia się przewidzianych w czasie studiów zawarte są szczegółowo w Regulaminie Studiów Pierwszego i Drugiego Stopnia Politechniki Poznańskiej (Uchwała Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej nr 42/2020-2024 z dnia 31 maja 2021 r.). Każdy moduł zajęć posiada określoną liczbę punktów ECTS, która jest podana w karcie modułu. Całkowita suma punktów ECTS przyporządkowanych modułom wynosi 30 w każdym semestrze kształcenia. Warunkiem koniecznym do rejestracji na kolejny semestr studiów jest łączna liczba punktów przypisanych do niezaliczonych zajęć w maksymalnym wymiarze 14 punktów ECTS, a opóźnienie ich zaliczenia nie przekracza dwóch semestrów. Warunkiem zaliczenia semestru jest uzyskanie oceny pozytywnej ze wszystkich zajęć przewidzianych w programie studiów oraz zaliczenie bez ocen praktyk i wymaganych szkoleń. Do uzyskania dyplomu ukończenia studiów pierwszego stopnia jest niezbędne zdobycie wszystkich wymaganych w programie studiów punktów ECTS oraz uzyskanie oceny pozytywnej lub zaliczenia (w zależności od formy zaliczenia zajęć) ze wszystkich zajęć przewidzianych w programie studiów bez punktów ECTS.

Do bezpośredniego sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych stosuje się szereg metod zapewniających obiektywną i przejrzystą ocenę. Weryfikacja i ocena stopnia opanowania efektów uczenia się przez studentów realizowana jest zarówno w trakcie procesu kształcenia, jak i po jego zakończeniu. W celu bieżącej kontroli osiągniętych przez studenta efektów uczenia się stosuje się:

- różne formy oceny prac etapowych, w tym: kolokwia, egzaminy, projekty, seminaria, odpowiedzi ustne oraz sprawdziany wejściowe;
- zaliczenie praktyk studenckich;
- oceny prac i egzaminów dyplomowych.

Po zakończeniu procesu kształcenia weryfikację osiągniętych efektów uczenia się realizuje się poprzez:

- monitorowanie losów absolwentów;
- ocenę pracodawców (w tym interesariuszy zewnętrznych);
- bieżącą ocenę rynku pracy.

Bieżący sposób kontroli osiągnięcia efektów uczenia się prowadzący (nauczyciel akademicki) dostosowuje do formy prowadzonych zajęć. Zwykle kontrola ta realizowana jest na poszczególnych rodzajach zajęć poprzez:

- wykłady: egzamin ustny lub pisemny;
- ćwiczenia laboratoryjne: sprawozdania (raporty), sprawdziany wejściowe lub odpowiedź ustna;
- ćwiczenia audytoryjne i rachunkowe – kolokwia, odpowiedź ustna;
- zajęcia projektowe: kolokwia, ocena etapu lub całości projektu.

O formie etapowej i końcowej oceny stopnia osiągnięcia efektów uczenia się przez studentów decyduje nauczyciel akademicki odpowiedzialny za dany moduł kształcenia. Dla poszczególnych przedmiotów metody weryfikacji efektów uczenia się zawarte są w kartach ECTS dla modułów zajęć. Nauczyciel akademicki prowadzący daną formę zajęć zobowiązany jest przedstawić na pierwszych zajęciach w semestrze: formę i kryteria oceny, zakres materiału, literaturę, oraz podać termin konsultacji dla studentów. W celu stopniowania ocen stosuję się skalę ocen zgodną z Regulaminem Studiów Pierwszego i Drugiego Stopnia Politechniki Poznańskiej, tj.: niedostateczny (2,0), dostateczny (3,0), dostateczny plus (3,5), dobry (4,0), dobry plus (4,5), bardzo dobry (5,0). W ramach każdej formy zajęć studentowi, który w wyniku kontroli osiągnięcia efektów uczenia się otrzymał ocenę niedostateczną (2), przysługuje prawo do jednego zaliczenia (egzaminu) poprawkowego. W przypadku zajęć laboratoryjnych i projektowych o formie zaliczenia poprawkowego decyduje prowadzący zajęcia.

Egzaminy oraz zaliczenia wykładów mają formę ustną, pisemną lub mieszaną (forma pisemna uzupełniona odpowiedzią ustną). Pytania zawarte w tych formach muszą być zgodne z tematyką zajęć zdefiniowaną w kartach ECTS i zapewniać obiektywną ocenę studentów. W przypadku egzaminu ustnego egzaminator zobowiązany jest do sporządzenia odpowiedniego protokołu.

W przypadku ćwiczeń audytoryjnych i rachunkowych podstawową formą weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się są kolokwia realizowane w formie pisemnej. Najczęściej składają się one z kilku oddzielnych zadań obliczeniowych lub problemowych, co zapewnia przekrojową ocenę osiągniętych efektów uczenia się. Liczba kolokwiów w semestrze zależy od wymiaru godzinowego zajęć (zwykle 1 do 2 w semestrze). Dopuszczalna jest także weryfikacja przygotowania merytorycznego studentów do zajęć w formie odpowiedzi ustnej lub sprawdzianu wejściowego. Zaliczenie poprawkowe zwykle realizowane jest poprzez jedno przekrojowe kolokwium obejmujące cały zakres materiału realizowany w semestrze. Politechnika Poznańska wyposażona jest także w możliwości weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się z wykorzystaniem metod elektronicznych, Moodle - platforma eKursy. Umożliwia to weryfikację osiągniętych efektów uczenia się poprzez zastosowanie zebranych i losowo dobieranych (indywidualnie): testów pojedynczego lub wielokrotnego wyboru, w tym zawierających proste zadania obliczeniowe.

Ważną rolę w nabywaniu umiejętności i kompetencji inżynierskich odgrywają zajęcia laboratoryjne, projektowe oraz praktyki zawodowe. W przypadku zajęć laboratoryjnych studenci wykonują zadania eksperymentalne, połączone z opracowaniem uzyskiwanych wyników oraz oceną wartości i źródeł niepewności pomiarowych. Każde realizowane ćwiczenie podlega ocenie w zakresie: przygotowania merytorycznego (sprawdzian wejściowy lub odpowiedź ustna) oraz wykonania pomiarów i opracowania uzyskanych wyników, według wskazań prowadzącego. W przypadku zajęć projektowych ocenie podlega przygotowanie merytoryczne (sprawdzian wejściowy lub odpowiedź ustna), analiza sposobu rozwiązania postawionych problemów technicznych oraz forma przedstawienia - pisemna lub prezentacja. W przypadku praktyki zawodowej weryfikacja efektów uczenia obejmuje: ocenę bezpośredniego opiekuna w zakładzie, gdzie realizowana jest

praktyka, oraz koordynatora ze strony uczelni. Część zajęć laboratoryjnych i projektowych realizowana jest w grupach, które odpowiedzialne są za realizację konkretnego ćwiczenia lub projektu. W tym wypadku kształtowane są u studentów kompetencje społeczne takie jak: umiejętność pracy w grupie, przedstawiania oraz uzasadniania swojego toku myślenia i krytycznej dyskusji.

Nauczyciele akademiccy w trakcie realizacji zajęć dydaktycznych w semestrze starają się motywować studentów do aktywności i rozwijania swoich zainteresowań. Prowadzący stawiają studentom zadania problemowe, zachęcając do aktywności w dyskusji. W takich przypadkach student może uzyskać dodatkowe oceny wynikające z jego aktywności. Poprzez zajęcia i koła naukowe studenci mają możliwość wzięcia udziału w badaniach naukowych realizowanych w jednostkach wydziału i dotyczących zagadnień omawianych na zajęciach. W ramach programu studiów realizowane są przedmioty, na których studenci przygotowują prezentacje dotyczące wybranych problemów naukowo-technicznych. Poza aspektem poznawczym studenci rozwijają swoje kompetencje interpersonalne, społeczne oraz nabywają umiejętności pracy z programami multimedialnymi. Zyskują także umiejętność prezentacji problemów badawczych oraz wyników własnych lub innych autorów, co stanowi istotny czynnik weryfikacji na obecnym rynku pracy. Ocena przygotowania i obrona pracy dyplomowej inżynierskiej stanowią finalną metodę weryfikacji efektów uczenia się osiągniętych w ramach pierwszego stopnia kształcenia na kierunku *Fizyka techniczna*. Proces realizacji pracy dyplomowej jest opisany w Regulaminie Studiów Pierwszego i Drugiego Stopnia Politechniki Poznańskiej. Proces wyboru tematów i promotorów pracy określa Regulamin Realizacji Prac Dyplomowych na WIMiFT, a także zasady wyboru i prowadzenia Laboratorium specjalistycznego oraz pracy dyplomowej inżynierskiej na I stopniu kształcenia na kierunkach: *Fizyka techniczna*, *Edukacja techniczno-informatyczna* i *Inżynieria materiałowa* na WIMiFT PP. Cały proces odbywa się pod nadzorem Dziekana i dyrektorów instytutów. Tematykę pracy dyplomowej inżynierskiej student wybiera z proponowanej bazy tematów. W przypadku wyboru danego tematu przez większą liczbę studentów o jego przydziale decydują wyniki nauczania (średnia ocen oraz aktywność studenta). W terminie poprzedzającym wybór tematów prac na WIMiFT prowadzone są tzw. „drzwi otwarte", w trakcie których studenci mogą omówić przyszłą tematykę badawczą oraz zapoznać się z podstawowymi aspektami pracy dyplomowej. Student ma prawo zaproponować własną tematykę lub modyfikację proponowanego tematu i we współpracy z promotorem opracowuje kartę tematu pracy dyplomowej inżynierskiej. W karcie zawarte są informacje dotyczące pracy, tzn.: temat oraz zakres pracy, nazwisko promotora, oraz miejsce realizacji pracy dyplomowej. Pracę dyplomową student przygotowuje w formie elektronicznej (format .pdf) i po akceptacji promotora umieszcza w Uczelnianym Systemie Obsługi Studenta Archiwum Prac Dyplomowych (USOS APD). Następnie praca podlega badaniu Jednolitym Systemem Antyplagiatowym (JSA) w terminie określonym przez Regulamin Studiów Pierwszego i Drugiego Stopnia Politechniki Poznańskiej. Po zatwierdzeniu raportu z JSA przez promotora, praca dyplomowa podlega dalszym etapom procesu dyplomowania. Egzamin dyplomowy inżynierski jest egzaminem dwuetapowym. W pierwszym etapie student przestawia podstawowe tezy oraz wyniki uzyskane w ramach pracy dyplomowej w formie prezentacji, po której swoje komentarze i uwagi przedstawia recenzent pracy dyplomowej oraz pozostali członkowie komisji. Następnie student ustosunkowuje się do uwag. W drugim etapie egzaminu student odpowiada na wskazane przez komisję trzy pytania ze znajdującego się na stronie WWW wydziału zakresu zagadnień egzaminacyjnych. Odrębnej ocenie podlega: przedstawiona pracy dyplomowa, jej obrona, oraz osobno odpowiedź na każde z pytań. Oceniana jest nie tylko poprawność merytoryczna, ale także umiejętność korzystania ze słownictwa specjalistycznego w dziedzinie,

jasność wypowiedzi oraz umiejętność reagowania na uwagi członków komisji. Skala ocen w trakcie egzaminu dyplomowego odpowiada skali ewaluacji wykorzystywanej w czasie studiów, określonej w Regulaminie Studiów Pierwszego i Drugiego Stopnia Politechniki Poznańskiej.

