

**PROGRAM STUDIÓW
energetyka jądrowa**

nazwa kierunku studiów	energetyka jądrowa
nazwa kierunku studiów w języku angielskim / w języku wykładowym	Nuclear Energy
język wykładowy	język polski**
poziom kształcenia	studia pierwszego stopnia
poziom PRK	6
profil studiów	profil ogólnoakademicki
liczba semestrów	7
liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów	210
forma studiów	studia stacjonarne
tytuł zawodowy nadawany absolwentom (nazwa kwalifikacji w oryginalnym brzmieniu, poziom PRK)	inżynier
liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	130
liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS)	5

**Wybrane przedmioty związane z energetyką jądrową prowadzone we współpracy z partnerami zagranicznymi mogą być prowadzone w języku angielskim z zapewnieniem konsultacji w języku polskim

Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, w których prowadzony jest kierunek studiów

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział dyscyplin	Dyscyplina wiodąca (ponad połowa efektów uczenia się)
Nauki ścisłe i przyrodnicze	Nauki fizyczne	88%	Nauki fizyczne
Nauki ścisłe i przyrodnicze	Nauki chemiczne	12%	
Razem:	-	100%	-

Efekty uczenia się zdefiniowane dla programu studiów odniesione do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji na poziomach 6-7 uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4

Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK
Wiedza: absolwent zna i rozumie		
K_W01	w zaawansowanym stopniu – zjawiska i teorie fizyczne, w szczególności leżące u podstaw energetyki jądrowej.	P6S_WG
K_W02	w zaawansowanym stopniu – wybrane aspekty chemii leżące u podstaw energetyki jądrowej.	P6S_WG
K_W03	w zaawansowanym stopniu – matematykę wyższą w zakresie niezbędnym do ilościowego opisu, zrozumienia i modelowania zjawisk i problemów fizycznych o średnim poziomie złożoności.	P6S_WG
K_W04	w zaawansowanym stopniu – metody obliczeniowe stosowane do rozwiązywania typowych problemów fizycznych oraz przykłady praktycznej implementacji tych metod z wykorzystaniem narzędzi informatycznych.	P6S_WG
K_W05	w zaawansowanym stopniu – metody obliczeniowe i narzędzia informatyczne stosowane w energetyce jądrowej.	P6S_WG
K_W06	w zaawansowanym stopniu – budowę i działanie aparatury naukowej i sprzętu laboratoryjnego wykorzystywanego w fizyce i chemii w związku z ich zastosowaniem w energetyce jądrowej.	P6S_WG
K_W07	w zaawansowanym stopniu – budowę i działanie urządzeń pomiarowych związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa radiologicznego.	P6S_WG
K_W08	w zaawansowanym stopniu – najważniejsze aspekty energetyki jądrowej	P6S_WG
K_W09	zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, w tym pracy laboratoryjnej.	P6S_WK
K_W10	uwarunkowania prawne i etyczne związane z działalnością naukową.	P6S_WK
K_W11	uwarunkowania prawne i etyczne związane z energetyką jądrową.	P6S_WK

K_W12	pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego.	P6S_WK
K_W13	współczesne technologie informacyjne i komunikacyjne w zakresie pozwalającym na pozyskiwanie i przetwarzanie informacji z różnych źródeł.	P6S_WK
K_W14	podstawy typowych technologii inżynierskich z zakresu energetyki jądrowej, a także podstawowe aspekty cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych związanych z energetyką jądrową.	P6S_WG
K_W15	podstawy społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	P6S_WK
K_W16	podstawy zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej.	P6S_WK
Umiejętności: absolwent potrafi		
K_U01	analizować problemy w fizyce i chemii oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane twierdzenia i metody.	P6S_UW
K_U02	planować i wykonywać analizy ilościowe w fizyce i chemii oraz formułować na tej podstawie wnioski jakościowe.	P6S_UW
K_U03	planować i wykonywać badania doświadczalne lub obserwacje w fizyce i chemii oraz analizować ich wyniki.	P6S_UW
K_U04	stosować metody numeryczne do rozwiązywania problemów fizycznych przy użyciu wybranych języków programowania i pakietów oprogramowania.	P6S_UW
K_U05	przedstawić w zrozumiały sposób określony problem z zakresu fizyki, chemii i energetyki jądrowej wraz ze sposobami jego rozwiązania.	P6S_UK
K_U06	komunikować się skutecznie ze specjalistami i niespecjalistami w zakresie fizyki, chemii i energetyki jądrowej.	P6S_UK
K_U07	uczyć się samodzielnie.	P6S_UU
K_U08	realizować działania zespołowe, przyjmując różne role, w tym lidera zespołu.	P6S_UO
K_U09	przygotować typową pracę pisemną w formie prostej rozprawy naukowej z zakresu fizyki, chemii energetyki jądrowej, w języku polskim i angielskim, z zastosowaniem narzędzi komputerowych.	P6S_UK
K_U10	przygotować wystąpienie ustne z zakresu fizyki, chemii i energetyki jądrowej, w języku polskim i angielskim, z zastosowaniem narzędzi komputerowych.	P6S_UK
K_U11	komunikować się w mowie i piśmie na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, ze szczególnym uwzględnieniem terminologii fizycznej, chemicznej oraz stosowanej w energetyce jądrowej.	P6S_UK
K_U12	korzystać ze współczesnych technologii cyfrowych do zdobywania informacji i komunikowania się.	P6S_UK
K_U13	dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym, ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego praktycznego zadania inżynierskiego oraz zaprojektować oraz zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla energetyki jądrowej, używając właściwych metod, technik i narzędzi.	P6S_UW

