

**ECTS – Arkusz przedmiotu**

|                                 |   |                         |                           |                    |                          |                 |             |
|---------------------------------|---|-------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------|
| <b>Kod</b>                      | .....   | <b>Nazwa przedmiotu</b> | <b>Energetyka jądrowa</b> |                    |                          |                 |             |
| <b>Prowadzący przedmiot</b>     | <b>Prof. dr hab. inż. Stefan Taczanowski</b>              |                         |                           |                    |                          |                 |             |
| <b>Osoby prowadzące zajęcia</b> | <b>Prof. Stefan Taczanowski, dr inż. Grażyna Domańska</b> |                         |                           |                    |                          |                 |             |
| <b>Klasa przedmiotu</b>         | <b>Specjalnościowy</b>                                    |                         | <b>Rodzaj przedmiotu</b>  |                    | <b>Obowiązkowy</b>       |                 |             |
| <b>Wydział</b>                  | <b>Energetyki i Paliw</b>                                 |                         |                           |                    |                          |                 |             |
| <b>Kierunek</b>                 | <b>Energetyka</b>   |                         |                           |                    |                          |                 |             |
| <b>Rodzaj studiów</b>           | <b>Stacjonarne</b>  |                         | <b>Stopień studiów</b>    |                    | <b>Studia II stopnia</b> | <b>Semestr</b>  | <b>1</b>    |
| <b>Rodzaje zajęć</b>            | <b>Suma</b>   | <b>Wykłady</b>          | <b>Ćwiczenia</b>          | <b>Laboratoria</b> | <b>Seminaria</b>         | <b>Projekty</b> | <b>ECTS</b> |
| <b>Liczba godzin</b>            | <b>45</b>   | <b>30</b>               | <b>15</b>                 | <b>0</b>           | <b>0</b>                 | <b>0</b>        | <b>4</b>    |
| <b>WWW</b>                      |   |                         |                           |                    |                          |                 |             |
| <b>Uwagi</b>                    |   |                         |                           |                    |                          |                 |             |

**Cel przedmiotu - zdobyte umiejętności**

Dostarczenie podstaw zrozumienia działania reaktora jądrowego, zasad jego bezpieczeństwa i transportu neutronów.

**Streszczenie przedmiotu**

Praca reaktorów jądrowych jest oparta na reakcji rozszczepienia wywołanej neutronami. Wydajność tej reakcji określa główne parametry reaktora -reaktywność i krytyczność. Równanie transportu neutronów określa geometrię i skład materiałowy reaktora. Kinetyka reaktora zależy od zmienności bilansu neutronów i ich prekursorów w czasie.

The fission chain reaction is the basic phenomenon of a nuclear reactor. The efficiency of this reaction defines the main parameters of the reactor- criticality and reactivity. The reactor geometry and material composition result from the solution of the neutron transport equation. Reactor kinetics depends on the variation in time of the balance of neutrons and their precursor nuclei.

|   |  |
|---|--|
| <b>Warunki uczestnictwa w przedmiocie</b> | Zgodnie z regulaminem studiów  |
| <b>Forma zaliczenia przedmiotu</b>        | Kolokwium z wykładów, kolokwium z ćwiczeń  |
| <b>Zasada wystawiania oceny końcowej</b>  | Średnia ważona: 0.7 x ocena kolokwium z wykładów + 0.3 x ocena kolokwium z ćwiczeń |

**Program wykładów**

- 1, 2. Wiadomości uzupełniające z fizyki jądrowej.
- 3, 4. Podstawy fizyki reaktorowej: Wprowadzenie do transportu neutronów, równania bilansu neutronów; uproszczenia, równanie dyfuzji, równanie falowe.
5. Wstęp do numerycznych metod obliczeniowych: metody Monte-Carlo, kody transportowe.
6. Kinetyka reaktora, rozruch i wyłączanie. Szumy reaktorowe.
7. Cykl paliwowy energetyki jądrowej. Reaktory jądrowe a środowisko.
8. Zagadnienia bezpieczeństwa jądrowego: Podstawy fizyczne bezpieczeństwa. Współczynniki reaktywności – ujemne i dodatnie, paliwowe i moderatorowe: Dopplerowski, gęstościowy, mocowy. Maksymalna awaria projektowa. System barier. Układy awaryjnego chłodzenia.
9. Zasady bezpieczeństwa – kultura bezpieczeństwa; ochrona dogłębna. Analiza zagrożeń - ocena porównawcza, percepcja.
10. Przykłady i analiza awarii reaktorów.
11. Aspekty nieprolifracji i zabezpieczenia. Fizyka układów nadkrytycznych.
12. Problemy materiałowe, uszkodzenia radiacyjne. Efekt Wignera.

13. Transmutacje jądrowe – alternatywa składowania zużytego paliwa. Układy podkrytyczne, własności.  
14, 15. Pozyskiwanie wodoru przy zastosowaniu energii jądrowej. Symbioza węglowo-jądrowa. Aspekty ekonomiczne.

**Program pozostałych zajęć (ćwiczenia, laboratoria, projekty, seminaria)**

Każde ćwiczenia po 3h

1. Oddziaływania neutronów z materią. Pojęcie przekroju czynnego. Efekt Dopplera.
2. Bilans neutronów , warunki krytyczności . Równanie dyfuzji.
3. Teoria moderacji neutronów (pojęcie letargu) . Wiek Fermiego.
4. Równanie transportu. Reaktor nieskończony i skończony. Wzór czterokładnikowy.
5. Zatrucia w reaktorze. Ksenon. Podstawy kinetyki reaktora.

**Bibliografia**

1. Energetyka jądrowa, Z. Celiński, WNT, 1991.
2. Teoria reaktorów jądrowych, M. Kiełkiewicz, W-wa, PWN.
3. Zadania z fizyki atomowej i jądrowej, I E. Irodow, W-wa, PWN.
4. MCNP Monte Carlo particle transport code system, L.Briesmeister, RSIC, ORNL.
5. T.J. Świerzawski, "Zbiór zadań z teorii reaktorów jądrowych" Skrypty Uczelniane Nr 106 , Politechnika Śląska, Gliwice 1964
6. S. Glasstone, "Podstawy techniki reaktorów jądrowych", PWN, Warszawa 1958