

Załącznik nr 2 do uchwały nr 55/2021 Senatu Politechniki Rzeszowskiej  
im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 30.06.2021 r.

**Program studiów**

# **Elektronika i telekomunikacja**

**drugiego stopnia**

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| Nazwa kierunku studiów | <b>Elektronika i telekomunikacja</b> |
| Poziom studiów         | <b>drugiego stopnia</b>              |
| Profil studiów         | <b>ogólnoakademicki</b>              |

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

|                                                 |             |
|-------------------------------------------------|-------------|
| Nazwa dyscypliny wiodącej                       | Udział      |
| <b>automatyka elektronika i elektrotechnika</b> | <b>75 %</b> |

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

|                                                 |             |
|-------------------------------------------------|-------------|
| Nazwa dyscypliny                                | Udział      |
| <b>informatyka techniczna i telekomunikacja</b> | <b>25 %</b> |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Liczba semestrów                                        | studia stacjonarne: <b>3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów      | <b>90</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Łączna liczba godzin zajęć                              | <b>1134</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Wymagania wstępne - rekrutacja                          | wymagania corocznie określone przez Senat PRz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy | magister inżynier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia            | <p>Studia II stopnia kierunku elektronika i telekomunikacja dają poszerzoną wiedzę i umiejętności z zakresu elektroniki i telekomunikacji. Pozwalają na uzyskanie wiedzy o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w elektronice i telekomunikacji (w tym nanotechnologii).</p> <p>Absolwenci potrafią umiejętnie dobrać i wykorzystać nowoczesne środowiska programistyczne oraz metody badawcze do projektowania zaawansowanych urządzeń lub systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych, posługują się właściwie dobranymi metodami badawczymi, a także środowiskami programistycznymi, które umożliwiają projektowanie, oprogramowanie i rozwój zaawansowanych urządzeń lub systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych.</p> <p>Umożliwiają uczestniczenie w pracach badawczych i rozwojowo-wdrożeniowych w obszarze elektroniki i telekomunikacji, w badaniach zjawisk związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną, układami elektronicznymi analogowymi i cyfrowymi, przetwarzaniem sygnałów. Absolwenci są przygotowani do wdrażania nowych technologii i projektowania innowacyjnych urządzeń oraz złożonych systemów. Dzięki tym umiejętnościom znajdują zatrudnienie w firmach badawczo-rozwojowych wielu przedsiębiorstw.</p> |

## 2. Efekty uczenia się

| Symbol | Treść | Odniesienia do PRK |
|--------|-------|--------------------|
|--------|-------|--------------------|

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| K_W01 | Ma poszerzoną wiedzę w zakresie matematyki, wykorzystywaną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich z zakresu elektroniki i telekomunikacji.                                                                                                                                                                                                 | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W02 | Ma poszerzoną wiedzę w zakresie fizyki, wykorzystywaną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich z zakresu elektroniki i telekomunikacji.                                                                                                                                                                                                     | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W03 | Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w elektronice i pokrewnych dyscyplinach naukowych.                                                                                                                                                                                                                                      | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W04 | Ma podstawową wiedzę w zakresie ochrony i zarządzania zasobami własności intelektualnej oraz prawa patentowego.                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>P7S_WK</b>                  |
| K_W05 | Ma poszerzoną wiedzę w zakresie cyfrowego przetwarzania sygnałów obejmującą m.in sygnały audio i wideo wykorzystywaną w nowoczesnym sprzęcie i systemach elektronicznych.                                                                                                                                                                                         | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W06 | Ma uporządkowana i podbudowana teoretycznie wiedzę w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń oraz systemów elektrycznych i elektronicznych.                                                                                                                                                                                                         | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W07 | Ma wiedzę w zakresie matematyki niezbędną do opisu i analizy działania obwodów elektrycznych, układów elektronicznych, systemów teletransmisyjnych oraz urządzeń wykorzystywanych w łączności.                                                                                                                                                                    | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W08 | Ma szczegółową wiedzę w zakresie typowych metod i narzędzi służących do projektowania i konstruowania złożonych programowalnych układów cyfrowych.                                                                                                                                                                                                                | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W09 | Ma szczegółową wiedzę z zakresu bezpieczeństwa systemów, w tym technicznych i antropotechnicznych.                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>P7S_WG</b><br><b>P7S_WK</b> |
| K_W10 | Ma podstawową wiedzę w zakresie zasad formułowania problemów decyzyjnych oraz komputerowego wspomaganie decyzji.                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W11 | Ma szczegółową wiedzę z zakresu zasad projektowania dla jakości i niezawodności urządzeń elektronicznych oraz wymagań norm międzynarodowych dotyczących tej dziedziny.                                                                                                                                                                                            | <b>P7S_WK</b>                  |
| K_W12 | Posiada szczegółową wiedzę w zakresie układów optyki zintegrowanej, z uwzględnieniem elementów optyki nieliniowej.                                                                                                                                                                                                                                                | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_W13 | Ma szczegółową wiedzę w zakresie metod badawczych oraz obszarów aplikacji obejmujących mikro- i nanotechnologie, z uwzględnieniem fizyczno-matematycznych podstaw procesów samoorganizacji nanostruktur.                                                                                                                                                          | <b>P7S_WG</b>                  |
| K_U01 | Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji oraz krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.                                                                                                                     | <b>P7S_UU</b>                  |
| K_U02 | Potrafi używać języka specjalistycznego i porozumiewać się przy użyciu różnych form przekazu informacji (także w języku angielskim) ze specjalistami w zakresie elektroniki i telekomunikacji oraz z osobami spoza grona specjalistów.                                                                                                                            | <b>P7S_UK</b>                  |
| K_U03 | Potrafi przygotować, w języku polskim, opracowanie naukowe oraz, w języku obcym, doniesienie naukowe poświęcone wynikom realizacji prostego zadania badawczego.                                                                                                                                                                                                   | <b>P7S_UK</b>                  |
| K_U04 | Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną, poświęconą wynikom realizacji prostego zadania badawczego.                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>P7S_UK</b>                  |
| K_U05 | Ma umiejętność porozumiewania się w języku obcym na poziomie B2+ ESOKJ oraz czytania ze zrozumieniem: kart katalogowych, not aplikacyjnych, instrukcji obsługi urządzeń i narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów.                                                                                                                                     | <b>P7S_UK</b>                  |
| K_U06 | Potrafi formułować oraz testować hipotezy związane z modelowaniem i projektowaniem prostych układów, urządzeń lub systemów elektronicznych.                                                                                                                                                                                                                       | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U07 | Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie elementów, układów lub systemów elektronicznych - ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technik i technologii oraz rozwiązań o charakterze innowacyjnym.                                                                                                               | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U08 | Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami badawczymi, umożliwiającymi pomiary podstawowych wielkości charakteryzujących zaawansowane układy, urządzenia lub systemy elektroniczne.                                                                                                                                                                        | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U09 | Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, umożliwiającymi projektowanie i oprogramowanie zaawansowanych układów, urządzeń lub systemów elektronicznych.                                                                                                                                                                            | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U10 | Potrafi przeanalizować sposób funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne układów, urządzeń lub systemów elektronicznych.                                                                                                                                                                                                                           | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U11 | Potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań technicznych układów, urządzeń lub systemów elektronicznych.                                                                                                                                                                                                                                               | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U12 | Potrafi sformułować specyfikację złożonych oraz nietypowych zadań inżynierskich z zakresu elektroniki i telekomunikacji.                                                                                                                                                                                                                                          | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U13 | Potrafi ocenić przydatność oraz dostrzec ograniczenia właściwych metod i narzędzi, służących do rozwiązywania charakterystycznych zadań inżynierskich z zakresu elektroniki i telekomunikacji a także - wykorzystując zarówno istniejące jak i koncepcyjnie nowe metody i narzędzia - rozwiązywać zadania złożone oraz nietypowe, zawierające komponent badawczy. | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U14 | Potrafi - uwzględniając aspekty środowiskowe i ekonomiczne - zaprojektować i zrealizować (w całości lub części) złożony układ, urządzenie lub system elektroniczny, wykorzystując istniejące lub opracowując nowe metody i narzędzia.                                                                                                                             | <b>P7S_UW</b>                  |

