

Karta (sylabus) modułu/przedmiotu  
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA  
Studia I stopnia

|                                           |                       |
|-------------------------------------------|-----------------------|
| Przedmiot:                                | Ochrona radiologiczna |
| Rodzaj przedmiotu:                        | Kierunkowy            |
| Kod przedmiotu:                           | IB1 S06 51 01         |
| Rok:                                      | III                   |
| Semestr:                                  | 6                     |
| Forma studiów:                            | Studia stacjonarne    |
| Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze: | 60                    |
| Wykład                                    | 30                    |
| Ćwiczenia                                 | -                     |
| Laboratorium                              | 15                    |
| Projekt                                   | 15                    |
| Liczba punktów ECTS:                      | 3                     |
| Sposób zaliczenia:                        | Egzamin / zaliczenie  |
| Język wykładowy:                          | Język polski          |

| Cele przedmiotu |                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1              | Rozszerzenie wiadomości z zakresu fizyki jądrowej, dozymetrii oraz ochrony radiologicznej.                                                                                               |
| C2              | Nabycie umiejętności projektowania stanowiska pracy narażonego na promieniowanie jonizujące.                                                                                             |
| C3              | Doskonalenie umiejętności prowadzenia eksperymentów fizycznych, stosowania metodyki pomiarów fizycznych, analizy danych pomiarowych, prezentacji oraz interpretacji wyników doświadczeń. |

| Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji |                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                      | Student posiada podstawową wiedzę z fizyki jądrowej.                                                      |
| 2                                                                      | Student umie wykonać proste doświadczenie fizyczne i zna podstawowe metody oceny niepewności pomiarowych. |

| Efekty uczenia się |                                                                                                                                         |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | W zakresie wiedzy:                                                                                                                      |
| EK 1               | Student ma rozszerzoną wiedzę o rodzajach promieniowania i jego oddziaływaniu z materią.                                                |
| EK 2               | Student zna zasady ochrony radiologicznej.                                                                                              |
| EK 3               | Student zna przyrządy dozymetryczne i zasadę ich działania.                                                                             |
|                    | W zakresie umiejętności:                                                                                                                |
| EK 4               | Student umie zaprojektować stanowisko pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące.                                                   |
| EK 5               | Student przeprowadza doświadczenia w zakresie fizyki jądrowej, stosuje odpowiednie metody obliczania i szacowania niepewności pomiarów. |
|                    | W zakresie kompetencji społecznych:                                                                                                     |

|      |                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EK 6 | Student ma świadomość konieczności ciągłego doksztalcania się w celu zdobycia uprawnień inspektora ochrony radiologicznej.                          |
| EK 7 | Student potrafi współpracować w grupie w zakresie realizacji eksperymentów fizycznych oraz potrafi zachować się w sytuacji zagrożenia radiacyjnego. |

