**Nazwa przedmiotu:**

Detekcja sygnałów biomedycznych i jądrowych

**Koordynator przedmiotu:**

Janusz MARZEC

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

DSBJ

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

125

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Radiologia z nukleoniką - RN

**Limit liczby studentów:**

36

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych detektorów promieniowania jonizującego, w szczególności tych, które znajdują zastosowanie w medycznej aparaturze diagnostycznej, w technikach medycyny nuklearnej i wykorzystywanych dla potrzeb medycznych technik analitycznych. Prezentowane są także rozwiązania układów elektronicznych współpracujących z detektorami, specyficzne dla tzw. elektroniki jądrowej. W zakresie detekcji sygnałów biomedycznych, przedmiot ogranicza się tylko do jednego aspektu: odbioru sygnałów elektrycznych generowanych w ciele człowieka.

**Treści kształcenia:**

 Wprowadzenie - źródła promieniowania jonizującego i oddziaływanie promieniowania z materią (2h)
 Statystyka pomiarów - poissonowski ciąg zdarzeń losowych, rozkład czasu miedzy zdarzeniami i rozkład liczby zliczeń (1h)
 Ogólny model detektora promieniowania jonizującego - tryb prądowy i impulsowy, widmo energetyczne, statystyka generowania ładunku (współczynnik Fano), energetyczna zdolność rozdzielcza, wydajność detektora, czas martwy (2h)
 Detektory gazowe - jonizacja gazu, zjawiska związane z procesem migracji i zbierania jonów (2h)
 Komory jonizacyjne - komora prądowa, dozymetria z wykorzystaniem komory prądowej, komora impulsowa, odpowiedź impulsowa komory i jej zdolność rozdzielcza (2h)
 Liczniki proporcjonalne - wzmacniacze powielające (licznik proporcjonalny, fotodioda lawinowa, fotopowielacz), konstrukcje liczników, wypełnienia gazowe,wzmocnienie gazowe i jego statystyka, odpowiedź impulsowa licznika proporcjonalnego (2h)
 Liczniki Geigera-Mullera - mechanizm gaszenia, wypełnienia gazowe, zastosowania (1h)
 Detektory półprzewodnikowe - wybrane właściwości półprzewodników, materiały o wysokiej czystości i samoistne, półprzewodniki ciężkie i o dużej przerwie zabronionej, prąd wsteczny, efekt pułapkowania, napięcie robocze detektora (2h)
 Zastosowania detektorów półprzewodnikowych - spektrometria promieniowania alfa (elektronika współpracująca i zdolność rozdzielcza), spektrometria miękkiego promieniowania X (detektory Si(Li), chłodzenie detektorów i przedwzmacniaczy, rozwiązania konstrukcyjne), spektrometria twardego promieniowania X i gamma (detektory HpGe i Ge(Li), wydajność całkowitej absorpcji) (3h)
 Detektory scyntylacyjne - mechanizm scyntylacji, scyntylatory organiczne i nieorganiczne, przesuwniki widma, wydajność scyntylacji, odpowiedź czasowa, ciężkie scyntylatory nieorganiczne (2h)
 Odbiór sygnału świetlnego ze scyntylatora - tryb prądowy i impulsowy, fotodiody, diody MPPC (SiPM), fotopowielacze (2h)
 Fotopowielacze - konstrukcja, wydajność fotokatody, statystyka powielania, materiały na fotokatodę i dynody, zasilanie fotopowielaczy (2h)
 Scyntylacyjne detektory twardego promieniowania X i gamma - struktura widma energetycznego, czynniki wpływające na zdolność rozdzielczą (1h)
 Odbiór sygnałów elektromedycznych - niejednorodność obwodu pomiarowego w sensie mechanizmów przewodzenia prądu, elektroda pomiarowa i jej jakość (impedancja, różnica potencjałów kontaktowych, efekt polaryzacji), rodzaje i konstrukcje elektrod (2h)
 Wzmacniacze sygnałów biologicznych - zakłócenia od sieci energetycznej, drogi przenikania zakłóceń, wymagane parametry (impedancje wejściowe dla sygnałów różnicowych i synfazowych, odporność na składową stałą na wejściu), elektroda odniesienia i jej impedancja, struktura wzmacniacza pomiarowego (4h)

Ćwiczenia laboratoryjne:

Promieniowanie X
Detektory dozymetryczne
Liczniki proporcjonalne
Detektory pozycyjne
Detektory półprzewodnikowe
Detektory scyntylacyjne
Scyntykamera
Pomiar skażeń promieniotwórczych

**Metody oceny:**

Egzamin pisemny i ustny dla osób chcących poprawić ocenę
Kolokwia wstępne przed ćwiczeniami laboratoryjnymi
Ćwiczenie kontrolne na zakończenie cyklu laboratoriów

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

 G. F. Knoll, Radiation Detection and Measurements, John Wiley and Sons, New York, 1989.
 G. Shani, Electronics for Radiation Measurements, CRC Press, 1996.
 Rozdział Particle Detectors w Review of Particle Physics, publikowany przez Particle Data Group, dostępny na http://pdg.lbl.gov
 Helmuth Spieler, Radiation Detectors and Signal Processing, Lecture Notes, University of Heilderberg ? dostępne na http://www-physics.lbl.gov

**Witryna www przedmiotu:**

https://studia.elka.pw.edu.pl/priv/11L/DSBJ.A/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

posiada podstawową wiedzę na temat statystyki procesu rejestracji sygnałów losowych

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W2:**

posiada podstawową wiedzę na temat wzmacniaczy powielających - fotodioda lawinowa, licznik proporcjonalny i fotopowielacz

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W07, K\_W08, K\_W12, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W3:**

posiada specjalistyczną wiedzę na temat konstrukcji i zasady działania podstawowych detektorów promieniowania jonizującego - gazowych, półprzewodnikowych i scyntylacyjnych

Weryfikacja:

egazmin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W4:**

posiada specjalistyczną wiedzę na temat układów wchodzących w skład typowego spktrometrycznego toru pomiarowego promieniowania jonizującego - przedwzmacniacz ładunkowy, wzmacniacz kształtujący odpowiedź impulsową, odtwarzacz składowej stałej i wielokanałowy analizator amplitudy

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08, K\_W09, K\_W10, K\_W11, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

potrafi oszacować błędy statystyczne w rejestracji promieniowania jonizującego

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2:**

potrafi dokonać doboru właściwego detektora dla przeprowadzenia procesu rejestracji promieniowania jonizującego

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03, K\_U04, K\_U15, K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U3:**

potrafi zestawić spektrometryczny tor pomiarowy i przeprowadzić optymalizację jego parametrów

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U16, K\_U21, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U4:**

potrafi pomierzyć aktywność preparatu promieniotwórczego przy pomocy detektora promieniowania gamma (detektor germanowy)

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

posiada umiejętność realizacji zadań w zespole

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K2:**

ma świadomość zagrożeń związanych z promieniowaniem jonizującym, potrafi ocenić realną wagę takich zagrożeń

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02, K\_K05, K\_K07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**