

## KARTA PRZEDMIOTU

|                           |                    |              |
|---------------------------|--------------------|--------------|
| Kod przedmiotu            | 0541.6.MAT2.C.TOP2 |              |
| Nazwa przedmiotu w języku | polskim            | Topologia II |
|                           | angielskim         | Topology II  |

### 1. USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

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

### 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| 2.1. Język wykładowy   | polski                               |
| 2.2. Wymagania wstępne | Topologia I, Analiza matematyczna II |

### 3. SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                               |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1. Forma zajęć              | wykład, konwersatorium                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3.2. Miejsce realizacji zajęć | zajęcia w pomieszczeniu dydaktycznym UJK                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3.3. Forma zaliczenia zajęć   | egzamin (wykład), zaliczenie z oceną (konwersatorium)                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3.4. Metody dydaktyczne       | wykład – opis, wykład problemowy<br>konwersatorium – dyskusja, analiza przypadków |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3.5. Wykaz literatury         | podstawowa                                                                        | Janich K. Topologia. PWN, Warszawa 1991,<br>Hatcher A. Algebraic topology. Cambridge University Press (2009)<br>(dostępna online:<br><a href="https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a> ),                                                        |
|                               | uzupełniająca                                                                     | J. Mioduszewski, Wykłady z topologii: topologia przestrzeni euklidesowych. Wyd. UŚ Katowice 1994.<br>W.S. Massey, A basic Course in Algebraic Topology, Springer-Verlag 1991.<br>Novikov, Dubrovin, Fomenko, Modern Geometry — Methods and Applications. (tomy II i III). Springer; 2nd edition (November 11, 1991). |

### 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 studentów z podstawowymi pojęciami topologii geometrycznej i algebraicznej</p> <p><b>Konwersatorium</b></p> <p>C1 – nabycie sprawności w rozumowaniach charakterystycznych dla topologii algebraicznej</p> <p>C2 – opanowanie umiejętności w ww. rozumowaniach do ich wykorzystywania w badaniu obiektów o naturze geometrycznej</p> <p>C3 – kształtowanie postaw służących właściwej samoocenie studenta</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>4.2. Treści programowe (z uwzględnieniem formy zajęć)</b></p> <p><b>Wykład:</b></p> <p>Sympleks i jego własności. Kompleksy, odwzorowania symplecjalne. Grupy, moduły, kategorie Homeomorfizmy i kategoria topologiczna. Kategoria gładkich rozmaitości. Homotopie, homologie, ko-homologie i ich zastosowania: twierdzenie Brouwera, twierdzenie Borsuka-Ulama. Rozwłóknienia, ciągi spektralne i ich zastosowania: nakrycia grup obrotów, homologie wybranych grup Liego, nietrywialność wyższych funktorów homotopii. Informacje na temat grup homotopii sfer i klasyfikacji rozmaitości.</p> <p><b>Konwersatorium:</b></p> <p>Homotopia odwzorowań, przestrzenie ściągające, nieściągłość sfer (stopień odwzorowania), typ homotopii przestrzeni. Drogi i pętle, grupa podstawowa, przestrzenie jednospójne. Grupa podstawowa okręgu. Grupa podstawowa jako funktor. Homologie i ko-homologie jako funktory. Rozwłóknienia i ciągi spektralne na przykładzie grup Liego. Obliczanie wyższych grup homotopii wybranych przykładów przestrzeni topologicznych.</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                                                      | kluczowe pojęcia z zakresu topologii algebraicznej, w szczególności z zakresu teorii grup homologii i grup homotopii                                                                              | MAT2A_W02<br>MAT2A_W10                          |
| W02                                                      | główne twierdzenia topologii geometrycznej takie jak: twierdzenie Brouwera, twierdzenie Borsuka oraz warianty równoważne tym twierdzeniom                                                         | MAT2A_W02<br>MAT2A_W03                          |
| W03                                                      | w pogłębionym stopniu związku między twierdzeniami z zakresu topologii geometrycznej                                                                                                              | MAT2A_W01<br>MAT2A_W03                          |
| w zakresie <b>UMIEJĘTNOŚCI</b> potrafi:                  |                                                                                                                                                                                                   |                                                 |
| U01                                                      | identyfikować struktury topologiczne w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej oraz wykorzystać własności topologiczne zbiorów, funkcji i przekształceń | MAT2A_U03                                       |
| U02                                                      | dostrzegać możliwość zastosowania metod algebraicznych w zagadnieniach topologicznych                                                                                                             | MAT2A_U03                                       |
| U03                                                      | w dziedzinie topologii przeprowadzać dowody, w których stosuje się narzędzia algebraiczne i kombinatoryczne                                                                                       | MAT2A_U01                                       |
| w zakresie <b>KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b> jest gotów do: |                                                                                                                                                                                                   |                                                 |
| K01                                                      | precyzyjnego formułowania pytań służących pogłębieniu własnego zrozumienia istoty przedmiotu                                                                                                      | MAT1A_K02<br>MAT1A_K04                          |