|       |                                                                                                                                                                                                             |                                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| K_U15 | Posiada umiejętność opracowania planu badań i przeprowadzenia testów kompatybilności elektromagnetycznej, z uwzględnieniem wymagań zawartych w przedmiotowych standardach.                                  | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U16 | Posiada umiejętność opisu procesów, tworzenia modeli oraz zapisu i oceny złożoności obliczeniowej algorytmów.                                                                                               | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U17 | Potrafi zaprojektować układy i urządzenia optoelektroniczne, światłowodowe i fotoniczne.                                                                                                                    | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U18 | Potrafi wyznaczyć własności komponentów mikro- i nanostruktur, z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii sił atomowych.                                                                                      | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_U19 | Posiada umiejętność analizowania podstawowych aspektów bezpieczeństwa systemów.                                                                                                                             | <b>P7S_UW</b>                  |
| K_K01 | Jest odpowiedzialny za pracę własną i skutki podejmowanych decyzji; potrafi podporządkować się zasadom pracy w grupie w roli lidera i członka zespołu; jest odpowiedzialny za wspólnie realizowane zadania. | <b>P7S_UO</b><br><b>P7S_KO</b> |
| K_K02 | Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.                                                                                                                                              | <b>P7S_KO</b>                  |
| K_K03 | Potrafi zadbać o jakość i staranność wykonywanych zadań.                                                                                                                                                    | <b>P7S_KR</b>                  |
| K_K04 | Potrafi zadbać o poprawność językową formułowanych wniosków i opinii.                                                                                                                                       | <b>P7S_KO</b><br><b>P7S_KR</b> |
| K_K05 | Rozumie potrzebę praktycznego stosowania nabytej wiedzy.                                                                                                                                                    | <b>P7S_KK</b>                  |

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

### 3. Plany studiów, ich parametry, metody weryfikacji oraz treści kształcenia

#### 3.1. Parametry planu studiów

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.                                                                                                  | 46 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.                                                                             | 49 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne. | 4 ECTS  |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.                                                                                                                                                                                                         | 28 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.                                                                                                                                                                                     | 5 ECTS  |
| Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.                                                                                                                                                                                                                               | --      |


Szczegółowe informacje o:

- związku efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwińcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=T&TK=html&S=10&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.2. Plan studiów

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć                             | Wykład | Ćwiczenia/<br>Lektorat | Laboratorium | Projekt/<br>Seminarium | Suma<br>godzin | Punkty<br>ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|-----------------------------------------|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|--------|
| 1       | EA    | Bezpieczeństwo systemów informacyjnych  | 30     | 0                      | 15           | 15                     | 60             | 3              | N       |        |
| 1       | EP    | Cyfrowe przetwarzanie sygnałów          | 30     | 0                      | 30           | 0                      | 60             | 4              | T       |        |
| 1       | EM    | Diagnostyka i niezawodność              | 30     | 0                      | 15           | 15                     | 60             | 4              | N       |        |
| 1       | DJ    | Język angielski w nauce i technice      | 0      | 30                     | 0            | 0                      | 30             | 3              | N       |        |
| 1       | ED    | Metody obliczeniowe w fizyce i technice | 15     | 15                     | 0            | 0                      | 30             | 3              | N       |        |
| 1       | ET    | Metody numeryczne                       | 15     | 15                     | 15           | 0                      | 45             | 4              | T       |        |
| 1       | EU    | Programowalne układy cyfrowe            | 30     | 0                      | 30           | 0                      | 60             | 4              | N       |        |

|                                    |    |                                                                     |            |            |            |            |             |           |          |                                                                                    |
|------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                  | ZB | Szkolenie BHP                                                       | 4          | 0          | 0          | 0          | 4           | 0         | N        |  |
| 1                                  | ED | Teoria pola elektromagnetycznego II                                 | 30         | 30         | 0          | 0          | 60          | 5         | T        |                                                                                    |
| <b>Sumy za semestr: 1</b>          |    |                                                                     | <b>184</b> | <b>90</b>  | <b>105</b> | <b>30</b>  | <b>409</b>  | <b>30</b> | <b>3</b> | <b>1</b>                                                                           |
| 2                                  | EU | Kompatybilność elektromagnetyczna                                   | 30         | 15         | 30         | 0          | 75          | 4         | T        |                                                                                    |
| 2                                  | EX | Moduł wybierany I                                                   | 30         | 0          | 0          | 15         | 45          | 3         | N        |                                                                                    |
| 2                                  | EX | Moduł wybierany II                                                  | 30         | 0          | 0          | 15         | 45          | 3         | N        |                                                                                    |
| 2                                  | EM | Procesy stochastyczne w elektronice                                 | 15         | 0          | 15         | 15         | 45          | 3         | N        |                                                                                    |
| 2                                  | EU | Równania różniczkowe cząstkowe w technice                           | 30         | 30         | 0          | 0          | 60          | 4         | T        |                                                                                    |
| 2                                  | EU | Technika światłowodowa i fotonika                                   | 30         | 0          | 15         | 0          | 45          | 3         | N        |                                                                                    |
| 2                                  | EU | Wstęp do nanotechnologii                                            | 30         | 0          | 15         | 0          | 45          | 4         | T        |                                                                                    |
| 2                                  | EU | Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroniki (w j. angielskim) | 10         | 0          | 0          | 20         | 30          | 2         | N        |                                                                                    |
| 2                                  | ZP | Wynalazczość i ochrona patentowa                                    | 20         | 0          | 0          | 0          | 20          | 2         | N        |                                                                                    |
| 2                                  | EU | Zarządzanie jakością                                                | 15         | 0          | 15         | 0          | 30          | 2         | N        |                                                                                    |
| <b>Sumy za semestr: 2</b>          |    |                                                                     | <b>240</b> | <b>45</b>  | <b>90</b>  | <b>65</b>  | <b>440</b>  | <b>30</b> | <b>3</b> | <b>0</b>                                                                           |
| 3                                  | EX | Moduł wybierany III                                                 | 30         | 0          | 15         | 0          | 45          | 3         | N        |                                                                                    |
| 3                                  | EX | Moduł wybierany IV                                                  | 30         | 0          | 15         | 0          | 45          | 3         | N        |                                                                                    |
| 3                                  | EX | Moduł wybierany V                                                   | 30         | 0          | 15         | 0          | 45          | 3         | N        |                                                                                    |
| 3                                  | EX | Praca dyplomowa                                                     | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 10        | N        |                                                                                    |
| 3                                  | EX | Seminarium dyplomowe                                                | 0          | 15         | 0          | 0          | 15          | 1         | N        |                                                                                    |
| 3                                  | ES | Sieci komputerowe                                                   | 30         | 0          | 15         | 15         | 60          | 4         | N        |                                                                                    |
| 3                                  | EU | Technika radiowej identyfikacji obiektów                            | 30         | 0          | 15         | 15         | 60          | 4         | T        |                                                                                    |
| 3                                  | EP | Wykład monograficzny                                                | 15         | 0          | 0          | 0          | 15          | 2         | N        |                                                                                    |
| <b>Sumy za semestr: 3</b>          |    |                                                                     | <b>165</b> | <b>15</b>  | <b>75</b>  | <b>30</b>  | <b>285</b>  | <b>30</b> | <b>1</b> | <b>0</b>                                                                           |
| <b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b> |    |                                                                     | <b>589</b> | <b>150</b> | <b>270</b> | <b>125</b> | <b>1134</b> | <b>90</b> | <b>7</b> | <b>1</b>                                                                           |