K_U14	dostrzegać – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – ich aspekty systemowe i pozatechniczne.	P6S_UW
Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do		
K_K01	uczenia się przez całe życie.	P6S_KK
K_K02	pracy w zespole, w tym do odpowiedniego określenia priorytetów służących realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	P6S_KO
K_K03	rozstrzygania związanych z wykonywaniem zawodu dylematów natury merytorycznej, metodologicznej, organizacyjnej i etycznej.	P6S_KR
K_K04	przyjęcia odpowiedzialności związanej ze społecznymi aspektami stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności.	P6S_KR
K_K05	działania w sposób przedsiębiorczy.	P6S_KO
K_K06	przyjęcia odpowiedzialności za pozatechniczne aspekty i skutki działalności w zakresie energetyki jądrowej, w tym jej wpływu na środowisko.	P6S_KR

OBJAŚNIENIA

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów tworzą:

- litera K – dla wyróżnienia, że chodzi o efekty uczenia się dla programu studiów,
- znak _ (podkreślnik),
- jedna z liter W, U lub K – dla oznaczenia kategorii efektów (W – wiedza, U – umiejętności, K – kompetencje społeczne),
- numer efektu w obrębie danej kategorii, zapisany w postaci dwóch cyfr (numery 1-9 należy poprzedzić cyfrą 0).

Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Matematyka I	60			90				30	180	14	K_W03, K_U01, K_K01	
lub												
Analiza I oraz Algebra z geometrią I	60			60				30	120	9		
	30			30					60	5		
Treści programowe	Wprowadzenie do podstaw matematyki. Liczby zespolone. Przestrzenie wektorowe. Funkcje elementarne. Granica i ciągłość funkcji jednej zmiennej. Różniczkowanie i całkowanie funkcji jednej zmiennej. Ciągi i szeregi.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwium lub kolokwia śródsesemestralne, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Fizyka I (mechanika)	45			60				15	120	9	K_W01, K_U01, K_U02, K_U05, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Wykład z pokazami. Opis ruchu w fizyce. Zasady dynamiki dla prostych i złożonych układów fizycznych. Wprowadzenie do szczególnej teorii względności.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwium lub kolokwia śródsesestralne, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Wstęp do energetyki jądrowej**	30								30	3	K_W01, K_W02, K_W07, K_W08, K_W14, K_U05, K_U06, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Podstawy fizyczne działania reaktora jądrowego, ewolucja technologii reaktorów jądrowych, etapy cyklu paliwowego, problematyka gospodarki wypalonym paliwem jądrowym, społeczne i ekonomiczne aspekty energetyki jądrowej. Bezpieczeństwo pracy elektrowni jądrowej, klasyfikacja wypadków jądrowych, systemy zabezpieczeń w eksploatowanych elektrowniach jądrowych. Analiza wybranych zdarzeń w obiektach jądrowych, w tym awarii w Czarnobylu i w Fukushima.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny											
Technologie informacyjne i komunikacyjne z elementami programowania				45					45	3	K_W06, K_W13, K_U04, K_U12	
Treści programowe	Omówienie technologii komunikacyjnych i informacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem ich stosowania w badaniach naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne i nauki fizyczne. Wprowadzenie do systemu operacyjnego. Elementy programowania użyteczne w zastosowaniach fizycznych i chemicznych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę											
Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy	4								4	0,5	K_W09, K_U03, K_K03	
Treści programowe	Bezpieczeństwo i Higiena Pracy.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											
Podstawy ochrony własności intelektualnej	4								4	0,5	K_W10, K_W12, K_U09, K_U10, K_K03, K_K04	
Treści programowe	Tematyka zajęć skoncentrowana jest wokół zagadnień związanych z prawem autorskim oraz ochroną własności przemysłowej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											

