

**Tematyki i zakresy rozpraw doktorskich  
w ramach dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne  
oferowane kandydatom do Szkoły Doktorskiej Politechniki Białostockiej w roku akademickim 2025/2026**

| Lp. | Tytuł, stopień naukowy, imię i nazwisko ewentualnego promotora/ów | Tematyka                                                                                        | Zakres rozprawy doktorskiej                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tel. służbowy | e-mail           |
|-----|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|
| 1.  | dr hab. inż. Irena Fryc, prof. PB                                 | Kolorymetria oraz fotometria wykorzystująca obrazowanie w zmiennych zakresach dynamiki tonalnej | <p>Tradycyjna fotometria oraz kolorymetria bazują na pomiarach punktowych lub też w nowocześniejszych aplikacjach na pomiarach miernikami z detektorami obrazowymi. W wielu aplikacjach takie rodzaje pomiarów nie są wystarczające, aby dostarczyć oczekiwanych przez użytkowników informacji na temat parametrów kolorymetrycznych/fotometrycznych mierzonych obiektów np. w zastosowaniach medycznych. Z literatury przedmiotu wynika, że zawansowanie techniki obróbki obrazu (pomiaru) wykonane w zmiennych zakresach dynamiki tonalnej są obiecującym kierunkiem rozwoju kolorymetrii/fotometrii. Umożliwiają dokładniejsze i precyzyjniejsze niż obecnie charakteryzowaniem parametrów kolorymetrycznych/fotometrycznych mierzonych obiektów.</p> <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczącej metod pomiarowych bazujących na przetwornikach obrazowych.</li> <li>2. Wady i zalety współczesnych metod pomiarowych wykorzystujących dane z przetworników obrazowych.</li> <li>3. Przedstawienie celu i tezy rozprawy doktorskiej</li> <li>4. Opracowanie metod wyznaczania parametrów kolorymetrycznych/fotometrycznych, wykorzystujących obrazowanie w zmiennych zakresach dynamiki tonalnej.</li> <li>5. Analiza porównawcza jakości poszczególnych opracowanych metod w odniesieniu do znanych z literatury stosowanych współcześnie metod pomiarowych.</li> <li>6. Wnioski.</li> <li>7. Podsumowanie.</li> </ol> | 85 746 9407   | i.fryc@pb.edu.pl |
|     | Assoc. Prof. Irena Fryc, DSc, PhD, Eng.                           | Colorimetry and Photometry Using Variable Tone Dynamic Range Imaging                            | <p>Traditional photometry and colorimetry are based on point measurements or, in more modern applications, on measurements using instruments with image detectors. In many applications, such types of measurements are not sufficient to provide the information users expect about the colorimetric/photometric parameters of the measured objects, e.g. in medical applications. The literature on the subject shows that advanced image processing (measurement) techniques performed in variable tonal dynamic ranges are a promising direction in the development of colorimetry/photometry. They allow a more accurate and precise characterization of the colorimetric/photometric parameters of measured objects than is currently possible.</p> <p>General Scope of Work:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review of literature on photometric and colorimetric measurement methods based on image detectors.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 85 746 9407   | i.fryc@pb.edu.pl |

|    |                                             |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                          |
|----|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
|    |                                             |                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>Advantages and disadvantages of modern photometric and colorimetric measurement based on image sensors.</li> <li>Presentation of the purpose and thesis of the dissertation.</li> <li>Development of methods for the determination of colorimetric/photometric parameters using images in variable tonal dynamic ranges.</li> <li>Comparative analysis of the quality of the individual developed methods in relation to currently used measurement methods known from the literature.</li> <li>Conclusions.</li> <li>Summary.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                          |
| 2. | <b>prof. dr hab. Ewa Pawłuszewicz</b>       | <b>Sterowanie systemami wieloagentowymi na skalach czasowych w celu unikania stref kolizji</b> | <p>Celem rozprawy jest określenie warunków sterowania, bazujących na stabilności Lapunowa, przy których agenci w systemach wieloagentowych określonych na skalach czasowych mogą omijać strefy kolizji, zarówno w przypadku przeszkód statycznych jak i dynamicznych.</p> <p>Zakres rozprawy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do teorii skal czasowych</li> <li>Przegląd literatury z zakresu istniejących algorytmów omijania przeszkód przez agentów w systemach wieloagentowym w klasycznych przypadkach jak i na skalach czasowych</li> <li>Podanie warunków jakie powinno spełniać sterowanie jednego z agentów na skalach w celu omijania przeszkód przy założeniu braku współpracy między agentami</li> <li>Podanie warunków jakie powinno spełniać sterowanie jednego z agentów na skalach w celu omijania przeszkód przy założeniu kooperacji między agentami</li> <li>Uogólnienie wyników otrzymanych na warunki jakie powinno spełniać k agentów spośród n.</li> <li>Weryfikacja symulacyjna i eksperymentalna otrzymanych wyników (wieloagentowy system robotów).</li> <li>Podsumowanie</li> </ol> | 571443063   | e.pawluszewicz@pb.edu.pl |
|    | <b>Prof. DSc, Ewa Pawłuszewicz</b>          | <b>Control of multi-agent systems on time scales to avoid collision zones</b>                  | <p>The aim of PhD thesis is to determine the control conditions based on Lyapunov stability, under which agents in multi-agent systems defined on time scales can avoid collision zones, both in the case of static and dynamic obstacles.</p> <p>Scope of the dissertation:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Introduction to the theory of time scales</li> <li>Review of the literature on existing algorithms for avoiding obstacles by agents in multi-agent systems in classical cases and on time scales case</li> <li>Providing conditions that should be met by the control of one of the agents on scales in order to avoid obstacles, assuming no cooperation between agents</li> <li>Providing the conditions that should be met by the control of one of the agents on scales in order to avoid obstacles, assuming cooperation between agents</li> <li>Generalization of the results obtained to the conditions that should be met by k agents out of n</li> <li>Simulation and experimental verification of the obtained results (multi-agent robot system)</li> <li>Conclusions.</li> </ol>                   | 571443063   | e.pawluszewicz@pb.edu.pl |
| 3. | <b>dr hab. inż. Jacek Kuszner, prof. PB</b> | <b>Badania inteligentnych układów zarządzania energią oraz współpracą prosumenckich</b>        | <p>Celem pracy jest analiza, możliwości zwiększenia generacji oraz poziomu autokonsumpcji w prosumenckich elektrowniach fotowoltaicznych poprzez inteligentne systemy zarządzania energią oraz współpracę z bateryjnymi i termicznymi systemami magazynowania energii.</p> <p>W ramach pracy doktorskiej planowane jest prowadzenie:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 85 746 9426 | j.kuszner@pb.edu.pl      |