| Treści programowe przedmiotu |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma zajęć – wykłady        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                              | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| W1                           | Przypomnienie wiadomości o budowie jądra atomowego. Rodzaje promieniowania jonizującego (alfa, beta, gamma, X, neutronowe). Reakcje jądrowe, pojęcie przekroju czynnego. Właściwości promieniowania (typ widma, energie, zasięg).                                                                                                                                                                                                                             |
| W2                           | Prawo rozpadu promieniotwórczego. Czas połowicznego zaniku, stała rozpadu, średni czas życia, aktywność promieniotwórcza. Nuklidy promieniotwórcze w ciele człowieka. Biologiczny, fizyczny i efektywny czas połowicznego zaniku. Promieniotwórczość sztuczna.                                                                                                                                                                                                |
| W3                           | Kwantowe i falowe właściwości promieniowania. Natężenie promieniowania, prawo odwrotnego kwadratu i prawo osłabienia. Procesy oddziaływania promieniowania z materią (jonizacja, rozpraszanie elastyczne i nieelastyczne, zjawisko fotoelektryczne, efekt Comptona, zjawisko tworzenia się par elektron-pozyton).                                                                                                                                             |
| W4                           | Rodzaje dawek promieniowania i ich jednostki. Moc dawki promieniowania. Czynniki wpływające na efekt napromienienia żywego organizmu. Czynniki wagowe promieniowania tkanek i narządów. Dawki graniczne i limity użytkowe. Zasady ochrony radiologicznej (ogólne i szczegółowe). Rodzaje źródeł, typy wiązek promieniowania, rodzaje i materiały osłon przed promieniowaniem. Wielkości dozymetrii promieniowania jonizującego. Zjawisko hormezy radiacyjnej. |
| W5                           | Detekcja promieniowania, pierwsze detektory (emulsje jądrowe i komory śladowe, liczniki i detektory cząstek). Budowa i zasada działania detektorów gazowych (komora jonizacyjna, licznik proporcjonalny, licznik Geigera-Müllera). Budowa i zasada działania detektorów scyntylacyjnych. Detektory półprzewodnikowe.                                                                                                                                          |
| W6                           | Przyrządy dozymetryczne: termoluminescencyjne, radiometry (RKP-2, RUM-2, RUST-3, DPO, RK-100), sondy scyntylacyjne SSA-1P, SSU-3-2, SSU-70-2), monitor skażeń radioaktywnych EKO-C, monitory promieniowania (PM-1401GN, PM-1401K).                                                                                                                                                                                                                            |
| W7                           | Zasady bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym (znaki ostrzegawcze, wymagania techniczne i wymagania ochrony radiologicznej pracowni klasy III, II, I, Z oraz rentgenowskich, kontrola i ewidencja źródeł promieniowania). Kontrola narażenia pracowników. Postępowanie w przypadku zdarzenia radiacyjnego.                                                                                                                                           |
| W8                           | Dawki od środowiska naturalnego (promieniowanie kosmiczne, radionuklidy w żywności i skorupie ziemskiej, radon i toron). Źródła cywilizacyjne (przemysł jądrowy, awarie i próbne wybuchy jądrowe, przerób rud fosforanowych i produkcja nawozów sztucznych).                                                                                                                                                                                                  |
| W9                           | Elementy prawa atomowego: ustawa „Prawo Atomowe” i wybrane rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie dawek granicznych, warunków bezpiecznej pracy, terenów kontrolowanych i nadzorowanych i planów postępowania awaryjnego.                                                                                                                                                                                                                                    |
| Forma zajęć – laboratoria    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| Treści programowe |                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L1                | Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium z preparatami promieniotwórczymi. Przyrządy pomiarowe i zasady dokonywania pomiarów w pracowni fizyki jądrowej. Ocena niepewności wyników pomiarów licznikami promieniowania. |
| L2                | Wyznaczanie aktywności promieniotwórczej źródeł beta oraz sprawdzanie prawa osłabienia promieniowania beta i gamma.                                                                                                                |
| L3                | Sprawdzanie statystycznego charakteru zjawiska rozpadu promieniotwórczego. Wyznaczanie charakterystyki licznika Geigera-Müllera i czasu rozdzielczego licznika.                                                                    |
| L4                | Wyznaczanie widm scyntylacyjnych promieniowania gamma. Wyznaczanie krzywej cechowania spektrometru scyntylacyjnego. Badanie zdolności rozdzielczej spektrometru.                                                                   |
| L5                | Podsumowanie zdobytych wiadomości teoretycznych i praktycznych oraz umiejętności analizy i opracowania uzyskanych z doświadczeń wyników pomiarów.                                                                                  |

#### Forma zajęć – projekt

| Treści programowe |                                                                                                                                                                               |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1                | Założenia przyjmowane do obliczeń. Obliczanie dawki pochłoniętej i równoważnej od promieniowania gamma. Wyznaczanie grubości osłon przed promieniowaniem gamma.               |
| P2                | Kategorie pracowników. Teren kontrolowany, nadzorowany, strefa awaryjna. Obliczanie grubości osłon przed promieniowaniem beta.                                                |
| P3                | Obliczanie dawek od źródeł neutronowych. Obliczanie skutecznej dawki obciążającej od narażenia wewnętrznego.                                                                  |
| P4                | Obliczanie dawek dla osób niezwiązanych zawodowo z promieniowaniem jonizującym. Przepisy prawa atomowego. Powtórzenie wiadomości.                                             |
| P5                | Zajęcia warsztatowe – samodzielne odczytywanie danych z tablic i diagramów w celu przygotowania projektu stanowiska pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące. |

#### Metody dydaktyczne

|   |                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Wykład z prezentacją multimedialną                                     |
| 2 | Praca w laboratorium – samodzielne wykonywanie doświadczeń i pomiarów. |
| 3 | Praca na ćwiczeniach projektowych.                                     |

#### Metody i kryteria oceny

| Symbol metody oceny | Opis metody oceny                                     | Próg zaliczeniowy |
|---------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|
| O1                  | Egzamin pisemny z wykładu                             | 51%               |
| O2                  | Sprawozdania z wykonanych doświadczeń laboratoryjnych | 100%              |
| O3                  | Wykonanie projektu                                    | 100%              |