**Wybrane przedmioty związane z energetyką jądrową prowadzone we współpracy z partnerami zagranicznymi mogą być prowadzone w języku angielskim z zapewnieniem konsultacji w języku polskim

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 383

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): min. 2913

Rok studiów: pierwszy
Semestr: drugi

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Matematyka II	60			90				30	180	14	K_W03, K_U01, K_K01	
lub								ćwiczenia				
Analiza II oraz Algebra z geometrią II	60			60				wykładowe	120	9		
	30			30					60	5		
Treści programowe	Metody matematyczne powszechnie stosowane w fizyce i chemii. Analiza wektorowa. Funkcje jednej i wielu zmiennych rzeczywistych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwium lub kolokwia śródsesemestralne, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Fizyka II (elektryczność i magnetyzm)	45			60				15	120	9	K_W01, K_U01, K_U02, K_U05, K_K01	nauki fizyczne
								ćw. wykładowe				
Treści programowe	Oddziaływania elektryczne i magnetyczne w próżni i w materii. Prądy, pola i fale elektromagnetyczne.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwium lub kolokwia śródsesemestralne, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											

Energetyka jądrowa**	30								30	3	K_W01, K_W02, K_W07, K_W08, K_W14, K_U05, K_U06, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Terminologia reaktorów jądrowych, teoria i technologia fizyki reaktorowej, dynamika rdzenia, paliwa do reaktorów jądrowych, różne typy reaktorów jądrowych (paliwa i chłodziwa), reaktory PWR, BWR, HTR, własności fizykochemiczne głównych komponentów reaktorów termicznych jak m.in. zbiornik reaktora, rdzeń, osłona, wymiennik ciepła, skraplacz, chłodziwo, moderator, materiały kontrolne (np. pręty kontrolne), tworzenie energii elektrycznej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny											
Fizyka jądrowa	30			30					60	4	K_W01, K_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Podstawowe pojęcia i modele stosowane w fizyce jądrowej. Własności jąder atomowych: masa i energia wiązania, rozmiar, kształt, czas życia, sposób rozpadu. Modele opisujące własności jąder prowadzące do ich przemian promieniotwórczych: model kropłowy, model powłokowy, modele kolektywne. Teoretyczny opis przebiegu procesów rozpadu alfa, beta, gamma i rozszczepienia. Wielkości charakteryzujące wzajemne oddziaływania jąder atomowych: przekrój czynny i różniczkowy przekrój czynny, ciepło reakcji oraz obowiązujące zasady zachowania. Rodzaje i przebieg oddziaływań jąder atomowych i ich znaczenie w poznawaniu własności jąder i produkcji nowych nuklidów.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny											

**Wybrane przedmioty związane z energetyką jądrową prowadzone we współpracy z partnerami zagranicznymi mogą być prowadzone w języku angielskim z zapewnieniem konsultacji w języku polskim

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 390

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): min. 2913

Rok studiów: drugi
Semestr: trzeci

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Fizyka III (drgania i fale)	45			45					90	7	K_W01, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Drgania prostych układów fizycznych oraz podstawowe własności fal rozchodzących się w ośrodkach sprężystych i fal elektromagnetycznych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwium lub kolokwia śródsesemestralne, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Matematyka III	60			60					120	9	K_W03, K_U01, K_K01	
lub Analiza III	60			60					120	9		
Treści programowe	Elementy geometrii różniczkowej. Analiza zespolona. Elementy teorii dystrybucji, transformata Fouriera.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwium lub kolokwia śródsesemestralne, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											