|    |                                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                     |
|----|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|
|    |                                                   | <b>elektrowni PV z bateryjnymi i termicznymi systemami magazynowania energii.</b>                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizy możliwości i kosztów technologii oraz badań i modelowania systemów magazynowania energii.</li> <li>2. Analizy oraz modelowania prosumenckiej elektrowni PV we współpracy z bateryjnymi i termicznymi systemami magazynowania energii.</li> <li>3. Opracowanie algorytmu zarządzania energią, uwzględniającego niesterowalność pracy elektrowni PV, korzystającego z prognozowania zapotrzebowania i generacji.</li> <li>4. Budowa i badania eksperymentalnego prosumenckiej elektrowni PV we współpracy z bateryjnymi i termicznymi systemami magazynowania energii.</li> <li>5. Podsumowanie i wnioski.</li> </ol> <p>Zastosowanie inteligentnych układów zarządzania energią generowaną z zastosowaniem modeli predykcyjnych powinno pozwolić na znaczące zwiększenie poziomu autokonsumpcji oraz efektywności ekonomicznej elektrowni PV z możliwością korzystania z taryf dynamicznych. Pozwoli to również na lepsze dopasowanie krzywej generacji elektrowni do krzywej zapotrzebowania oraz na optymalne wykorzystanie potencjału bateryjnych i termicznych systemów magazynowania energii.</p>                                                                                                                                                                                               |             |                     |
|    | <b>Assoc. Prof. Jacek Kuszner, DSc, PhD, Eng.</b> | <b>Investigating smart energy management systems and the interaction of prosumer PV power plants with battery and thermal energy storage systems</b> | <p>The aim of the thesis is to analyze, the possibility of increasing generation and the level of self-consumption in prosumer photovoltaic power plants through intelligent energy management systems and cooperation with battery and thermal energy storage systems.</p> <p>As part of the dissertation, it is planned to conduct</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. technology feasibility and cost analysis and research and modeling of energy storage systems.</li> <li>2. analysis and modeling of prosumer PV power plant in cooperation with battery and thermal energy storage systems</li> <li>3. development of an energy management algorithm, taking into account the uncontrollability of PV power plant operation, using demand and generation forecasting</li> <li>4. construction and testing of an experimental prosumer PV power plant in cooperation with battery and thermal energy storage systems</li> <li>5 Summary and conclusions</li> </ol> <p>The use of intelligent generation management systems using predictive models should make it possible to significantly increase the level of self-consumption and economic efficiency of PV power plants with the possibility of using dynamic tariffs. It will also allow optimal use of the full potential of battery and thermal energy storage systems.</p> | 85 746 9426 | j.kuszner@pb.edu.pl |
| 4. | <b>dr hab. inż. Jacek Kuszner, prof. PB</b>       | <b>Badania możliwości zwiększenia sprawności konwersji promieniowania</b>                                                                            | <p>Celem pracy jest analiza, możliwości zwiększenia sprawności konwersji promieniowania słonecznego w elektrowniach fotowoltaicznych poprzez zastosowanie układów hybrydowych. Badania obejmą zarówno sposoby zwiększenia generacji poprzez optymalizację warunków pracy elektrowni fotowoltaicznych, jak również możliwość pozyskania energii cieplnej oraz dodatkowej ilości energii elektrycznej za pomocą generatorów termoelektrycznych (TEG).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 85 746 9426 | j.kuszner@pb.edu.pl |

|    |                                                    |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                      |
|----|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
|    |                                                    | <b>słonecznego w elektrowniach fotowoltaicznych poprzez zastosowanie układów hybrydowych</b>                                                      | <p>W ramach pracy doktorskiej planowane jest prowadzenie:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelowania, analizy i optymalizacji pracy elektrowni PV, CPV, PVT, ...</li> <li>2. Analizy i badań pracy generatorów termoelektrycznych (TEG).</li> <li>3. Zarządzania ciepłem w systemie fotowoltaicznym (PVT) w celu poprawy wydajności elektrycznej.</li> <li>4. Poprawy całkowitego bilansu energetycznego w zakresie energii elektrycznej i ciepłej elektrowni hybrydowej.</li> <li>5. Analizy sposobów poprawienia dopasowania krzywej generacji elektrowni hybrydowej do krzywej zapotrzebowania obiektu.</li> <li>6. Podsumowanie i wnioski.</li> </ol> <p>Zastosowanie rozwiązań w zakresie pasywnych i aktywnych technik chłodzenia pozwala na optymalizację parametrów pracy elektrowni PV.</p> <p>Jednym ze sposobów realizacji jest zastosowanie instalacji hybrydowych TEG, co umożliwi obniżenie temperatury pracy w szczególności w warunkach silnego nasłonecznienia wpływając na zwiększenie sprawności konwersji promieniowania słonecznego oraz na pozyskanie dodatkowej energii elektrycznej i ciepłej. Umożliwia to zwiększenie efektywności całego układu. Praca paneli PV w niższych temperaturach pozwala również na zmniejszenie szybkości starzenia paneli PV oraz podwyższenia ich sprawności w dłuższym okresie eksploatacji.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                      |
|    | <b>Assoc. Prof. Jacek Kuszniar, DSc, PhD, Eng.</b> | <b>Investigating the possibility of increasing the solar radiation conversion efficiency of photovoltaic power plants by using hybrid systems</b> | <p>The aim of this study is to analyse, the possibility of increasing the solar radiation conversion efficiency of photovoltaic power plants by using hybrid systems. The research will include both ways of increasing generation by optimising the operating conditions of photovoltaic power plants, as well as the possibility of obtaining thermal energy and additional electrical energy by means of thermoelectric generators (TEG).</p> <p>As part of the dissertation, it is planned to conduct:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. modelling, analysis and optimisation of the operation of PV, CPV, PVT,... power plants.</li> <li>2. analysis and study of the operation of thermoelectric generators (TEG).</li> <li>3. thermal management of a photovoltaic (PVT) system to improve electrical efficiency.</li> <li>4. improvement of the total energy balance in terms of electricity and heat of a hybrid power plant.</li> <li>5. Analysis of ways to improve the matching of the generation curve of the hybrid power plant with the demand curve of the facility.</li> <li>6. summary and conclusions.</li> </ol> <p>The use of passive and active cooling solutions allows the optimisation of PV power plant performance. One of the ways of implementation is the use of hybrid TEG plants, which allows lowering the operating temperature, especially in conditions of strong sunshine, influencing the increase of solar radiation conversion efficiency and the acquisition of additional electric and thermal energy. This makes it possible to increase the efficiency of the entire system. The operation of PV panels at lower temperatures also makes it possible to reduce the ageing rate of PV panels and to increase their efficiency over the long term.</p> | 85 746 9426 | j.kusznier@pb.edu.pl |
| 5. | <b>dr hab. inż. Piotr Miluski, prof. PB</b>        | <b>Światłowod krzemionkowy o kontrolowanym profilu wiązki do konstrukcji</b>                                                                      | <p>W ramach pracy planowane jest opracowanie nowych konstrukcji aktywnych światłowodów krzemionkowych do konstrukcji źródeł promieniowania ASE i laserów włóknowych pracujących w zakresie spektralnym 1,8-2,0 <math>\mu\text{m}</math>. Planowana jest analiza teoretyczna możliwości uzyskania wzmocnionej emisji spontanicznej i akcji laserowej w konstrukcjach aktywnych światłowodów domieszkowanych lantanowcami o założonym profilu wiązki emisji. Opracowanie oparte będzie o wytworzenie światłowodu z wykorzystaniem metody Modified Chemical Vapour Deposition. Praca ma charakter teoretyczno-praktyczny.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 85 746 9406 | p.miluski@pb.edu.pl  |