15. Praktyki zawodowe:

Praktyki zawodowe stanowią integralną część programu studiów pierwszego stopnia kierunku *Fizyka techniczna* i podlegają zaliczeniu. Liczba punktów ECTS przypisanych praktykom zawodowym zależy od kierunku studiów. Dla kierunku *Fizyka techniczna* praktyka zawodowa odbywa się w 6 semestrze (w trakcie przerwy wakacyjnej) I stopnia (6 punkty ECTS). Zaliczenie praktyki jest warunkiem koniecznym zaliczenia semestru studiów. Praktyka jest zaliczana bez oceny.

Zasady przebiegu praktyk oraz formy ich zaliczenia zostały określone w Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia oraz regulaminie praktyk obowiązującym w Politechnice Poznańskiej (Załącznik do Zarządzenia Nr 11 Rektora PP z dnia 29 marca 2023 r. (RO/III/11/2023))

Celem praktyk studenckich jest umożliwienie studentowi poszerzenia wiedzy oraz zdobycie praktycznej znajomości zagadnień związanych z kierunkiem studiów. Jeżeli jest to możliwe, w ramach praktyki przewiduje się również uczestnictwo w pracach zespołów projektowo-badawczych. Studenci kierunku *Fizyka techniczna* zapoznają się z działalnością i organizacją pracy w danym Przedsiębiorstwie, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień związanych z energetyką konwencjonalną, energetyką odnawialną, inżynierią ekologiczną, fizyką medyczną, nanotechnologią organizacją procesu produkcyjnego, zaawansowanymi technologiami, systemami informacyjnymi, sterowaniem jakością, dokumentacją technologiczną, organizacją stanowisk pracy czy pracami działu marketingu.

Realizacja praktyk pozwala na zdobycie pewnych umiejętności praktycznych oraz wiedzy merytorycznej, które mogą być pomocne w studiowaniu oraz realizacji prac dyplomowych. Zakłada się także, iż odbywanie praktyki będzie okazją do nawiązania przez studentów kontaktów z myślą o ewentualnej przyszłej współpracy z firmą lub podjęciem pracy po ukończeniu studiów.

Za organizację i nadzorowanie praktyk studenckich odpowiedzialny jest Pełnomocnik Dziekana ds. praktyk studenckich.

Do obowiązków pełnomocników należy:

- przygotowanie harmonogramu praktyk studenckich,
- organizacja spotkań ze studentami w celu wyjaśnienia podstawowych pojęć i zagadnień dotyczących praktyk,
- rozstrzyganie spraw spornych związanych z praktykami,
- współpraca z zakładami pracy i innymi podmiotami w zakresie organizacji praktyk.

Obowiązkowy okres praktyki wynosi 4 tygodnie, to jest 160 godzin dydaktycznych (45-minutowych), czyli 120 godzin zegarowych. Praktyki odbywają się w terminie przewidzianym harmonogramem roku akademickiego i w okresie wolnym od zajęć dydaktycznych. W uzasadnionych przypadkach Dziekan może udzielić studentowi zgody na odbycie praktyki w innym terminie (nie kolidującym z planem zajęć dydaktycznych) i według indywidualnych zasad, określanych każdorazowo dla poszczególnych przypadków.

Na wniosek studenta pełnomocnik Dziekana ds. praktyk na kierunku *Fizyka techniczna* może zaliczyć praktykę na podstawie udokumentowanego doświadczenia zawodowego studenta, w tym również zdobytego za granicą, zgodnie z § 8 Regulaminu praktyk PP. Zaliczenie następuje na zasadach obowiązujących przy praktykach obowiązkowych. Student ubiegający się o takie zaliczenie praktyki występuje ze stosownym podaniem do pełnomocnika Dziekana ds. praktyk na

danym kierunku w terminie najpóźniej na 14 dni przed końcem zajęć dydaktycznych semestru, w programie którego jest przewidziana praktyka. W przypadku niezaliczenia praktyki stosuje się postanowienia Regulaminu studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej.

Centrum Praktyk i Karier Politechniki Poznańskiej kieruje studenta na praktykę na podstawie porozumienia, umowy trójstronnej, lub zobowiązania wewnętrznego. Dokumenty te regulują kwestie formalno-prawne związane ze skierowaniem studenta na praktykę. Praktykę można również odbywać na podstawie skierowania:

- uzyskanego w ramach programów prowadzonych przez Uczelnię oraz organizacje, w których oferowane są staże i praktyki;
- uzyskanego w innych organizacjach, instytucjach (w tym również organizacjach studenckich) oferujących praktyki.

W uzasadnionych przypadkach praktyka może być realizowana w wybranej przez studenta organizacji, w tym także na uczelni. Student ma obowiązek zgłosić pełnomocnikowi Dziekana ds. praktyk miejsce i okres odbywania praktyki (nazwa organizacji, dane adresowe i dane do korespondencji, opiekun studenta po stronie organizacji).

Politechnika Poznańska pokrywa koszty ubezpieczenia uczestników praktyk od następstw nieszczęśliwych wypadków w przypadku, gdy praktyki odbywają się w okresie określonym w harmonogramie danego roku akademickiego. W przypadku odbywania praktyk poza okresem ustalonym w harmonogramie danego roku akademickiego student, który uzyskał na to zgodę, zostanie objęty ubezpieczeniem od następstw nieszczęśliwych wypadków pod warunkiem, że zgłosi ten fakt do Centrum Praktyk i Karier Politechniki Poznańskiej. Ubezpieczenie od następstw nieszczęśliwych wypadków obowiązuje na terytorium Polski i za granicą (dokument polisy znajduje się w Centrum Praktyk i Karier Politechniki Poznańskiej).

Student odbywający praktykę zobowiązany jest do:

- sumiennego i starannego wykonywania zadań objętych programem praktyki oraz dostosowania się do poleceń organizacji, pełnomocnika Dziekana ds. praktyk na danym kierunku;
- przestrzegania przepisów i zasad obowiązujących w organizacji, w szczególności regulaminu pracy, tajemnicy służbowej, zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przepisów przeciwpożarowych;
- przestrzegania ogólnie przyjętych norm kulturalnego zachowania;
- sporządzenia sprawozdania z przebiegu praktyk.

Aby zaliczyć praktykę student powinien spełnić następujące warunki:

- odbyć praktykę zgodnie z indywidualnym programem praktyki;
- opracować sprawozdanie z praktyki zgodnie ze wzorem sprawozdania, który obowiązuje na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej;
- uzyskać pozytywną ocenę od opiekuna praktyki w organizacji (opinia opiekuna i jego podpis w sprawozdaniu z praktyki);
- wypełnić ankietę opisującą efekty uczenia się uzyskane w czasie praktyk;

Wymagany zestaw dokumentów do zaliczenia praktyk obejmuje:

- wstępną zgodę wraz z planem praktyki;
- skierowanie, umowę trójstronną lub zobowiązanie wewnętrzne;
- sprawozdanie z realizacji praktyki;
- zaświadczenie o odbyciu praktyki;
- wypełnione ankiety.

Oryginalne, wypełnione dokumenty powinny zostać dostarczone do pełnomocnika Dziekana ds. praktyk i ich podstawie dokonuje on zaliczenia praktyk.

Studenci wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej swoje praktyki mogą odbywać m.in. w następujących instytucjach: Volkswagen Poznań, Instytut Fizyki Molekularnej PAN Poznań, Instytut Fizyki Jądrowej PAN Kraków, AKTE Sp. z o.o. Poznań, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Obróbki Plastycznej Poznań, Wielkopolskie Centrum Zaawansowanych Technologii Poznań, Merazet S.A. Poznań.

16. Język obcy:

Na kierunku *Fizyka techniczna* zajęcia z języka obcego realizowane są na semestrach 3 i 4 w łącznym wymiarze 120 godzin (9 pkt ECTS) i kończą się egzaminem na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Zajęcia w ramach nauki języka obcego prowadzone są przez kadrę wyspecjalizowanej jednostki międzywydziałowej – Centrum Języków i Komunikacji

Przedmioty uwzględniające efekty uczenia się w zakresie znajomości języka obcego (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					Liczba punktów ECTS
		O	W	C	L	P	
3	Język obcy	**60**		60			**4**
4	Język obcy	**60**		60			**5**
	Razem	**120**					**9**

17. Zajęcia z wychowania fizycznego:

Zajęcia z wychowania fizycznego (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					Liczba punktów ECTS
		O	W	C	L	P	
2	Wychowanie fizyczne	**30**		30			0
3	Wychowanie fizyczne	**30**		30			0
	Razem	**60**					**0**

18. Szkolenia:

Szkolenia (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					Liczba punktów ECTS
		O	W	C	L	P	
	Szkolenie BHP – z zakresu bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia.	**4**	4				0
	Szkolenie biblioteczne – z zakresu korzystania z zasobów bibliotecznych.	**1**		1			0

	Szkolenie z e-learningu – z zakresu przygotowania do udziału w zajęciach z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	*					
	Razem	**5**					**0**

* kurs realizowany samodzielnie przez studenta

19. Przedmioty obieralne (zajęcia do wyboru):

Wykaz przedmiotów obieralnych - zajęć do wyboru (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					Liczba punktów ECTS
		O	W	C	L	P	
2	Wychowanie fizyczne	***30***		*30*			
2	Przedmiot obieralny humanistyczny I	***15***	*15*				*1*
	a) Podstawy prawa pracy i zarządzania						
	b) Podstawy informacji biznesowej						
3	Język obcy	***60***		*60*			*4*
	a) Język angielski						
	b) Język niemiecki						
3	Wychowanie fizyczne	***30***		*30*			
4	Język obcy						
	a) Język angielski						
	b) Język niemiecki						
5	Przedmiot obieralny I	***60***		*60*			*5*
	a) Modelowanie komputerowe materiałów w skali atomowej						
	b) Modelowanie i symulacje molekularne						
6	Pracownia specjalistyczna inżynierska	***90***			*90*		*6*
6	Seminarium przeddyplomowe	***15***		*15*			*2*
6	Praktyka zawodowa	***160***					*6*
6	Przedmiot obieralny II	***30***	*15*		*15*		*2*
	a) Defektoskopia i kontrola wyrobów						
	b) Wytwarzanie warstw wierzchnich metodami spawalniczymi						
6	Przedmiot obieralny III	***30***	*15*		*15*		*2*
	a) Spektroskopia oscylacyjna i rotacyjna biomateriałów						
	b) Fizyka środowiska						
6	Przedmiot obieralny IV	***30***	*30*				
	a) Metody fizyczne w medycynie						
	b) Pianki metaliczne – technologie wytwarzania, właściwości i zastosowanie						
7	Seminarium dyplomowe	***15***				*15*	*2*
7	Praca dyplomowa inżynierska	***30***			*30*		*8*
7	Pracowania dyplomowa inżynierska	***75***				*75*	*14*
7	Przedmiot obieralny V	***30***	*30*				*2*
	a) Materiały optoelektroniczne						
	b) Wybrane zastosowania komputerów kwantowych						
7	Przedmiot obieralny humanistyczny II	***15***	*15*				*1*

	a) Negocjacje w biznesie						
	b) Psychologia zarządzania						
	Razem	***615***					***63***

Łączna liczba punktów ECTS związanych z przedmiotami obieralnymi wynosi 63, co stanowi 30 % wszystkich punktów ECTS wymaganych do uzyskania kwalifikacji na poziomie 6 PRK.