Analiza niepewności pomiarowych	20								20	2	K_W03, K_U02, K_U03, K_U05, K_K03, K_K04	
Treści programowe	Pojęcie niepewności pomiaru w praktyce laboratoryjnej. Planowanie podstawowych doświadczeń z różnych działów fizyki.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny											
Pracownia fizyczna dla energetyki jądrowej				45					45	4	K_W06, K_W09, K_W10, K_W12, K_U02, K_U03, K_U05, K_U09, K_K03	nauki fizyczne
Treści programowe	Podstawowe typy doświadczeń w zakresie mechaniki, fal elektromagnetycznych i fizyki współczesnej. Ćwiczenia do wyboru. Przedmiot utrwala kompetencje z zakresu ochrony własności intelektualnej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											
Dozymetria i ochrona radiologiczna	45			15					60	4	K_W07, K_U03, K_U05, K_U06, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Wielkości dozymetryczne. Dozymetria promieniowania w środowisku. Kontrola narażenia ogółu ludności. Kontrola narażenia zawodowego. Pomiary kontrolne i techniczne. Dozymetria w medycynie.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
Metody numeryczne	15			45					60	4	K_W04, K_U04, K_U12, K_K01	

lub Metody numeryczne w optyce												
Treści programowe	Sposoby konstruowania algorytmów dla zastosowań w naukach fizycznych, metody ich testowania, ich wady i zalety oraz ograniczenia.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium końcowego i/lub projektu programistycznego											

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 395

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): min. 2913

Rok studiów: drugi

Semestr: czwarty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Mechanika kwantowa	30			45					75	5	K_W01, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Podstawy empiryczne i matematyczne mechaniki kwantowej. Równanie Schroedingera i jego zastosowanie do opisu cząstek. Elementy teorii układów wielu cząstek kwantowych.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Dozymetria i ochrona radiologiczna - laboratorium					30				30	3	K_W02, K_W06, K_W07, K_W09, K_U03, K_U05, K_U06, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Nauka posługiwania się podstawowymi przyrządami dozymetrycznymi wykorzystywanymi w ochronie radiologicznej i przy pomiarach dawek i aktywności w zakładach medycyny nuklearnej i zakładach radioterapii. Dobór przyrządu radiometrycznego w zależności od mierzonego rodzaju promieniowania. Identyfikacja mierzonego promieniowania. Pomiar mocy dawki. Wykreślanie izodoz. Pomiar widm promieniowania. Pomiar osłabienia promieniowania przez przesłony. Pomiar aktywności.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	sprawdziany na zajęciach, zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											
Neutronika	15				15				30	3	K_W01, K_W08, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Wykład obejmuje podstawy fizyki układów, w których, na skutek oddziaływania z neutronami następują jądrowe reakcje łańcuchowe. W szczególności skupia się na zastosowaniu fizyki jądrowej do opisu własności reaktorów jądrowych metodami przybliżonymi takimi jak teoria dyfuzji lub teoria transportu. Omawiane będą analityczne i przybliżone sposoby rozwiązywania zagadnień związanych z reaktorami jądrowymi.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Pracownia elektroniczna dla energetyki jądrowej	6				39				45	3	K_W06, K_W09, K_W10, K_U02, K_U03, K_U05, K_U09, K_U12, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Obwody elektryczne. Elementy elektroniki analogowej i cyfrowej.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń												
Warsztaty z fizyki reaktorów jądrowych**						30				30	2	K_W05, K_W08, K_W14, K_U02, K_U03, K_U04, K_U12, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Kurs obejmuje zagadnienia modelowania matematycznego w fizyce reaktorów jądrowych, analitycznych i numerycznych rozwiązań różnych metod deterministycznych w układach reaktorowych z wykorzystaniem pakietu kodów neutronowych SCALE. Celem kursu jest także zaznajomienie studentów z podstawowymi obliczeniami neutronowymi reaktorów jądrowych dotyczącym bezpieczeństwa krytycznościowego, analizę efektów reaktywnościowych oraz wypalania paliwa jądrowego.												
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium końcowego i/lub projektu												
Cykl paliwowy i gospodarka paliwem jądrowym**	30									30	2	K_W02, K_W08, K_U01, K_K01	nauki chemiczne
Treści programowe	Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych zagadnień związanych z cyklem paliwowym. Omówiona zostanie chemia pierwiastków promieniotwórczych istotnych w energetyce jądrowej. Przedyskutowane zostaną wybrane aspekty pozyskiwania, przetwarzania oraz produkcji paliwa jądrowego, jego przetwarzania i/lub składowania po wypaleniu.												
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny												
Elementy prawa	30									30	2.5	K_W15, K_U14, K_K01, K_K03, K_K04, K_K06	nauki prawne
Treści programowe	Elementy prawa, odpowiedzialność cywilna, umowy i zobowiązania, postępowanie administracyjne. Przedmiot realizuje wymóg co najmniej 5 ECTS z dziedzin nauk humanistycznych lub społecznych.												