|    |                                                   |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                     |
|----|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|
| 6. |                                                   | <b>źródeł promieniowania emitujących w zakresie spektralnym 1,8-2,0 <math>\mu\text{m}</math></b>                                                                      | <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd aktualnego stanu wiedzy z zakresu konstrukcji światłowodów aktywnych;</li> <li>2. Analiza teoretyczna możliwości kształtowania profilu wiązki emisji w światłowodach;</li> <li>3. Symulacja numeryczna i optymalizacja konstrukcji światłowodów domieszkowanych związkami lantanowców w celu uzyskania akcji laserowej w zakresie spektralnym 1,8-2,0 <math>\mu\text{m}</math>;</li> <li>4. Wytworzenie i charakteryzacja właściwości optycznych i luminescencyjnych światłowodów, badanie wzmocnienia i próby laserowania;</li> <li>5. Wnioski.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                     |
|    | <b>Assoc. Prof. Piotr Miluski, DSc, PhD, Eng.</b> | <b>Silica optical fiber with controlled beam profile for the construction of radiation sources emitting in the spectral range of 1.8-2.0 <math>\mu\text{m}</math></b> | <p>The work is planned to develop new designs of active silica optical fibers for the construction of ASE radiation sources and fiber lasers operating in the spectral range of 1.8-2.0 <math>\mu\text{m}</math>. A theoretical analysis of the possibility of obtaining amplified spontaneous emission and laser action in the designs of active optical fibers doped with lanthanides with an assumed emission beam profile is planned. The study will be based on the production of an optical fiber using the Modified Chemical Vapour Deposition method. The work is of a theoretical and practical nature.</p> <p>Scope of work:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review of the current state of knowledge in the field of active optical fiber construction;</li> <li>2. Theoretical analysis of the possibility of shaping the emission beam profile in optical fibers;</li> <li>3. Numerical simulation and optimization of the design of optical fibers doped with lanthanide ions in order to obtain laser action in the spectral range of 1.8-2.0 <math>\mu\text{m}</math>;</li> <li>4. Production and characterization of optical and luminescent properties of optical fibers, amplification studies and lasing tests;</li> <li>5. Conclusions.</li> </ol>                             | 85 746 9406 | p.miluski@pb.edu.pl |
|    | <b>dr hab. inż. Zbigniew Kulesza, prof. PB</b>    | <b>Badanie regulatorów surogacyjnych</b>                                                                                                                              | <p>Złożoność obliczeniowa współczesnych algorytmów sterowania sprawia, że poszukuje się metod ich zastąpienia prostszymi algorytmami tzw. regulatorów surogacyjnych. Stosując regulator surogacyjny staramy się w prosty sposób opisać zależność między jego sygnałami wyjściowymi a wejściowymi. Mogą być w tym celu wykorzystane nieliniowe funkcje aproksymacyjne lub sieci neuronowe. W niniejszej pracy doktorskiej poszukiwane będą regulatory surogacyjne różnych współcześnie stosowanych algorytmów sterowania. Wyznaczane będą właściwości otrzymanych regulatorów surogacyjnych i porównywane z właściwościami ich oryginałów. Zasadność stosowania regulatorów surogacyjnych będzie zilustrowana przykładami zastosowań praktycznych.</p> <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) przegląd literatury naukowej dotyczącej współczesnych algorytmów sterowania oraz regulatorów surogacyjnych,</li> <li>b) opracowanie regulatorów surogacyjnych wybranych algorytmów sterowania,</li> <li>c) badanie właściwości otrzymanych regulatorów surogacyjnych (charakterystyki statyczne i dynamiczne, stabilność, sterowalność, złożoność obliczeniowa),</li> <li>d) weryfikacja doświadczalna otrzymanych regulatorów surogacyjnych,</li> <li>e) podsumowanie i wnioski.</li> </ol> | 797 990 780 | z.kulesza@pb.edu.pl |
|    | <b>Assoc. Prof. Zbigniew Kulesza,</b>             | <b>Study on surrogate controllers</b>                                                                                                                                 | <p>Computational complexity of contemporary control algorithms means that methods are being sought to replace them with simpler algorithms, the so-called surrogate controllers. Using a surrogate controller, it is strived to describe in a simple way the relationship between its output and input signals. Nonlinear approximation functions or neural networks can be used for this purpose. In this doctoral thesis, surrogate controllers of various currently used control algorithms will be sought. The properties of the obtained</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 797 990 780 | z.kulesza@pb.edu.pl |