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.3. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.2.

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć                     | Wykład | Ćwiczenia/<br>Lektorat | Laboratorium | Projekt/<br>Seminarium | Suma<br>godzin | Punkty<br>ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|---------------------------------|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|--------|
| 2       | ET    | Akustyka środowiska             | 30     | 0                      | 15           | 0                      | 45             | 3              | N       |        |
| 2       | EA    | Metody optymalizacji            | 30     | 0                      | 15           | 0                      | 45             | 3              | N       |        |
| 2       | EM    | Sensory i systemy elektroniczne | 30     | 0                      | 15           | 0                      | 45             | 3              | N       |        |
| 2       | EU    | Zaawansowane techniki CAD       | 30     | 0                      | 15           | 0                      | 45             | 3              | N       |        |

|   |    |                                                 |    |   |    |   |    |   |   |  |
|---|----|-------------------------------------------------|----|---|----|---|----|---|---|--|
| 2 | EU | Zintegrowane systemy mikroprocesorowe           | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EM | Cyfrowe przyrządy pomiarowe                     | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EU | Diagnostyka sprzętu komputerowego               | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EU | Integralność sygnałów                           | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | ET | Metody numeryczne w technice                    | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EU | Nanoelektronika                                 | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EM | Opracowanie wyników eksperymentu pomiarowego    | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EU | Projektowanie współczesnych obwodów drukowanych | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EU | Serwerowe systemy Windows                       | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |
| 3 | EM | Systemy doskonalenia jakości                    | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N |  |

### 3.4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

|                                                                                                                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin                                                                                                                                                           | 7         |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej                                                                                                                                         | 4         |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej                                                                                                                                           | 1         |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej                                                                                                                                                 | 7 godz.   |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej                                                                                                                                                   | 1 godz.   |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń                                                                                                  | 157 godz. |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu                                                                                                                                                 | 20        |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej                                                                                                                                              | 7 godz.   |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej                                                                                                                                                | 8 godz.   |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)                                      | 55 godz.  |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)                                                                 | 15        |
| Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru                                                                                 | 5         |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych                                                               | 27 godz.  |
| Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu | 8         |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji                                                                 | 66 godz.  |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.                                                        | 9         |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.                                                                  | 51 godz.  |