20. Kompetencje inżynierskie:

Wykaz kierunkowych efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

Kategoria PRK	Opis i kod składnika opisu	Kierunkowe efekty uczenia się	Symbol efektu kierunkowego
Wiedza: absolwent zna i rozumie	podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych (P6S_WG)	ma szczegółową wiedzę z zakresu wybranych działów elektrotechniki, elektroniki oraz podstaw sterowania i automatyki, pozwalającą na zrozumienie zasad działania, eksploatacji i cyklu życia urządzeń pomiarowych i aparatury badawczej	K1_W08
		ma zaawansowaną wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami w zakresie struktury i funkcji obiektów nano- i mikroświata	K1_W10
	podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości (P6S_WK)	zna i rozumie podstawowe pojęcia z zakresu ekonomii oraz tworzenia i rozwoju indywidualnej przedsiębiorczości	K1_W15
		zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i intelektualnej; ma podstawową wiedzę dotyczącą norm, patentów oraz transferu technologii	K1_W16
Umiejętności: absolwent potrafi	planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski (P6S_UW)	potrafi planować i przeprowadzać standardowe pomiary, analizować i dokumentować wyniki badań dotyczących zjawisk fizycznych klasycznych i kwantowych, w skali makro, mikro i nano; potrafi identyfikować i oceniać wagę podstawowych czynników zakłócających pomiar	K1_U14
		potrafi dobierać materiały o odpowiednich właściwościach fizykochemicznych i konstrukcyjnych do zastosowań laboratoryjnych i inżynierskich	K1_U15
	przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu: − wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne − dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne − dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich (P6S_UW)	potrafi poprawnie wykorzystać standardowe narzędzia analityczne do rozwiązywania szczegółowych problemów fizycznych i technicznych; potrafi krytycznie ocenić wyniki takiej analizy oraz danych rozwiązań technicznych	K1_U08
		potrafi stosować metody eksperymentalne przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich, dostrzegać ich aspekty społeczne, etyczne, oraz potrafi dokonać wstępnej oceny ekonomicznej podejmowanych działań	K1_U09
		umie identyfikować problem techniczny, a następnie zaproponować schemat jego analizy i/lub rozwiązania z wyszczególnieniem jego istotnych aspektów fizykochemicznych	K1_U11
		potrafi obsługiwać standardowe urządzenia infrastruktury badawczej: mechanicznej, elektrycznej, kriogenicznej, próżniowej, ciśnieniowej, laserowej, radiologicznej; umie właściwie definiować wymagania dotyczące tej infrastruktury w języku technicznym zgodnie z wymogami bezpieczeństwa i higieny pracy	K1_U12
		potrafi przeprowadzić modelowanie i symulacje komputerowe podstawowych zjawisk fizycznych i procesów technicznych z wykorzystaniem standardowego oprogramowania	K1_U16
		potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej	K1_U10

		podejmowanych działań inżynierskich i oszacować ich pracochłonność	
	dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i ocenić te rozwiązania (P6S_UW)	potrafi poprawnie wykorzystać standardowe narzędzia analityczne do rozwiązywania szczegółowych problemów fizycznych i technicznych; potrafi krytycznie ocenić wyniki takiej analizy oraz danych rozwiązań technicznych	K1_U08
	projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla kierunku studiów proste urządzenia, obiekty, systemy lub zrealizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów (P6S_UW)	potrafi zaprojektować, narysować, zwymiarować i wykonać wybrane elementy i proste konstrukcje inżynierskie; korzystając z wybranych programów komputerowych wspomagających decyzje projektowe umie wykonać proste obliczenia wytrzymałościowe elementów konstrukcji inżynierskich	K1_U07
		potrafi sporządzać specyfikację techniczną podstawowych układów pomiarowych, badawczych i diagnostyki technicznej, opartych o zjawiska z różnych dziedzin fizyki, także z wykorzystaniem standardowych komputerowych narzędzi wspomagania projektowania	K1_U18

21. Zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:

Wykaz przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych
(O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt).

Sem.	Nazwa przedmiotu	O	W	C	L	P	Liczba punktów ECTS
1	Etyka	**15**	15				1
1	Komunikacja interpersonalna	**15**	15				1
2	Przedmiot obieralny humanistyczny I	**15**	15				1
7	Przedmiot obieralny humanistyczny II	**15**	15				1
7	Ochrona własności intelektualnej	**15**	15				1
	Razem	**75**					**5**

22. Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową:

Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową.

Nazwa przedmiotu	Liczba punktów ECTS	Udział studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udział w tej działalności (TAK/NIE)	Opis działalności naukowej
Fizyka doświadczalna (sem. 1)	9	TAK	Opis procesów fizycznych i powiązanie ich z zagadnieniami technicznymi, charakteryzowanie materiałów, projektowanie układów, elementów konstrukcyjnych, budowa aparatury
Matematyka (sem. 1)	8	TAK	Matematyczny opis wielkości mechanicznych
Chemia	3	TAK	Fizykochemia roztworów; równowagi fazowe; adsorpcja na ciele stałym, elektrochemia

Podstawy metrologii (wprowadzenie do I pracowni fizycznej)	2	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej; metody pomiaru wielkości fizycznych oraz analizy wyników pomiarowych
Metody informatyczne w fizyce i technice	3	TAK	Symulacje zagadnień fizycznych
Fizyka doświadczalna (sem. 2)	9	TAK	Opis procesów fizycznych, charakteryzowanie materiałów, projektowanie układów, elementów konstrukcyjnych, budowa aparatury
Matematyka (sem. 2)	8	TAK	Matematyczny opis wielkości mechanicznych
I pracownia fizyczna	2	TAK	Pomiary, obliczenia i opis wielkości fizycznych. Budowa aparatury naukowej, pomiarowej. Opracowywanie wyników pomiarowych i analiza niepewności.
Materiałoznawstwo	3	TAK	Metalurgia proszków; właściwości mechaniczne materiałów; mechaniczna synteza; biomateriały; korozja materiałów; stal i inne stopy Fe; materiały na magazyny wodoru; technologie obróbki powierzchni materiałów
Mechanika techniczna	5	TAK	Matematyczny opis wielkości mechanicznych; projektowanie układów, elementów konstrukcyjnych
Fizyka kwantowa	6	TAK	Jakościowa i ilościowa analiza podstawowych zjawisk kwantowych
Metody analityczne w fizyce	4	TAK	Matematyczny opis wielkości fizycznych
Laboratorium metod symbolicznych w fizyce	2	TAK	Opis procesów fizycznych stosując narzędzia obliczeń symbolicznych i numerycznych
Termodynamika techniczna	4	TAK	Opis układów termodynamicznych
Wytrzymałość materiałów	4	TAK	Projektowanie układów, elementów konstrukcyjnych oraz wskazywanie ich ograniczeń
Elektrotechnika i elektronika stosowana	4	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej. Podstawowe pomiary oraz symulacje w obwodach prądu stałego i przemiennego. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych obiektów automatyki.
I pracownia fizyczna (sem. 3)	2	TAK	Pomiary, obliczenia i opis wielkości fizycznych. Budowa aparatury naukowej, pomiarowej. Opracowywanie wyników pomiarowych i analiza niepewności.
Podstawy konstrukcji inżynierskich	3	TAK	Projektowanie układów, elementów konstrukcyjnych
II pracownia fizyczna	3	TAK	Pomiary, obliczenia i opis wielkości fizycznych. Budowa aparatury naukowej, pomiarowej. Opracowywanie wyników pomiarowych i analiza niepewności
Automatyka i robotyka	4	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej; układy sterowania automatycznego; jakość sterowania i regulacji; dynamika obiektów sterowania; układy sterowania robotów
Fizyka molekularna	4	TAK	Charakteryzowanie układów molekularnych, spektroskopia UV-Vis, IR
Podstawy fizyki fazy skondensowanych	5	TAK	Charakteryzowanie struktury krystalicznej ciał