|    |                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                     |
|----|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|
|    | DSc, PhD,<br>Eng.                                         |                                                                                                                           | surrogate controllers will be determined and compared with the properties of their originals. The justification for using surrogate controllers will be illustrated with examples of practical applications. Scope of the work:<br>a) review of scientific literature on modern control algorithms and surrogate controllers,<br>b) development of surrogate controllers of selected control algorithms,<br>c) study of properties of obtained surrogate controllers (static and dynamic characteristics, stability, controllability, computational complexity),<br>d) experimental verification of obtained surrogate controllers,<br>e) summary and conclusions.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                     |
| 7. | dr hab. inż.<br>Zbigniew<br>Kulesza, prof.<br>PB          | <b>Sterowanie współpracą układu cobotów w zadaniach chirurgicznego szycia ran</b>                                         | Celem pracy jest opracowanie algorytmów sterowania i synchronizacji cobotów w operacjach chirurgicznego szycia ran. Szycie rany jest złożonym zadaniem, wymagającym precyzyjnego sterowania pozycją i orientacją efektora końcowego cobotów w wizyjnym sprzężeniu zwrotnym i z synchronizacją. Opracowane algorytmy sterowania, w tym z wykorzystaniem technik LbD (Learning by Demonstrations), pozwolą prowadzić szycie ran w dwóch trybach: w pełni autonomicznie oraz przy wspomaganiu pracy operatora.<br>Proponowany zakres pracy:<br>a) przegląd literatury dotyczącej zrobotyzowanych systemów chirurgicznych oraz procedur szycia ran,<br>b) opracowanie modelu kinematyki i dynamiki cobota,<br>c) opracowanie i badania symulacyjne algorytmów sterowania i synchronizacji cobotów współpracujących,<br>d) weryfikacja eksperymentalna opracowanych algorytmów sterowania i synchronizacji współpracy,<br>e) podsumowanie i wnioski.                  | 797 990 780 | z.kulesza@pb.edu.pl |
|    | Assoc. Prof.<br>Zbigniew<br>Kulesza,<br>DSc, PhD,<br>Eng. | <b>Controlling the cooperation of a cobot system in surgical wound suturing tasks</b>                                     | The aim of the work is to develop algorithms for controlling and synchronizing cobots in surgical wound suturing operations. Wound suturing is a complex task that requires precise control of the position and orientation of the cobot end effector in vision feedback and with synchronization. The developed control algorithms, including those using LbD (Learning by Demonstrations) techniques, will allow wound suturing to be carried out in two modes: fully autonomously and with the support of the operator.<br><br>Scope of the work:<br>a) review of the literature on robotic surgical systems and wound suturing procedures,<br>b) development of a model of cobot kinematics and dynamics,<br>c) development and simulation studies of control and synchronization algorithms for cooperating cobots,<br>d) experimental verification of the developed control and synchronization algorithms for cooperation,<br>e) summary and conclusions. | 797 990 780 | z.kulesza@pb.edu.pl |
| 8. | dr hab. inż.<br>Bogusław<br>Butryło, prof.<br>PB          | <b>Metody projektowania i zastosowanie metapowierzchni o dobieranym, dynamicznie adaptowalnym profilu formowania pola</b> | Przedmiotem pracy będą materiały warstwowe (struktura 2D lub układ warstw 2D) o zmiennych właściwościach materiałowych, o strukturze macierzowej. Formowanie rozkładu pola elektromagnetycznego następuje przez kształtowanie rozkładu elementów w periodycznej strukturze elementów, dobór rozkładu pikseli w macierzy. Wskazany sposób kształtowania pola pozwala na dynamiczne zmiany właściwości elementów macierzy, dopasowanie profilu pola do specyficznych wymagań. Układy tego typu mogą pracować w zakresie gigahercowym, przy czym do sterowania matrycą (zmiana właściwości elektrycznych) wykorzystuje się napięcie stałe. Materiały (struktury) tego typu mogą                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 85 746 9361 | b.butrylo@pb.edu.pl |

|  |                                                             |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                            |
|--|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|  |                                                             | <p><b>elektromagnetycznego w zakresie mikrofalowym</b></p>                                                            | <p>być stosowane na przykład w telekomunikacji (anten, systemy 5G o dobranym profilu emisji), systemy do maskowania profilu elektromagnetycznego układów, układy bazujące na formowaniu pola o zadanym rozkładzie przestrzennym i zmianach w czasie.</p> <p>Proponowane zagadnienia do rozwinięcia w ramach prac: opracowanie metody formowania struktur macierzowych ze względu na zadany rozkład pola, analiza właściwości metapowierzchni, schematy formowania wiązek w celu maskowania profilu elektromagnetycznego, metody projektowania anten na bazie wskazanych struktur, inne zagadnienia (do ustalenia).</p> <p>Proponowany zakres (rozszerzony opis tematyki)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury z zakresu metapowierzchni elektromagnetycznych, numerycznego modelowania dwuwymiarowych struktur materiałowych.</li> <li>2. Dobór metody analizy, modelowania metapowierzchni.</li> <li>3. Opracowanie modeli numerycznych wybranych konfiguracji.</li> <li>4. Ocena właściwości proponowanych struktur ze względu na formowanie profilu elektromagnetycznego układów.</li> <li>5. Opracowanie metod projektowania metapowierzchni 2D lub układu metapowierzchni 2D w celu uzyskania układów o dobranych właściwościach.</li> <li>6. Weryfikacja otrzymanych wyników przy zastosowaniu innych metod numerycznych lub na stanowisku pomiarowym.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                            |
|  | <p><b>Assoc. Prof. Bogusław Butryło, DSc, PhD, Eng.</b></p> | <p><b>Construction and implementation of broadband electromagnetic composites based on dispersive dielectrics</b></p> | <p>The subject of this work will be layered materials (2D structure or a set of 2D layers) with time dependent material properties, with a matrix structure. The formation of the electromagnetic field distribution is carried out by shaping the distribution of elements in the periodic element structure, selecting the distribution of pixels in the matrix. The indicated method of field shaping allows dynamic changes in the properties of the matrix elements, adjusting the field profile to specific requirements. Systems of this type can operate in the gigahertz range, using a DC voltage to control the matrix (modification of electrical properties). Materials (structures) of this type can be used, for example, in telecommunications (antennas, 5G systems with matched emission profile), systems for masking the electromagnetic profile of systems, systems based on the formation of a field with a preset spatial distribution and changes over time.</p> <p>Proposed issues to be developed within the framework of the work: development of a method of forming matrix structures due to the given field distribution, analysis of the properties of metasurfaces, beamforming schemes for masking the electromagnetic profile, methods of designing antennas based on the indicated structures, other issues (to be determined).</p> <p>Proposed scope (extended topic description):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Literature review of electromagnetic metasurfaces, numerical modeling of two-dimensional material structures.</li> <li>2. Selection of the method of analysis, modeling of metasurfaces.</li> <li>3. Development of numerical models of selected configurations.</li> </ol> | 85 746 9361 | <p>b.butrylo@pb.edu.pl</p> |