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=T&TK=html&S=10&C=2021>

### 3.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej

dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=T&TK=html&S=10&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Bezpieczeństwo systemów informacyjnych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | K_W03, K_W09, K_U10, K_U19               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo informacyjne. Bezpieczeństwo systemu w ujęciu wieloprocesowym. • Polityka bezpieczeństwa. • Ataki na bezpieczeństwo. Usługi bezpieczeństwa, mechanizmy zabezpieczające. Certyfikacja systemów. Systemy krytyczne ze względu na bezpieczeństwo. Implementacja usług i mechanizmów bezpieczeństwa w systemach technicznych i antropotechnicznych. • Podstawy kryptografii. Rodzaje szyfrów. Szyfrowanie klasyczne. Systemy szyfrowania symetryczne blokowe i strumieniowe. Szyfrowanie z użyciem klucza publicznego. Algorytmy kryptograficzne symetryczne i asymetryczne. Kryptografia kwantowa. • Metody uwierzytelniania. Podpis elektroniczny. Watermarking i steganografia. • Zarządzanie kontrolą dostępu. • Programy złośliwe. Zapory sieciowe. Sniffing i scanning. Kopie bezpieczeństwa. • Ochrona informacji przesyłanej w sieciach teleinformatycznych (m.in. sieci komputerowe, bezprzewodowe sieci komputerowe). Sieci wirtualne (tunelowanie). • Zabezpieczenia transmisji w komputerowych sieciach przemysłowych i rozproszonych systemach sterowania. Oprogramowanie złośliwe w instalacjach przemysłowych.</li> </ul> |                                          |
| Cyfrowe przetwarzanie sygnałów                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K_W05, K_U08, K_U13                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sygnały i liniowe układy dyskretne. • Próbkowanie równomierne sygnałów dolnopasmowych i pasmowych. • Transformacja Z w opisie operatorowym sygnałów i układów dyskretnych. • Dyskretna i szybka transformacja Fouriera. • Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej oraz metody ich projektowania • Metody analizy czasowo-częstotliwościowej sygnałów. • Podstawy filtracji adaptacyjnej. • Wstęp do cyfrowego przetwarzania obrazów. • Metody kompresji i dekompresji sygnałów audio i wideo. • Właściwości oraz zastosowanie arytmetyki stałoprzecinkowej i zmiennoprzecinkowej. • Architektura, podstawowe właściwości i zastosowania procesorów sygnałowych. • 1. Wprowadzenie i prezentacja programów komputerowych wykorzystywanych w CPS. 2. Transformacja Z sygnałów dyskretnych. 3. Transformacja DFT i FFT.4. Projektowanie filtrów FIR.5. Projektowanie filtrów IIR.6. Transformacje w analizie czasowo-częstotliwościowej.7. Wybrane metody cyfrowego przetwarzania obrazów.</li> </ul>                                                                                                                                |                                          |
| Diagnostyka i niezawodność                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W08, K_W11, K_U10, K_K03, K_K05        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do teorii eksploatacji i diagnostyki technicznej • Eksploatacja obiektu i modele systemów eksploatacji • Modele diagnostyczne systemów technicznych • Wieloprocesowe ujęcie eksploatacji obiektu technicznego • Diagnostowanie komparacyjne • Modele uszkodzeń i testowanie urządzeń elektronicznych • Projektowanie uwzględniające możliwość testowania • Teoria niezawodności - pojęcia podstawowe • Liczbowe miary niezawodności • Struktury niezawodnościowe • Projektowanie dla jakości • Projektowanie dla niezawodności</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          |
| Język angielski na nauce i technice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_U05                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zbieżności w telekomunikacji i informatyce • Charakterystyka urządzeń przenośnych • Oprogramowanie i jego rozwój • Praca przedsiębiorstw w sieci • Zarządzanie siecią • Problemy techniczne związane z pracą w sieci • Centra przetwarzania danych • Usługi. Rola outsourcingu • Rola reklamy w mediach • Zestawienie nadawania analogowego z cyfrowym • Wykorzystywanie technologii w medycynie • Niepowodzenie i sukcesy technologiczne • Ekologiczne aspekty telekomunikacji</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          |
| Kompatybilność elektromagnetyczna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U15, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe aspekty kompatybilności elektromagnetycznej; podstawowe pojęcia i definicje, dyrektywy, przepisy i akty prawne dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) urządzeń oraz systemów elektrycznych i elektronicznych; wielkości fizyczne i jednostki miary w zakresie EMC. • Źródła i mechanizmy powstawania zaburzeń elektromagnetycznych. • Mechanizmy propagacji zaburzeń elektromagnetycznych. • Podstawowe sposoby przeciwdziałania zaburzeniom elektromagnetycznym (technika uziemiania, ekranowania, filtrowania, separacji, symetryzacji w obwodach elektrycznych i elektronicznych). • Projektowanie układów planarnych, interfejsów komunikacyjnych zgodnie z wymaganiami EMC. Integralność sygnałów w interfejsach komunikacyjnych. • Metodyka pomiaru, dopuszczalne poziomy emisji zaburzeń elektromagnetycznych (przewodzonych i promieniowanych) generowanych przez urządzenia elektryczne i elektroniczne. • Badania odporności urządzeń na znormalizowane rodzaje zaburzeń – metodyka, układy pomiarowe, dopuszczalne poziomy. • Wpływ pól elektromagnetycznych na organizm człowieka; strefy ochronne.</li> </ul>  |                                          |
| Metody obliczeniowe w fizyce i technice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | K_W01, K_W02, K_W07                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szeregi funkcji ortogonalnych, analiza harmoniczna Fouriera • Transformaty Fouriera • Równania różniczkowe liniowe o stałych i zmiennych współczynnikach • Równania różniczkowe cząstkowe - klasyfikacja i przykłady zastosowania w fizyce i technice • Metody rozwiązywania różniczkowych zagadnień granicznych elektrotechniki</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |
| Metody numeryczne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | K_W01, K_W07, K_U13, K_U16, K_K01        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do metod numerycznych. Podstawowe pojęcia. Definicja błędu. Rodzaje błędów. Arytmetyka stało- i zmiennoprzecinkowa. Metody rozwiązywania równań nieliniowych. • Układy liniowych równań algebraicznych: metody dokładne: układy równań z macierzą trójkątną, metoda eliminacji Gaussa, układy z macierzą symetryczną; metody przybliżone: metody Jakobiego, Gaussa, Czebyszewa. • Wartości i wektory własne macierzy: metody ogólne, zastosowanie wielomianu charakterystycznego, algorytm QR dla macierzy Hessenberga. • Interpolacja: interpolacja Lagrange'a i Hermite'a, interpolacja wzorem Newtona, metoda Aitkena; różnice skończone wsteczne, centralne i progresywne, diagram Frasera, funkcje bazowe</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>(wielomiany, funkcje sklepane). • Aproksymacja: aproksymacja średniokwadratowa: wielomiany ortogonalne i trygonometryczne; FFT, aproksymacja jednostajna: metoda szeregów potęgowych, szeregi Czebyszewa. • Całkowanie: definicja kwadratury; kwadratury: Newtona-Cotesa i Gaussa; całkowanie po trójkącie. • Różniczkowanie: przybliżanie pochodnych ilorazami różnicowymi; diagram Frasera; pochodne cząstkowe. • Równania różniczkowe zwyczajne, układy równań: Metoda zmiennych stanu; metody ekstrapolacyjno-interpolacyjne, metody Runge-Kutty.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |
| Procesy stochastyczne w elektronice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_W01, K_W02, K_U08, K_K01, K_K03, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zmienne losowe wielowymiarowe. Procesy stochastyczne. Procesy stacjonarne, ergodyczne, gaussowskie. Procesy Markowa. Dyskretne i ciągłe łańcuchy Markowa. Teoria estymacji. Analiza w dziedzinach: czasu, częstotliwości i wartości amplitudowych. Zagadnienia w elektronice z udziałem sygnałów stochastycznych.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |
