

Załącznik nr 37

do uchwały nr 29 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 17 marca 2021 r. w sprawie zmiany uchwały nr 414  
Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 8 maja 2019 r. w sprawie programów studiów na Uniwersytecie Warszawskim

„Załącznik nr 146

do uchwały nr 414 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 8 maja 2019 r. w sprawie programów studiów na Uniwersytecie Warszawskim

**PROGRAM STUDIÓW**  
**zastosowania fizyki w biologii i medycynie**

|  |   |
|--|---|
| nazwa kierunku studiów   | zastosowania fizyki w biologii i medycynie      |
| nazwa kierunku studiów w języku angielskim /<br>w języku wykładowym  | Applications of Physics in Biology and Medicine |
| język wykładowy  | polski  |
| poziom kształcenia   | studia drugiego stopnia                         |
| poziom PRK   | 7 poziom  |
| profil studiów   | profil ogólnoakademicki                         |
| liczba semestrów   | 4   |
| liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów  | 120 ECTS  |
| forma studiów  | studia stacjonarne                              |
| tytuł zawodowy nadawany absolwentom<br>(nazwa kwalifikacji w oryginalnym brzmieniu, poziom PRK)  | magister  |
| liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach<br>zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli<br>akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia | 89 ECTS   |
| liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk<br>humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż<br>5 ECTS)  | 5 ECTS  |

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

| <b>Dziedzina nauki</b>                     | <b>Dyscyplina naukowa</b> | <b>Procentowy udział dyscyplin</b> | <b>Dyscyplina wiodąca<br/>(ponad połowa efektów uczenia się)</b> |
|--|---------------------------|------------------------------------|--|
| Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych   | nauki fizyczne            | 54%                                | nauki fizyczne   |
|  | nauki chemiczne           | 14%                                |  |
|  | nauki biologiczne         | 14%                                |  |
| Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu | nauki medyczne            | 18%                                |  |
| <b>Razem:</b>                              | -                         | 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**

| <b>Symbol efektów uczenia się dla programu studiów</b> | <b>Efekty uczenia się</b>   | <b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4</b> |
|--|---|--|
| <b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>                 |   |  |
| <b>K_W01</b>   | zna i rozumie istotę i znaczenie interdyscyplinarnego podejścia w naukach ścisłych i przyrodniczych oraz możliwości jego szerokiego wykorzystania                           | <b>P7S_WG</b>  |
| <b>K_W02</b>   | zna i rozumie w stopni rozszerzonym wybrane obszary nauk fizycznych, także w kontekście ich historycznego rozwoju, wzajemnego powiązania z innymi dyscyplinami w dziedzinie | <b>P7S_WG</b>  |

|              |   |               |
|--------------|---|---------------|
| <b>K_W03</b> | zna i rozumie w stopniu rozszerzonym wybrane obszary chemicznych, także w kontekście ich historycznego rozwoju, wzajemnego powiązania z innymi dyscyplinami w dziedzinie  | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W04</b> | zna i rozumie w stopniu rozszerzonym wybrane obszary nauk biologicznych, także w kontekście ich historycznego rozwoju, wzajemnego powiązania z innymi dyscyplinami w dziedzinie   | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W05</b> | zna i rozumie elementy zaawansowanej matematyki, metod matematycznych oraz technik obliczeniowych, numerycznych i informatycznych, konieczną do rozwiązywania i modelowania problemów fizycznych we właściwym dla specjalności obszarze nauk fizycznych, a także w zakresie innych dyscyplin naukowych przewidzianych programem studiów | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W06</b> | zna i rozumie wybrane aspekty fizykochemicznych i biologicznych podstaw nauk o zdrowiu, rozumie zasady funkcjonowania wybranego sprzętu i aparatury stosowanych w naukach medycznych  | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W07</b> | zna i rozumie zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny lub wymagający zastosowania metod fizycznych w naukach chemicznych i biologicznych   | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W08</b> | zna i rozumie teoretyczne zasady działania układów pomiarowych i aparatury badawczej, specyficznych dla obszaru fizyki, chemii i biologii związanych z wybraną specjalnością  | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W09</b> | zna i rozumie w stopniu szczegółowym elementy nauk fizycznych w zakresie wybranej specjalności  | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W10</b> | zna i rozumie w stopniu szczegółowym wyrastające z nauk fizycznych metody stosowane w naukach chemicznych i biologicznych, w zakresie wybranej specjalności   | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W11</b> | Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju nauk ścisłych i przyrodniczych oraz niektórych obszarów nauk medycznych, a w szczególności zna terminologię z zakresu odpowiednich dyscyplin  | <b>P7S_WG</b> |
| <b>K_W12</b> | zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę, w szczególności laboratoryjną, w obszarze odpowiadającym wybranej specjalności   | <b>P7S_WK</b> |
| <b>K_W13</b> | ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych, etycznych i finansowych, związanych z działalnością naukową i dydaktyczną  | <b>P7S_WK</b> |
| <b>K_W14</b> | zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowych   | <b>P7S_WK</b> |

|  |  |               |
|--|--|---------------|
| <b>K_W15</b>                           | zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu szeroko rozumianych nauk ścisłych, przyrodniczych i medycznych   | <b>P7S_WK</b> |
| <b>Umiejętności: absolwent potrafi</b> |  |               |
| <b>K_U01</b>                           | potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu   | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U02</b>                           | potrafi planować i przeprowadzić zaawansowane eksperymenty lub obserwacje w obszarach nauk fizycznych lub związanych z zastosowaniem nauk fizycznych w naukach chemicznych i biologicznych w zakresie właściwym dla specjalności; potrafi opracować uzyskane wyniki z wykorzystaniem metod numerycznych i komputerowych,   | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U03</b>                           | potrafi posługiwać się zaawansowanym technicznie sprzętem i aparaturą badawczą, współdziałając ze specjalistami z dyscypliny nauki medyczne, oraz posługiwać się wyspecjalizowanymi narzędziami i technikami informatycznymi w celu pozyskiwania danych, a także analizować i krytycznie oceniać te dane   | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U04</b>                           | potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych i modelowania komputerowego wraz z oceną dokładności wyników oraz posiada umiejętność interpretacji danych doświadczalnych na gruncie teorii i modeli teoretycznych   | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U05</b>                           | potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł; potrafi odtworzyć tok rozumowania lub przebieg eksperymentu opisanego w literaturze z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń, potrafi poszerzać na tej podstawie wiedzę w zakresie uprawianej przez siebie dyscypliny                               | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U06</b>                           | potrafi łączyć metody i idee z różnych obszarów nauk fizycznych, nauk chemicznych i nauk biologicznych oraz wybranych obszarów nauk medycznych, zauważając, że odległe nieraz zjawiska mogą być opisane przy użyciu podobnego modelu   | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U07</b>                           | potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki, a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do innych dyscyplin naukowych: nauk chemicznych, nauk biologicznych oraz niektórych obszarów nauk medycznych, odpowiednio do specjalności   | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U08</b>                           | potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub obliczeniowych) w formie pisemnego raportu (w języku polskim i angielskim), w formie ustnej (w języku polskim i angielskim), w formie prezentacji multimedialnej, plakatu konferencyjnego; posiada umiejętności niezbędne do opracowania materiału badawczego w formie pracy magisterskiej oraz | <b>P7S_UK</b> |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
|   | podstawowe umiejętności przygotowania publikacji naukowej (w języku polskim i angielskim) pod kierunkiem opiekuna naukowego  |               |
| <b>K_U09</b>  | potrafi skutecznie komunikować się zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami w zakresie problematyki właściwej dla studiowanego obszaru nauk ścisłych i przyrodniczych oraz w zakresie obszarów leżących na pograniczu pokrewnych dyscyplin naukowych  | <b>P7S_UW</b> |
| <b>K_U10</b>  | potrafi określić kierunki dalszego doskonalenia wiedzy i umiejętności, w tym samokształcenia   | <b>P7S_UU</b> |
| <b>K_U11</b>  | potrafi posługiwać się językiem angielskim w stopniu pozwalającym na samodzielne uzupełnianie wykształcenia oraz komunikację ze specjalistami w zakresie tej samej lub pokrewnej specjalności, zgodnie z wymogami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego                             | <b>P7S_UK</b> |
| <b>K_U12</b>  | potrafi wykorzystywać w stopniu zaawansowanym technologie informacyjne i komunikacyjne, w szczególności do zdobywania i przekazywania wiedzy   | <b>P7S_UK</b> |
| <b>K_U13</b>  | potrafi planować i organizować pracę zespołu, w tym w funkcji lidera, zwłaszcza w zakresie stosowania metod nauk fizycznych w naukach biologicznych i medycznych   | <b>P7S_UO</b> |
| <b>Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do</b> |  |               |
| <b>K_K01</b>  | jest gotów do uczenia się przez całe życie w warunkach szybkiego wzrostu poziomu wiedzy naukowej i zmieniających się warunkach życia, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób  | <b>P7S_KK</b> |
| <b>K_K02</b>  | jest gotów do współdziałania i pracy w grupach, w tym interdyscyplinarnych zespołach zrzeszających pracowników różnych dziedzin i dyscyplin badawczych; jest świadom własnych ograniczeń i wie, kiedy zwrócić się do ekspertów   | <b>P7S_KR</b> |
| <b>K_K03</b>  | jest gotów do stosowania i propagowania zasad uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób, do rozstrzygania problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej, do propagowania rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych, do stosowania metody naukowej w gromadzeniu wiedzy | <b>P7S_KR</b> |
| <b>K_K04</b>  | jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi podstawowymi w wybranym obszarze nauk fizycznych, w celu poszerzenia i pogłębienia wiedzy, do przeciwdziałania zagrożeniom przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł.  | <b>P7S_KR</b> |