#### 4.4. Sposoby weryfikacji osiągnięcia przedmiotowych efektów uczenia się

| Efekty przedmiotowe<br>(symbol) | Sposób weryfikacji (+/-) |   |    |             |   |    |             |   |    |                         |   |    |               |   |    |                 |   |    |                |   |     |
|---------------------------------|--------------------------|---|----|-------------|---|----|-------------|---|----|-------------------------|---|----|---------------|---|----|-----------------|---|----|----------------|---|-----|
|                                 | Egzamin ustny/pismny*    |   |    | Kolokwium * |   |    | Projekt*    |   |    | Aktywność na zajęciach* |   |    | Praca własna* |   |    | Praca w grupie* |   |    | Inne (jakie?)* |   |     |
|                                 | Forma zajęć              |   |    | Forma zajęć |   |    | Forma zajęć |   |    | Forma zajęć             |   |    | Forma zajęć   |   |    | Forma zajęć     |   |    | Forma zajęć    |   |     |
|                                 | W                        | C | .. | W           | C | .. | W           | C | .. | W                       | C | .. | W             | C | .. | W               | C | .. | W              | C | ... |
| W01                             | +                        |   |    |             | + |    |             |   |    | +                       | + |    | +             | + |    |                 |   |    |                |   |     |
| W02                             | +                        |   |    |             | + |    |             |   |    | +                       | + |    | +             | + |    |                 |   |    |                |   |     |
| W03                             | +                        |   |    |             | + |    |             |   |    | +                       | + |    | +             | + |    |                 |   |    |                |   |     |
| U01                             |                          |   |    |             | + |    |             |   |    | +                       | + |    | +             | + |    |                 |   |    |                |   |     |
| U02                             |                          |   |    |             | + |    |             |   |    | +                       | + |    | +             | + |    |                 |   |    |                |   |     |
| U03                             |                          |   |    |             | + |    |             |   |    | +                       | + |    | +             | + |    |                 |   |    |                |   |     |
| K01                             | +                        |   |    |             | + |    |             |   |    | +                       | + |    | +             | + |    |                 |   |    |                |   |     |

#### 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% 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% liczby punktów możliwych do uzyskania                                     |

## 5. BILANS PUNKTÓW ECTS – NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Kategoria                                                                                 | Obciążenie<br>studenta |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|                                                                                           | Studia<br>stacjonarne  |
| LICZBA GODZIN REALIZOWANYCH PRZY BEZPOŚREDNIM UDZIALE<br>NAUCZYCIELA /GODZINY KONTAKTOWE/ | <b>62</b>              |
| Udział w wykładach                                                                        | 30                     |
| Udział w konwersatoriach                                                                  | 30                     |
| Udział w egzaminie                                                                        | 2                      |
| SAMODZIELNA PRACA STUDENTA /GODZINY NIEKONTAKTOWE/                                        | <b>38</b>              |
| Przygotowanie do wykładu                                                                  | 10                     |
| Przygotowanie do konwersatorium                                                           | 18                     |
| Przygotowanie do egzaminu/kolokwium                                                       | 10                     |
| <b>ŁĄCZNA LICZBA GODZIN</b>                                                               | <b>100</b>             |
| <b>PUNKTY ECTS za przedmiot</b>                                                           | <b>4</b>               |

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

.....