| Programowalne układy cyfrowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | K_W03, K_W08, K_U01, K_U12, K_K01, K_K02 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geneza, status i jego uwarunkowania, rodzaje, architektura, właściwości i zastosowania cyfrowych układów programowalnych (PLD: SPLD i CPLD, FPGA oraz PSoC). Pamięć konfiguracji, konfiguracja bloków logicznych. Bloki specjalizowane. Dystrybucja sygnałów zegarowych, metastabilność. Ogólna charakterystyka systemów projektowania układów.</li> <li>• Przegląd cyfrowych układów programowalnych z oferty wybranych producentów (m.in. Altera, Xilinx, Lattice).</li> <li>• Poziomy abstrakcji w opisie układów cyfrowych, języki opisu sprzętu - ogólna charakterystyka (VHDL, Verilog). Współbieżny i sekwencyjny opis układu, procesy kombinacyjne i sekwencyjne. Maszyny stanów, kodowanie, stany zabronione. Konstrukcje niesyntezywalne. Synteza bloków logicznych. Biblioteki i generatory komponentów. Synteza z ograniczeniami czasowymi i przestrzennymi. Atrybuty, sterowanie synteza. • Język VHDL i jego zastosowanie w syntezie układów programowalnych - modelowanie układów kombinacyjnych i sekwencyjnych o różnym stopniu złożoności. • Symulacja czasowa i funkcjonalna. Optymalizacja czasowa. Biblioteka systemowa. Ścieżki projektowania. • Oprogramowanie do syntezy i implementacji układów. Charakterystyka wybranych systemów projektowania (Active-HDL, Quartus II): specyfikacja układu, kompilacja i możliwości sterowania nią, weryfikacja i programowanie (metody konfiguracji układów, interfejsy).</li> <li>• Technologia programowania w systemie, testowanie systemów cyfrowych. Programowanie i testowanie w standardzie JTAG: architektura ścieżki krawędziowej, budowa komórki BSC, architektura układów BSC. • Integracja sprzętu i oprogramowania. Procesory w układach programowalnych. Układy typu Structured ASIC. • Oprogramowanie narzędziowe - środowisko projektowe • Projektowanie w systemie Quartus II wprowadzenie (implementacja gotowego projektu). • Implementacja prostego układu cyfrowego w strukturze CPLD (np. podwójny licznik). • Implementacja złożonego układu cyfrowego w strukturze FPGA (np. licznik rewersyjny) • Implementacja prostej maszyny stanów (np. układ wykrywania sekwencji). • Implementacja złożonej maszyny stanów (np. automat do gry). • Zaliczenie wiadomości z projektu i ćwiczeń laboratoryjnych</li> </ul> | K_W01, K_W02, K_U04, K_K05                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Równania różniczkowe cząstkowe I rzędu, podstawowe pojęcia, metody rozwiązywania • Równania różniczkowe cząstkowe II rzędu , podstawowe pojęcia, klasyfikacja, typy , przykłady • Wybrane metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych • Pola skalarne i wektorowe - właściwości. Równania Maxwella • Wybrane zagadnienia techniczne opisywane równaniami różniczkowymi II rzędu (zagadnienia z elektrotechniki, mechaniki, ciepła); Formułowanie problemu i rozwiązywanie.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarium dyplomowe</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały. • Zasady tworzenia części teoretycznej i praktycznej pracy. • Prezentacja części teoretycznej i praktycznej pracy. Dopracowanie spisu treści, tezy, celu, zakresu.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | K_W03, K_W07, K_W09, K_U01, K_U10, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sieci komputerowe</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | K_W03, K_W07, K_W09, K_U01, K_U10, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zajęcia organizacyjne. ustalenie formy zaliczenia i zakresu materiału. Zapoznanie z zasadami pracy w laboratorium. • Podstawy transmisji. Geneza i klasyfikacja sieci komputerowych. Urządzenia sieciowe. • Mechanizmy adresacji stosowane w sieciach komputerowych • Topologie sieci komputerowych: Pojęcie topologii. Podstawowe parametry topologii sieci komputerowych. Przykładowe topologie sieci i ich zastosowanie • Istota działania sieci VLAN oraz mechanizmy przełączania. Istota działania protokołów drzewa rozpinającego. • Podstawy routingu w sieciach komputerowych. Routing statyczny oraz dynamiczny. Protokoły rutingu wektora odległości i stanu łącza. • Analiza funkcjonowania kompleksowej sieci komputerowej studium przypadku.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W09, K_U19, K_K05                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szkolenie BHP</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K_W09, K_U19, K_K05                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy w świetle obowiązujących przepisów: 1) Prawa i obowiązki studentów w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, 2) Wypadki studenckie oraz świadczenia z nimi związane • Obowiązki Uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: 1) Wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, 2) Wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących się w budynkach uczelni, Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami. • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi, występującymi w procesach pracy oraz metody ochrony przed zagrożeniami w czasie zajęć. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.), 1) Zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, 2) Ochrona przeciwpożarowa w uczelni</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_W01, K_W06, K_W07, K_U01, K_U08, K_K01                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technika radiowej identyfikacji obiektów</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | K_W01, K_W06, K_W07, K_U01, K_U08, K_K01                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do techniki radiowej identyfikacji obiektów • Uwarunkowania funkcjonowania systemów RFID • Elementy systemów RFID (identyfikator, cztnik/programator, antena czytnika/programatora, oprogramowanie systemowe itp.) • Regulacje prawne • Przykłady aplikacyjne i osiągnięcia naukowe (systemy pasm LF, HF, UHF, Internet rzeczy, Industry 4.0 itp.) • Wprowadzenie • Zapoznanie się z wyposażeniem stanowiska laboratoryjnego (sprzęt, oprogramowanie, literatura) • Zapoznanie się z budową, funkcjonowaniem i aplikacjami wybranych systemów RFID pasm LF, HF, UHF (UNIQUE, HITAG, ISO/IEC 15693, ISO/IEC 14443, MIFARE, ICODE, ISO/IEC 18000-63 itp.) • Podsumowanie • Projekt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K_W03, K_W12, K_U01, K_U17, K_K03                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technika światłowodowa i fotonika</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | K_W03, K_W12, K_U01, K_U17, K_K03                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotonika, optyka a elektronika. Światło jako ruch falowy. Podstawy optyki fotonów. Podstawy optyki geometrycznej. Źródła światła dla techniki światłowodowej. Lasery. • Propagacja światła w wolnej przestrzeni, w światłowodach planarnych, paskowych i włóknistych. Wytwarzanie włókien i kabli światłowodowych, metody pomiaru parametrów włókien i łączy światłowodowych. Światłowody nitelekomunikacyjne - specjalne i foniczne. • Układy optyki zintegrowanej. Sprzęgacze światłowodowe, siatki Bragga, soczewki, modulatory, polaryzatory, kontrolery i konwertery polaryzacji. Światłowodowe wzmacniacze optyczne. Elementy optyki nieliniowej. Struktury foniczne i kwantowe.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | K_W01, K_W02                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoria pola elektromagnetycznego II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W01, K_W02                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matematyczne podstawy teorii pola • Fundamentalne pojęcia i prawa elektrodynamiki • Klasyczne warunki brzegowe elektrodynamiki • Potencjały elektrodynamiczne • Twierdzenie Poyntinga • Statyczne zagadnienia elektromagnetyzmu • Harmoniczne i quasi-stacjonarne pole elektromagnetyczne</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W03, K_W13, K_U01, K_U18, K_U19, K_K03                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wstęp do nanotechnologii</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | K_W03, K_W13, K_U01, K_U18, K_U19, K_K03                      |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Definicje, istota i ogólna charakterystyka nanotechnologii, podstawy matematyczne modelowania i syntezy.</li> <li>Mikro/nanostruktury: podstawowe materiały (półprzewodniki, metale, materiały grupy III-V, ferroelektryki, materiały polimerowe, nanorurki węglowe, nanoprzewody), nano-przyrządy i zespoły (molekularne przełączniki i bramki logiczne, przyrządy półprzewodnikowe), technologie wytwarzania (podstawowe techniki i procesy produkcji mikro- i nanostruktur, metody obróbki i kształtowania struktur.</li> <li>Struktury MEMS i NEMS: rodzaje, metody wytwarzania, aplikacja. Mikroskopia skaningowa: istota, zasada działania, mikroskopia sił atomowych (MSA) i molekularnych, mikroskopia niskotemperaturowa, dynamiczna MSA).</li> <li>Wybrane zagadnienia nanotrybologii i nanomechaniki: skaningowe badania mikroskopowe materiałów i struktur mikro- oraz nanotrybologicznych, nanoreologia molekularnych warstw cienkich, nanoskalowe procesy adhezji komponentów mikro- i nanomechanicznych, siły tarcia i procesy zużycia w skali atomowej. Molekularne warstwy grube w procesach smarowania: podstawowe materiały, własności, metody badań, samo syntezujące się struktury wielowarstwowe dla kontroli adhezji, ścierania i zużycia komponentów struktur.</li> <li>Przemysłowe i naukowe obszary aplikacji oraz niezawodność mikro-przyrządów: systemy pamięci na bazie MSA, mikrosystemy napędowe (mikroaktuatory systemów MEMS/NEMS), termo- i elektromechaniczne struktury cienkowarstwowe, systemy sensorowe, opakowania, hermetyzacja, konserwacja próżniowa, procesy przetwórcze, i in.</li> </ul> |                            |
| Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroniki (w j. angielskim)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_U02, K_U04, K_K04        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Wybrane zagadnienia dotyczące elektrotechniki, elektroniki i telekomunikacji</li> <li>Wybrane zagadnienia związane z architekturą komputerów oraz ich działaniem</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |
| Wykład monograficzny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W03, K_W13, K_U01, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Wybrane zagadnienia badawcze PRz w obszarze techniki radiowej identyfikacji obiektów (RFID)</li> <li>Kwantowe przyrządy półprzewodnikowe – właściwości i zastosowania</li> <li>Walidacja przemysłowych procesów pomiarowych</li> <li>Wybrane aspekty EMC w elektronicznym sprzęcie lotniczym</li> <li>Nowoczesne elementy elektroniczne dużej mocy</li> <li>Teoretyczne i praktyczne aspekty wykorzystania analizatora widma w praktyce inżynierskiej</li> <li>Podstawowe zasady i problemy oceny niepewności wyników pomiaru. Praktyczne oszacowanie niepewności wyników pomiaru</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |
| Wynalazczość i ochrona patentowa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | K_W04, K_U01, K_K02        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcie własności intelektualnej i jej ochrona</li> <li>Ochrona dóbr niematerialnych w prawie własności intelektualnej</li> <li>Dobra o charakterze technicznym : wynalazek ,wzór użytkowy ,topografia układów scalonych.</li> <li>Rozwiązania o charakterze estetycznym : wzory przemysłowe</li> <li>Oznaczenia stosowane w obrocie gospodarczym: znaki towarowe, oznaczenia geograficzne .</li> <li>Patenty ich ochrona ,zdolność patentowa ,wyłączenia</li> <li>Analiza dokumentacji patentowej</li> <li>Procedury krajowe i międzynarodowe-ogólna charakterystyka postępowań patentowych</li> <li>Umowy licencyjne i inne umowy transferu technologii w świetle europejskiego i polskiego prawa konkurencji</li> <li>Prezentacje</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |
| Zarządzanie jakością                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W11, K_U14, K_K03        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do teorii jakości Współczesne postrzeganie i koncepcja jakości. Klasy jakości, zagadnienie niezawodności. Ewolucyjne zmiany w podejściu do zagadnień jakości. Podstawy filozofii zarządzania przez jakość (Total Quality Management – TQM)</li> <li>Zarządzanie jakością poprzez przestrzeganie uznanych standardów Wymagane właściwości wyrobu. Normalizacja i cele norm. Organizacje normalizacyjne. Normy z rodziny PN-EN ISO 9000; Model systemu zarządzania jakością. Dokumentacja systemu zarządzania jakością. Audyt wewnętrzny i zewnętrzny. Proces certyfikacji.</li> <li>Zarządzanie bezpieczeństwem produktów Ocena zgodności wyrobów – znak CE. Dyrektywa LVD i EMC</li> <li>Narzędzia wspomagające zarządzanie jakością Narzędzia jakościowe opisowe: schemat blokowy, plan działania, sieć działań. Narzędzia jakościowe kreatywne: diagram Ishikawy, diagram podobieństwa, diagram relacji, diagram systematyki, macierzowa analiza danych, burza mózgów. Narzędzia ilościowe: arkusz kontrolny, diagram Pareto. Narzędzia statystyczne: zbieranie danych, histogram, analiza wariancji, analiza regresji karty kontrolne, SPC, zdolność jakościowa procesu.</li> <li>Metody wspomagające zarządzanie jakością Analiza przyczyn i skutków wad FMEA. Rozwinięcie funkcji jakości QFD Planowanie eksperymentów DOE, Koncepcja Six Sigma.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Akustyka środowiska                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | K_W02, K_U15                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiadomości ogólne: matematyczny opis fali, fale akustyczne, dźwięki, hałas, kryteria podziału fal akustycznych, pole akustyczne, parametry pola, zależności energetyczne, energia fali, moc, natężenie dźwięku, poziomy wielkości akustycznych.</li> <li>Źródła fal akustycznych: klasyfikacja źródeł, kryteria klasyfikacji, teoretyczne źródła dźwięku, źródła mechaniczne, elektryczne i technologiczne, źródła aerodynamiczne.</li> <li>Podstawowe zjawiska falowe: promieniowanie i propagacja dźwięku w wolnej przestrzeni, odbicie fal, zjawisko echa, dyfrakcja, ugięcie i rozproszenie, interferencja fal, pochłanianie dźwięku przez środowisko i przez materiały porowate.</li> <li>Matematyczny opis zjawisk falowych: równanie falowe i równanie Helmholtza.</li> <li>Matematyczny opis zjawisk falowych: równanie falowe i równanie Helmholtza. Analiza sygnałów akustycznych: analiza w dziedzinie częstości, analiza falkowa, analiza w dziedzinie amplitud, naliza w dziedzinie czasu, równanie Wienera-Chinczyna.</li> <li>Elementy psychoakustyki: prawo Webera-Fechnera, poziom ciśnienia akustycznego, obszar słyszalności dźwięku, pasma częstotliwości, prawo Ohma, głośność tonu i dźwięku złożonego.</li> <li>Metody obniżenia poziomu hałasu: tłumiki, obudowy dźwiękochonno-izolacyjne, kabiny dźwiękoszczelne, ekrany akustyczne.</li> <li>Materiały, ustroje i wyroby dźwiękochłonne.</li> <li>Pomiar podstawowych wielkości akustycznych, komora bezechowa i pogłosowa.</li> </ul> |                                          |
| Cyfrowe przyrządy pomiarowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | K_W02, K_U10, K_K05                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe zasady cyfrowych pomiarów oraz podstawowe składowe struktury cyfrowych przyrządów pomiarowych</li> <li>Systematyzacja podstawowych operacji przetwarzania analogowo-cyfrowego.</li> <li>Cyfrowe mierniki okresu, częstotliwości i fazy autonomiczne i wirtualne na bazie kart pomiarowych DAQ</li> <li>Zwiększenie dokładności cyfrowego pomiaru okresu, częstotliwości i fazy</li> <li>Tłumienie zakłóceń podczas pomiaru okresu, częstotliwości i fazy</li> <li>Cyfrowe woltomierze, amperomierze DC oraz omomierze. Tłumienie zakłóceń w cyfrowych przyrządach pomiarowych.</li> <li>Automatyczna korekcja oddziaływań systematycznych podczas pomiarów cyfrowych</li> <li>Processorowe cyfrowe przyrządy pomiarowe</li> <li>Cyfrowe mierniki parametrów sygnałów AC autonomiczne i wirtualne na bazie kart pomiarowych DAQ. Cyfrowe uśrednianie wagowe.</li> <li>Cyfrowe watomierze sygnałów AC. Cyfrowy pomiar parametrów mocy na bazie kart pomiarowych DAQ</li> <li>Cyfrowe mierniki parametrów obwodów elektrycznych autonomiczne i wirtualne na bazie kart pomiarowych DAQ.</li> <li>Podstawowe składowe niepewności cyfrowych pomiaru, oraz zestawienie podstawowych charakterystyk metrologicznych cyfrowych przyrządów pomiarowych.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |
| Diagnostyka sprzętu komputerowego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | K_W03, K_W09, K_U01, K_U10, K_K01, K_K05 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normy, organizacje standaryzujące testowanie systemów komputerowych.</li> <li>• Warsztat diagnostyczny. Sprzętowe i programowe metody testowania poszczególnych komponentów systemu komputerowego.</li> <li>• Metody pomiaru wydajności systemu komputerowego. Wzorcowe programy testowe.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |
| Integralność sygnałów                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W01, K_W05, K_W06, K_U08, K_U10, K_K04 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematyka integralności sygnałów</li> <li>• Charakterystyka sygnałów elektrycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości</li> <li>• Klasyfikacja i charakterystyka podstawowych planarnych i przewodowych struktur transmisyjnych</li> <li>• Wpływ parametrów elementów pasożytniczych struktur transmisyjnych na proces propagacji sygnałów cyfrowych</li> <li>• Techniki analizy parametrów elementów pasożytniczych w układach planarnych PCB</li> <li>• Technika analizy parametrów elementów pasożytniczych w interfejsach komunikacyjnych</li> <li>• Efekt deformacji sygnału w wybranych strukturach transmisyjnych i techniki jego ograniczenia</li> <li>• Efekt przesłuchu w sprzężonych strukturach transmisyjnych</li> <li>• Analizy integralności sygnałów przy wykorzystaniu wybranych pakietów programowych wspomagających projektowanie układów elektronicznych.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |
| Metody numeryczne w technice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | K_W01, K_U04, K_U13                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przegląd równań różniczkowych zwyczajnych, układy równań. Metoda zmiennych stanu.</li> <li>• Przegląd równań różniczkowych cząstkowych: równania Laplace'a i Poisson'a; równanie przewodzenia ciepła (równanie dyfuzji); równanie falowe, równania biharmoniczne i bifalowe; równania Maxwell'a.</li> <li>• Przegląd równań całkowych Volterra i Fredholma.</li> <li>• Rodzaje sformułowań zagadnień granicznych: klasyczne, wariacyjne: silne, słabe i odwrotne.</li> <li>• Różnice skończone, ilorazy różnicowe (rodzaje), metoda różnic skończonych (FDM).</li> <li>• Metoda elementów skończonych (FEM): funkcje kształtu, wyprowadzenie równoważnego układu równań algebraicznych, analiza, zastosowanie.</li> <li>• Metoda elementów brzegowych (BEM): wyprowadzenie równoważnego układu równań algebraicznych, analiza, zastosowanie.</li> <li>• Metoda Trefftza: T-funkcje, metoda Trefftza-Herrery, metoda Trefftza-Jirouska, metoda Trefftza-Kupradze.</li> <li>• Przegląd metod brzegowych hybrydowych.</li> <li>• Zastosowanie metod numerycznych w telekomunikacji: pole elektrostatyczne, zagadnienie brzegowe teorii rozchodzenia się dźwięku, zagadnienia brzegowe teorii pola elektromagnetycznego.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          |
| Metody optymalizacji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | K_W01, K_W10, K_U12, K_U13               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formułowanie zadań optymalizacji.</li> <li>• Programowanie liniowe: sformułowanie problemu, graficzna interpretacja rozwiązania, szkic metody simpleks, wykorzystanie przyborników MATLAB-a i Excel-a</li> <li>• Typowe przykłady zastosowania programowania liniowego: wybór asortymentu produkcji, przydział maszyn, zadanie transportowe, optymalizacja na sieciach - zadanie maksymalnego przepływu, zadanie najtańszego przepływu, zadanie najkrótszej drogi, wyznaczanie ścieżki krytycznej</li> <li>• Programowanie w liczbach całkowitych: sformułowanie, metoda podziału i oszacowań, wykorzystanie przyborników MATLAB-a i Excel-a, typowe przykłady - plecak przemysłowy, aukcja kombinatoryczna, harmonogramowanie zadań wykorzystujących ograniczone zasoby, wyznaczanie ścieżki krytycznej</li> <li>• Podstawy teoretyczne optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń</li> <li>• Najważniejsze metody numeryczne optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń, funkcje MATLAB-a i Excel-a</li> <li>• Podstawy teoretyczne optymalizacji statycznej z ograniczeniami</li> <li>• Metody obliczeniowe optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami, funkcje MATLAB-a i Excel-a</li> <li>• Problem optymalizacji globalnej i złożoności obliczeniowej, algorytm genetyczny: podstawowe operacje, zastosowanie przyborników MATLAB-a i Excel-a, typowe przykłady, inne ważne metody inteligencji obliczeniowej</li> <li>• wieloetapowe problemy decyzyjne, metoda programowania dynamicznego</li> <li>• Wprowadzenie do optymalizacji wielokryterialnej: sformułowanie, optymalność w sensie Pareto, wybrane sposoby skalaryzacji, przykład-wielokryterialne zadanie najkrótszej drogi. Metoda AHP</li> </ul> |                                          |
| Nanoelektronika                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W02, K_U01, K_U11, K_U18, K_K05        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicje, istota i ogólna charakterystyka nanotechnologii, podstawy matematyczne modelowania i syntezy.</li> <li>• Mikro/nanostruktury: podstawowe materiały (półprzewodniki, metale, materiały grupy III-V, ferroelektryki, materiały polimerowe, nanorurki węglowe, nanoprzewody), nano-przyrządy i zespoły (molekularne przełączniki i bramki logiczne, przyrządy półprzewodnikowe), technologia wytwarzania (podstawowe techniki i procesy produkcji mikro- i nanostruktur, metody obróbki i kształtowania struktur).</li> <li>• Materiały dla nanoelektroniki, produkcji i technik pomiarowych dla nanostruktur, produkcji i technik pomiarowych dla nanostruktur, transportu elektronów w półprzewodnikach i nanostrukturach, elektronów w tradycyjnych strukturach niskowymiarowych, nanourządzeń.</li> <li>• Mikro- i nanomanipulacja, podstawowe techniki mikromontażu, techniki kontroli mikro-siły, narzędzie do mikromontażu, mikro- i nanorobotyka.</li> <li>• Przemysłowe i naukowe obszary aplikacji oraz niezawodność mikro-przyrządów: systemy pamięci na bazie MSA, mikrosystemy napędowe (mikroaktuatory systemów MEMS/NEMS), termo- i elektromechaniczne struktury cienkowarstwowe, systemy sensorowe, opakowania, hermetyzacja, konserwacja próżniowa, procesy przetwórcze, i in.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          |
| Opracowanie wyników eksperymentu pomiarowego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | K_W01, K_U06, K_U09                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe cele i zadania opracowania wyników pomiaru.</li> <li>• Źródła niedoskonałości pomiarów, ich modele i sposoby opisu.</li> <li>• Błąd a niepewność wyniku pomiaru: podobieństwo i różnicy.</li> <li>• Klasyfikacja składowych niepewności, metody obliczania niepewności metodami typu A oraz typu B.</li> <li>• Ocena standardowej niepewności metodą typu A według zaleceń GUM.</li> <li>• Korekcja oddziaływań systematycznych oraz ocena niepewności ich wpływu.</li> <li>• Ocena instrumentalnej składowej niepewności metodą typu B.</li> <li>• Ocena standardowych niepewności od wpływu wielkości wpływających.</li> <li>• Obliczanie niepewności złożonej oraz rozszerzonej.</li> <li>• Opracowanie wyników pomiarów pośrednich z jednokrotnym i wielokrotnym pomiarem wartości argumentów oraz ocena ich niepewności.</li> <li>• Ocena niepewności współczynników oraz prognozowanych wartości funkcji aproksymacji wyznaczonej metodą najmniejszych kwadratów</li> <li>• Wykorzystanie metody Monte-Carlo do analizy niepewności wyników pomiaru</li> <li>• Ocena standardowej niepewności metodą typu A przy rozkładach prawdopodobieństwa wyników obserwacji innych niż normalny.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          |
| Projektowanie współczesnych obwodów drukowanych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W08, K_U09, K_U13, K_K03, K_K05        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka współczesnych zintegrowanych pakietów do projektowania obwodów drukowanych.</li> <li>• Tworzenie zintegrowanych zbiorów bibliotecznych (otwory, pola kontaktowe, połączenia międzywarstwowe, obudowy elementów itp.)</li> <li>• Generalne zasady projektowania wielowarstwowych obwodów drukowanych.</li> <li>• Szczegółowe zasady projektowania wielowarstwowych obwodów drukowanych z uwzględnieniem integralności sygnałowej i zasilania.</li> <li>• Szczegółowe zasady projektowania wielowarstwowych obwodów drukowanych z uwzględnieniem aspektów cieplnych (rozkłady pola temperatury).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |
| Sensory i systemy elektroniczne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W02, K_W08, K_U01, K_U08, K_K03        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Właściwości statyczne i dynamiczne przetworników pomiarowych. Czujniki wielkości nieelektrycznych. Elektryczne i elektroniczne układy przetwarzające. Układy normalizacji sygnału. Procesy i układy modulacji i demodulacji w torach pomiarowych. Przetwarzanie A/C. Odtwarzanie sygnałów</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |
| Serwerowe systemy Windows                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K_W03, K_U19, K_K05                      |

