

# KARTA PRZEDMIOTU

|                           |                  |                                             |
|---------------------------|------------------|---------------------------------------------|
| Kod przedmiotu            | 0541.6.MAT2.C.AF |                                             |
| Nazwa przedmiotu w języku | polskim          | Analiza funkcjonalna<br>Functional Analysis |
|                           | angielskim       |                                             |

## 1. USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                            |                                                                      |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1.1. Kierunek studiów                      | matematyka                                                           |
| 1.2. Forma studiów                         | stacjonarne                                                          |
| 1.3. Poziom studiów                        | studia drugiego stopnia                                              |
| 1.4. Profil studiów*                       | ogólnoakademicki                                                     |
| 1.5. Osoba przygotowująca kartę przedmiotu | Joanna Garbulińska-Węgrzyn                                           |
| 1.6. Kontakt                               | <a href="mailto:jgarbulinska@ujk.edu.pl">jgarbulinska@ujk.edu.pl</a> |

## 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                         |                                                                        |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2.1. Język wykładowy    | polski/angielski                                                       |
| 2.2. Wymagania wstępne* | Analiza Matematyczna III, IV, Topologia I, Algebra Liniowa z Geometrią |

## 3. SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                               |               |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1. Forma zajęć              |               | wykład, konwersatorium                                                                                                                                        |
| 3.2. Miejsce realizacji zajęć |               | pomieszczenia dydaktyczne UJK                                                                                                                                 |
| 3.3. Forma zaliczenia zajęć   |               | wykład: egzamin, konwersatorium: zal. z oceną                                                                                                                 |
| 3.4. Metody dydaktyczne       |               | wykład akademicki, dyskusja, zajęcia warsztatowe (rozwiązywanie zadań), referat                                                                               |
| 3.5. Wykaz literatury         | podstawowa    | 1. W. Rudin, Analiza funkcjonalna, PWN, 2009<br>2. W. Johnson, J. Lindenstrauss, Handbook of the geometry of Banach spaces. Vol.1, Elsevier, 2001             |
|                               | uzupełniająca | 1. W. Johnson, J. Lindenstrauss, Handbook of the geometry of Banach spaces. Vol.2, Elsevier, 2003<br>2. W. Rudin, Analiza rzeczywista i zespolona, PWN, 2009. |

## 4. CELE, TREŚCI I EFEKTY UCZENIA SIĘ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>4.1. Cele przedmiotu (z uwzględnieniem formy zajęć)</b></p> <p><b>Wykład</b></p> <p>C1 – zapoznanie z teorią i podstawowymi metodami analizy funkcjonalnej oraz zastosowaniami tej dziedziny analizy matematycznej</p> <p><b>Konwersatorium:</b></p> <p>C2 – nabycie podstawowych umiejętności w posługiwaniu się metodami analizy funkcjonalnej</p> <p>C3 – przedstawienie podstawowych własności obiektów będących przedmiotem badań analizy funkcjonalnej</p> <p>C4 – opanowanie aparatu rachunkowego dotyczącego przestrzeni funkcyjnych</p> <p>C5 – wyrabianie nawyku uczenia się, doskonalenia</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>4.2. Treści programowe (z uwzględnieniem formy zajęć)</b></p> <p><b>Wykład:</b></p> <p>Normy, przestrzenie unormowane, przestrzenie Banacha, topologiczne przestrzenie wektorowe. Przestrzenie unitarne i przestrzenie Hilberta. Norma w przestrzeniach unitarnych. Twierdzenie o rzucie ortogonalnym, układy ortonormalne, twierdzenie Schmidta o ortonormalizacji. Nierówności Schwartza i Bessela. Szeregi Fouriera. Tożsamość Parsewala. Operatory liniowe ograniczone. Twierdzenie Hahn’a-Banacha. Twierdzenie Banacha o operatorze otwartym i wykresie domkniętym. Elementy spektralnej teorii operatorów w przestrzeniach Hilberta.</p> <p><b>Konwersatorium:</b></p> <p>Przykłady przestrzeni unormowanych, Banacha i Hilberta. Nierówności: Jensena, Minkowskiego i Höldera oraz ich zastosowania. Przestrzenie <math>L^p</math>. Bazy w przestrzeniach Banacha. Szeregi Fouriera i ich zastosowania. Zastosowania przestrzeni Hilberta i Banacha. Elementy spektralnej teorii operatorów w przestrzeniach Hilberta.</p> |