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium końcowego										
Polityki energetyczne współczesnych państw		30						30	2	K_W08, K_W11, K_W15, K_U06, K_U10, K_U14, K_K02, K_K03, K_K04, K_K06	nauki o bezpieczeństwie
Treści programowe	Polityki energetyczne oraz planowanie strategiczne w sektorze energetycznym na wybranych przykładach współczesnych państw, reprezentujących różne kontynenty i zróżnicowane kultury energetyczne. Tworzenie długoterminowych strategii rozwoju sektora i kształtowanie polityki energetycznej stanowiących jedno z podstawowych wyzwań we współczesnej gospodarce narodowej i posiadających bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo wewnętrzne. Sytuacji sektora energii w analizowanych państwach. Elementy prawa, odpowiedzialność cywilna, umowy i zobowiązania, postępowanie administracyjne. Przedmiot realizuje wymóg co najmniej 5 ECTS z dziedzin nauk humanistycznych lub społecznych.										
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium końcowego										

Przedmioty ogólnouniwersyteckie *								min. 75	7,5		
Treści programowe	Rozwój kompetencji studenta w dyscyplinach niezwiązanych z kierunkiem studiów.										
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zgodnie z sylabusem przedmiotu										
Wychowanie fizyczne								30	30		
Treści programowe	Rozwój kultury fizycznej studenta.										

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie
--	------------

*W ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich należy uzyskać co najmniej 2 ECTS z przedmiotów związanych z językiem lub kulturą koreańską.

**Wybrane przedmioty związane z energetyką jądrową prowadzone we współpracy z partnerami zagranicznymi mogą być prowadzone w języku angielskim z zapewnieniem konsultacji w języku polskim

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): min. 405

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): min. 2913

Rok studiów: trzeci

Semestr: piąty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Elementy termodynamiki i mechaniki statystycznej	30			30					60	5	K_W01, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
lub Termodynamika	30			30					60	5		
Treści programowe	Elementy termodynamiki. Ciepło, praca, energia wewnętrzna, równowaga termiczna, ciepło właściwe, pierwsza zasada termodynamiki a przemiany gazowe. Procesy odwracalne i nieodwracalne, cykle termodynamiczne, maszyny cieplne, entropia. W wariacie podstawowym wykład z pokazami. W wariacie rozszerzonym również wprowadzenie do mechaniki statystycznej ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki molekularnej.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Pracownia fizyki jądrowej					60				60	4	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K03	nauki fizyczne
Treści programowe	W ramach laboratorium studenci realizują ćwiczenia związane z różnymi aspektami fizyki jądrowej, które wykorzystują właściwości izotopów promieniotwórczych oraz metody pomiaru promieniowania. Ćwiczenia przewidziane w ramach pracowni będą obejmowały następującą tematykę: badanie energii wiązania deuteronu, pomiar widma energetycznego fragmentów rozszczepienia ²³⁸ U wywołanego neutronami termicznymi, pomiar strumienia neutronów, badanie zawartości manganu w stali metodami analizy aktywacyjnej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Przedmiot roczny. Zaliczenie na koniec semestru letniego na podstawie raportów z ćwiczeń											
Warsztaty z fizyki reaktorów jądrowych II**					45				45	4,5	K_W05, K_W08, K_W14, K_U02, K_U03, K_U04, K_U12, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Kurs obejmuje zagadnienia modelowania matematycznego w fizyce reaktorów jądrowych, analitycznych i numerycznych rozwiązań?? różnych metod deterministycznych w układach reaktorowych z wykorzystaniem pakietu SERPENT lub innych programów służących do obliczeń termicznych reaktora.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium końcowego i/lub projektu											
Materiały stosowane w energetyce jądrowej**	30				30				60	4	K_W01, K_W08, K_W14, K_U05, K_U13, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne nauki chemiczne
Treści programowe	Celem wykładu będzie zaprezentowanie podstaw własności materiałów wykorzystywanych w technologiach jądrowych; uszkodzeń?? na skutek oddziaływania promieniowania jonizującego, w szczególności neutronów i ciężkich cząstek naładowanych, z ciałami stałymi; wytworzenia defektów i ewolucji mikrostruktury.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											