Fizyka atomowa i jądrowa	4	TAK	Opis zjawisk fizycznych
Konstrukcje optyczne	3	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej; konstruowanie i tworzenie dokumentacji projektowej urządzeń optycznych
Optyka laserowa	3	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej; opis i obliczenia parametrów eksploatacyjnych prostych i złożonych układów optyki laserowej oraz postaw konstrukcji laserów
Materiały dla zaawansowanych technologii	5	TAK	Charakteryzowanie materiałów; dobór nowoczesnych materiałów do zastosowań w elektronice i optoelektronice
Podstawy nanotechnologii	5	TAK	Charakteryzowanie układów w skali nano; opis technologii wytwarzania nanostruktur
Podstawy inżynierii kwantowej	6	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej
Komp. wspomaganie eksperymentu	4	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej; tworzenie funkcjonalnych systemów pomiarowych w oparciu o nowoczesne rozwiązania sprzętowe i programistyczne
Podstawy magnetyzmu	1	TAK	Metody wytwarzania i strukturyzacji materiałów magnetycznych oraz charakteryzacji ich właściwości fizycznych
Przedmiot obieralny 1	4	TAK	
- Modelowanie komputerowe materiałów w skali atomowej	4a	TAK	podstawowe metody modelowania w skali atomowej wykorzystującego idee fizyki kwantowej
- Modelowanie i symulacje molekularne	4b	TAK	podstawowe metody modelowania molekularnego wykorzystujące zasady fizyki kwantowej
Techniki wysokich próżni	4	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej; projektowanie, obsługa i eksploatacja systemów próżniowych
Nanotechnologie i materiały funkcjonalne	2	TAK	Wytwarzanie i charakteryzowanie materiałów
Symulacje komputerowe	1	TAK	Symulacje zagadnień fizycznych technikami obliczeniowymi
Techniki laserowe i aparatura pomiarowa	1	TAK	Budowa aparatury naukowej, pomiarowej; projektowanie układów laserowych o zadanych parametrach
Przedmiot obieralny 2	2	TAK	
- Defektoskopia i kontrola wyrobów		TAK	Niszczące i nieniszczące metody badania wyrobów; metody defektoskopii i kontroli technicznej
- Wytwarzanie warstw wierzchnich metodami spawalniczymi		TAK	Poznanie właściwości i zastosowań wytworzonych warstw metodami spawalniczymi
Przedmiot obieralny 3	2	TAK	
- Spektroskopia oscylacyjna i rotacyjna biomateriałów		TAK	Metody badań biomateriałów z wykorzystaniem spektroskopii oscylacyjnej
- Fizyka środowiska		TAK	Opis procesów z różnych zagadnień dotyczących środowiska
Przedmiot obieralny 4	2	TAK	

- Metody fizyczne w medycynie		TAK	Opis metod fizycznych stosowanych we współczesnej medycynie, konstrukcji aparatury medycznej stosowanej w diagnostyce i terapii
- Pianki metaliczne – technologie wytwarzania, właściwości i zastosowanie		TAK	Wytwarzanie i charakteryzowanie materiałów
Przedmiot obieralny 5	2	TAK	
- Materiały optoelektroniczne		TAK	Właściwości fizyczne materiałów wykorzystywanych w optoelektronice
- Wybrane zastosowania komputerów kwantowych		TAK	Implementacje wybranych algorytmów kwantowych
Razem	**144**		

II. Informacje uzupełniające

1. Koncepcja kształcenia oraz zgodność efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Politechnika Poznańska jest jedną z wiodących uczelni technicznych w kraju, rozpoznawalną na arenie międzynarodowej. Ugruntowanie tej pozycji możliwe jest poprzez realizację misji Politechniki Poznańskiej polegającej na zachowaniu wysokiej jakości prowadzonych badań naukowych i wdrożeniowych oraz zapewnienie dobrego poziomu kształcenia na wszystkich trzech stopniach realizowanych w ramach uczelni, w bezpośredniej współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym regionu i kraju.

W obszarze kształcenia misja Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, Politechniki Poznańskiej jest ściśle powiązana z misją Uczelni. Bezpośrednim celem kształcenia na Wydziale jest przygotowanie wysokokwalifikowanych specjalistów w szeroko rozumianej inżynierii w ścisłym związku z prowadzonymi badaniami naukowymi i współpracy z rzyszłymi pracodawcami. Podejście takie pozwala na rozwój gospodarczy poprzez transfer nowoczesnych technologii oraz innowacji. W szczególności, misją Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej jest kształcenie kadr w zakresie: szerokorozumianej inżynierii, w tym inżynierii materiałów podbudowanej znajomością fizyki, technik pomiarowych i technologii informatycznych, zgodnie z potrzebami innowacyjnej gospodarki w kraju i regionie oraz popularyzacji wiedzy zarówno technicznej jak i fizycznej. W ramach kształcenia na Wydziale absolwenci uzyskują kompetencje w zakresie materiałów (w tym nowoczesnych materiałów funkcjonalnych i biomateriałów), nanotechnologii, symulacji komputerowych (obejmujących procesy technologiczne oraz właściwości fizykochemiczne różnych układów), optoelektroniki, inżynierii i metrologii kwantowej oraz szeroko rozumianej edukacji techniczno-informatycznej.

Program studiów na kierunku *Fizyka techniczna* pozostaje zgodny z misją Uczelni i wydziału bazując na strategicznych celach kształcenia:

- przygotowanie kadry technicznej do podejmowania wyzwań w obszarze gospodarki, badań naukowych i funkcjonowania w społeczeństwie,
- transferu zaawansowanej wiedzy technicznej do przemysłu,
- rozwój współpracy dydaktycznej i badawczej w regionie, kraju oraz na arenie międzynarodowej,
- ugruntowaniu wysokiej pozycji zarówno Uczelni jak i wydziału w zakresie prac badawczych oraz kształcenia,
- bezpośredni rozwój infrastruktury i kadry naukowo-dydaktycznej wydziału, będącego gwarantem realizacji strategicznych celów kształcenia.

Stosowane na wydziale procedury zapewnienia jakości kształcenia, wykwalifikowana kadra badawczo-dydaktyczna i infrastruktura wydziału gwarantują zachowanie wysokiego poziomu kształcenia, jego warunków i aktualności programu studiów oraz przekazywanych treści programowych. Realizowany program studiów jest efektem bezpośredniej współpracy: pracowników, absolwentów, studentów i interesariuszy zewnętrznych wydziału, a przede wszystkim konsekwencją prowadzonych prac badawczych. W wybranych aspektach wiedzy technicznej w procesie kształcenia wykorzystywani są specjaliści pracujący na innych wydziałach uczelni.

Studia na kierunku *Fizyka techniczna* pozwalają pozyskać wiedzę z zakresu fizyki oraz umiejętność technicznych zastosowań fizyki, opartą na podstawach nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych. Absolwent posiada także podstawową widzę w zakresie szeroko pojętej inżynierii i metrologii. W toku kształcenia student nabywa umiejętności gromadzenia, przetwarzania i przekazywania informacji naukowych, i technicznych oraz identyfikacji, i analizy problemów oraz postawienia hipotezy jego rozwiązania. Absolwent kierunku *Fizyka techniczna*, na podstawie opanowanej wiedzy, jest przygotowany w szczególności do wszechstronnej charakteryzacji nanostruktur, zastosowania nowoczesnych materiałów, technologii wytwarzania i charakteryzacji funkcjonalnych materiałów oraz zna podstawy metrologii i inżynierii kwantowej. Posiada zdolność rozwiązywania problemów badawczo-technologicznych w odniesieniu do zagadnień nanoinżynierii i układów molekularnych. Jest przygotowany w zakresie stosowania nowoczesnych metod oraz technik pomiarowych oraz zapoznaje się z budową, projektowaniem, eksploatacją i działaniem różnorodnej aparatury badawczej oraz pomiarowej dla zastosowań inżynierskich i naukowych. Posiada umiejętności wykorzystywania komputerów do rozwiązywania problemów technicznych na drodze symulacji numerycznych i obliczeń symbolicznych oraz wsparcia metod eksperymentalnych i produkcyjnych. Na kierunku realizowane są także przedmioty powiązane z prowadzoną na Wydziale działalnością badawczą jednocześnie z bezpośrednią współpracą z otoczeniem społeczno-gospodarczym.

Zdobyte na kierunku *Fizyka techniczna* wykształcenie umożliwia absolwentowi podjęcie pracy na stanowiskach wykorzystujących wiedzę z fizyki, także inżynierską dotyczącą: nowych materiałów oraz wysoko rozwiniętych technologii, mających praktyczne zastosowanie w mikroelektronice, optoelektronice, inżynierii kwantowej, biotechnologii i nanotechnologii, a także związanych z rozwojem oprogramowania, nowoczesnymi technikami diagnostycznymi oraz projektowaniem i budową aparatury naukowo-badawczej. Jednym ze strategicznych celów kształcenia na kierunku jest przygotowanie absolwenta do pracy na stanowiskach samodzielnych oraz pracy zespołowej. Absolwenci kierunku *Fizyka techniczna* znajdują zatrudnienie w:

- instytucjach naukowo-badawczych i szkolnictwie wyższym,
- instytucjach wytwarzających i serwisujących wyspecjalizowaną aparaturę pomiarową, medyczną, diagnostyczną i naukową,
- firmach projektowych, handlowych, produkcyjnych,
- w branży informatyczno-technologicznej związanej z prognozowaniem procesów technologicznych, sektorze B+R.

Studenci kierunku *Fizyka techniczna* mogą dodatkowo zwiększać swoje kompetencje w ramach współpracy z instytucjami zewnętrznymi (np. Instytut Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu, Narodowe Centrum Fizyki Jądrowej w Świerku) a także w ramach staży np. realizowanych w ramach programu Erasmus+. Mają oni możliwość uczestniczenia w wymianie studentów z wyższymi uczelniami w Austrii, Francji i Niemczech. Absolwenci kierunku *Fizyka techniczna*,

którzy kontynuowali kształcenie na Wydziale często zostawali laureatami programów Ministra Edukacji i Nauki dla wybitnie uzdolnionych absolwentów studiów pierwszego stopnia lub studentów po ukończeniu trzeciego albo czwartego roku jednolitych studiów magisterskich. W latach 2018-2023 były to np. dwa projekty „Diamentowe Granty" oraz trzy projekty „Perły Nauki". Projekty „Diamentowe Granty" otrzymywali także absolwenci kierunku *Fizyka techniczna*, którzy swoje prace realizowali w Instytucie Fizyki PAN w Poznaniu. Jest to bezpośredni efekt włączania studentów w prowadzoną na Wydziale działalność badawczą.

2. Opis działań na rzecz doskonalenia programu studiów oraz zapewnienia jakości kształcenia

Wydziałowe procedury stosowane do zapewnienia jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej (WIMiFT) Politechniki Poznańskiej (PP) opracowano na podstawie ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz.U. poz. 1668 z dnia 20 lipca 2020, Uchwały Nr 45/2020-2024 Senatu Akademickiego PP z dnia 31 maja 2021 dotyczącej Uczelnianego Systemu Kształcenia oraz zarządzenia JM Rektora PP Nr 21 z dnia 02 czerwca 2021 w sprawie zasięgania opinii studentów, doktorantów na temat procesu kształcenia i absolwentów na temat procesu kształcenia oraz hospitacji zajęć dydaktycznych. Podstawowe zadania procedur jest ustawiczne doskonalenie programu studiów, rozwój infrastruktury oraz kadry dydaktycznej wydziału i realizację polityki promocyjno-informacyjnej.