|              |   |               |
|--------------|---|---------------|
| <b>K_K05</b> | jest gotów do podjęcia odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji, do uwzględniania społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności. | <b>P7S_KO</b> |
| <b>K_K06</b> | jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy   | <b>P7S_KO</b> |

#### 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).

**Efekty uczenia się zdefiniowane dla specjalności z odniesieniem do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów**

| Nazwa kierunku studiów: <i>zastosowania fizyki w biologii i medycynie</i> |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa specjalności: neuroinformatyka                                      |  |  |
| Symbol efektów zdefiniowanych dla specjalności                            | Efekty zdefiniowane dla specjalności   | Symbol efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów |
| <b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>                                    |  |  |
| S_W01   | zna i rozumie elementy zaawansowanej matematyki, metod matematycznych oraz technik obliczeniowych, numerycznych i informatycznych, konieczną do rozwiązywania i modelowania problemów fizycznych w zakresie neuroinformatyki   | K_W05  |
| S_W02   | zna i rozumie teoretyczne zasady działania układów pomiarowych i aparatury badawczej, specyficznych dla obszaru fizyki, chemii i biologii związane z neuroinformatyką  | K_W08  |
| S_W03   | zna i rozumie w stopniu szczegółowym elementy nauk fizycznych w zakresie neuroinformatyki  | K_W09  |
| S_W04   | zna i rozumie w stopniu szczegółowym wyrastające z nauk fizycznych metody stosowane w naukach chemicznych i biologicznych, w zakresie neuroinformatyki   | K_W10  |
| S_W05   | zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę, w szczególności laboratoryjną, w zakresie neuroinformatyki  | K_W12  |
| <b>Umiejętności: absolwent potrafi</b>                                    |  |  |
| S_U01   | potrafi planować i przeprowadzić zaawansowane eksperymenty lub obserwacje w obszarach nauk fizycznych lub związanych z zastosowaniem nauk fizycznych w naukach chemicznych i biologicznych w zakresie neuroinformatyki; potrafi opracować uzyskane wyniki z wykorzystaniem metod numerycznych i komputerowych, | K_U02  |
| S_U02   | potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki, a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do innych dyscyplin naukowych: nauk chemicznych, nauk biologicznych oraz niektórych obszarów nauk medycznych, w zakresie neuroinformatyki   | K_U07  |
| S_U03   | potrafi skutecznie komunikować się w zakresie neuroinformatyki zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami   | K_U09  |

| <b>Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do</b> |  |              |
|---|--|--------------|
| <b>S_K01</b>  | jest gotów do uczenia się przez całe życie w warunkach szybkiego wzrostu poziomu wiedzy naukowej w zakresie neuroinformatyki potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób   | <b>K_K01</b> |
| <b>S_K02</b>  | jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi w zakresie neuroinformatyki, w celu poszerzenia i pogłębienia wiedzy, do przeciwdziałania zagrożeniom przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł. | <b>K_K04</b> |
| <b>S_K03</b>  | jest gotów do podjęcia odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji w zakresie neuroinformatyki, do uwzględniania społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności.                            | <b>K_K05</b> |