Fizykochemia obiegów wodnych reaktorów jądrowych**	30				45				75	6,5	K_W01, K_W02, K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_U06, K_U13, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne nauki chemiczne
Treści programowe	<p>Celem wykładu jest przybliżenie zagadnień związanych z procesami fizycznymi i chemicznymi zachodzącymi w obiegach wodnych reaktorów jądrowych. Omówione zostaną podstawowe zagadnienia związane z opisem zjawisk fizykochemicznych na granicy faz ciało stałe-ciecz oraz radiolizą wody. Szczególny nacisk zostanie położony na opis procesów korozyjnych elementów konstrukcyjnych układu chłodzącego i koszulek paliwa jądrowego.</p> <p>Laboratorium: Laboratorium ma za zadanie przybliżenie treści omawianych podczas wykładu, w tym zagadnień związanych z procesami korozyjnymi metali i ich stopów.</p>											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Wejściówki oraz pisemne raporty z ćwiczeń, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Grafika inżynierska (cz. 1)	20				20				40	3	K_W14, K_U14, K_K02, K_K06	
Treści programowe	Projektowanie CAD.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę na podstawie raportu z projektu											
Przedmioty ogólnouniwersyteckie *									min. 30	3		
Treści programowe	Rozwój kompetencji studenta w dyscyplinach niezwiązanych z kierunkiem studiów.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zgodnie z sylabusem przedmiotu											
Wychowanie fizyczne									30	30		
Treści programowe	Rozwój kultury fizycznej studenta.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											

*W ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich należy uzyskać co najmniej 2 ECTS z przedmiotów związanych z językiem lub kulturą koreańską.

**Wybrane przedmioty związane z energetyką jądrową prowadzone we współpracy z partnerami zagranicznymi mogą być prowadzone w języku angielskim z zapewnieniem konsultacji w języku polskim

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): min. 400

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): min. 2913

Rok studiów: trzeci
Semestr: szósty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Grafika inżynierska (cz. 2)	20				20				40	3	K_W14, K_U14, K_K02, K_K06	
Treści programowe	Projektowanie CAD.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę											
Zarządzanie projektami	30			30					60	4	K_W16, K_U08, K_U14, K_K05, K_K06	
Treści programowe	Organizacja projektu, zarządzanie i praca z zespołem, oszacowania kosztów, optymalizacja procesu, ocena ryzyka, poszukiwanie informacji (w publikacjach, patentach, bazach danych, raportach rządowych itp.).											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Programowanie zaawansowane	15				45				60	6	K_W04, K_U04, K_U12	-

Treści programowe	Rozwój zaawansowanych umiejętności programowania, metod numerycznych oraz korzystania z technologii informacyjnych i komunikacyjnych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny, opcjonalnie egzamin ustny											
Zespołowy projekt studencki - fizyka reaktorów jądrowych							60		60	4	K_W01, K_W04, K_W05, K_W08, K_U02, K_U03, K_U08, K_U09, K_K02	nauki fizyczne
Treści programowe	W ramach przedmiotu grupa studentów wspólnie rozwiązuje zadanie/problem z zakresu fizyki reaktorów jądrowych pod nadzorem opiekuna. Oferowane tematy będą znane w momencie zapisu na kurs, ale wybór konkretnego zadania nastąpi na pierwszych zajęciach. Celem kursu jest dostarczenie studentom doświadczenia ze wspólnej pracy nad projektem, które mogą wykorzystać w pracy zawodowej. Wynikiem rozwiązania jest wspólny raport badawczy i jego obrona (prezentacja). Każdy zespół powinien wybrać lidera, który kieruje pracą i podzielić się zadaniami. W trakcie realizacji projektu badawczego przewiduje się regularne spotkania zespołu z opiekunem, aby monitorować postępy w realizacji zadania i zaangażowanie studentów.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę na podstawie pisemnego raportu z projektu											
Wychowanie fizyczne								30	30			
Treści programowe	Rozwój kultury fizycznej studenta.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											
Praktyki zawodowe								120	120	4,5	K_U08, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05	
Treści programowe	Celem praktyk zawodowych jest zapoznanie studentów z otoczeniem społeczno-gospodarczym właściwym dla kierunku studiów. Praktyki mogą być realizowane w instytucjach badawczych, przedsiębiorstwach i organizacjach, które (i) prowadzą badania naukowe z zakresu nauk fizycznych lub nauk chemicznych, lub (ii) wdrażają lub wykorzystują efekty badań naukowych w ww.											