|    |                                                             |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |                     |
|----|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|
|    |                                                             |                                                                                                                                         | <p>4. Evaluation of the properties of the proposed structures due to the formation of the electromagnetic profile of the systems.</p> <p>5. Development of methods for the design of 2D metasurfaces or 2D metasurface system in order to obtain systems with selected properties.</p> <p>6. Verification of the obtained results using other numerical methods or on the test bench.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                     |
| 9. | <p><b>dr hab. inż. Bogusław Butryło, prof. PB</b></p>       | <p><b>Trójwymiarowe cewki planarne o dobranej strukturze w zastosowaniu do budowy czujników i elementów zasilających.</b></p>           | <p>Przedmiotem pracy będą układy płasko-równoległych, cienkowarstwowych cewek o powtarzalnej planarnej strukturze segmentów. Dobór 3D struktury zwojów (segmentów) wraz z elektronicznym układem formowania (analizy) sygnałów elektrycznych pozwala na tworzenie elementów o specyficznych właściwościach, charakterystykach polowych i zastępczych parametrach skupionych. Planowany zakres prac obejmuje metody analizy i projektowania tego typu układów ze względu na ich zastosowanie, opracowanie metod formowania pola w układach planarnych przy uwzględnieniu planarnych magnetowodów otwartych / zamkniętych. Cewki o dobranej strukturze, elementy tworzone na ich bazie będą podlegały weryfikacji eksperymentalnej ze względu na ich wykorzystanie jako elementy zasilające lub elementy pasywne w czujnikach.</p> <p>Proponowany zakres (rozszerzony opis tematyki)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczącej układów cewek planarnych, cienkowarstwowych, o powtarzalnej strukturze.</li> <li>2. Ocena metod analizy tego typu układów i ich sposobów ich modelowania.</li> <li>3. Numeryczne modelowanie planarnych cewek trójwymiarowych, ocena właściwości wybranych układów.</li> <li>4. Opracowanie metod modelowania i projektowania układów cewek trójwymiarowych.</li> <li>5. Opracowanie konstrukcji oraz analiza elementów z uwzględnieniem płaskorównoległych struktur formowania pola magnetycznego (magnetowód otwarty / zamknięty).</li> <li>6. Opracowanie koncepcji czujnika na bazie rozwiązanych zagadnień dotyczących projektowania układów i ich analizy.</li> <li>7. Weryfikacja otrzymanych wyników.</li> </ol> | 85 746 9361 | b.butrylo@pb.edu.pl |
|    | <p><b>Assoc. Prof. Bogusław Butryło, DSc, PhD, Eng.</b></p> | <p><b>Three-dimensional planar coils with a selected structure for use in the construction of sensors and power supply elements</b></p> | <p>The subject of the work is a systems of plane-parallel, thin-film coils with a periodic structure of segments. The specific structure of coils (segments) together with the system of forming electrical signals allow creation of elements with specific properties, field characteristics and equivalent lumped parameters. The planned scope of work includes methods of analysis and design of systems due to their application, development of field formation methods in planar systems, taking into account open / closed planar magnetic cores. Coils with a selected structure, elements created on their basis will be subject to experimental verification due to their use as power elements or passive elements in sensors.</p> <p>Proposed scope (extended topic description):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review of the literature on planar, thin-film coil systems with a periodic structure.</li> <li>2. Assessment of the methods of analysis.</li> <li>3. Numerical modeling of planar three-dimensional coils, evaluation of the properties of selected systems.</li> <li>4. Development of modeling methods and designing methods for 3D coil systems.</li> <li>5. Development of the structure and analysis of elements, taking into account the plane-parallel structures of the formation of the magnetic field (open / closed magnetic guide).</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 85 746 9361 | b.butrylo@pb.edu.pl |