| <b>Nazwa kierunku studiów: zastosowania fizyki w biologii i medycynie</b> |   |   |
|---|---|---|
| <b>Nazwa specjalności: fizyka medyczna</b>                                |   |   |
| <b>Symbol efektów zdefiniowanych dla specjalności</b>                     | <b>Efekty zdefiniowane dla specjalności</b>   | <b>Symbol efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów</b> |
| <b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>                                    |   |   |
| <b>S_W01</b>  | zna i rozumie elementy zaawansowanej matematyki, metod matematycznych oraz technik obliczeniowych, numerycznych i informatycznych, konieczną do rozwiązywania i modelowania problemów fizycznych w zakresie fizyki medycznej    | <b>K_W05</b>  |
| <b>S_W02</b>  | zna i rozumie teoretyczne zasady działania układów pomiarowych i aparatury badawczej, specyficznych dla obszaru fizyki, chemii i biologii związane z fizyką medyczną  | <b>K_W08</b>  |
| <b>S_W03</b>  | zna i rozumie w stopniu szczegółowym elementy nauk fizycznych w zakresie fizyki medycznej   | <b>K_W09</b>  |
| <b>S_W04</b>  | zna i rozumie w stopniu szczegółowym wyrastające z nauk fizycznych metody stosowane w naukach chemicznych i biologicznych, w zakresie fizyki medycznej  | <b>K_W10</b>  |
| <b>S_W05</b>  | zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę, w szczególności laboratoryjną, w zakresie fizyki medycznej   | <b>K_W12</b>  |
| <b>Umiejętności: absolwent potrafi</b>                                    |   |   |
| <b>S_U01</b>  | potrafi planować i przeprowadzić zaawansowane eksperymenty lub obserwacje w obszarach nauk fizycznych lub związanych z zastosowaniem nauk fizycznych w naukach chemicznych i biologicznych w zakresie fizyki medycznej; potrafi | <b>K_U02</b>  |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
|   | opracować uzyskane wyniki z wykorzystaniem metod numerycznych i komputerowych,   |              |
| <b>S_U02</b>  | potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki, a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do innych dyscyplin naukowych: nauk chemicznych, nauk biologicznych oraz niektórych obszarów nauk medycznych, w zakresie fizyki medycznej                 | <b>K_U07</b> |
| <b>S_U03</b>  | potrafi skutecznie komunikować się w zakresie fizyki medycznej zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami   | <b>K_U09</b> |
| <b>Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do</b> |  |              |
| <b>S_K01</b>  | jest gotów do uczenia się przez całe życie w warunkach szybkiego wzrostu poziomu wiedzy naukowej w zakresie fizyki medycznej potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób   | <b>K_K01</b> |
| <b>S_K02</b>  | jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi w zakresie fizyki medycznej, w celu poszerzenia i pogłębienia wiedzy, do przeciwdziałania zagrożeniom przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł. | <b>K_K04</b> |
| <b>S_K03</b>  | jest gotów do podjęcia odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji w zakresie fizyki medycznej, do uwzględniania społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności.                            | <b>K_K05</b> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Nazwa kierunku studiów: zastosowania fizyki w biologii i medycynie</b> |  |   |
| <b>Nazwa specjalności: biofizyka molekularna</b>                          |  |   |
| <b>Symbol efektów zdefiniowanych dla specjalności</b>                     | <b>Efekty zdefiniowane dla specjalności</b>  | <b>Symbol efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów</b> |
| <b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>                                    |  |   |
| <b>S_W01</b>  | zna i rozumie elementy zaawansowanej matematyki, metod matematycznych oraz technik obliczeniowych, numerycznych i informatycznych, konieczną do rozwiązywania i modelowania problemów fizycznych w zakresie biofizyki molekularnej | <b>K_W05</b>  |
| <b>S_W02</b>  | zna i rozumie teoretyczne zasady działania układów pomiarowych i aparatury badawczej, specyficznych dla obszaru fizyki, chemii i biologii związane z biofizyką molekularną   | <b>K_W08</b>  |
| <b>S_W03</b>  | zna i rozumie w stopniu szczegółowym elementy nauk fizycznych w zakresie biofizyki molekularnej  | <b>K_W09</b>  |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| <b>S_W04</b>  | zna i rozumie w stopniu szczegółowym wyrastające z nauk fizycznych metody stosowane w naukach chemicznych i biologicznych, w zakresie biofizyki molekularnej   | <b>K_W10</b> |
| <b>S_W05</b>  | zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę, w szczególności laboratoryjną, w zakresie biofizyki molekularnej  | <b>K_W12</b> |
| <b>Umiejętności: absolwent potrafi</b>                |  |              |
| <b>S_U01</b>  | potrafi planować i przeprowadzić zaawansowane eksperymenty lub obserwacje w obszarach nauk fizycznych lub związanych z zastosowaniem nauk fizycznych w naukach chemicznych i biologicznych w zakresie biofizyki molekularnej; potrafi opracować uzyskane wyniki z wykorzystaniem metod numerycznych i komputerowych, | <b>K_U02</b> |
| <b>S_U02</b>  | potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki, a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do innych dyscyplin naukowych: nauk chemicznych, nauk biologicznych oraz niektórych obszarów nauk medycznych, w zakresie biofizyki molekularnej   | <b>K_U07</b> |
| <b>S_U03</b>  | potrafi skutecznie komunikować się w zakresie biofizyki molekularnej zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami   | <b>K_U09</b> |
| <b>Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do</b> |  |              |
| <b>S_K01</b>  | jest gotów do uczenia się przez całe życie w warunkach szybkiego wzrostu poziomu wiedzy naukowej w zakresie biofizyki molekularnej potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób   | <b>K_K01</b> |
| <b>S_K02</b>  | jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi w zakresie biofizyki molekularnej, w celu poszerzenia i pogłębienia wiedzy, do przeciwdziałania zagrożeniom przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł.   | <b>K_K04</b> |
| <b>S_K03</b>  | jest gotów do podjęcia odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji w zakresie biofizyki molekularnej, do uwzględniania społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności.  | <b>K_K05</b> |

#### OBJAŚNIENIA

Symbol efektu zdefiniowanego dla specjalności tworzą:

- litera S – dla wyróżnienia, że chodzi o efekty zdefiniowane dla specjalności,
- 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 w ramach specjalności 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 specjalności           | Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot |
|---|---|----------------|------------|-----------|--------------|-----------|---------|------|----------------------------|--------------------|--|--|
|   | Wykład  | Konwersatorium | Seminarium | Ćwiczenia | Laboratorium | Warsztaty | Projekt | Inne |                            |                    |  |  |
| <b>przedmioty wspólne dla wszystkich specjalności</b>                           |   |                |            |           |              |           |         |      |                            |                    |  |  |
| Wariant A:<br>Własność intelektualna i przedsiębiorczość                        | 30  |                |            |           |              |           |         |      | 30                         | 2                  | K_W13, K_W14, K_W15, K_U09, K_U10, K_U13, K_K02, K_K06 |  |
| Wariant B:<br>Własność intelektualna i przedsiębiorczość z projektem zespołowym | 30  |                |            |           |              |           | 60      | 90   |                            | 5                  |  |  |
| <b>Treści programowe</b>  | 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  |  |  |    |    |  |  |  |     |   |  |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | Egamin pisemny lub projekt   |  |  |    |    |  |  |  |     |   |  |                |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność biofizyka molekularna</b> |  |  |  |    |    |  |  |  |     |   |  |                |
| Pracownia biofizyczna II stopnia  |  |  |  | 49 | 56 |  |  |  | 105 | 8 | K_W02, K_W07, K_W08, K_W12, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_K03<br><br>S_W02, S_W05, S_U01 | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>  | W pierwszej połowie semestru zajęcia w formie ćwiczeń prezentujących daną biofizyczną metodę eksperymentalną, jak na przykład NMR, krystalografia, mikrokalorymetria, wyznaczanie czasów życia stanów wzbudzonych, ultrawirowanie analityczne metody szybkiej kinetyki typu stopped-flow, mikroskopia elektronowa, mikroskopia siła atomowych, termoforeza, spektrometria mas, mikroskopia krioelektronowa. W drugiej części semestru studenci będą wykonywać eksperymenty z wykorzystaniem tych metod. Każda grupa studencka zapoznaje się z dwiema metodami. |  |  |    |    |  |  |  |     |   |  |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | zaliczenie na ocenę  |  |  |    |    |  |  |  |     |   |  |                |
| Pracownia fizyczna II stopnia A1 lub A2   |  |  |  |    | 45 |  |  |  | 45  | 5 | K_W02, K_W07, K_W08, K_W12, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_K03<br><br>S_W02, S_W05, S_U01 | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności związanych z wykonywaniem zaawansowanych doświadczeń na pracowni dydaktycznej lub w grupie badawczej. Określenie celu doświadczenia, zaprojektowanie i budowa układu, wykonanie pomiarów, analiza wyników doświadczalnych, przygotowanie raportu. Ćwiczenia z działów optyka, metody badania sieci krystalicznej, fizyka jądrowa.   |  |  |    |    |  |  |  |     |   |  |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | zaliczenie na ocenę  |  |  |    |    |  |  |  |     |   |  |                |

|  |   |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |  |
|--|---|--|--|----|--|--|--|--|--|----|---|--|--|
| Przedmiot do wyboru z fizyki lub chemii        |   |  |  |    |  |  |  |  |  | 45 | 5 | K_W02, K_W05, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U05, K_U06, K_U07, K_U10, K_K01, K_K04 | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne                      |
| Wariant A                                      |   |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |  |
| Lub  |   |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |  |
| Wariant B                                      |   |  |  |    |  |  |  |  |  | 15 | 2 | S_W01, S_W04, S_U02, S_K01, S_K02  |  |
| <b>Treści programowe</b>                       | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie fizyki lub chemii, w zależności od zainteresowań studenta.                            |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |  |
| Wybrane zagadnienia biologii współczesnej      | 45  |  |  |    |  |  |  |  |  | 45 | 3 | K_W04, K_W06, K_W10, K_W11, K_U05, K_U06, K_U09, K_U10, K_K01                      | nauki biologiczne                                      |
|  |   |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   | S_W04, S_U03, S_K01  |  |
| <b>Treści programowe</b>                       | Rozszerzenie wiedzy i umiejętności studentów z zakresu biologii współczesnej, ze szczególnym uwzględnieniem biologii komórki. |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |  |
| Wstęp do bioinformatyki i modelowania          | 30  |  |  | 30 |  |  |  |  |  | 60 | 5 | K_W01, K_W02, K_W05, K_W10, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_K01                      | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne |
|  |   |  |  |    |  |  |  |  |  |    |   | S_W01, S_W04, S_U02, S_K01   |  |