	dziedzinach - w zakresie związanym z energetyką jądrową, lub (iii) prowadzą działalność związaną z energetyką jądrową. Opiekun praktyk zawodowych lub prodziekan ds. studenckich kieruje studenta na praktyki na jego wniosek. Student może wnioskować do prodziekana ds. studenckich o możliwość realizowania praktyki w formie pracy zawodowej lub działalności gospodarczej, której charakter odpowiada celom i efektom uczenia się zdefiniowanym dla praktyk zawodowych, przedstawiając dokumenty określające zakres działań studenta w pracy zawodowej lub działalności gospodarczej i uzasadniające, że spełnione są opisane wyżej warunki merytoryczne. Praktyki zawodowe mogą być realizowane w miejscach wskazanych przez studentów. Decyzję w tej sprawie podejmuje opiekun praktyk zawodowych lub prodziekan ds. studenckich, biorąc pod uwagę opisane wyżej warunki merytoryczne. Przebieg praktyk zawodowych jest szczegółowo określony porozumieniem z organizatorem praktyk zawodowych, przy czym zakres obowiązków studenta skierowanego na praktyki zawodowe musi obejmować czynności związane z prowadzeniem, wdrażaniem lub wykorzystywaniem badań naukowych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Praktyki zaliczane są na podstawie pisemnego sprawozdania merytorycznego, w którym student przedstawia zakres zadań wykonywanych na praktykach. Sprawozdanie jest potwierdzone przez przedstawiciela organizatora praktyk. Sprawozdanie jest zaopiniowane przez opiekuna praktyk zawodowych lub asystenta opiekuna praktyk zawodowych, którzy proponują ocenę z praktyk.											
Pracownia fizyki jądrowej					30				30	2	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K03	nauki fizyczne
Treści programowe	W ramach laboratorium studenci realizują ćwiczenia związane z różnymi aspektami fizyki jądrowej, które wykorzystują właściwości izotopów promieniotwórczych oraz metody pomiaru promieniowania. Ćwiczenia przewidziane w ramach pracowni będą obejmowały następującą tematykę: badanie energii wiązania deuteronu, pomiar widma energetycznego fragmentów rozszczepienia ²³⁸ U wywołanego neutronami termicznymi, pomiar strumienia neutronów, badanie zawartości manganu w stali metodami analizy aktywacyjnej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Przedmiot roczny. Zaliczenie na koniec semestru letniego na podstawie raportów z ćwiczeń											
Pomiary w reaktorach jądrowych**	15				60				75	5	K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W14, K_U03, K_U14, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Metody eksperymentalne stosowane w określaniu podstawowych parametrów neutronowo-fizycznych i eksploatacyjnych reaktorów jądrowych, ze szczególnym uwzględnieniem metod określania reaktywności, określanie charakterystyk prętów regulacyjnych w reaktorze jądrowym oraz badania dynamiki reaktora jądrowego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny lub ustny											

Termohydraulika**	15			15					30	1,5	K_W01, K_U01, K_U02, K_U14, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Kurs obejmuje podstawową wiedzę na temat mechaniki płynów, przewodzenia ciepła w ciałach stałych oraz przejmowania ciepła przy opływie ciał. Przedstawiony zostanie opis fenomenologiczny i matematyczny procesów wymiany ciepła oraz modelowanie numeryczne wybranych zagadnień. W ramach przedmiotu znajdują się informacje na temat generacji i odbioru ciepła w reaktorach jądrowych, zarówno w stanach eksploatacyjnych jak i awaryjnych. Omówione zostaną elementy obiegów chłodzenia reaktora i działanie czynnych i biernych układów awaryjnego chłodzenia rdzenia. Kurs obejmuje także zajęcia warsztatowe z modelowania procesów cieplno-przepływowych w elektrowni jądrowej z wykorzystaniem wybranego kodu termohydraulicznego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Kolokwium końcowe i/lub raport z projektu											

**Wybrane przedmioty związane z energetyką jądrową prowadzone we współpracy z partnerami zagranicznymi mogą być prowadzone w języku angielskim z zapewnieniem konsultacji w języku polskim

