KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu
Awarie reaktorowe [S2EJ1>AR]

Przedmiot

Kierunek studiów
Energetyka jądrowa

Rok/Semestr
1/2

Studia w zakresie (specjalność)
–

Profil studiów
ogólnoakademicki

Poziom studiów
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu
polski

Forma studiów
stacjonarne

Wymagalność
obieralny

Liczba godzin

Wykład
30

Laboratorium
0

Inne (np. online)
0

Ćwiczenia
15

Projekty/seminaria
15

Liczba punktów ECTS

4,00

Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak
janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Matematyka: funkcje, równania i układy równań algebraicznych, podstawy rachunku prawdopodobieństwa, podstawy rachunku różniczkowego i całkowego na poziomie 6 PRK, rozwiązywanie równań i układów równań algebraicznych, rozwiązywanie prostych równań różniczkowych, zastosowanie rachunku całkowego do obliczania wielkości geometrycznych i fizycznych. Fizyka: zasady zachowania w fizyce, statyka, kinematyka, dynamika, hydrodynamika, wymiana ciepła na poziomie 6 PRK, podstawy fizyki reaktorowej, rozwiązywanie zadań z mechaniki klasycznej, statyki, dynamiki i mechaniki płynów oraz wymiany ciepła.

Cel przedmiotu

Opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu rzeczywistych i potencjalnych awarii reaktorowych, barier na drodze substancji promieniotwórczych do otoczenia, budowy i działania systemów bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, metod oceny ryzyka związanego z działaniem elektrowni jądrowych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:
1. Student zna filozofię i zasady bezpieczeństwa stosowane w energetyce jądrowej.

2. System zna system barier powstrzymujących rozprzestrzenianie się produktów rozszczepienia.
3. Student ma wiedzę o zagrożeniach dla ludności podczas awarii w elektrowniach jądrowych.
4. Student zna międzynarodową skalę zdarzeń jądrowych (INES).
5. Student rozumie przyczyny i przebieg oraz zna skutki dotychczasowych awarii jądrowych.
6. Student zna budowę i rozumie zasadę działania systemów bezpieczeństwa elektrowni jądrowych.
7. Student zna definicje miar niezawodności systemów technicznych.
8. Student ma wiedzę na temat struktur niezawodnościowych systemów technicznych i zna ich właściwości.
9. Student zna metodykę probabilistycznej analizy ryzyka (PRA).

Umiejętności:
1. Student potrafi obliczyć wartości miar niezawodności urządzeń i systemów.
2. Student potrafi oszacować prawdopodobieństwo realizacji łańcucha awaryjnego.
3. Student potrafi zastosowań metodykę drzew logicznych do analizy przebiegu awarii.
4. Student potrafi wykonać obliczenia cieplno-przepływowe systemów awaryjnego chłodzenia rdzenia.
5. Student potrafii przeprowadzić analizę działania systemów obudowy bezpieczeństwa EJ.
6. Student potrafi obliczyć termiczne skutki kryzysu wrzenia i wyznaczyć awaryjny rozkład temperatury w paliwie jądrowym.

Kompetencje społeczne:
1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych 2. Student rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności.
3. Student ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z wpływem energetyki jądrowej na otoczenie.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady
40-minutowe zaliczenie pisemne na ostatnich zajęciach w semestrze. Zaliczenie ma na celu sprawdzenie wiedzy studenta i polega na udzieleniu odpowiedzi na 4 pytania. Lista pytań jest udostępniana studentom na początku semestru. W przypadkach wątpliwych zaliczenie jest rozszerzane o część ustną. Na każdym wykładzie oceniana jest aktywność studentów.
Ćw. audytoryjne
Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności). 60-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe na końcu semestru. Kolokwium ma na celu sprawdzenie umiejetności i polega na rozwiązaniu 2 zadań.
Projekt
Etapowa ocena realizacji kluczowych punktów projektu. Ocena prezentacji i obrony całości projektu.
Warunkiem uzuskania zaliczeń z wykładów i z ćwiczeń audytoryjnych, jest zdobycie minimum 50% z maksymalnej liczby punktów wynoszącej 20. Skala ocen: 0-9 pkt = 2,0; 10-12 pkt = 3,0; 13-14 pkt = 3,5; 15-16 pkt = 4,0; 17-18 pkt = 4,5; 19-20 pkt = 5,0.
Warunkiem zaliczenia projektu jest jego złożenie w wersji elektronicznej i pozytywna obrona.