|  |   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |
|--|---|--|--|----|--|--|--|--|----|---|--|----------------|
| <b>Treści programowe</b>   | Mechanika molekularna. Metody próbkowania przestrzeni konformacyjnej. Modelowanie środowiska biologicznego. Wybrane aspekty analizy symulacji molekularnych. Zagadnienia bioinformatyki. Komputerowo wspomagane projektowanie leków.  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |
| Przedmioty ogólnouniwersyteckie *  |   |  |  |    |  |  |  |  | 30 | 2 |  |                |
| <b>Treści programowe</b>   | Rozszerzenie kompetencji studenta o treści kształcenia spoza nauk fizycznych  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność neuroinformatyka</b> |   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |
| Elektrodynamika lub<br>Electrodynamics   | 45  |  |  | 45 |  |  |  |  | 90 | 7 | K_W01, K_W02, K_W05,<br>K_W08, K_W09, K_W10,<br>K_U01, K_U06, K_U07,<br>K_K01<br><br>S_W03, S_W04, S_U01,<br>S_K01 | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>   | Równania Maxwella w próżni, pola i potencjały. Równania Maxwella w materii, pola makroskopowe, równania materiałowe, warunki brzegowe na granicach ośrodków. Elektrostatyka i magnetostatyka. Niestacjonarne pole elektromagnetyczne. |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                |

|   |   |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |                                  |   |                |
|---|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|--|----------------------------------|---|----------------|
| Seminarium fizyki biomedycznej  |   |  | 30 |  |  |  |  |  | 30 | 2 | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03, S_W04, S_U02, S_U03, S_K01, S_K02 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |   |                |
| <b>Treści programowe</b>  | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce. |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |                                  |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | zaliczenie na ocenę   |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |                                  |   |                |
| Przedmioty do wyboru z listy Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej<br><br>Wariant A<br><br>Lub<br><br>Wariant B |   |  |    |  |  |  |  |  |    |   | 180<br><br>150   | 17<br><br>14                     | K_W02, K_W05, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01<br><br>S_W01, S_W03, S_W04, S_U02, S_K01 | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w naukach fizycznych, w szczególności w zakresie związanym z neuroinformatyką.                                     |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |                                  |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | określone w sylabusie przedmiotu  |  |    |  |  |  |  |  |    |   |  |                                  |   |                |

|   |   |  |    |    |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
|---|---|--|----|----|--|--|--|----|----|---|--|----------------------------------|
| Przedmioty ogólnouniwersyteckie *   |   |  |    |    |  |  |  | 30 | 2  |   |  |                                  |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozszerzenie kompetencji studenta o treści kształcenia spoza nauk fizycznych  |  |    |    |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | określone w sylabusie przedmiotu  |  |    |    |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność fizyka medyczna</b> |   |  |    |    |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| Elektrodynamika lub Electrostatics  | 45  |  |    | 45 |  |  |  |    | 90 | 7 | K_W01, K_W02, K_W05, K_W08, K_W09, K_W10, K_U01, K_U06, K_U07, K_K01<br><br>S_W03, S_W04, S_U01, S_K01                                     | nauki fizyczne                   |
| <b>Treści programowe</b>  | Równania Maxwella w próżni, pola i potencjały. Równania Maxwella w materii, pola makroskopowe, równania materiałowe, warunki brzegowe na granicach ośrodków. Elektrostatyka i magnetostatyka. Niestacjonarne pole elektromagnetyczne. |  |    |    |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |    |    |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| Seminarium fizyki biomedycznej  |   |  | 30 |    |  |  |  |    | 30 | 2 | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |

|   |   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |   |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|----|---|--|---|
|   |   |  |  |  |  |  |  |  |    |   | S_W01, S_W02, S_W03,<br>S_W04, S_U02, S_U03,<br>S_K01, S_K02   |   |
| <b>Treści programowe</b>  | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce. |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | zaliczenie na ocenę   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |   |
| Przedmioty do wyboru z listy Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej <sup>W</sup> |   |  |  |  |  |  |  |  | 75 | 8 | K_W02, K_W05, K_W09,<br>K_W10, K_W11, K_U01,<br>K_U07, K_K01<br><br>S_W01, S_W03, S_W04,<br>S_U02, S_K01 | nauki fizyczne  |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w naukach fizycznych, w szczególności w zakresie związanym z fizyką medyczną.                                      |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |   |
| Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych <sup>W</sup>   |   |  |  |  |  |  |  |  |    |   | K_W11, K_U06, K_U10,<br>K_K01<br><br>S_K01   | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne<br>informatyka<br>matematyka |
| Wariant A   |   |  |  |  |  |  |  |  | 90 | 9 |  |   |
| Lub   |   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |   |
| Wariant B   |   |  |  |  |  |  |  |  | 69 | 6 |  |   |

|  |   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|----|---|--|
| <b>Treści programowe</b>                       | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych. |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | egzamin pisemny, opcjonalnie egzamin ustny  |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |
| Przedmioty ogólnouniwersyteckie *              |   |  |  |  |  |  |  |  | 30 | 2 |  |
| <b>Treści programowe</b>                       | Rozszerzenie kompetencji studenta o treści kształcenia spoza nauk fizycznych                            |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): co najmniej 315**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): co najmniej 1335**

Semestr: drugi

| Nazwa przedmiotu  | Forma zajęć – liczba godzin  |                |            |           |              |           |         | Razem: liczba godzin zajęć | Razem: punkty ECTS | Symbole efektów uczenia się dla specjalności   | Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot |
|---|--|----------------|------------|-----------|--------------|-----------|---------|----------------------------|--------------------|--|--|
|   | Wykład   | Konwersatorium | Seminarium | Ćwiczenia | Laboratorium | Warsztaty | Projekt |                            |                    |  |  |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność biofizyka molekularna</b> |  |                |            |           |              |           |         |                            |                    |  |  |
| Spektroskopia B   | 45   |                |            |           |              |           |         | 45                         | 5,5                | K_W01, K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W12, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K05<br><br>S_W02, S_W03, S_W04, S_W05, S_U01, S_U02, S_K01, S_K03 | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne                        |
| <b>Treści programowe</b>  | Wykorzystanie technik spektroskopii stosowanych w laboratoriach naukowych. Zastosowanie spektroskopii FT-IR oraz techniki wymiany izotopowej H/D. Metoda widm Ramana, Analiza widm fluorescencyjnych. Jądrowy rezonans magnetyczny |                |            |           |              |           |         |                            |                    |  |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | egzamin pisemny lub ustny  |                |            |           |              |           |         |                            |                    |  |  |

|  |  |  |  |  |    |  |    |  |    |     |   |                                   |
|--|--|--|--|--|----|--|----|--|----|-----|---|-----------------------------------|
| Zespołowy projekt studencki                          |  |  |  |  |    |  | 30 |  | 30 | 5   | K_W09, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_U08, K_U09, K_U10, K_U13, K_K02, K_K03, K_K05, K_U07<br><br>S_W02, S_W03, S_W04, S_W05, S_U01, S_U02, S_U03, S_K01, S_K02, S_K03 | nauki fizyczne                    |
| <b>Treści programowe</b>                             | Rozwój umiejętności pracy w grupie przez realizację projektu naukowego lub z zastosowań nauki w dyscyplinie nauki fizyczne.  |  |  |  |    |  |    |  |    |     |   |                                   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>       | zaliczenie na ocenę  |  |  |  |    |  |    |  |    |     |   |                                   |
| Pracownia fizyczna II stopnia B1 lub B2              |  |  |  |  | 45 |  |    |  | 45 | 5   | K_W02, K_W07, K_W08, K_W12, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_K03<br><br>S_W02, S_W05, S_U01  | nauki fizyczne                    |
| <b>Treści programowe</b>                             | Rozwój wiedzy i umiejętności związanych z wykonywaniem zaawansowanych doświadczeń na pracowni dydaktycznej lub w grupie badawczej. Określenie celu doświadczenia, zaprojektowanie i budowa układu, wykonanie pomiarów, analiza wyników doświadczalnych, przygotowanie raportu. Ćwiczenia z działów optyka, metody badania sieci krystalicznej, fizyka jądrowa. |  |  |  |    |  |    |  |    |     |   |                                   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>       | zaliczenie na ocenę  |  |  |  |    |  |    |  |    |     |   |                                   |
| Przedmiot do wyboru z fizyki lub chemii <sup>W</sup> |  |  |  |  |    |  |    |  | 30 | 2,5 | K_W02, K_W05, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U05, K_U06, K_U07, K_U10, K_K01, K_K04  | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne |

|   |   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
|---|---|--|--|----|--|--|--|--|----|---|--|-------------------------------------|
|   |   |  |  |    |  |  |  |  |    |   | S_W01, S_W04, S_U02,<br>S_K01, S_K02   |                                     |
| <b>Treści programowe</b>                        | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie fizyki lub chemii, w zależności od zainteresowań studenta.  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| Podstawy medycyny molekularnej                  | 30  |  |  | 30 |  |  |  |  | 60 | 6 | K_W04, K_W06, K_W10,<br>K_W11, K_U05, K_U06,<br>K_U09, K_U10, K_K01<br><br>S_W04, S_U03, S_K01 | nauki biologiczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>                        | Genetyczne predyspozycje oraz wpływ czynników środowiskowych na inicjację oraz przebieg chorób. Podstawy biologii systemu immunologicznego. Wybrany przegląd dobrze udokumentowanych chorób rodzinnych. Wybrany przegląd dobrze udokumentowanych chorób wynikających z wpływu środowiska. Podstawy komórkowe i molekularne wybranych. Praktyczne możliwości współczesnej medycyny zindywidualizowanego leczenia.  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| Termodynamika z elementami fizyki statystycznej | 45  |  |  | 45 |  |  |  |  | 90 | 6 | K_W02, K_W05, K_U01,<br>K_U02, K_K01<br><br>S_W01, S_U01, S_K01                                | nauki fizyczne                      |
| <b>Treści programowe</b>                        | Wykład z pokazami. Opis układu termodynamicznego. Równowaga termodynamiczna w opisie statystycznym. Statystyki kwantowe. Temperatura empiryczna i własności ciał fizycznych zależne od temperatury. Międzynarodowa skala temperatur. Równanie stanu układu. Pierwsza zasada termodynamiki. Ciepło molowe i ciepło przemian fazowych. Maszyny cieplne. Entropia. Druga zasada termodynamiki. Zagadnienia transportu. Niskie temperatury. Trzecia zasada termodynamiki. Termodynamiczne parametry układu. |  |  |    |  |  |  |  |    |   |  |                                     |

|  |   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
|--|---|--|----|----|--|--|--|--|----|---|---|----------------------------------|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność neuroinformatyka</b> |   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| Seminarium fizyki biomedycznej   |   |  | 30 |    |  |  |  |  | 30 | 2 | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03, S_W04, S_U02, SU03, S_K01, S_K02 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>   | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | zaliczenie na ocenę   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| Programowanie zaawansowane FM i NI   | 15  |  |    | 45 |  |  |  |  | 60 | 6 | K_W05, K_W08, K_U02, K_U03, K_U12, K_K01<br>S_W01, S_W02, S_U01, S_K01  | informatyka<br>nauki fizyczne    |
| <b>Treści programowe</b>   | Rozwój zaawansowanych umiejętności programowania, metod numerycznych oraz korzystania z technologii informacyjnych i komunikacyjnych w zakresie zdiagnozowanym przez prowadzącego, niezbędnym do korzystania z narzędzi numerycznych neuroinformatyki i fizyki medycznej. |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | Egzamin pisemny, opcjonalnie egzamin ustny  |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |

|   |   |  |  |    |  |  |  |  |     |    |   |   |
|---|---|--|--|----|--|--|--|--|-----|----|---|---|
| Przedmioty do wyboru z listy Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej <sup>w</sup> |   |  |  |    |  |  |  |  | 105 | 10 | K_W02, K_W05, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01<br><br>S_W01, S_W03, S_W04, S_U02, S_K01 | nauki fizyczne  |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w naukach fizycznych, w szczególności w zakresie związanym z neuroinformatyką. |  |  |    |  |  |  |  |     |    |   |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |    |  |  |  |  |     |    |   |   |
| Przedmioty do wyboru z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych <sup>w</sup>      | 60  |  |  | 30 |  |  |  |  | 90  | 9  | K_W11, K_U06, K_U10, K_K01<br><br>S_K01   | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne<br>informatyka<br>matematyka |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w naukach fizycznych, w szczególności w zakresie związanym z neuroinformatyką. |  |  |    |  |  |  |  |     |    |   |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |    |  |  |  |  |     |    |   |   |
| Przedmioty ogólnouniwersyteckie *   |   |  |  |    |  |  |  |  | 30  | 3  |   |   |
| <b>Treści programowe</b>  |   |  |  |    |  |  |  |  |     |    |   |   |

|   |   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
|---|---|--|----|----|--|--|--|--|----|---|---|----------------------------------|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | określone w sylabusie przedmiotu  |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność fizyka medyczna</b> |   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| Seminarium fizyki biomedycznej  |   |  | 30 |    |  |  |  |  | 30 | 2 | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03, S_W04, S_U02, SU03, S_K01, S_K02 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>  | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | zaliczenie na ocenę   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| Pracownia fizyczna II stopnia B1 lub Zespołowy projekt studencki                  |   |  |    | 45 |  |  |  |  | 45 | 5 | K_W02, K_W07, K_W08, K_W12, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_K03<br><br>S_W02, S_W05, S_U01  | nauki fizyczne                   |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności związanych z wykonywaniem zaawansowanych doświadczeń na pracowni dydaktycznej lub w grupie badawczej. Określenie celu doświadczenia, zaprojektowanie i budowa układu, wykonanie pomiarów, analiza wyników doświadczalnych, przygotowanie raportu, praca zespołowa. |  |    |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |

|  |  |  |  |    |  |  |  |  |     |   |  |   |
|--|--|--|--|----|--|--|--|--|-----|---|--|---|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę  |  |  |    |  |  |  |  |     |   |  |   |
| Fizyczne podstawy radioterapii                 | 30   |  |  | 30 |  |  |  |  | 60  | 5 | K_W01, K_W06, K_W07, K_W10, K_U02, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_K02, K_K05<br>S_W04, S_U02, S_K03               | nauki fizyczne<br>nauki medyczne                      |
| <b>Treści programowe</b>                       | Źródła promieniowania stosowane w radioterapii. Metody dozymetrii klinicznej. Metody i systemy planowania leczenia. Rodzaje radioterapii.  |  |  |    |  |  |  |  |     |   |  |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny  |  |  |    |  |  |  |  |     |   |  |   |
| Radiobiologia                                  | 30   |  |  |    |  |  |  |  | 30  | 3 | K_W01, K_W02, K_W04, K_W10, K_U02, K_U07, K_U09, K_U10, K_K01, K_K05<br>S_W04, S_U01, S_U02, S_U03, S_K01, S_K03 | nauki fizyczne<br>nauki biologiczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | Oddziaływanie promieniowania z materią. Elementy biologii komórki. Mutacje i aberracje. Uszkodzenia i naprawa DNA. Dozymetria biologiczna. Cechy nowotworów. Biologiczne podstawy radioterapii. Efekt widza. |  |  |    |  |  |  |  |     |   |  |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny  |  |  |    |  |  |  |  |     |   |  |   |
| Mechanika kwantowa                             | 60   |  |  | 60 |  |  |  |  | 120 | 9 | K_W02, K_W05, K_W09, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01<br>S_W01, S_U02, S_K01   | nauki fizyczne  |