W procedurach zapewnienia jakości kształcenia na WIMiFT udział biorą wszyscy nauczyciele akademiccy prowadzący zajęcia dydaktyczne na kierunkach studiów, dziekan oraz prodziekan ds. kształcenia wydziału. Równolegle na wydziale działają: Wydziałowa Komisja ds. Kształcenia (WKK), Wydziałowy Zespół ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia (WZZJK), Wydziałowe Zespoły Zadaniowe ds. Efektów Kształcenia (WZZEK) na poszczególnych kierunkach, Zespół Zadaniowy ds. Absolwentów (ZZA) oraz Wydziałowa Komisja Oceniająca Nauczycieli Akademickich (WKONA), które także pełnią określone role w wydziałowych procedurach zapewnienia jakości kształcenia. Członkowie tych komisji i zespołów są powoływani w każdej kadencji przez dziekana i zatwierdzani przez Radę Wydziału. Wszystkie procedury zapewnienia jakości kształcenia są ogólnodostępne na stronie www wydziału: *https://phys.put.poznan.pl/wimft/procedury-jakosci-ksztalcenia.* W ramach wydziałowych procedur zapewnienia jakości kształcenia funkcjonują:

A. Procedury podstawowe:
   1. Monitoring programów studiów
   2. Ocena efektów uczenia się
      - Ocena jakości kształcenia i zapewnienie jakości kadry dydaktycznej
      - Ocena jakości kształcenia na podstawie ankiet uczelnianych w systemie eAnkieta
      - Ocena jakości kształcenia na podstawie ankiet wydziałowych
      - Ocena jakości kształcenia na podstawie hospitacji
      - Ocena planów i zmian w programach studiów przez Samorząd Studentów
      - Ocena pracy dziekanatu WIMiFT i Zintegrowanego Centrum Obsługi
      - Zgłaszanie zmian przez przedstawicieli Rady Interesariuszy Zewnętrznych
   3. Procedury oceniania studentów
      - Egzaminy i zaliczenia ustne
      - Egzaminy dyplomowe
      - Procedura rozwiazywania sytuacji konfliktowych na WIMiFT
      - Procedura zgłaszania konieczności zmian

B. Procedury pomocnicze z grupy „Zasoby nauki”:
    1. Ocena bazy laboratoryjnej
    2. Ocena systemów informatycznych
    3. Ocena zasobów bibliotecznych
C. Procedury pomocnicze z grupy „Informacja”:
    1. Monitorowanie karier absolwentów
    2. Analiza kandydatów na studia
    3. Analiza informacji z punktów A i B

WZZEK wsparte przez specjalistę ds. procesu dydaktycznego na wydziale odpowiedzialne są za przygotowywanie programów studiów oraz ewentualnych zmian w programach. Zmiany programów studiów mogą wynikać bezpośrednio z ich doskonalenia z uwagi na realizację procesu dydaktycznego, bieżących potrzeb otoczenia społeczno-gospodarczego i rynku pracy, rozwojem kadry badawczo-dydaktycznej oraz infrastruktury wydziału. W realizacji doskonalenia programu studiów wykorzystywane są procedury zawarte w wydziałowych procedurach zapewnienia jakości kształcenia oraz uzyskane z nich informacje (monitorowanie karier absolwentów, konsultacje z interesariuszami zewnętrznymi, zgłoszenie konieczności dokonania zmian). Opracowane zmiany w programie studiów WZZEK przedstawia do zaopiniowania: WZK, interesariuszom zewnętrznym oraz Wydziałowej Radzie Samorządu Studenckiego (WRSS) WIMiFT. Po uzyskaniu pozytywnych rekomendacji zmiany w programie studiów dyskutowane są oraz zatwierdzane w formie głosowania na Radzie Wydziału (RW) i w przypadku pozytywnej decyzji RW zmodyfikowany program studiów kierowany jest do Uczelnianej komisji ds. kształcenia w celu dalszego procedowania przez Senat Uczelni.

Nadzór nad realizacją programów studiów na WIMiFT prowadzą WZZEK odpowiednie dla kierunków: ETI, FT i IM oraz WKK. W skład zespołów zadaniowych wchodzą doświadczeni nauczyciele akademiccy, prodziekan ds. kształcenia oraz przedstawiciele studentów. Zespoły te brały także udział w opracowaniu efektów uczenia się dla wymienionych kierunków w ramach Polskiej Ramy Kwalifikacji. Wszelkie informacje i opinie dotyczące programu studiów oraz zakresu materiału (treści programowych) przekazywane są bezpośrednio do WZZEK. W ocenie osiąganych efektów uczenia się na kierunkach uczestniczą: nauczyciele akademiccy, prodziekan ds. kształcenia dziekan i Rada Wydziału. Podstawą procesu oceniania studentów jest Regulamin studiów I i II stopnia kształcenia uchwalony przez Senat Politechniki Poznańskiej. W ramach WZZEK weryfikowana jest także spójność treści programowych i programu studiów na podstawie opisów kart przedmiotów i innych dostępnych źródeł z grupy informacje.

Ocena jakości kształcenia i kwalifikacji kadry dydaktycznej dokonywana jest poprzez analizę: danych zawartych w ankietach ogólnouczelnianych (system eAnkieta), wydziałowych ankietach i hospitacjach zlecanych na podstawie rekomendacji WZZJK, ankietach dotyczących przebiegu studiów analizowanych przez ZZA, a także informacji zawartych w arkuszu oceny nauczyciela akademickiego. WZZJK proponując nauczycieli akademickich (przedmioty i formy zajęć) do ankietowania i hospitacji, bierze pod uwagę: czas od poprzedniej ewaluacji prowadzącego, planowany awans nauczyciela akademickiego, opinię bezpośrednich przełożonych oraz studentów (także danych uzyskanych z ankiet) i WRSS. Dodatkowo ZZA organizuje ankiety wśród absolwentów po ostatnim semestrze studiów I i II stopnia kształcenia i opracowuje raporty dla każdego stopnia kształcenia i kierunku.

eAnkieta jest wewnętrznym systemem Uczelni do okresowej (semestralnej) kontroli jakości kształcenia poprzez uzyskanie informacji zwrotnej od studentów o realizowanych zajęciach

dydaktycznych i ich prowadzących. Zakres pytań jest jednolity dla całej PP. Ocena jakości kształcenia na podstawie ankiet wydziałowych, przeprowadzanych anonimowo, ma na celu monitorowanie i poprawę jakości kształcenia na poszczególnych kierunkach studiów. Ankietowaniem zajmują się członkowie WZZJK (dopuszczalne jest ankietowanie w trybie zdalnym z wykorzystaniem platformy eKursy), a wyniki opracowywane są przez prodziekana ds. kształcenia i wykorzystywane m.in. jako jeden z elementów oceny jakości kadry dydaktycznej. Wyniki ankiet, przekazywane są przez prodziekana dyrektorom Instytutów oraz indywidualnie nauczycielowi akademickiemu podlegającemu ankietowaniu, który ma możliwość wyciągnięcia odpowiednich wniosków dotyczących poprawy sposobu prowadzenia zajęć dydaktycznych jeśli to konieczne.

Procedura hospitacji zajęć dydaktycznych jest określona w Uchwale Nr 45/2020-2024 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 1 maja 2021 oraz zarządzeniu JM Rektora PP nr 21 z dnia 02 czerwca 2021 w sprawie zasięgania opinii studentów, doktorantów i absolwentów oraz hospitacji zajęć dydaktycznych. WZZJK w porozumieniu z prodziekanem ds. kształcenia opracowuje plan hospitacji do 30 października w przypadku semestru zimowego i do 30 marca w przypadku semestru letniego. Za przygotowanie planu hospitacji odpowiada przewodniczący WZZJK. Głównymi przesłankami decydującymi o wyborze osób i przedmiotów poddanych procedurze są: wyniki oceny zajęć przez studentów (ankiety), wyników okresowej oceny nauczycieli akademickich oraz innych okoliczności (np. realizacja danej formy zajęć po raz pierwszy, planowane zatrudnienie na innym stanowisku, zgłoszenie sytuacji konfliktowych). W planie hospitacji zawarte są dane dotyczące zajęć (poziom kształcenia, tryb studiów, kierunek, specjalność, semestr, nazwa przedmiotu, forma zajęć, miejsca ich prowadzenia oraz nazwiska hospitowanych pracowników). Za wybór osoby hospitującej odpowiedzialny jest dyrektor instytutu pracownika, który otrzymuje plan hospitacji po jego zatwierdzeniu przez WZZJK. Pracownicy dziekanatu WIMiFT oraz Zintegrowanego Centrum Obsługi (ZCO) podlegają okresowej ocenie, która zarządzana jest przez prodziekana ds. kształcenia w porozumieniu z WZZJK i ankietowanie ma charakter zdalny.

W procedurze oceniania studentów uczestniczą przede wszystkim nauczyciele akademiccy oraz komisje przeprowadzające egzaminy dyplomowe, a ponadto WZZEK, WZK oraz prodziekan ds. kształcenia. Formy oceny studentów mogą być różnorodne w zależności od formy prowadzonych zajęć i obejmują: odpowiedź ustną, odpowiedź pisemną, test weryfikujący (także z wykorzystaniem platformy eKursy), prezentacje wybranego zagadnienia na forum grupy, ocenę protokołów zajęć laboratoryjnych lub ocenę wykonanego projektu lub programu. Szczegółowy sposób weryfikacji efektów uczenia się zdefiniowany został w aktualnym Regulaminie Studiów I i II stopnia, zatwierdzonym przez senat PP.

Cykliczna ocena bazy laboratoryjnej oraz systemów informatycznych dokonywana jest przez dziekana w porozumieniu z prodziekanem ds. kształcenia i WZZJK. Ocena przygotowywana jest na podstawie informacji przekazywanych przez opiekuna pracowni lub wyznaczonego przez dziekana pracownika wydziału, a także opinii nauczycieli akademickich, studentów oraz WZZJK. Wymagane jest, aby kompleksową ocenę bazy laboratoryjnej przeprowadzić raz na 4 lata, a w przypadku zgłoszenia konieczności zamian ocena konkretnego laboratorium realizowana jest w terminie do 30 dni od daty decyzji prodziekana ds. kształcenia.

Ocena zasobów bibliotecznych dokonywana jest przez dziekana w porozumieniu z prodziekanem ds. kształcenia, WZZEK i WZZJK, a także członkami Rady Bibliotecznej PP ze strony wydziału na podstawie zgłoszenia konieczności zmian. Ocena przygotowywana jest na podstawie opinii nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia dydaktyczne na Wydziale, opinii

studentów wyrażonych w ankietach, opinii pracownika biblioteki wydziałowej oraz informacji posiadanych przez dziekana i prodziekana ds. Kształcenia, a także WZZJK. Zwracana jest także uwaga pracownikom dydaktycznym wydziału na coroczną akcję uzupełnienia bazy literaturowej przez Bibliotekę Centralną PP, co wymaga terminowego wypełnienia stosownego formularza i przesłanie do odpowiedniego organu.