|     |                                                                         |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                                                                    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                         |                                                                                                                                                                                                          | 6. Development of a sensor concept based on solved circuit design issues and their analysis.<br>7. Verification of the results obtained.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |                                                                    |
| 10. | <b>dr hab. inż.<br/>Wojciech<br/>Walendziuk,<br/>prof. PB</b>           | <b>Modyfikacja i<br/>automatyzacja metod<br/>weryfikacji parametrów<br/>metrologicznych<br/>referencyjnych źródeł<br/>napięcia stałego, z<br/>wykorzystaniem<br/>hybrydowych technik<br/>pomiarowych</b> | <p>W precyzyjnych laboratoriach i instytutach metrologicznych, zajmujących się pomiarami wielkości elektrycznych, podstawowym wzorcem napięcia stałego są obecnie źródła typu 732B, charakteryzujące się roczną stabilnością na poziomie około 0,5 ppm. Każdy przyrząd pomiarowy, zwłaszcza wzorce referencyjne, wymagają regularnej kontroli metrologicznej, ponieważ stanowią one podstawę weryfikacji innych wzorców w ośrodku metrologicznym. Wzorcowanie źródeł napięcia opiera się na standardzie kwantowym, jednak w celu zapewnienia wiarygodności i jakości pomiarów konieczne jest również potwierdzenie ich prawidłowego działania w okresach między wzorcowaniami. Celem niniejszych badań jest modyfikacja metod realizowania potwierdzeń sprawności źródeł napięcia odniesienia o wartości 10 V i 1,018 V. Opracowane metody mają zapewnić optymalną stabilność i powtarzalność uzyskiwanych wyników przy minimalnej możliwej do uzyskania niepewności pomiaru. Praca ma koncentrować się na następujących zagadnieniach:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dobór metod weryfikacji zapewniających optymalną powtarzalność i minimalną niepewność wyników, w zależności od dostępnych multimetrów referencyjnych o rozdzielczości 8,5 cyfry.</li> <li>2. Analiza wpływu parametru NPLC na stabilność estymat wskazań różnych typów multimetrów referencyjnych oraz wpływ na składniki budżetu niepewności.</li> <li>3. Opracowanie algorytmu procedury zerowania, gwarantującego wysoką stabilność i powtarzalność estymat wskazań.</li> <li>4. Automatyzacja procesu weryfikacji źródeł napięcia z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania i urządzeń, umożliwiających uzyskanie optymalnych wyników pomiarowych.</li> <li>5. Optymalizacja metody, algorytmu i ustawień multimetrów referencyjnych w celu osiągnięcia kompromisu między jakością parametrów pomiarowych a czasochłonnością procedury.</li> </ol> <p>Główne cele pracy można więc sformułować następująco jako: modyfikacja procedur kalibracyjnych, opracowanie algorytmów i zautomatyzowanie metody weryfikacji parametrów metrologicznych referencyjnych źródeł napięcia, z uwzględnieniem wpływu procedury zerowania, dobranych ustawień parametrów urządzeń referencyjnych oraz czynników zewnętrznych na stabilność, powtarzalność, czasochłonność oraz ostateczną niepewność uzyskanych wyników pomiarów.</p> | 85 746 9374 | <a href="mailto:w.walendziuk@pb.edu.pl">w.walendziuk@pb.edu.pl</a> |
|     | <b>Assoc. Prof.<br/>Wojciech<br/>Walendziuk,<br/>DSc, PhD,<br/>Eng.</b> | <b>Development and<br/>Automation of Methods<br/>for Verifying<br/>Metrological Parameters<br/>of Reference DC Voltage<br/>Sources Using Hybrid<br/>Measurement<br/>Techniques</b>                       | <p>In precision laboratories and metrological institutes focused on electrical measurements, the primary reference standard for DC voltage is currently the 732B-type source, characterized by an annual stability of approximately 0.5 ppm. Every measuring instrument, particularly reference standards, requires regular metrological verification, as they form the basis for calibrating other standards within a metrological facility. Calibration of voltage sources is based on a quantum standard; however, to ensure the reliability and quality of measurements, it is also necessary to confirm their proper operation between calibrations. The aim of this research is to develop and refine methods for verifying the performance of reference voltage sources with nominal values of 10 V and 1.018 V. The proposed methods are intended to ensure optimal stability and repeatability of results while achieving the minimal attainable measurement uncertainty. The study focuses on the following objectives:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 85 746 9374 | <a href="mailto:w.walendziuk@pb.edu.pl">w.walendziuk@pb.edu.pl</a> |

|     |                                               |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                       |
|-----|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
|     |                                               |                                                                                                                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selection of verification methods that provide optimal repeatability and minimal uncertainty of results, depending on the available 8.5-digit reference multimeters.</li> <li>2. Analysis of the impact of the NPLC parameter on the stability of indication estimates for various types of reference multimeters and its influence on the components of the uncertainty budget.</li> <li>3. Development of an algorithm for the zeroing procedure to ensure high stability and repeatability of indication estimates.</li> <li>4. Automation of the voltage source verification process using dedicated software and equipment to achieve optimal measurement results.</li> <li>5. Optimization of the method, algorithm, and settings of reference multimeters to achieve a balance between the quality of measurement parameters and the time required for the procedure.</li> </ol> <p>The main objectives of the study can thus be formulated as follows: the development of calibration procedures, the design of algorithms, and the automation of methods for verifying the metrological parameters of reference voltage sources, taking into account the influence of the zeroing procedure, selected settings of reference device parameters, and external factors on the stability, repeatability, time efficiency, and overall uncertainty of the obtained measurement results.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                       |
| 11. | dr hab. inż.<br>Maciej Zajkowski,<br>prof. PB | Wykorzystanie technik przetwarzania danych multispektralnych w monitoringu środków ochrony roślin wybranych upraw rolniczych | <p>Środki ochrony roślin (ŚOR) stosowane w uprawach rolniczych są niezbędne do uzyskania kontrolowanych plonów. Precyzyjne dozowanie tych środków i ich monitoring odbywa się obecnie poprzez analizę próbek w systemach wykorzystujących głównie chromatografię gazową. Ocena taka przeprowadzana jest w wybranych punktach uprawy, a badania prowadzone są w laboratorium. Istnieją publikacje naukowe potwierdzające stosowanie technik detekcji w podczerwieni lub w paśmie widzialnym do oceny stanu roślin lub obecności pestycydów. Badania naukowe potwierdzają, że brakuje wyraźnych sygnatur spektralnych w paśmie widzialnym, pozwalającym zidentyfikować obecność lub stężenie wybranych środków ochrony roślin, a warunki środowiskowe i pokrój roślin mogą wpływać na dokładność pomiarów. Konieczna jest też procedura kalibracji systemu świetlna-optycznego i jego walidacji dla różnych typów upraw i pestycydów.</p> <p>Celem pracy jest ocena możliwości zastosowania obrazowania multispektralnego do monitorowania użycia środków ochrony roślin. Istotą pracy jest również korelacja pomiędzy wskaźnikami wegetacyjnymi, a zastosowaniem ŚOR oraz także wskazanie potencjału obrazowania multispektralnego dla precyzyjnego rolnictwa.</p> <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczący obrazowania multispektralnego w rolnictwie, a także zastosowanie do oceny wybranych indeksów roślinnych np. NDVI, NDRE, SAVI i inne.</li> <li>2. Opracowanie modeli konfiguracji optycznej kamer multispektralnych i referencyjnych źródeł światła o regulowanym rozkładzie widmowym.</li> <li>3. Opracowanie metody pomiarowej do szybkiej rejestracji obrazów multispektralnych dla wybranych pokrojów roślin, z uwzględnieniem czynników środowiskowych, z wykorzystaniem dronów o technologii IoT.</li> <li>4. Opracowanie modeli korelacji między wybranymi indeksami roślinnymi a danymi o zastosowaniu środków ochrony roślin</li> </ol> | 85 746 9354 | m.zajkowski@pb.edu.pl |