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 505

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): min. 2913

Rok studiów: czwarty
Semestr: siódmy

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Pracownia i praca inżynierska, energetyka jądrowa								150	150	9	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W14, K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_U06, K_U07, K_U09, K_U13, K_K01	nauki fizyczne nauki chemiczne
Treści programowe	Indywidualna praca nad tematem związanym ze współczesnymi badaniami w fizyce lub chemii ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień związanych z energetyką jądrową i procesami zachodzącymi w reaktorach jądrowych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie – złożenie zaakceptowanej pracy inżynierskiej											
Seminarium inżynierskie			30						30	2	K_W08, K_W10, K_W11, K_U05, K_U06, K_U07, K_U10, K_K01, K_K04	nauki fizyczne nauki chemiczne
Treści programowe	Prezentacja problemu naukowego związanego z energetyką jądrową w formie referatu											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę											

Własność intelektualna i przedsiębiorczość z projektem zespołowym	30							60	90	5	K_W12, K_W15, K_W16, K_U08, K_U14, K_K01, K_K05, K_K06	
Treści programowe	Rozwijanie umiejętności komunikacji, negocjacji i pracy w grupie o zróżnicowanych cechach wiedzy i osobowości, myślenia kreatywnego poprzez zastosowanie technik myślenia projektowego „design thinking”, wyszukiwania potencjalnego klienta dla opracowywanej innowacji i szybkiego sprawdzenia prototypu na grupie docelowej, określanie i oceny rynku docelowego dla innowacji, opanowanie wiedzy w zakresie przygotowania prezentacji biznesowej. Ustawa o prawie autorskim, zasady skutecznej prezentacji, myślenia prototypowego, wyceny rynku. Definicja przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, przedsiębiorstw spin-off spin-out. Analiza działalności innowacyjnej i przewagi konkurencyjnej. Uczelnia jako pomoc dla startującej firmy, profesjonalne inkubatory, inkubatory akademickie i technologiczne, parki, sieci transferu technologii.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Prezentacja wyników projektu na zajęciach											
Bezpieczna likwidacja obiektów jądrowych**	30			30					60	4	K_W01, K_W02, K_W07, K_W08, K_W11, K_W14, K_U06, K_U13, K_U14, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne nauki chemiczne
Treści programowe	Celem wykładu będzie opis podstaw fizycznych i prawnych związanych z poszczególnymi etapami likwidacji obiektów jądrowych; zapoznanie się z procedurami likwidacyjnymi uwzględniającymi wymagania bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej; metody dekontaminacji i demontażu systemów jądrowych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Ramy regulacyjne energetyki jądrowej	30								30	2	K_W08, K_W11, K_W15, K_U06, K_U14, K_K03, K_K04, K_K06	nauki prawne
Treści programowe	Omówienie polskiego prawodawstwa oraz prawa i układów międzynarodowych w zakresie pokojowego wykorzystania energii jądrowej i promieniowania jonizującego (w szczególności ustawy Prawo atomowe oraz przepisów wykonawczych do tej ustawy). Prawodawstwo w różnych obszarach regulacji, takich jak proces prowadzący do budowy i uruchomienia elektrowni jądrowej, bezpieczna eksploatacja elektrowni jądrowych i reaktorów badawczych, zarządzanie materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi, ochrona radiologiczna. Elementy prawa, odpowiedzialność cywilna, umowy i zobowiązania, postępowanie administracyjne. Przedmiot realizuje wymóg co najmniej 5 ECTS z dziedzin nauk humanistycznych lub społecznych.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Modelowanie procesów w reaktorach jądrowych**	15			30			30		75	6	K_W05, K_W08, K_W14, K_U04, K_U13, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne nauki chemiczne
Treści programowe	Przedstawienie różnych metod modelowania, modele dyskretne, modele ciągłe. Procesy jądrowe – zmiany składu izotopowego rdzenia, głębokość wypalenia, rozkład strumienia neutronów. Procesy ciepłno-przepływowe – przewodność cieplna, przejmowanie ciepła, przepływy laminarne i turbulenty, jedno- i dwufazowe z wymianą ciepła. Konwekcja i cyrkulacja naturalna. Metody numeryczne: Monte Carlo, różnic skończonych, elementów skończonych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny i pisemny raport z projektu											
Egzamin certyfikacyjny z języka obcego na poziomie B2 lub wyższym										2	K_U11	
Treści programowe	Potwierdzenie umiejętności językowych na odpowiednim poziomie.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny i ustny											

**Wybrane przedmioty związane z energetyką jądrową prowadzone we współpracy z partnerami zagranicznymi mogą być prowadzone w języku angielskim z zapewnieniem konsultacji w języku polskim

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 435

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): min. 2913

Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin, do których przyporządkowano kierunek studiów.

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	48%
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki chemiczne	8%