#### 4.3. Przedmiotowe efekty uczenia się

| Efekt                                                    | Student, który zaliczył przedmiot                                                                                                                                                              | Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| w zakresie <b>WIEDZY</b> zna i rozumie:                  |                                                                                                                                                                                                |                                                 |
| W01                                                      | w stopniu pogłębionym rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych analizy funkcjonalnej                                                                                              | MAT2A_W01                                       |
| W02                                                      | kluczowe pojęcia oraz orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju analizy funkcjonalnej                                                                                                      | MAT2A_W03                                       |
| W03                                                      | w pogłębionym stopniu pojęcia i metody analizy funkcjonalnej oraz jej zastosowania w zagadnieniach analizy matematycznej, w szczególności własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta | MAT2A_W08<br>MAT2A_W11                          |
| W04                                                      | w pogłębionym stopniu powiązania zagadnień wybranej dziedziny matematyki z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej                                                                | MAT2A_W17                                       |
| w zakresie <b>UMIEJĘTNOŚCI</b> potrafi:                  |                                                                                                                                                                                                |                                                 |
| U01                                                      | konstruować rozumowania matematyczne, dowodzić twierdzenia, dobierać kontrprzykłady obalające błędne hipotezy, sprawdzać poprawność wnioskowań w prowadzonych dowodach formalnych              | MAT2A_U01                                       |
| U02                                                      | dostrzegać struktury formalne związane z różnymi działami matematyki w rozważanych zagadnieniach matematycznych i wskazać znaczenie tych struktur                                              | MAT2A_U03                                       |
| U03                                                      | posługiwać się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym, elementami analizy zespolonej i fourierowskiej                                                                   | MAT2A_U04                                       |
| U04                                                      | rozpoznawać struktury matematyczne w wybranych zagadnieniach praktycznych i teoretycznych z innych dziedzin nauki                                                                              | MAT2A_U12                                       |
| U05                                                      | wyszukiwać potrzebne informacje w różnych źródłach, także w języku angielskim; dostrzegać potrzebę korzystania z czasopism naukowych i popularnonaukowych                                      | MAT2A_U13                                       |
| w zakresie <b>KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b> jest gotów do: |                                                                                                                                                                                                |                                                 |
| K01                                                      | analizy ścisłości logicznej wypowiedzi własnej i innych osób oraz dążenia do precyzji w zapisie tekstu                                                                                         | MAT1A_K01                                       |
| K02                                                      | dążenia do pełnego zrozumienia zagadnień poprzez zadawanie odpowiednich pytań                                                                                                                  | MAT1A_K04                                       |

| 4.4. Sposoby weryfikacji osiągnięcia przedmiotowych efektów uczenia się |                           |   |     |                |   |     |                |   |     |                            |   |     |                   |   |     |  |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---|-----|----------------|---|-----|----------------|---|-----|----------------------------|---|-----|-------------------|---|-----|--|
| Efekty przedmiotowe<br>(symbol)                                         | Sposób weryfikacji (+/-)  |   |     |                |   |     |                |   |     |                            |   |     |                   |   |     |  |
|                                                                         | Egzamin<br>ustny/pisemny* |   |     | Kolokwium*     |   |     | Projekt*       |   |     | Aktywność<br>na zajęciach* |   |     | Inne<br>(jakie?)* |   |     |  |
|                                                                         | Forma zajęć               |   |     | Forma<br>zajęć |   |     | Forma<br>zajęć |   |     | Forma zajęć                |   |     | Forma<br>zajęć    |   |     |  |
|                                                                         | W                         | C | ... | W              | C | ... | W              | C | ... | W                          | C | ... | W                 | C | ... |  |
| W01                                                                     | +                         |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| W02                                                                     | +                         |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| W03                                                                     | +                         |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| W04                                                                     | +                         |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| U01                                                                     |                           |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| U02                                                                     |                           |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| U03                                                                     |                           |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| U04                                                                     |                           |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| U05                                                                     |                           |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| K01                                                                     | +                         |   |     |                | + |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |
| K02                                                                     | +                         |   |     |                |   |     |                |   |     | +                          | + |     |                   |   |     |  |

| 4.5. Kryteria oceny stopnia osiągnięcia efektów uczenia się |       |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma zajęć                                                 | Ocena | Kryterium oceny                                                                     |
| wykład (W)                                                  | 3     | co najmniej 50% i nie więcej, niż 60% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania |
|                                                             | 3,5   | ponad 60% i nie więcej, niż 70% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                                                             | 4     | ponad 70% i nie więcej, niż 80% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                                                             | 4,5   | ponad 80% i nie więcej, niż 90% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                                                             | 5     | ponad 90% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania                             |
| konwersatorium (K)                                          | 3     | co najmniej 50% i nie więcej, niż 60% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania |
|                                                             | 3,5   | ponad 60% i nie więcej, niż 70% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                                                             | 4     | ponad 70% i nie więcej, niż 80% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                                                             | 4,5   | ponad 80% i nie więcej, niż 90% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                                                             | 5     | ponad 90% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania                             |

#### 5. BILANS PUNKTÓW ECTS – NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Kategoria                                                                              | Obciążenie studenta |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                                                                                        | Studia stacjonarne  | Studia niestacjonarne |
| LICZBA GODZIN REALIZOWANYCH PRZY BEZPOŚREDNIM UDZIALE NAUCZYCIELA /GODZINY KONTAKTOWE/ | <b>62</b>           |                       |
| Udział w wykładach*                                                                    | 30                  |                       |
| Udział w <del>ćwiczeniach</del> , konwersatoriach, <del>laboratoriach</del> *          | 30                  |                       |
| Udział w egzaminie/ <del>kolokwium zaliczeniowym</del> *                               | 2                   |                       |
| SAMODZIELNA PRACA STUDENTA /GODZINY NIEKONTAKTOWE/                                     | <b>38</b>           |                       |
| Przygotowanie do wykładu*                                                              | 12                  |                       |
| Przygotowanie do <del>ćwiczeń</del> , konwersatorium, <del>laboratorium</del> *        | 14                  |                       |
| Przygotowanie do egzaminu/kolokwium*                                                   | 12                  |                       |
| <b>ŁĄCZNA LICZBA GODZIN</b>                                                            | <b>100</b>          |                       |
| <b>PUNKTY ECTS za przedmiot</b>                                                        | <b>4</b>            |                       |

*Przyjmuję do realizacji (data i czytelne podpisy osób prowadzących przedmiot w danym roku akademickim)*

.....