|     |                                                             |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                              |
|-----|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|
|     |                                                             |                                                                                                                                          | <p>5. Wykonanie badań terenowych i analiza wyników z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji, pod względem automatycznej klasyfikacji obszarów jako wymagających lub niewymagających użycia ŚOR oraz wykrywanie nadmiernego użycia tego rodzaju środków.</p> <p>6. Opracowanie metod predykcyjnych do optymalnego zastosowania ŚOR dla wybranych upraw.</p> <p>7. Wnioski</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                              |
|     | <p><b>Assoc. Prof. Maciej Zajkowski, DSc, PhD, Eng.</b></p> | <p><b>The use of multispectral data processing techniques in monitoring plant protection products of selected agricultural crops</b></p> | <p>Plant protection products (PPPs) used in crops are essential for obtaining controlled yields. The precise dosing and monitoring of these products is currently carried out by analyzing samples in systems using mainly gas chromatography. Such an assessment is carried out at selected cultivation points, and the research is conducted in the laboratory. There are scientific publications confirming the use of infrared or visible detection techniques to assess the condition of plants or the presence of pesticides. Scientific research confirms that there is a lack of clear spectral signatures in the visible band, allowing the identification of the presence or concentration of selected PPPs, and environmental conditions and plant habit can affect the accuracy of measurements. A procedure for calibrating the light-optical system and its validation for various types of crops and pesticides is also necessary.</p> <p>The work aims to assess the possibility of using multispectral imaging to monitor the use of plant protection products. The essence of the work is also the correlation between vegetation indicators and the use of PPPs, as well as indicating the potential of multispectral imaging for precision agriculture.</p> <p>Scope of work:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Literature review on multispectral imaging in agriculture, as well as application to the assessment of selected plant indices, e.g. NDVI, NDRE, SAVI, and others.</li> <li>2. Development of models of optical configuration of multispectral cameras and reference light sources with adjustable spectral distribution.</li> <li>3. Development of a measurement method for fast registration of multispectral images for selected plant habits, taking into account environmental factors, using IoT drones.</li> <li>4. Development of correlation models between selected plant indices and data on the use of plant protection products</li> <li>5. Conducting field research and analysis of results using machine learning and artificial intelligence methods, in terms of automatic classification of areas as requiring or not requiring the use of PPPs and detecting excessive use of such products.</li> <li>6. Development of predictive methods for optimal use of PPPs for selected crops.</li> <li>7. Conclusions.</li> </ol> | 85 746 9354 | <p>m.zajkowski@pb.edu.pl</p> |
| 12. | <p><b>dr hab. inż. Maciej Zajkowski, prof. PB</b></p>       | <p><b>Diagnozowanie stanu systemu oświetlenia zewnętrznego z wykorzystaniem widmowej analizy obrazu</b></p>                              | <p>Systemy oświetlenia zewnętrznego, w szczególności oświetlenia drogowego wymagają dozoru bieżącego, polegającego w głównej mierze na wymianie zużytych źródeł światła lub oprav oświetleniowych. W ocenie nie uwzględnia się stopnia zużycia nawierzchni, modyfikacji geometrii drogi lub nawierzchni i wpływu otoczenia. W praktyce nie są też prowadzone badania kontrolne oświetlenia zewnętrznego na potrzeby bieżącego utrzymania instalacji oświetleniowej. Brak uwzględnienia tych aspektów wpływa na pogorszenie efektywności energetycznej instalacji oświetleniowych ale głównie pogarsza się bezpieczeństwo ruchu drogowego (BRD). Badania naukowe obejmują głównie metody pomiaru rozkładu luminancji lub natężenia oświetlenia z wykorzystaniem detekcji mobilnej lub stacjonarnej i oceny wpływu warunków środowiskowych, na wybranym odcinku drogi lub powierzchni zewnętrznej.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 85 746 9354 | <p>m.zajkowski@pb.edu.pl</p> |

|  |                                                             |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                              |
|--|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|
|  |                                                             |                                                                                               | <p>Celem pracy jest opracowanie, zamodelowanie i wykonanie systemu mobilnego z wykorzystaniem drona, do oceny oświetlenia wybranych powierzchni zewnętrznych, z wykorzystaniem widmowej analizy obrazu. Widmowa analiza obrazu pozwoli na identyfikację awarii punktów świetlnych (źródeł światła lub opraw oświetleniowych np. migotanie, zmiana barwy, spadek strumienia świetlnego) i ocenę stanu instalacji oświetleniowej oraz jej wpływu na otoczenie oraz efektywność energetyczną.</p> <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Przegląd literatury dotyczący technologii obrazowania multispektralnego i hiperspektralnego w inżynierii i utrzymaniu infrastruktury.</li><li>2. Opracowanie modeli konfiguracji geometrycznej kamer multispektralnych umieszczonych na dronie, do oceny rozkładu luminancji wybranych powierzchni zewnętrznych.</li><li>3. Analiza porównawcza wybranych źródeł światła za pomocą kamer multispektralnych i systemów spektrometrycznych.</li><li>4. Analiza obrazów pod względem segmentacji wizyjnej i ekstrakcji cech widmowych, z uwzględnieniem wybranych zakłóceń w systemie oświetleniowym.</li><li>5. Opracowanie bazy i modeli korelacji wybranych sytuacji oświetleniowych uwzględniających stany pracy poprawnej oraz awaryjnej, na potrzeby zbudowania modelu uczenia maszynowego</li><li>6. Opracowanie metody pomiaru rozkładów luminancji wybranych obszarów oświetlanych za pomocą kamer multispektralnych.</li><li>7. Analiza dokładności i skuteczności pomiaru opracowanym systemem multispektralnym i porównanie z klasycznymi metodami inspekcji.</li><li>8. Wnioski.</li></ol>                                                                                                              |                    |                              |
|  | <p><b>Assoc. Prof. Maciej Zajkowski, DSc, PhD, Eng.</b></p> | <p><b>Condition diagnosis of an outdoor lighting system using spectral image analysis</b></p> | <p>Outdoor lighting systems, particularly road lighting, require ongoing maintenance, mainly in the form of replacement of worn light sources or luminaires. This assessment does not take into account the degree of wear and tear on the road surface, changes in the geometry or surface of the road and the influence of the environment. In practice, outdoor lighting inspections are not carried out to meet the needs of ongoing maintenance of the lighting installation. Failure to take these aspects into account results in a deterioration in the energy efficiency of lighting installations, but most importantly in a deterioration in road safety (BRD). Scientific research will focus on methods for measuring luminance or illuminance distributions using mobile or fixed detection and assessing the impact of environmental conditions on a selected road section or outdoor surface.</p> <p>The aim of the work is to develop, model and implement a mobile system using a drone to assess the lighting of selected external surfaces using spectral image analysis. Spectral image analysis will allow the identification of failures of light points (light sources or luminaires, e.g. flicker, colour change, decrease in luminous flux) and the assessment of the condition of the lighting installation and its impact on the environment and energy efficiency.</p> <p>Scope of work:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Literature review on multispectral and hyperspectral imaging technologies in infrastructure engineering and maintenance.</li><li>2. Development of geometric configuration models of multispectral cameras mounted on a drone to assess the luminance distribution of selected external surfaces.</li></ol> | <p>85 746 9354</p> | <p>m.zajkowski@pb.edu.pl</p> |