3. Opis prowadzonej działalności naukowej w dyscyplinie lub dyscyplinach

Prowadzenie działalności dydaktycznej na poziomach kwalifikacji 6 - 8 PRK wymaga prowadzenia badań naukowych na wysokim poziomie. O poziomie naukowym kadry badawczo-dydaktycznej świadczy uzyskana w roku 2022 kategoria A+ w dyscyplinie Inżynieria materiałowa. Działalność naukowa pracowników jest bardzo szeroka i obejmuje poza inżynierią materiałową także fizykę i inżynierię w szerszym rozumieniu. W ramach dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa, reprezentowanej przez około 50 badaczy, wyróżnia się następujące główne obszary priorytetowe badań, będące jednocześnie kierunkami rozwoju dyscypliny.

1. Badania nanomateriałów i nanoukładów

Szeroko rozumianą intencją podejmowanych w zakresie badań nanomateriałów i nanoukładów wysiłków, pozostaje ukierunkowane działanie zmierzające do opracowywania technologii nowych materiałów, na poziomie molekularnym o zaprojektowanej strukturze, właściwościach i potencjalnych zastosowaniach. Tematyka budzi zainteresowanie wielu dziedzin nauki, obejmujących m.in.: inżynierię materiałową, fizykę, chemię, biotechnologię, medycynę. Otwiera to tym samym wiele obszarów aplikacyjnych wpływających potencjalnie na rozwój i innowacyjność gospodarki w wielu aspektach jej funkcjonowania. Prowadzone badania w obszarze nanomechaniki i nanotribologii, ukierunkowane pozostają na badania właściwości mechanicznych układów molekularnych oraz nanostruktur za pomocą spektroskopii sił atomowych, a także badania mechanizmów tarcia w skali nanometrowej. W zakresie obszaru fotofizyki i fotochemii molekularnej główne zainteresowanie pozostaje skupione na układach dla fotowoltaiki w oparciu o nowoczesne materiały na bazie organiczno-nieorganicznych perowskitów, które zapewnić mogą oczekiwaną wydajność komórki fotowoltaicznej. Wiąże się to m.in. z rozwinięciem technologii cienkich, transparentnych elektrod węglowych stosowanych w fotowoltaice oraz w ogniwach litowo-jonowych. Przewiduje się również kontynuowanie badań barwników porfirynowych i ich pochodnych jako potencjalnych fotouczulaczy molekularnych dla terapii/diagnostyki fotodynamicznej, a także badań hybrydowych koniugatów typu oligomery RNA/DNA oraz nanocząstek metalicznych z barwnikami organicznymi dla aplikacji w nowoczesnej medycynie. Niewątpliwie kluczowymi w ujęciu ogólnym tego obszaru, pozostają również badania powierzchni w nanoskali. Należy tym samym wyróżnić dodatkowo zagadnienia badań właściwości strukturalnych oraz elektronowych powierzchni i nanostruktur ciał stałych – w szczególności podstawowych relacji pomiędzy wielkością, orientacją i strukturą nanoobiektów a ich właściwościami fizyko-chemicznymi w nanoskali. Istotnym aspektem jest także wytwarzanie i badanie nanostruktur krzemków i germanków metali, niskowymiarowych struktur cząsteczek organicznych oraz grafenu i materiałów grafeno-podobnych pod kątem ich zastosowań w elektronice o dużej skali integracji.

2. Technologie materiałów funkcjonalnych, wielofunkcyjnych i materiałów o projektowanych właściwościach.

Wyróżniony obszar obejmuje swoim zakresem opracowanie technologii i badania nowych materiałów, których właściwości zmieniają się w polu elektrycznym, magnetycznym,

elektromagnetycznym, polu temperatury lub polu naprężeń. Badania dotyczą tzw. materiałów inteligentnych, których główne zastosowania to elementy czynne dla elektroniki i mikroelektroniki, sensory, katalizatory reakcji i procesów, aktywatory i konwertery. Dla powyższego obszaru priorytetowego przewiduje się dalsze skoncentrowanie wysiłków na charakterystyce materiałów funkcjonalnych. Kierunkowe działania obejmują zarówno charakteryzację materiałów monokrystalicznych z rodziny wieloskładnikowych roztworów stałych o strukturze perowskitu (znajdujących zastosowanie jako podłoża w procesie wytwarzania warstw epitaksjalnych) oraz materiałów elektrodowych (dla technologii ogniw paliwowych). Do dalszych zawężeń zaliczają się również badania struktury oraz właściwości oscylacyjnych i optycznych wielofunkcyjnych kryształów, cienkich warstw krystalicznych, materiałów mikro-krystalicznych oraz kompozytów polimerowych domieszkowanych jonami ziem rzadkich do zastosowań w optoelektronice i fotonice. Odrębną również grupę stanowią kompozyty nanomateriałów węglowych z drewnem i celulozą dla potencjalnych zastosowań do ochrony środowiska. Działania dodatkowe skupiają się na charakteryzacji polimerów, cieczy jonowych, zawartych w matrycach polimerowych i nanokompozytów polimerowych wykorzystywanych w dziedzinie telekomunikacji, mikrolitografii oraz przemyśle ogniw polimerowych, a także cienkowarstwowych struktur organicznych osadzanych na podłożach stałych oraz heterostruktur półprzewodnikowych do zastosowań w optoelektronice i fotowoltaice. Pobocznym, lecz niezwykle istotnym obszarem, pozostaje również charakteryzacja struktur węglowych w postaci grafenu, grafitu, nanorurek oraz mikro- i nanostruktur diamentowych wytwarzanych metodą HF CVD, a także badania zmodyfikowanych elektrod węglowych do wytwarzania wodnych kondensatorów elektrochemicznych. W obszarze charakteryzacji znajdują również miejsce badania śladów węglowych występujących w produktach zużycia elementów maszyn w wyniku tarcia, jak również badania materiałów farmaceutycznych (leki nowej generacji), układów biomimetycznych oraz biomateriałów występujących w organizmie człowieka lub stosowanych w dziedzinach medycyny, takich jak stomatologia czy ortopedia. W obszarze technologicznym wyróżnić można natomiast prace zmierzające do wytworzenia cienkowarstwowych, półprzewodnikowych sensorów fizycznych, głównie sensorów pola magnetycznego działających w oparciu o efekt Halla oraz efekt nadzwyczajnego magnetooporu z wykorzystaniem ultra cienkich warstw półprzewodnikowych oraz grafenu. Dodatkowemu ujęciu poświęcony pozostaje wątek prac nad optymalizacją (m.in. miniaturyzacją) sensorów śladowych stężeń gazów dla zastosowań w monitorowaniu procesów przemysłowych, w medycynie i biologii oraz detekcji zanieczyszczeń środowiska o dużym potencjale wdrożeniowym badań.

Uzupełnieniem wyróżnionego obszaru priorytetowego pozostaje wytwarzanie mikro- i nanostruktur obejmujące charakterystykę procesów agregacji molekularnej w dwuwymiarowych warstwach otrzymywanych techniką Langmuira i Langmuira-Blodgett (LB) oraz wylewania strefowego tworzonych przez barwniki organiczne. Zaplanowane w powyższy sposób działania pozwalają na badanie procesów adsorpcji i organizacji molekularnej supermagnetycznych nanocząstek w modelowych błonach biologicznych wytwarzanych metodą Langmuira i LB z nasyconych i nienasyconych fosfolipidów. Materiały te są wykorzystywane do zastosowań w medycynie molekularnej, jak również badań barwników organicznych i materiałów o właściwościach ciekłokrystalicznych dla zastosowań w optoelektronice i fotonice oraz technice laserowania randomicznego, a także termotropowych ciekłych kryształów i nanocząstkek dyspergowanych dla potencjalnych zastosowań w optoelektronice.

3. Inżynieria i technologie kwantowe

Wyróżniony kierunek priorytetowy obejmuje badania prowadzone w zakresie przejść zegarowych dla zastosowań w optycznych zegarach atomowych i jądrowych, sensorów kwantowych oraz przejść do chłodzenia laserowego metodami precyzyjnej spektroskopii laserowej (podwójnego rezonansu „laser – mikrofale" na strumieniu swobodnych atomów, fluorescencji indukowanej przez laser w katodzie wnękowej oraz rezonansu magnetycznego z detekcją optyczną). Uszczegółowienie podejmowanych działań uwzględnia zagadnienia fizyki kwantowej w materiałach kwantowych w tym badania zmierzające do wykorzystania swobodnych atomów terbu i holmu w charakterze materiału kwantowego. W szczególności dotyczy to pomiarów czynników Landego, wyznaczanie stałych struktury nadsubtelnej oraz wyznaczanie wartości energii poziomów elektronowych przez identyfikację poziomów w niesklasyfikowanych liniach widmowych, a także propozycje układów poziomów elektronowych do konkretnych aplikacji w dziedzinie technologii kwantowych (chłodzenie laserowe, elektromagnetycznie wymuszona przezroczystość – dla atomu terbu). Dodatkowe uzupełnienie stanowią działania semi-empiryczne badań struktury subtelnej i nadsubtelnej atomów kobaltu i lutetu oraz parametryzacja prawdopodobieństw przejść i czasów życia poziomów elektronowych tych pierwiastków w celu zaproponowania odpowiednich układów chłodzenia, zarówno dla kobaltu, jak i lutetu, w kontekście wytwarzania kondensatu Bosego-Einsteina. Odrębnym zagadnieniem pozostają optyczne zegary atomowe, dla których eksperymentalne i teoretyczne badania struktury nadsubtelnej atomu manganu, a także badania pomocnicze nad realizacją optycznego zegara nuklearnego na izotopie 229Th (w oparciu o powierzchniowo domieszkowane transparentne podłoża, takie jak np. CaF_2), czy też próby wyznaczania metodą pół-empiryczną prawdopodobieństw przejść i czasów życia poziomów elektronowych w atomie chromu. W celu zaproponowania przejścia zegarowego w zakresie podczerwieni oraz schematów jego detekcji badania te, stanowią uzupełnienie rozwijanej w ramach dyscypliny tematyki. Dla zagadnień inżynierii w wyróżnionym obszarze ujęto technologie i materiały do budowy sensorów kwantowych obejmujące prace zmierzające do wyznaczanie zależności sygnału rezonansu magnetycznego z detekcją optyczną (ODMR), a także widm fluorescencji centrów barwnych NV w diamentach od długości fali wzbudzenia laserowego – optymalizacja czułości metody ODMR pod kątem aplikacji w technologiach kwantowych (sensory kwantowe, procesory kwantowe).

