

Zmiany w programie studiów

I. PODSTAWOWE DANE O STUDIACH

1. **Nazwa wydziału:** Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
2. **Nazwa kierunku:** Telekomunikacja
3. **Poziom studiów:** studia drugiego stopnia
4. **Profil studiów:** profil ogólnoakademicki
5. **Forma studiów:** studia stacjonarne
6. **Język prowadzenia studiów:** polski
7. **Dyscypliny naukowe**, do których przypisany jest kierunek (udział procentowy):

Informatyka techniczna i telekomunikacja	-	90% dyscyplina wiodąca
Automatyka, elektronika i elektrotechnika	-	10%

(w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny, wskazuje się dyscyplinę wiodącą, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa efektów uczenia się)

8. W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia:
9. Liczba semestrów studiów: 4
10. Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: magister inżynier

II. Opis zmian w programie studiów:

Przesłanki do wprowadzenia zmian

Aktualizacja programu na kierunku studiów „Telekomunikacja” na II stopniu wynika bezpośrednio z dynamicznego rozwoju tej dyscypliny. Należy zwrócić uwagę, iż w ciągu minionych kilku lat jesteśmy świadkami zachodzących rewolucyjnych zmian w telekomunikacji dotyczących między innymi: rozwoju technik bezprzewodowego dostępu takich jak 5G, ewolucji architektury sieci związanej z wykorzystaniem technik wirtualizacji w kierunku infrastruktury sieciowo-obliczeniowej, ewolucji usług wynikającej z rozwoju technik multimedialnych, przetwarzania danych w chmurze, oraz wykorzystania metod analizy danych bazujących na sztucznej inteligencji, a także stopniowego upowszechnienia rozwiązań Internetu Rzeczy. Powyższy dynamiczny rozwój powoduje również zmianę oczekiwań dotyczących kompetencji absolwentów, co wynika z analizy potrzeb społeczno-gospodarczych.

Aktualizacja programu studiów na kierunku „Telekomunikacja”, w ramach której zmodyfikowano istniejącą specjalność “Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo” (TIC), a także wprowadzono nową specjalność “Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne” (TBM), stanowi istotny element unowocześnienia i uatrakcyjnienia oferty kształcenia na Politechnice Warszawskiej, a zwłaszcza poprawy stopnia jej dopasowania do potrzeb nowoczesnego społeczeństwa. Należy dodać, że od roku akademickiego 2019/20 na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych zmieniono program studiów na kierunku Telekomunikacja na stopniu pierwszym, program był opracowany w ramach projektu “NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”. Program studiów został znacząco zmodyfikowany w stosunku do poprzedniego programu na tym kierunku. Pociągnęło to za sobą konieczność wprowadzenia zmian i dostosowania programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja, tak aby oba programy były do siebie dostosowane i spójne. Konieczność wprowadzenia zmian w programach studiów jest spowodowana dynamicznym rozwojem szeroko rozumianej telekomunikacji, wprowadzaniem nowych technologii, m.in. sieci komórkowych 5G, sztucznej inteligencji bazującej na głębokich sieciach neuronowych, algorytmów uczenia maszynowego, nowych technik w zakresie przetwarzania i kompresji danych multimedialnych. Zmieniają się także oczekiwania dotyczące kompetencji absolwentów kierunku Telekomunikacja, co implikuje konieczność wprowadzenia nowych metod kształcenia w większym stopniu wykorzystujących uczenie projektowe i samodzielne rozwiązywanie problemów.

Ogólny opis zmian

W proponowanym programie studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja jednym ze sposobów osiągnięcia celów jest zamiana części zajęć prowadzonych w tradycyjny sposób na inne formy kształcenia. Chodzi przede wszystkim o zajęcia zintegrowane (np. połączenie wykładu z demonstracjami), nauczanie zorientowane na rozwiązywanie problemów, zajęcia projektowe. Pozwala to na dostosowanie się do oczekiwań studentów i zwiększa atrakcyjność studiów. Ponadto, w bardziej efektywny sposób przekazuje się zaawansowaną wiedzę i kształtuje umiejętności.

Istotną kwestią jest dostosowanie nowych kierunków studiów i specjalności do potrzeb rynku pracy. Potrzeba ta była bezpośrednią motywacją prac mających na celu unowocześnienie i zrjonalizowanie programu studiów. Zauważalnie szybki postęp technologiczny w obszarze rynku usług ICT (ang. *Information and Communication Technologies*) musi bowiem znaleźć odzwierciedlenie w aktualnie wykładanych treściach. Student musi mieć poczucie, że przekazywana wiedza jest wartościowa i aktualna, a zdobywane umiejętności przydatne na rynku pracy. Takie samo przeświadczenie musi towarzyszyć przyszłym pracodawcom. Zdefiniowanie efektów uczenia się, które uwzględniają aktualne i przyszłe potrzeby rynku pracy, sprzyja realizacji tych celów. Prowadzi to bezpośrednio do poprawy stopnia dopasowania kompetencji zawodowych do potrzeb gospodarczych i społecznych, a także kształtowaniu tych potrzeb, czyli jednego z kluczowych elementów wskazywanych przez Uczelnię w jej strategii rozwoju. Bliska współpraca z szeroko rozumianym rynkiem pracy przy formułowaniu wymagań i celów dla proponowanego kierunku sprzyja realizacji tego typu działań.