- Wdrażanie i zarządzanie systemem operacyjnym Windows Server.
- Wprowadzenie do usługi domenowej Active Directory (ADDS).
- Zarządzanie obiektami usługi domenowej Active Directory.
- Implementacja adresowania IPv4 w infrastrukturze organizacji.
- Implementacja adresowania IPv6 w infrastrukturze organizacji.
- Implementacja protokołu DHCP w infrastrukturze organizacji.
- Implementacja protokołu DNS w infrastrukturze organizacji.
- Konfiguracja usług plików i

wydruku. • Zabezpieczanie serwerów pracujących w oparciu o Windows Server w oparciu o mechanizmy filtrowania ruchu. • Usługi wirtualizacji systemu Windows Server.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Systemy doskonalenia jakości                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | K_W10, K_W11, K_U15, K_K01               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Początki statystycznego sterowania jakością. Wprowadzenie kart kontrolnych przez Waltera Shewharta.</li> <li>• Zasada diagramu Pareto i strategia Deminga</li> <li>• Projektowanie kart kontrolnych przeznaczonych do oceny wartości liczbowych</li> <li>• Projektowanie kart kontrolnych przeznaczonych do oceny alternatywnej</li> <li>• Podstawowe wskaźniki oceny zdolności procesów do wytwarzania wyrobów zgodnych ze specyfikacją</li> <li>• Zaawansowane metody oceny zdolności procesów do wytwarzania wyrobów zgodnych ze specyfikacją</li> <li>• Zasady doskonalenia jakości metodą "Six Sigma". Główne fazy zespołowej realizacji projektów. (DMAIC)</li> <li>• Nowoczesne metody doskonalenia jakości w przemyśle lotniczym. (AEC)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |
| Zaawansowane techniki CAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W08, K_U09, K_U13, K_K03, K_K05        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka współczesnych zintegrowanych pakietów do projektowania układów i systemów elektronicznych.</li> <li>• Metody i narzędzia do projektowania układów i systemów elektronicznych.</li> <li>• Modelowanie własności podzespołów i układów elektronicznych (modele SPICE, Verilog, IBIS, itp.)</li> <li>• Projektowanie układów analogowo-cyfrowych z uwzględnieniem zagadnień cieplnych i kompatybilności elektromagnetycznej (integralność sygnałowa).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |
| Zintegrowane systemy mikroprocesorowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | K_W03, K_W08, K_U01, K_U12, K_K01, K_K02 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna charakterystyka architektury typu ARM</li> <li>• Budowa i zasada działania wybranego mikrokontrolera z rdzeniem typu ARM</li> <li>• Programowanie wybranego mikrokontrolera z rdzeniem typu ARM</li> <li>• Konfigurowanie bloków funkcjonalnych mikrokontrolera z rdzeniem typu ARM</li> <li>• Ogólna charakterystyka zintegrowanych systemów typu PSoC</li> <li>• Budowa i zasada działania wybranego systemu PSoC</li> <li>• Programowanie wybranego systemu PSoC</li> <li>• Obsługa i konfiguracja złożonych systemów wejścia / wyjścia (wyświetlacze LCD znakowe i graficzne, klawiatury, czujniki różnych wielkości fizycznych, silniki, elementy wykonawcze)</li> <li>• Rozbudowa systemu mikroprocesorowego z systemu transmisji danych (IIC, Bluetooth, IrDA)</li> <li>• Systemy z wieloma strukturami programowalnymi</li> <li>• Środowisko projektowe mikrokontrolerów z rdzeniem typu ARM</li> <li>• Programowanie mikrokontrolerów z rdzeniem typu ARM</li> <li>• Obsługa złożonych układów wejścia - wyjścia</li> <li>• Rozbudowa systemu mikroprocesorowego - zintegrowane struktury programowalne</li> <li>• Zaliczenie wiadomości z projektu i ćwiczeń laboratoryjnych</li> </ul> |                                          |