#### Literatura podstawowa

|                          |                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                        | Podstawy fizyki współczesnej. V. Acosta, C.L. Cowan, B.J. Graham; PWN Warszawa 1987.                                                                                                               |
| 2                        | Wstęp do fizyki jądra atomowego. A. Strzałkowski; PWN Warszawa 1979.                                                                                                                               |
| 3                        | Ochrona radiologiczna. Janusz Henschke, Krzysztof Isajenko, Paweł Krajewski. Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2011                                                            |
| 4                        | Ochrona radiologiczna. Wielkości, jednostki, obliczenia. Poradnik dla inspektorów ochrony radiologicznej. Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Warszawa 2012                             |
| 5                        | Skrypt PL: Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. Promieniowanie i struktura materii, H. Goebel, J. Olchowik, J. Rybka, M. Wiertel, K. Wójcik, red. E. Śpiewła, Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 1994. |
| Literatura uzupełniająca |                                                                                                                                                                                                    |
| 1                        | Ustawa „Prawo atomowe” tekst jednolity - Dz. U. z 2017 r., poz. 576                                                                                                                                |
| 2                        | Akty wykonawcze do ustawy – „Prawo atomowe”                                                                                                                                                        |
| 3                        | E. Jartych: Oddziaływania nadsubtelne w materiałach nanokrystalicznych. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej 2003. ISBN 83-89246-70-8 (134 strony).                                                 |

| Obciążenie pracą studenta                                                                                        |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Forma aktywności                                                                                                 | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
| Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:                                                                          | 60                                                |
| Udział w wykładach                                                                                               | 30                                                |
| Aktywny udział na zajęciach z projektu i laboratorium                                                            | 30                                                |
| Praca własna studenta, w tym:                                                                                    | 30                                                |
| Przygotowanie do laboratorium i projektu w oparciu o wiedzę zdobytą na wykładzie i podaną literaturę przedmiotu. | 5                                                 |
| Samodzielne przygotowanie projektu                                                                               | 10                                                |
| Samodzielne przygotowanie sprawozdania z wykonanego eksperymentu                                                 | 5                                                 |
| Samodzielne przygotowanie do zaliczenia przedmiotu                                                               | 10                                                |
| Łączny czas pracy studenta                                                                                       | 90                                                |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu                                                                    | 3                                                 |

| Macierz efektów uczenia się |                                                                                      |                 |                                      |                    |               |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Efekt uczenia się           | Odniesienie danego efektu uczenia się do efektów zdefiniowanych dla kierunku studiów | Cele przedmiotu | Treści programowe                    | Metody dydaktyczne | Metody oceny  |
| EK 1                        | IB1A_W02<br>IB1A_W07<br>IB1A_W17<br>IB1A_U06                                         | C1              | W1, W2, W3,<br>W8, L1, L2, L3,<br>L4 | 1, 2               | O1, O2        |
| EK 2                        | IB1A_W07<br>IB1A_W20<br>IB1A_W21                                                     | C1, C2          | W4, W7, W9,<br>L2, P1, P2, P3,<br>P4 | 1, 2, 3            | O1, O2,<br>O3 |

|      |                                              |        |                                                                    |      |        |
|------|----------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
|      | IB1A_U14                                     |        |                                                                    |      |        |
| EK 3 | IB1A_W07<br>IB1A_W17<br>IB1A_U14             | C1, C3 | W5, W6, L3,<br>L4                                                  | 1, 2 | O1, O2 |
| EK 4 | IB1A_W07<br>IB1A_W21<br>IB1A_U14<br>IB1A_U18 | C2     | W4, P1, P2, P3,<br>P4, P5                                          | 1, 3 | O1, O3 |
| EK 5 | IB1A_W02<br>IB1A_U06<br>IB1A_U08<br>IB1A_U14 | C3     | L1, L2, L3, L4,<br>L5                                              | 2    | O2     |
| EK 6 | IB1A_W07<br>IB1A_U05<br>IB1A_U18<br>IB1A_K01 | C1, C2 | W1, W2, W3,<br>W4, W5, W6,<br>W7, W8, W9,<br>P1, P2, P3, P4,<br>P5 | 1, 3 | O1, O3 |
| EK 7 | IB1A_W21<br>IB1A_U14<br>IB1A_K01<br>IB1A_K02 | C1, C3 | L1, L2, L3, L4,<br>L5, P1, P2, P3,<br>P4, P5                       | 2, 3 | O2, O3 |

|                          |                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Autor programu:          | Dr hab. Elżbieta Jartych                      |
| Adres e-mail:            | e.jartych@pollub.pl                           |
| Jednostka organizacyjna: | Instytut Elektroniki i Technik Informacyjnych |