Z przeprowadzonej analizy ofert pracy dla absolwentów kierunku Telekomunikacja wynika, że poszukiwani są kandydaci, którzy poza wiedzą specjalistyczną mają także umiejętności analitycznego myślenia, integracji różnych rozwiązań oraz kreatywnego podejścia przy projektowaniu urządzeń, systemów i sieci. Ważnym aspektem jest także posiadanie tzw. umiejętności miękkich. Są one szczególnie ważne w pracy zespołowej, a także stanowią podstawę efektywnego komunikowania się i wymiany wiedzy z otoczeniem. Z tych powodów opracowana koncepcja kształcenia zakłada wykorzystanie w większym stopniu zajęć o charakterze projektowym. Dodatkowo przewiduje się zwiększenie roli prowadzącego, który zapewnia wsparcie na każdym etapie realizacji projektu.

Wprowadzając wymóg znajomości wśród absolwentów kierunku języka angielskiego na poziomie co najmniej B2+ poprzez konieczność realizacji części oferty z zakresu modelowego programu studiów w tym języku, sprzyja się umiędzynarodawianiu studiów. Jest to zgodne z polityką Wydziału prowadzącego ten kierunek, który to podejmuje wiele inicjatyw w zakresie zwiększania możliwości realizacji międzynarodowych wymian dla studentów, doktorantów i młodych pracowników.

W obszarze współdziałania z otoczeniem społeczno-gospodarczym wskazana jest także potrzeba wprowadzenia zajęć przygotowujących absolwentów do włączenia się w działalność gospodarczą. Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom, w programie kształcenia przewidziano przedmioty dotyczące tworzenia różnych form przedsiębiorczości, a także społecznych, ekonomicznych i prawnych uwarunkowań działalności inżynierskiej i badawczej (dedykowany przedmiot Przedsiębiorczość startupowa).

Realizacja kształcenia na studiach drugiego stopnia będzie się odbywała w ścisłym związku z działalnością naukową pracowników. Zakłada się tym samym wprowadzenie systemu kształcenia elitarnego powiązanego z badaniami. Oznacza to, że studenci będą uczestniczyć w projektach badawczo-rozwojowych. Te cele również mają być osiągnięte poprzez wdrożenie nowego programu studiów, w którym położono duży nacisk na wzmocnienie komponenty wykładanych treści w obszarze nowych technologii i powiązanych z nimi kierunków badań, w tym m.in.: cyberbezpieczeństwo, wysokoprzepustowe technologie bezprzewodowe i przewodowe, multimedia. Są to więc obszary wskazywane jako obszary badawcze szczególnie istotne dla rozwoju kraju i świata – teraz i w najbliższej przyszłości. Zaproponowana oferta dydaktyczna jest przy tym bardziej skorelowana z obecną działalnością naukową prowadzoną na Wydziale. Stanowić to może dla studentów zachętę do włączenia się w realizację prac badawczych. Ponadto, zapewnia się wyższy poziom merytoryczny prowadzonych zajęć, ponieważ wiedzą i umiejętnościami dzielą się specjaliści z danych obszarów tematycznych.

Podsumowując, inicjatywa zmiany programu kształcenia studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja stanowi istotny krok w kierunku unowocześnienia i uatrakcyjnienia oferty edukacyjnej na Politechnice Warszawskiej, a także powiązania programu nauczania z działalnością naukowo-badawczą prowadzoną na Wydziale EiTI. Przedstawiony program jest również w większym stopniu dopasowany do aktualnych i przewidywanych potrzeb

społeczeństwa. Koncepcja kształcenia w ramach zmienionego programu na kierunku Telekomunikacja jest w pełni zgodna z misją i strategią rozwoju Politechniki Warszawskiej. Program studiów obejmuje zagadnienia związane z dynamicznie rozwijającą się dziedziną nauk inżynieryjno-technicznych. Absolwenci kierunku uzyskują wiedzę i umiejętności umożliwiające podjęcie pracy w przedsiębiorstwach prowadzących działalność w szeroko rozumianym obszarze usług telekomunikacyjnych. Są także przygotowani do prowadzenia prac naukowo-badawczych w obszarach związanych z teleinformatyką, cyberbezpieczeństwem, radiokomunikacją lub technikami multimedialnymi.