|  |   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|----|---|--|-------------------------------------|
| <b>Treści programowe</b>                       | Funkcja falowa i równanie Schrödingera. Zasada superpozycji stanów kwantowych. Liniowość równania Schrödingera i jej konsekwencje. Postulaty mechaniki kwantowej. Obserwable. Zasada nieoznaczoności. Klasyfikacja rozwiązań równania Schrödingera. Oscylator harmoniczny. Kwantowa teoria momentu pędu. Cząstka w polu sił centralnych. Atom wodoru. Metody przybliżonego rozwiązywania równania Schrödingera. |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| Sygnaly bioelektryczne                         | 15  |  |  |  |  |  |  |  | 15 | 2 | K_W01, K_W04, K_W06, K_W10, K_U01, K_U06, K_U07, K_K01<br>SW04, S_U02, S_K01 | nauki fizyczne<br>nauki biologiczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | Biofizyka komórki – błona komórkowa, transport przez błony. Potencjał spoczynkowy i potencjał czynnościowy w komórce nerwowej. Przewodzenie impulsów nerwowych. Synapsy. Autonomiczny układ nerwowy. Gruczoły potowe. Reakcja skórno-galwaniczna - sygnał GSR. Wykrywacz kłamstw. Biofizyka układu krążenia. Biofizyka tkanki mięśniowej. Generacja i rejestracja sygnału EEG.                                  |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | Egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| Przedmioty ogólnouniwersyteckie *              |   |  |  |  |  |  |  |  | 60 | 4 |  |                                     |
| <b>Treści programowe</b>                       | Rozszerzenie kompetencji studenta o treści kształcenia spoza nauk fizycznych  |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |                                     |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |  |  |  |  |  |    |   |  |                                     |

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): co najmniej 315**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): co najmniej 1335**

Semestr: trzeci

| Nazwa przedmiotu                                      | Forma zajęć – liczba godzin  |                |            |           |              |           |         | Razem: liczba godzin zajęć | Razem: punkty ECTS | Symbole efektów uczenia się dla specjalności                  | Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot |
|---|--|----------------|------------|-----------|--------------|-----------|---------|----------------------------|--------------------|---|--|
|   | Wykład   | Konwersatorium | Seminarium | Ćwiczenia | Laboratorium | Warsztaty | Projekt |                            |                    |   |  |
| <b>przedmioty wspólne dla wszystkich specjalności</b> |  |                |            |           |              |           |         |                            |                    |   |  |
| Praktyki zawodowe                                     |  |                |            |           |              |           |         | 80                         | 4                  | K_W12, K_W13, K_W14, K_U09, K_U10, K_K01, K_K02, K_K03, K_K05 |  |
| <b>Treści programowe</b>                              | <p>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 prowadzą badania naukowe z zakresu nauk fizycznych, nauk chemicznych, nauk biologicznych lub nauk medycznych, lub wdrażają lub wykorzystują efekty badań naukowych w ww. dziedzinach. Opiekun praktyk zawodowych lub prodziekan ds. studenckich kieruje studenta na praktyki na jego wniosek. Student może wnioskować do prodziekana ds. studenckich o uznanie efektów uczenia się osiągniętych w ramach pracy zawodowej lub działalności gospodarczej za równoważne z efektami uczenia się przypisanymi do 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.</p> |                |            |           |              |           |         |                            |                    |   |  |

|   |  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |  |
|---|--|--|--|----|--|--|--|--|----|---|---|--|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | 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.   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |  |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność biofizyka molekularna</b> |  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |  |
| Modelowanie molekularne i obliczeniowa biologia strukturalna                            | 30   |  |  | 30 |  |  |  |  | 60 | 4 | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W08, K_W09, K_W10, K_U01, K_U09, K_U10, K_K01, K_K02<br><br>S_W02, S_W03, S_U01, S_U03, S_K01                                     | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne |
| <b>Treści programowe</b>  | Przegląd podstawowych metod analizy sekwencji i struktury białek. Przewidywanie struktury białek metodami homologicznego modelowania. Podstawy metod mechaniki i dynamiki molekularnej oraz ich zastosowań w badaniach struktury i dynamiki z wykorzystaniem popularnych pakietów molekularnego modelowania. Fizyka oddziaływań białek z niskcząsteczkowymi ligandami. Wykorzystanie wybranego, popularnego pakietu modelowania w procesach dockingu.                                |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | egzamin pisemny lub ustny  |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |  |
| Wybrane zagadnienia biofizyki molekularnej  | 60   |  |  | 30 |  |  |  |  | 90 | 9 | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U09, K_U10, K_U12,, K_K01, K_K02<br><br>S_W02, S_W03, S_W04, S_U01, S_U02, S_U03, S_K01 | nauki fizyczne   |
| <b>Treści programowe</b>  | Metody stosowane do obserwacji kinetyki procesów z udziałem białek, kwasów nukleinowych i innych biomolekuł, zachodzących zarówno w roztworze, jak i w żywych komórkach, oraz metody analizy tych eksperymentalnych obserwacji pod kątem mechanizmów molekularnych tych procesów. Metody stosowane w eksperymentach obejmują metody relaksacyjne i różne rodzaje mikroskopii optycznej. Teoretyczne podstawy analizy danych obejmują mechanikę kwantową, elektromagnetyzm, mechanikę |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |  |

|  |   |  |    |     |  |  |  |     |    |   |                |
|--|---|--|----|-----|--|--|--|-----|----|---|----------------|
|  | statystyczną i termodynamikę. Wykład zawiera dostosowany do przygotowania studentów przegląd wybranych spośród następujących zagadnień: struktura chemiczna, metabolizm i biologiczna rola biopolimerów, oddziaływania elektrostatyczne i hydrofobowe stabilizujące struktury makrocząsteczek i kompleksów molekularnych, genomika, proteomika, zwijanie białek i RNA, kompleksy biomolekularne, oddziaływania biopolimerów, błony biologiczne, magnetyczny rezonans jądrowy w diagnostyce medycznej. |  |    |     |  |  |  |     |    |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |    |     |  |  |  |     |    |   |                |
| Seminarium biofizyki                           |   |  | 15 |     |  |  |  | 15  | 1  | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03, S_W04, S_U02, SU03, S_K01, S_K02 | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.   |  |    |     |  |  |  |     |    |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę   |  |    |     |  |  |  |     |    |   |                |
| Pracownia biofizyki doświadczalnej             |   |  |    | 120 |  |  |  | 120 | 10 | K_W01, K_W02, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W12, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_K02, K_K03, K_K04<br><br>S_W03, S_W04, S_W05, S_U01, SU02, S_K02                                    | nauki fizyczne |

|  |   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |
|--|---|--|--|----|--|--|--|--|----|-----|---|--|
| <b>Treści programowe</b>   | Kwerenda bibliografii i wykonanie własnych prac doświadczalnych z biofizyki – indywidualnie pod kierunkiem nauczyciela akademickiego.   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | zaliczenie na ocenę   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |
| Chemia medyczna lub inny przedmiot z zakresu nauk fizycznych, chemicznych lub biologicznych <sup>W</sup> | 30  |  |  |    |  |  |  |  | 30 | 2   | K_W02, K_W10, K_W11, K_U01, K_U10, K_K01<br>S_W04, S_K01                                    | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne |
| <b>Treści programowe</b>   | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w naukach przyrodniczych.  |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność neuroinformatyka</b>                       |   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |
| Modelowanie komputerowe układu nerwowego   | 30  |  |  | 45 |  |  |  |  | 75 | 7,5 | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W10, K_U06, K_U07, K_K01<br>S_W01, S_W02, S_U02, S_K01 | nauki fizyczne<br>nauki biologiczne                    |
| <b>Treści programowe</b>   | Modele leżące u podstaw dynamicznych procesów neuronalnych: pasywne własności błony neuronalnej, aktywne prądy jonowe i potencjały czynnościowe, przekaźnictwo synaptyczne, generacja aktywności rytmicznej i synchronizacja. |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | zaliczenie na ocenę   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |  |