4. Zaawansowane spiekane materiały konstrukcyjne i funkcjonalne

Wyróżniony kierunek priorytetowy obejmuje badania dotyczące szerokiej gamy spiekanych materiałów metalicznych, kompozytowych, ceramicznych i nanomateriałów o właściwościach mechanicznych i fizyko-chemicznych, znacznie przewyższających materiały konwencjonalne. Badane układy spiekane stwarzają potencjalną perspektywę rozwoju innowacyjnych technologii materiałowych uwzględniających zaawansowane technologie wytwórcze. Obszar priorytetowy w powyższym zakresie obejmuje w pierwszej kolejności badania oraz wytwarzanie spiekanych mikro i nanostruktur funkcjonalnych. Układy spiekane cechuje możliwość precyzyjnej kontroli stechiometrii i czystości, a niekonwencjonalne metody ich wytwarzania i konsolidacji zapewniają unikatowy zespół właściwości użytkowych i funkcjonalnych. W zakresie rozwiązań materiałowych pozostających w głównym nurcie zainteresowania można wyróżnić bionanomateriały (które charakteryzują się lepszą odpornością na korozje, większą wytrzymałością, a także zdecydowanie lepszą biokompatybilnością). Materiały porowate, w tym pianki metaliczne, (w zakresie mechanizmu wytwarzania pianek metalicznych ze stopów o dobrej biozgodności) i struktury porowate sprzyjające szybkiemu i głębokiemu narastaniu tkanki kostnej, skutkując lepszym posadowieniem implantu w kości. Pobocznym wątkiem, lecz niezwykle istotnym, pozostają badania obejmujące również struktury kompozytowe na osnowach metalicznych wzmacnianych

cząstkami faz twardych i supertwardych, układy perowskitowe i układy wysokoentropowe. W zakresie zasadniczym obszaru priorytetowego wyodrębniono również technologie materiałów do produkcji i magazynowania energii w tym układów zdolnych odwracalnie absorbować wodór (do zastosowań jako ujemna elektroda w ogniwie - nowe źródła energii), a także stopy i związki międzymetaliczne, nowe materiały na elektrody o znacznie większej pojemności magazynowania wodoru i lepszej stabilności pracy oraz materiały dla ogniw z elektrolitem stałym uwzględniające opracowanie samych materiałów i technologii ich wytwarzania.

5. Zaawansowane technologie w inżynierii powierzchni

Wyróżniony kierunek priorytetowy obejmuje badania dotyczące szeroko pojętej inżynierii powierzchni w tym metody modyfikacji warstwy wierzchniej materiałów celem poprawy ich właściwości użytkowych. Analizowane metody oraz opracowywane technologie modyfikacji wyrobów użytkowych, stwarzają realne perspektywy rozwoju innowacyjnych technologii dla wielu sektorów gospodarki oraz przemysłu w tym również ciężkiego, takich jak górnictwo, energetyka, budowa maszyn, lotnictwo czy kosmonautyka. Zakres obszaru priorytetowego uwzględnia modyfikację powierzchni technikami wiązkowymi i wytwarzanie powłok metodami natryskowymi. W ujęciu szczegółowym odnosi to się do wytwarzania warstw modyfikowanych funkcjonalnych o zróżnicowanych względem podłoża właściwościach przy użyciu metod przetopu laserowego, a także wytwarzania powłok metodami natryskowymi w szerokim ujęciu skierowane na przemysł maszynowy. Badania te oparte są o wieloletnią współpracę z sektorem przemysłowym w zakresie wsparcia badawczego jak również wiedzy eksperckiej w zakresie projektów inwestycyjnych i wdrożeniowych firm z całego kraju, znajdujące również wątki badawczo-użytkowe w obszarze biomateriałowym i modyfikacji implantów kostnych. Dodatkowym działaniem pozostaje zwrócenie uwagi na metody modyfikacji powierzchni przy użyciu technik gazowych oraz hybrydowych obróbki z analizą i wytwarzaniem warstw borowanych i boronawęglanych w technologiach gazowych, a także analizą i wytwarzaniem warstw modyfikowanych przy użyciu technologii hybrydowych.

Pracownicy wydziału są aktywnymi naukowcami publikującymi wyniki prac w wysoko punktowanych czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR). w tym np.: Advanced Functional Materials (IF: 19,0; MEiN: 200), Journal of the American Chemical Society (IF: 16,4; MEiN: 200), Nature Communications (IF: 16,6; MEiN: 200), Journal of Materials Chemistry A (IF: 11,9; MEiN: 200), Carbon (IF: 11,3; MEiN: 140), Physical Review Letters (IF: 9,2; MEiN: 200), Science of the Total Environment (IF: 10,8; MEiN: 200), Green Chemistry (IF: 10,2; MEiN: 200). Realizacja misji WIMiFT wymaga angażowania studentów (wytłuszczone nazwiska) w prowadzoną działalność naukową, czego efektem są publikacje naukowe m.in.:

- Michał Kotkowiak, **Michał Mleczko**, „In situ tracked hybridization phenomenon of gold nanorods in monolayer systems", The Journal of Physical Chemistry C - 2024 DOI: 10.1021/acs.jpcc.3c08164
- Dariusz Bartkowski, Aneta Bartkowska, **Joanna Olszewska**, Damian Przestacki, Dariusz Ulbrich, "Stellite-6/(WC+TiC) Composite Coatings Produced by Laser Alloying on S355 Steel", Materials – (2023), vol. 16, iss. 14, s. 5000-1-5000-19
- Daria Piechowiak, **Albert Kania**, **Natalia Łukaszkiewicz**, Andrzej Miklaszewski, „Properties and Microstructure Evaluation in NiAl-xWC (x = 0 − 90 wt.%) Intermetallic-Based Composites Prepared by Mechanical Alloying", Materials – (2023), vol. 16, iss. 5, s. 2048-1-2048-15
- Kamil Kowalski, Mikołaj Kozłowski, **Natalia Łukaszkiewicz**, **Mateusz Kobus**, **Jakub Bielecki**, Mieczysław Jurczyk, "Effect of Indium on the Properties of Mg-Zn-Based Alloys" Metals - 2023, vol. 13, iss. 10, s. 1786-1-1786-14

- Semir El-Ahmar, **Jakub Jankowski**, **Paweł Czaja**, **Wiktoria Reddig**, Marta Przychodnia, Jan Raczyński, Wojciech Koczorowski, “Magnetic Field Sensor Operating From Cryogenics to Elevated Temperatures” IEEE Sensors Letters - 2023, vol. 7, iss. 8, s. 2501904-1-2501904-4
- Maciej J. Szary, **Piotr Radomski**, “Unveiling the Chemical Underpinnings behind the Enhanced Adsorption Interaction of NO2 on MoS2, MoSe2, and MoTe2 Transition Metal Dichalcogenides” The Journal of Physical Chemistry C - 2023, vol. 127, iss. 43, s. 21374-21386
- **Agnieszka Batura**, Łukasz Piątkowski, Emilia Krok, Madhurima Chattopadhyay , “Engineering cell membranes–the effect of pH on the formation, structure, and mobility of biomimetic cell membranes” FEBS Open Bio - 2022, vol. 12, iss. 7, s. 269-270
- Emilia Krok, **Agnieszka Batura**, Madhurima Chattopadhyay, Hanna Orlikowska, Łukasz Piątkowski, “Lateral organization of biomimetic cell membranes in varying pH conditions” Journal of Molecular Liquids - 2022, vol. 345, s. 117907-1-117907-9
- Maciej J. Szary, Dominik Florjan, **Jakub A. Bąbelek**, “Sheet doping for improved sensitivity of HCl on MoTe2”, Surface Science - 2022, vol. 716, s. 121964-1-121964-10
- Semir El-Ahmar, Marta Przychodnia, Jankowski Jakub, Rafał Prokopowicz, Maciej Ziemba, Maciej Jan Szary, **Wiktoria Reddig**, Jakub Jagiełło, Artur Dobrowolski, Tymoteusz Ciuk,” The Comparison of InSb-Based Thin Films and Graphene on SiC for Magnetic Diagnostics under Extreme Conditions” Sensors - 2022, vol. 22, iss. 14, s. 5258 - 1-5258 – 17
- Jacek Andrzejewski, **Mateusz Markowski,** Mateusz Barczewski,” The Use of Nanoscale Montmorillonite (MMT) as Reinforcement for Polylactide Acid (PLA) Prepared by Fused Deposition Modeling (FDM)—Comparative Study with Biocarbon and Talc Fillers”, Materials - 2022, vol. 15, iss. 15, s. 5202 - 1-5205 – 18
- Maciej J. Szary, **Dominik Florjan**, **Jakub A. Bąbelek**, ”Adsorption and dissociation of NO2 on MoS2 doped with p-block elements”, Surface Science - 2021, vol. 712, s. 121893-1-121893-12
- Jacek Andrzejewski, **Michał Nowakowski**, “Development of Toughened Flax Fiber Reinforced Composites. Modification of Poly(lactic acid)/Poly(butylene adipate-co-terephthalate) Blends by Reactive Extrusion Process”, Materials - 2021, vol. 14, no. 6, s. 1-1523-21-1523
- Jacek Andrzejewski, **Karolina Grad**, **Wojciech Wiśniewski**, Joanna Szulc, “The Use of Agricultural Waste in the Modification of Poly(lactic acid)-Based Composites Intended for 3D Printing Applications. The Use of Toughened Blend Systems to Improve Mechanical Properties” Journal of Composites Science - 2021, vol. 5, iss. 10, s. 253-1-253-27
- Jacek Andrzejewski, **Anna Krawczak**, **Karolina Wesoły**, „Rotational molding of biocomposites with addition of buckwheat husk filler. Structure-property correlation assessment for materials based on polyethylene (PE) andpoly(lactic acid) PLA”, Marek Szostak Composites Part B: Engineering - 2020, vol. 202, s. 108410-1-108410-13
- Mateusz Barczewski, **Paulina Wojciechowska**, Marek Szostak „Mechanical Properties and Structure of Reactive Rotationally Molded Polyurethane - Basalt Powder Composites”, W: Advances in Manufacturing II. Volume 4 - Mechanical Engineering / red. Bartosz Gapiński, Marek Szostak, Vitalii Ivanov - Cham, Switzerland : Springer, 2019 - s. 601-609”
- Mateusz Barczewski, Danuta Matykiewicz, Kamila Sałasińska, **Damian Kozicki**, Adam Piasecki, Katarzyna Skórczewska, Krzysztof Lewandowski, “Poly(vinyl chloride) powder as a

low-cost flame retardant modifier for epoxy composites" International Journal of Polymer Analysis and Characterization - 2019, vol. 24, iss. 5, s. 447-456