Odniesienie do działalności naukowej prowadzonej w uczelni w zakresie wskazanych dyscyplin

Studia na kierunku „Telekomunikacja” są związane z dwoma dyscyplinami naukowymi tj. informatyką techniczną i telekomunikacją, która jest dyscypliną wiodącą oraz automatyką, elektroniką i elektrotechniką. W Europie oraz na świecie rozwój Technologii Informatyczno-Komunikacyjnych ICT jest powszechnie uważany za jeden z głównych filarów rozwoju społeczeństwa opartego na wiedzy, który to rozwój dotyka niemal wszystkich obszarów działalności człowieka.

Z tego względu, Politechnika Warszawska w obowiązującej „Strategii rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2020” uznała działalność naukową w obszarze technologii informatycznych oraz fotoniki, które należą do ww. dyscyplin, za priorytetową. Ponadto, Politechnika Warszawska uznała zagadnienia badawcze związane z cyberbezpieczeństwem i analizą danych oraz technologiami fonicznymi za dwa spośród siedmiu Priorytetowych Obszarów Badawczych.

Należy podkreślić, iż działalność naukowa w obszarze telekomunikacji jest z powodzeniem prowadzona na Politechnice Warszawskiej od wielu lat przez Instytut Telekomunikacji oraz Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych. Zespoły badawcze z tych Instytutów posiadają znaczący dorobek naukowy i doświadczenie, prowadzą badania naukowe w wielu obszarach telekomunikacji w ramach ważnych projektów międzynarodowych oraz krajowych, a także efektywnie współpracują z przemysłem, tj. operatorami telekomunikacyjnymi, dostawcami sprzętu, oprogramowania i usług telekomunikacyjnych, o czym świadczą liczne wdrożenia rozwiązań opracowanych na Politechnice Warszawskiej.

Porównanie programów

Dotychczasowy program	Nowy program
Specjalności	
<ul style="list-style-type: none"> - Radiokomunikacja i Techniki Multimedialne (pierwsza rekrutacja 2012z, ostatnia rekrutacja 2020Z) - Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo (pierwsza rekrutacja 2017Z) 	<ul style="list-style-type: none"> - Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne (pierwsza rekrutacja 2021L) - Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo (kontynuacja)
Efekty uczenia się	
<p>Bazują na poprzednio używanych efektach kształcenia z odniesieniami do 7 poziomu PRK</p> <p>Wiedza: 16 Umiejętności: 16 Kompetencje społeczne: 2</p>	<p>Zgodne z 7 poziomem PRK</p> <p>Wiedza: 18 Umiejętności: 15 Kompetencje społeczne: 3</p> <p>Odniesienia do efektów uczenia się zdefiniowanych przez ABET</p> <p><i>Załącznik nr 2 do Uchwały Senatu PW przedstawia tabelę zmodyfikowanych efektów uczenia się</i></p>
Grupy przedmiotów	
<ul style="list-style-type: none"> Przedmioty ekonomiczno-społeczne Przedmioty podstawowe Przedmioty zaawansowane Przedmioty zaawansowane techniczne Dyplomowanie Edycja pracy dyplomowej Wychowanie fizyczne 	<ul style="list-style-type: none"> Egzamin z języka angielskiego Przedmioty ekonomiczno-społeczne (w tym Przedmiot obowiązkowy: Przedsiębiorczość startupowa) Przedmioty podstawowe kierunku Telekomunikacja Przedmioty zaawansowane kierunku Przedmioty zaawansowane techniczne Dyplomowanie
Liczba przedmiotów zawansowanych kierunku	
<p>Specjalność RADIOKOMUNIKACJA I TECHNIKI MULTIMEDIALNE</p> <p>Przedmioty obowiązkowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cyfrowe przetwarzanie sygnałów fonicznych - Kompatybilność elektromagnetyczna - Matematyka w multimedialnych - Projektowanie systemów radiokomunikacyjnych <p>Przedmioty obieralne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adaptive Image Recognition - Analiza i indeksowanie multimedialnych - Analiza pól elektromagnetycznych w urządzeniach wielkich częstotliwości - Analiza semantyczna obrazu i dźwięku - Auditory Acoustics - New Frontiers - Automotive Radars - Badania urządzeń audio - Computational Electromagnetics for Telecommunication - Grafy i sieci - Kompresja danych - Nowe techniki transmisji radiowej - Projektowanie systemów SDR - Projektowanie układów mikrofalowych - Radiowe systemy lokalizacji i identyfikacji - Rozproszone systemy pomiarowo-kontrolne - Słyszenie i percepcja dźwięku - Techniki ultraszerokopasmowe - Teoria i projektowanie anten - Współczesne techniki heurystyczne 	<p>Specjalność TECHNIKI BEZPRZEWODOWE I MULTIMEDIALNE</p> <p>15 przedmiotów zmienionych (w tym 9 nowych, 6 zmodyfikowanych)</p> <p>Przedmioty obowiązkowe nowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Głębokie sieci neuronowe - Projektowanie systemów radiokomunikacyjnych - Techniki radia programowalnego w zastosowaniach - Zaawansowane przetwarzanie danych multimedialnych <p>Przedmioty obowiązkowe zmodyfikowane (ze zmodyfikowanymi efektami uczenia się):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kompatybilność elektromagnetyczna (j. angielski) <p>Przedmioty obieralne nowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej - Podstawy projektowania systemów kosmicznych - Systemy lokalizacji i identyfikacji - Transmisja szerokopasmowa w systemach radiowych - Zaawansowane systemy antenowe <p>Przedmioty obieralne zmodyfikowane (ze zmodyfikowanymi efektami uczenia się):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analiza semantyczna obrazu - Kompresja danych - Projektowanie urządzeń i systemów audio - Słyszenie i percepcja dźwięku - Systemy dźwięku przestrzennego