|  |   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
|--|---|--|----|----|--|--|--|--|----|---|--|----------------------------------|
| Statystyka II                                  | 30  |  |    | 60 |  |  |  |  | 90 | 7 | K_W05, K_U01, K_U02,<br>K_U11, K_K01<br><br>S_W01, S_U02, S_K01  |                                  |
| <b>Treści programowe</b>                       | Modele leżące u podstaw dynamicznych procesów neuronalnych: pasywne własności błony neuronalnej, aktywne prądy jonowe i potencjały czynnościowe, przekaźnictwo synaptyczne, generacja aktywności rytmicznej i synchronizacja. |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| Seminarium fizyki biomedycznej                 |   |  | 30 |    |  |  |  |  | 30 | 2 | K_W01, K_W02, K_W03,<br>K_W04, K_W05, K_W06,<br>K_W07, K_W08, K_W09,<br>K_W10, K_W11, K_U01,<br>K_U04, K_U06, K_U07,<br>K_U08, K_U09, K_U10,<br>K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03,<br>S_W04, S_U02, S_U03,<br>S_K01, S_K02 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| Przedmiot ogólnouniwersytecki*                 |   |  |    |    |  |  |  |  | 20 | 2 |  |                                  |

|  |   |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|----|-----|---|---|
| <b>Treści programowe</b>   | Rozwój wiedzy i umiejętności w dyscyplinach innych niż nauki fizyczne.  |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | Określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |
| Przedmiot do wyboru z zakresu modelowania matematycznego lub numerycznego <sup>W</sup> |   |  |  |  |  |  |  |  | 45 | 4,5 | K_W01, K_W02, K_W05, K_W10, K_U06, K_U07, K_U12,, K_K01<br><br>S_W01, S_W02, S_U02, S_K01 | matematyka<br>informatyka   |
| <b>Treści programowe</b>   | Rozwój wiedzy i umiejętności studentów w zakresie modelowania w kontekście zastosowań w naukach biologicznych i medycznych. |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |
| Przedmioty do wyboru z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych <sup>W</sup>           |   |  |  |  |  |  |  |  | 30 | 3   | K_W11, K_U06, K_U10, K_K01<br><br>S_K01   | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne<br>informatyka<br>matematyka |
| <b>Treści programowe</b>   | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych.                     |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność fizyka medyczna</b>      |   |  |  |  |  |  |  |  |    |     |   |   |

|  |   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
|--|---|--|----|----|--|--|--|--|----|---|--|----------------------------------|
| Statystyka II                                  | 30  |  |    | 60 |  |  |  |  | 90 | 7 | K_W05, K_U01, K_U02,<br>K_U11, K_K01<br><br>S_W01, S_U02, S_K01  |                                  |
| <b>Treści programowe</b>                       | Modele leżące u podstaw dynamicznych procesów neuronalnych: pasywne własności błony neuronalnej, aktywne prądy jonowe i potencjały czynnościowe, przekaźnictwo synaptyczne, generacja aktywności rytmicznej i synchronizacja. |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| Seminarium fizyki biomedycznej                 |   |  | 30 |    |  |  |  |  | 30 | 2 | K_W01, K_W02, K_W03,<br>K_W04, K_W05, K_W06,<br>K_W07, K_W08, K_W09,<br>K_W10, K_W11, K_U01,<br>K_U04, K_U06, K_U07,<br>K_U08, K_U09, K_U10,<br>K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03,<br>S_W04, S_U02, S_U03,<br>S_K01, S_K02 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę   |  |    |    |  |  |  |  |    |   |  |                                  |
| Przedmiot ogólnouniwersytecki*                 |   |  |    |    |  |  |  |  | 30 | 2 |  |                                  |

|  |   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |                           |
|--|---|--|--|----|--|--|--|--|----|-----|---|---------------------------|
| <b>Treści programowe</b>   | Rozwój wiedzy i umiejętności w dyscyplinach innych niż nauki fizyczne.  |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |                           |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | Określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |                           |
| Przedmiot do wyboru z zakresu modelowania matematycznego lub numerycznego <sup>W</sup> |   |  |  |    |  |  |  |  | 45 | 4,5 | K_W01, K_W02, K_W05, K_W10, K_U06, K_U07, K_U12, K_K01<br><br>S_W01, S_W02, S_U02, S_K01                                    | matematyka<br>informatyka |
| <b>Treści programowe</b>   | Rozwój wiedzy i umiejętności studentów w zakresie modelowania w kontekście zastosowań w naukach biologicznych i medycznych. |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |                           |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |                           |
| Planowanie radioterapii  | 30  |  |  | 45 |  |  |  |  | 75 | 7,5 | K_W01, K_W02, K_W04, K_W06, K_W08, K_W10, K_U02, K_U03, K_U05, K_U06, K_U07, K_K02, K_K05<br><br>S_W02, S_W04, S_U02, K_K03 | nauki medyczne            |
| <b>Treści programowe</b>   | Planowanie leczenia – definicje, raporty. Planowanie leczenia poszczególnych narządów. Wybrane techniki radioterapii.       |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |                           |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>   | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |    |  |  |  |  |    |     |   |                           |

|  |   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
|--|---|--|--|----|--|--|--|--|----|---|---|----------------------------------|
| Metody Monte Carlo w fizyce medycznej          |   |  |  | 30 |  |  |  |  | 30 | 3 | K_W01, K_W05, K_W06, K_W07, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_K01, K_K05<br>S_W01, S_02, S_K01, S_K03 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | Planowanie leczenia – definicje, raporty. Planowanie leczenia poszczególnych narządów. Wybrane techniki radioterapii. |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę   |  |  |    |  |  |  |  |    |   |   |                                  |

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze):** 30

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze):** co najmniej 365

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu):** co najmniej 1335

**Semestr:** czwarty

| Nazwa przedmiotu                                      | Forma zajęć – liczba godzin |                |            |           |              |           |         |      | Razem: liczba godzin zajęć | Razem: punkty ECTS | Symbole efektów uczenia się dla specjalności | Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot |
|---|-----------------------------|----------------|------------|-----------|--------------|-----------|---------|------|----------------------------|--------------------|--|--|
|   | Wykład                      | Konwersatorium | Seminarium | Ćwiczenia | Laboratorium | Warsztaty | Projekt | Inne |                            |                    |  |  |
| <b>przedmioty wspólne dla wszystkich specjalności</b> |                             |                |            |           |              |           |         |      |                            |                    |  |  |

|   |   |  |    |  |  |  |  |     |     |    |   |                |
|---|---|--|----|--|--|--|--|-----|-----|----|---|----------------|
| Pracownia specjalistyczna II w tym praca magisterska                                    |   |  |    |  |  |  |  | 240 | 240 | 20 | K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05   | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>  | Badania w ramach działalności naukowej w grupach badawczych związane z przygotowaniem pracy magisterskiej.  |  |    |  |  |  |  |     |     |    |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>  | ocena pracy magisterskiej   |  |    |  |  |  |  |     |     |    |   |                |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność biofizyka molekularna</b> |   |  |    |  |  |  |  |     |     |    |   |                |
| Seminarium biofizyki  |   |  | 15 |  |  |  |  |     | 15  | 1  | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03, S_W04, S_U02, SU03, S_K01, S_K02 | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>  | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce. |  |    |  |  |  |  |     |     |    |   |                |