Treści programowe

Program modułu obejmuje następujące zagadnienia:
1) podstawy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych (filozofia i strategia),
2) system barier powstrzymujących rozprzestrzenianie się produktów rozszczepienia,
3) systemy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych (aktywne i pasywne),
4) klasyfikacja możliwych awarii,
5) międzynarodowa skala zdarzeń jądrowych (INES),
6) strefy bezpieczeństwa wokół elektrowni jądrowej,
7) miary niezawodności systemów technicznych,
8) struktury niezawodnościowe i ich właściwości,
9) podstawy metodyki PRA.

Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1) narażanie ludności podczas awarii w elektrowniach jądrowych.
2) awarie wywołane wzrostem reaktywności.
3) awarie po zaniku zasilania elektrycznego.
4) awarie wywołane zanikiem odbioru ciepła do obiegu wtórnego.
5) awarie spowodowane zanikiem przepływu chłodziwa w rdzeniu.
6) awarie spowodowane rozszczelnieniem obiegu pierwotnego.
7) awarie podczas manipulacji z paliwem.
8) systemy natychmiastowego wyłączenia reaktora.
9) systemy awaryjnego chłodzenia rdzenia.
10) obudowa bezpieczeństwa i jej systemy awaryjne.
11) analiza ryzyka - drzewa zdarzeń, drzewa uszkodzeń.

Program ćwiczeń audytoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:
1) obliczanie prawdopodobieństw realizacji przykładowych łańcuchów awaryjnych,
2) analiza przebiegu awarii metodą drzew uszkodzeń,
3) obliczenia cieplno-przepływowe systemów awaryjnego chłodzenia rdzenia,
4) analiza działania systemów obudowy bezpieczeństwa (zraszania, wentylacji, rekombinacji wodoru),
5) analiza kryzysu wrzenia i obliczanie awaryjnego rozkładu temperatury w paliwie jądrowym,
6) obliczanie zmian ciśnienia i temperatury w obudowie bezpieczeństwa ej w sytuacjach awaryjnych.

Program ćwiczeń projektowych obejmuje następujące zagadnienia:
1) pasywny systemu awaryjnego chłodzenia rdzenia,
2) pompowy system awaryjnego chłodzenia rdzenia,
3) pompowy system zraszania wnętrza obudowy bezpieczeństwa,
4) grawitacyjny system chłodzenia powłoki obudowy bezpieczeństwa.

Metody dydaktyczne

Wykłady: prezentacja multimedialna (w tym: rysunki, zdjęcia, animacje) uzupełniana wyjaśnieniami podawanymi na tablicy.
Ćwiczenia audytoryjne: rozwiązywanie przykładowych zadań z wykorzystaniem edukacyjnego oprogramowania komputerowego oraz programów własnych, inicjowanie dyskusji nad konsekwencjami stosowanych uproszczeń i dokładnością uzyskiwanych wyników obliczeń.
Projekt: praca zespołowa studentów na projektem wybranego urządzenia lub systemu bezpieczeństwa EJ realizowana pod nadzorem prowadzacego.

Literatura

Podstawowa:
1. Strupczewski A.: Awarie reaktorowe, WNT, W-wa 1990.
2. Kubowski J.: Elektrownie jądrowe, WNT, Warszawa 2017.
3. Hrynkiewicz Z. (Red.): Człowiek i promieniowanie jonizujące. PWN, W-wa, 2001.
4. Dobrzyński L. (Red.): Zarys nukleoniki. PWN, W-wa 2017.
5. Smidt D.: Raktor-Sicherheitstechnik, Springer-Verlag, Berlin, Heilderberg, New York 1979.
6. Kiełkiewicz M.: Jądrowe reaktory energetyczne. WNT, W-wa 1978.
7. Masterson R.E., Nuclear Reactor Thermal Hydraulics. An introduction to Nuclear Heat Transfer and Fluid Flow, CRC Press, 2019.

Uzupełniająca:
1. Petrangeli G.: Nuclear Safety. 1st Ed. Butterworth-Heinemann, 2006
2. Elkmann P.: Emergency Planning for Nuclear Power Plants. CRC Press, 2009
3. Murray R.L., Nuclear Energy (6th Ed.), Elsevier, Amsterdam 2009.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	110	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiów/egzaminu, wykonanie projektu)	50	2,00