<p>Specjalność TELEINFORMATYKA I CYBERBEZPIECZEŃSTWO</p> <p>Przedmioty obowiązkowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bezpieczeństwo w cyberprzestrzeni - Programowalne sieci teleinformatyczne - Architektury i techniki sieciowe Internetu - Optymalizacja i analiza sieci teleinformatycznych - Teoria informacji i kodowania - Realizacja algorytmów ochrony informacji - Sieci optyczne i ich bezpieczeństwo <p>Przedmioty obieralne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplikacje kontekstowe Internetu Rzeczy - Bezpieczeństwo sieci teleinformatycznych - Cyfrowy profil użytkownika - Bezpieczeństwo w warstwie fizycznej - Bezprzewodowe systemy i sieci ad-hoc - Aplikacje i usługi Internetu - Metody zarządzania bezpieczeństwem - Modelowanie sieci teleinformatycznych - Oprogramowanie systemów teleinformatycznych - Współczesne systemy telekomunikacji bezprzewodowej - Usługi i aplikacje teleinformatyczne - Projektowanie złożonych systemów cyfrowych - Zaawansowane metody kryptografii z zastosowaniami - Zarządzanie programowalnymi sieciami teleinformatycznymi 	<p>Specjalność TELEINFORMATYKA I CYBERBEZPIECZEŃSTWO</p> <p>17 przedmiotów zmienionych (w tym 9 nowych, 8 zmodyfikowanych)</p> <p>Przedmioty obowiązkowe nowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inteligentne systemy sieciowe (j. angielski) - Metody projektowania infrastruktury sieciowo-obliczeniowej <p>Przedmioty obowiązkowe zmodyfikowane (ze zmodyfikowanymi efektami uczenia się):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bezpieczeństwo w cyberprzestrzeni - Optymalizacja i analiza sieci teleinformatycznych - Przetwarzanie sygnałów i teoria informacji - Kryptografia stosowana - Systemy i sieci światłowodowe <p>Przedmioty obieralne nowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inteligentne czujniki Internetu Rzeczy - Inżynieria oprogramowania sieci i usług krytycznych - Analizy danych i uczenie maszynowe w teleinformatyce - Platformy dla realizacji sieci i usług Internetu - Programowanie .NET - Systemy i sieci czujnikowe - Techniki sieci mobilnych następnej generacji <p>Przedmioty obieralne zmodyfikowane (ze zmodyfikowanymi efektami uczenia się):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplikacje Internetu Rzeczy - Bezpieczeństwo sieci teleinformatycznych - Cyfrowy profil użytkownika <p><i>Załącznik nr 3 do Uchwały Senatu PW zawiera opis nowych i zmodyfikowanych przedmiotów</i></p>
--	---

III. Realizacja programu studiów po zmianach:

Liczba godzin zajęć:	Specjalność TiC 1416 godz. Specjalność TBM 1381 godz.
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	120 ECTS
Procentowy udział liczby punktów ECTS w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów ze wskazaniem dyscypliny wiodącej:	
- dyscyplina naukowa WIODĄCA:	Informatyka techniczna i telekomunikacja 88%
- dyscyplina naukowa:	Automatyka, elektronika i elektrotechnika 12%
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	61 ECTS
Liczba punktów ECTS jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej:	nie dotyczy

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (<i>w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie</i>):	41 ECTS tj. 34 %
Dla studiów o profilu praktycznym: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach przedmiotów/zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (<i>w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie</i>):	nie dotyczy
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (<i>w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie</i>), z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności:	85 ECTS tj. 71 %
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z matematyki	zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z fizyki	zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS języków obcych Przedmioty obowiązkowe w j. angielskim na poziomie B2+	zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej realizacja poprzez prowadzenie przedmiotu w języku angielskim na poziomie B2+.
	4 ECTS
Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	20 ECTS