|   |  |  |  |  |  |  |  |    |    |   |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|----|----|---|--|--|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                  | zaliczenie na ocenę  |  |  |  |  |  |  |    |    |   |  |  |
| Proseminarium biofizyczne B2+   |  |  |  |  |  |  |  | 30 | 30 | 3 | K_W10, K_W11, K_U05, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_K01, K_K03, K_K04<br><br>S_W04, S_U03, S_K01, S_K02 | nauki fizyczne   |
| <b>Treści programowe</b>  | Studenci przygotowują i prezentują dłuższe wystąpienia w języku angielskim przedstawiające w szczególności plan badań w kontekście pracy magisterskiej. Plany powinny być ukazane na tle dotychczasowej wiedzy i osiągnięć naukowych w danej dziedzinie. Omówiona powinna być również planowana do wykorzystania metodologia badawcza. |  |  |  |  |  |  |    |    |   |  |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                  | zaliczenie na ocenę  |  |  |  |  |  |  |    |    |   |  |  |
| Przedmiot z zakresu nauk fizycznych, chemicznych lub biologicznych <sup>w</sup> | 30   |  |  |  |  |  |  |    | 30 | 2 | K_W02, K_W10, K_W11, K_U01, K_U10, K_K01<br><br>S_W04, S_K01   | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w naukach przyrodniczych.   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |  |  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                  | określone w sylabusie przedmiotu   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |  |  |
| Przedmioty ogólnouniwersyteckie *   |  |  |  |  |  |  |  |    | 60 | 4 |  |  |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozszerzenie kompetencji studenta o treści kształcenia spoza nauk fizycznych   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |  |  |

|  |  |  |    |  |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
|--|--|--|----|--|--|--|--|----|----|---|--|----------------------------------|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | określone w sylabusie przedmiotu   |  |    |  |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność neuroinformatyka</b> |  |  |    |  |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| Proseminarium magisterskie B2+   |  |  |    |  |  |  |  | 30 | 30 | 3 | K_W10, K_W11, K_U05,<br>K_U08, K_U09, K_U10,<br>K_U11, K_K01, K_K03,<br>K_K04<br><br>S_W04, S_U03, S_K01,<br>S_K02   | nauki fizyczne                   |
| <b>Treści programowe</b>   | Studenci przygotowują i prezentują dłuższe wystąpienia w języku angielskim przedstawiające w szczególności plan badań w kontekście pracy magisterskiej. Plany powinny być ukazane na tle dotychczasowej wiedzy i osiągnięć naukowych w danej dziedzinie. Omówiona powinna być również planowana do wykorzystania metodologia badawcza. |  |    |  |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                     | zaliczenie na ocenę  |  |    |  |  |  |  |    |    |   |  |                                  |
| Seminarium fizyki biomedycznej   |  |  | 30 |  |  |  |  |    | 30 | 2 | K_W01, K_W02, K_W03,<br>K_W04, K_W05, K_W06,<br>K_W07, K_W08, K_W09,<br>K_W10, K_W11, K_U01,<br>K_U04, K_U06, K_U07,<br>K_U08, K_U09, K_U10,<br>K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03,<br>S_W04, S_U02, S_U03,<br>S_K01, S_K02 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>   | Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.  |  |    |  |  |  |  |    |    |   |  |                                  |

|   |   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |   |                |
|---|---|--|--|--|--|--|--|----|----|---|---|----------------|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | zaliczenie na ocenę   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |   |                |
| Przedmioty do wyboru z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych <sup>W</sup>      |   |  |  |  |  |  |  | 60 | 5  | K_W11, K_U06, K_U10, K_K01<br>S_K01   | nauki fizyczne<br>nauki chemiczne<br>nauki biologiczne<br>informatyka<br>matematyka |                |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych.                     |  |  |  |  |  |  |    |    |   |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |   |                |
| Zespołowy projekt studencki <sup>Z</sup>  |   |  |  |  |  |  |  | 30 | 5  | K_W09, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_U08, K_U09, K_U10, K_U13, K_K02, K_K03, K_K05, K_U07 | nauki fizyczne  |                |
| <b>Treści programowe</b>  | Rozwój umiejętności pracy w grupie przez realizację projektu naukowego lub z zastosowań nauki w dyscyplinie nauki fizyczne. |  |  |  |  |  |  |    |    |   |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>                                    | zaliczenie na ocenę   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |   |                |
| <b>przedmioty właściwe dla danej specjalności<br/>specjalność fizyka medyczna</b> |   |  |  |  |  |  |  |    |    |   |   |                |
| Proseminarium magisterskie B2+  |   |  |  |  |  |  |  | 30 | 30 | 3   | K_W10, K_W11, K_U05, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_K01, K_K03, K_K04                | nauki fizyczne |

|  |   |  |    |  |  |  |  |  |    |                               |   |                                  |
|--|---|--|----|--|--|--|--|--|----|-------------------------------|---|----------------------------------|
|  |   |  |    |  |  |  |  |  |    | S_W04, S_U03, S_K01,<br>S_K02 |   |                                  |
| <b>Treści programowe</b>                       | <p>Studenci przygotowują i prezentują dłuższe wystąpienia w języku angielskim przedstawiające w szczególności plan badań w kontekście pracy magisterskiej. Plany powinny być ukazane na tle dotychczasowej wiedzy i osiągnięć naukowych w danej dziedzinie. Omówiona powinna być również planowana do wykorzystania metodologia badawcza.</p> |  |    |  |  |  |  |  |    |                               |   |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę   |  |    |  |  |  |  |  |    |                               |   |                                  |
| Seminarium fizyki biomedycznej                 |   |  | 30 |  |  |  |  |  | 30 | 2                             | K_W01, K_W02, K_W03,<br>K_W04, K_W05, K_W06,<br>K_W07, K_W08, K_W09,<br>K_W10, K_W11, K_U01,<br>K_U04, K_U06, K_U07,<br>K_U08, K_U09, K_U10,<br>K_K01, K_K04<br><br>S_W01, S_W02, S_W03,<br>S_W04, S_U02, SU03,<br>S_K01, S_K02 | nauki fizyczne<br>nauki medyczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | <p>Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.</p>  |  |    |  |  |  |  |  |    |                               |   |                                  |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę   |  |    |  |  |  |  |  |    |                               |   |                                  |
| Przedmiot ogólnouniwersytecki*                 |   |  |    |  |  |  |  |  | 45 | 5                             |   |                                  |
| <b>Treści programowe</b>                       | <p>Rozwój wiedzy i umiejętności w dyscyplinach innych niż nauki fizyczne.</p>   |  |    |  |  |  |  |  |    |                               |   |                                  |

|  |   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |   |                |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|----|---|---|----------------|
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | Określone w sylabusie przedmiotu  |  |  |  |  |  |  |  |    |   |   |                |
| Zespołowy projekt studencki <sup>z</sup>       |   |  |  |  |  |  |  |  | 30 | 5 | K_W09, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_U08, K_U09, K_U10, K_U13, K_K02, K_K03, K_K05, K_U07 | nauki fizyczne |
| <b>Treści programowe</b>                       | Rozwój umiejętności pracy w grupie przez realizację projektu naukowego lub z zastosowań nauki w dyscyplinie nauki fizyczne. |  |  |  |  |  |  |  |    |   |   |                |
| <b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b> | zaliczenie na ocenę   |  |  |  |  |  |  |  |    |   |   |                |

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): co najmniej 275**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): co najmniej 1335**

\* w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

<sup>w</sup> Wybór przedmiotów podlega zatwierdzeniu przez opiekuna specjalności i prodziekana ds. studenckich

<sup>z</sup> Zespołowy projekt studencki za 5ECTS można zaliczyć jako odrębny przedmiot do wyboru oraz w ramach innych przedmiotów

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  |
|--|--|--|
| Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych   | nauki fizyczne<br><br>nauki chemiczne<br><br>nauki biologiczne | 68% biofizyka molekularna<br>58% neuroinformatyka<br>54% fizyka medyczna<br><br>7% biofizyka molekularna<br>4% neuroinformatyka<br>2% fizyka medyczna<br><br>9% biofizyka molekularna<br>8% neuroinformatyka<br>5% fizyka medyczna |
| Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu | nauki medyczne   | 3% biofizyka molekularna<br>5% neuroinformatyka<br>16% fizyka medyczna   |

”