- Danuta Stefańska, Marcin Suski, **Anna Zygmunt**, Justyna Stachera, Bogusław Furmann "Tunable single-mode cw energy-transfer dye laser directly optically pumped by a diode laser" Optics & Laser Technology - 2019, vol. 120, s. 105673-1-105673-7
- Andrzej Biadasz, Michał Kotkowiak, Damian Łukawski, **Jakub Jadwiżak**, Karol Rytel, Kamil Kędzierski, „A versatile gas transmission device with precise humidity control for QCM humidity sensor characterizations", Measurement - 2022, vol. 200, s. 111674 - 1-111674 - 7
- Maciej J. Szary, **Dominik Florjan**, **Jakub A. Bąbelek**, „Selective Detection of Carbon Monoxide on P-Block Doped Monolayers of $MoTe_2$", ACS sensors - 2022, vol. 7, no. 1, s. 272-285
- Emilia Piosik, **Paweł Klimczak**, **Marta Ziegler-Borowska, Dorota Chełminiak-Dudkiewicz**, Tomasz Martyński „A detailed investigation on interactions between magnetite nanoparticles functionalized with aminated chitosan and a cell model membrane" Materials Science and Engineering C - 2020, vol. 109, s. 110616-1-110616-9
- Semir El-Ahmar, Wojciech Koczorowski, Artur Poźniak, Piotr Kuświk, Marta Przychodnia, **Jacek. Dembowiak**,. **Włodzimierz Strupiński**, „Planar configuration of extraordinary magnetoresistance for 2D-material-based magnetic field sensors", Sensors and Actuators A: Physical - 2019, vol. 296, s. 249-253

Studenci wydziału również samodzielnie podejmują aktywność w celu pozyskiwania funduszy na badania wnioskując o prestiżowe granty „Perły Nauki" (wcześniej inicjatywa pod nazwą „Diamentowy Grant") w zakresie których z powodzeniem pozyskują finansowanie:

- DI2017 007947 Badanie mechanizmu transportu koefektorów hemoglobiny przez błonę komórkową erytrocytów metodami symulacji komputerowych. **Wojciech Marcinak** (Diamentowy Grant) - 220 000,00 zł
- DI2018 004248 Wykorzystanie mikroskopii emisji wymuszonej do obrazowania układów o bardzo niskiej wydajności fluorescencji, w szczególności wybranych komponentów modelowych błon biologicznych. **Hanna Orlikowska** (Diamentowy Grant) - 220 000,00 zł
- PN/01/0058/2022 Interkalacja CO i CO_2 między warstwami MoS_2 i $MoTe_2$, stabilność oraz wpływ na parametry elektryczne. **Dominik Florjan** (Perły Nauki) - 144 100,00 zł
- PN/01/0059/2022 Śledzenie orientacji przestrzennej środowiskowych sond fluorescencyjnych w błonach komórkowych. **Agnieszka Lester** (Perły Nauki) - 238 546,00 zł
- PN/01/0054/2022 Nanocząstki magnetytu funkcjonalizowane fotouczulaczami w modelowych błonach komórkowych. **Aleksandra Zaryczniak** (Perły Nauki) - 23 9250,00 zł

4. Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia

Od kandydata na kierunek *Fizyka techniczna* oczekuje się predyspozycji do rozwiązywania zagadnień technicznych oraz zainteresowania naukami ścisłymi. Warunki rekrutacji na studia ustalane są na dany rok akademicki. Rekrutacja kandydatów na studia pierwszego stopnia na kierunek *Fizyka techniczna* odbywa się według wspólnych zasad obowiązujących w Politechnice Poznańskiej, na podstawie właściwej uchwały Senatu Akademickiego, w sprawie warunków i trybu przyjmowania na I rok studiów w danym roku akademickim. W uchwale określone jest: postępowanie kwalifikacyjne, przepisy i wzory, limity rekrutacyjne, wymagane dokumenty, wzory dokumentów, harmonogram rekrutacji oraz najczęściej zadawane pytania przez kandydatów i zasady potwierdzania efektów uczenia. Z pominięciem postępowania kwalifikacyjnego na I rok

studiów przyjmowani są finaliści olimpiad stopnia centralnego warunkami i trybem przyjmowania ustalanymi na dany rok akademicki zapisanymi w odpowiedniej uchwale Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej (w roku akademickim 2024/2025 odbywać się będzie zgodnie zasadami rekrutacji podanymi w Uchwale Nr 233/2016-2020 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 10 czerwca 2020 r. *w sprawie zasad przyjmowania na studia w Politechnice Poznańskiej laureatów oraz finalistów olimpiad stopnia centralnego i laureatów konkursów międzynarodowych oraz ogólnopolskich w roku akademickim 2024/2025*).Rekrutacja studentów nie będących obywatelami polski przeprowadzana jest zgodnie z zasadami podanymi w odpowiednim, zarządzeniu. Niezbędne dokumenty do przyjęcia na studia pierwszego stopnia opisane zostały w Art. 69 Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (Dz.U. 2018 poz. 1668). Kandydaci mogą zapoznać się ze szczegółami dotyczącymi rekrutacji na stronie internetowej www.put.poznan.pl/pl/rekrutacja.

5. Przewidywany harmonogram realizacji programu studiów w poszczególnych semestrach i latach cyklu kształcenia.

Harmonogram realizacji programu studiów (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS, E – egzamin).

Lp.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS	E
		O	W	C	L	P		
SEMESTR I								
1	Etyka	15	15				1	
2	Fizyka doświadczalna	120	60	60			9	E
3	Matematyka	105	60	45			8	E
4	Chemia	45	30		15		3	
5	Metody informatyczne w fizyce i technice	45	15		30		3	
6	Podstawy informatyki	45	15		30		3	
7	Podstaw metrologii (wprowadzenie do I pracowni fizycznej)	30	30				2	
8	Komunikacja interpersonalna	15	15				1	
9	Przysposobienie biblioteczne	1		1				
10	Szkolenie BHP	4	4					
	Razem w semestrze I:	**425**	**244**	**106**	**75**		**30**	**2**
SEMESTR II								
11	Wychowanie fizyczne	30		30				
12	Fizyka doświadczalna	120	60	60			9	E
13	Matematyka	60	30	30			5	E
14	Grafika inżynierska	60	15		30	15	5	
15	Materiałoznawstwo	45	30		15		3	
16	I pracownia fizyczna	30			30		2	
17	Mechanika techniczna	60	30	30			5	
18	Przedmiot obieralny humanistyczny I	15	15				1	
	a) Podstawy prawa pracy i zarządzania							
	b) Podstawy informacji biznesowej							
	Razem w semestrze II:	**420**	**180**	**150**	**75**	**15**	**30**	**2**
SEMESTR III								
19	Język obcy	60		60			4	

	Język angielski							
	Język niemiecki							
20	Fizyka kwantowa	75	45	30			6	E
21	I pracownia fizyczna	30			30		2	
22	Laboratorium metod symbolicznych w fizyce	30			30		2	
23	Metody analityczne w fizyce	60	30	30			4	
24	Termodynamika techniczna	45	30	15			4	E
25	Wytrzymałość materiałów	60	30	30			4	
26	Elektrotechnika i elektronika stosowana	60	30		15	15	4	E
27	Wychowanie fizyczne	30		30				
	Razem w semestrze III:	**450**	**165**	**195**	**75**	**15**	**30**	**2**
	SEMESTR IV							
27	Język obcy	60		60			5	E
	Język angielski							
	Język niemiecki							
28	Podstawy konstrukcji inżynierskich	45	30			15	3	
29	II pracowania fizyczna	45			45		3	
30	Automatyka i robotyka	45	30		15		3	
31	Fizyka molekularna	60	30	15	15		4	E
32	Podstawy fizyki fazy skondensowanej	75	45	30			5	E
33	Fizyka atomowa i jądrowa	60	30	30			4	E
34	Konstrukcje optyczne	45	30			15	3	
	Razem w semestrze IV:	**435**	**195**	**135**	**75**	**30**	**30**	**4**
	SEMESTR V							
35	Optyka laserowa	30	15		15		3	
36	Materiały dla zaawansowanych technologii	60	30	15	15		5	E
37	Podstawy nanotechnologii	60	30		30		5	E
38	Podstawy inżynierii kwantowej	60	30	15	15		6	E
39	Komputerowe wspomaganie eksperymentu	60	30		30		4	
40	Podstawy magnetyzmu	15	15				1	
41	Przedmiot obieralny I	60	30		30		4	
	a) Modelowanie komputerowe materiałów w skali atomowej							
	b) Modelowanie i symulacje molekularne							
42	Energetyka jądrowa	30	30				2	
43	Umiejętności informacyjne	2	2					
	Razem w semestrze V:	**377**	**212**	**30**	**135**		**30**	**3**
	SEMESTR VI							
44	Techniki wysokich próżni	60	30		30		4	E
45	Nanotechnologie i materiały funkcjonalne	30	30				2	E
46	Symulacje komputerowe	15	15				1	E
47	Techniki laserowe i aparatura pomiarowa	15	15				1	E
48	Pracownia specjalistyczna inżynierska	90			90		6	
49	Seminarium przeddyplomowe	15				15	2	
50	Ochrona radiologiczna	30	15		15			
51	Praktyka zawodowa						6	
52	Przedmiot obieralny II	30	15		15		2	

	a) Defektoskopia i kontrola wyrobów							
	b) Wytwarzanie warstw wierzchnich metodami spawalniczymi							
53	Przedmiot obieralny III	30	15		15		2	
	a) Spektroskopia oscylacyjna i rotacyjna biomateriałów							
	b) Fizyka środowiska							
54	Przedmiot obieralny IV	30	30				2	
	a) Metody fizyczne w medycynie							
	b) Nowe materiały dla optoelektroniki i innych technologii							
	Razem w semestrze VI:	**345**	**165**		**165**	**15**	**30**	**4**
SEMESTR VII								
55	Seminarium dyplomowe inżynierskie	15				15	4	
56	Praca dyplomowa inżynierska	75				75	14	
57	Pracowania dyplomowa inżynierska	30			30		8	
58	Ochrona własności intelektualnej	15	15				1	
59	Przedmiot obieralny V	30	30				2	
	a) Materiały optoelektroniczne							
	b) Wybrane zastosowania komputerów kwantowych							
60	Przedmiot obieralny humanistyczny II	15	15				1	
	a) Negocjacje w biznesie							
	b) Zarządzanie zespołem pracowniczym							
	Razem w semestrze VII:	**180**	**60**		**30**	**90**	**30**	
	Razem:	**2632**	**1221**	**616**	**630**	**165**	**210**	**18**

6. Karty opisu przedmiotów (karty ECTS) są publikowane na stronie internetowej Politechniki Poznańskiej.