|     |                                                           |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                       |
|-----|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
|     |                                                           |                                                                                                                                                                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Comparative analysis of selected light sources using multispectral cameras and spectrometric systems.</li> <li>4. Image analysis in terms of visual segmentation and spectral feature extraction, taking into account selected interferences in the lighting system.</li> <li>5. Development of a database and correlation models of selected lighting situations, taking into account normal and emergency operating states, for the purpose of building a machine learning model.</li> <li>6. Develop a method for measuring luminance distributions of selected areas illuminated by multispectral cameras.</li> <li>7. Analysis of the accuracy and efficiency of the measurement with the developed multispectral system and comparison with classical inspection methods.</li> <li>8. Conclusions.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |                       |
| 13. | <p><b>dr hab. inż. Adam Idźkowski, prof. PB</b></p>       | <p><b>Inteligentne algorytmy sterowania w urządzeniach noszonych oraz eksperymentalna weryfikacja energooszczędnego, rozproszonego systemu komunikacji bezprzewodowej</b></p> | <p>Celem pracy doktorskiej jest opracowanie oraz eksperymentalna weryfikacja energooszczędnego, rozproszonego systemu komunikacji bezprzewodowej z urządzeniami noszonymi (ang. wearables), zbudowanego np. na architekturze Bluetooth Mesh, z wykorzystaniem modeli sztucznej inteligencji. Zastosowanie lokalnych modeli sztucznej inteligencji (na urządzeniu użytkownika lub serwerze lokalnym) pozwoli na realizację inteligentnych funkcji urządzenia bez konieczności stałego połączenia z siecią. Opracowane w ramach rozprawy urządzenia mają funkcjonować w pełni autonomicznie, umożliwiając dynamiczną analizę otoczenia i interakcję z użytkownikiem. Mają służyć do inteligentnego sterowania, np. efektami świetlnymi. Przewiduje się możliwość wykorzystania systemu w warunkach przemysłowych oraz przy organizacji wydarzeń kulturalnych (np. koncertów), czy edukacyjnych.</p> <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza protokołów komunikacji niskoenergetycznej pod kątem zastosowania w urządzeniach noszonych.</li> <li>2. Przegląd algorytmów sterowania w urządzeniach noszonych.</li> <li>3. Budowa platformy sprzętowej z czujnikami interakcji użytkownika, umożliwiającej samodzielną analizę danych przy użyciu modeli sztucznej inteligencji.</li> <li>4. Trening i optymalizacja modeli sztucznej inteligencji do klasyfikacji interakcji użytkownika, detekcji zdarzeń w otoczeniu, reagowania na bodźce zmysłowe, z uwzględnieniem ograniczonych zasobów obliczeniowych urządzenia.</li> <li>5. Implementacja wybranego protokołu komunikacji oraz analiza możliwości integracji systemu z infrastrukturą zewnętrzną w celu synchronizacji danych i dalszego uczenia modeli.</li> <li>6. Ocena efektywności energetycznej, skuteczności klasyfikacji i niezawodności komunikacji w rozproszonym środowisku.</li> </ol> | 85 746 9394 | a.idzkowski@pb.edu.pl |
|     | <p><b>Assoc. Prof. Adam Idźkowski, DSc, PhD, Eng.</b></p> | <p><b>Intelligent Control Algorithms in Wearable Devices and Experimental Validation of an Energy-Efficient, Distributed Wireless Communication System</b></p>                | <p>The aim of the doctoral thesis is to develop and experimentally verify an energy-efficient, distributed wireless communication system with wearable devices, based, for example, on the Bluetooth Mesh architecture, but also utilizing artificial intelligence models. The utilization of local artificial intelligence models (on the user's device or a local server) will enable the device to employ intelligent functions without necessity of a permanent network connection. The devices that are being developed as part of the thesis are intended to operate entirely autonomously, allowing dynamic analysis of the environment and interaction with the user. They are to be used for intelligent control, such as lighting effects control. The system is expected to be used in industrial settings as well as during the planning of cultural events (such as concerts) and educational events.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 85 746 9394 | a.idzkowski@pb.edu.pl |

|     |                                                              |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                       |
|-----|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
|     |                                                              |                                                                                                              | <p>Scope of work:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analysis of low-energy communication protocols for wearable devices.</li> <li>2. Review of control algorithms in wearable devices.</li> <li>3. Construction of a hardware platform with user interaction sensors, enabling independent data analysis using artificial intelligence models.</li> <li>4. Training and optimization of artificial intelligence models for the classification of user interactions, detection of events in the environment, and response to sensory stimuli, while considering the limited computational resources of the device.</li> <li>5. Using the selected communication protocol and analyzing of the possibilities of integrating the system with external infrastructure in order to synchronize data and further train models.</li> <li>6. Assessment of energy efficiency, classification effectiveness, and communication reliability in a distributed environment.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                       |
| 14. | <p><b>Dr hab. inż. Andrzej Ruszewski, prof. PB</b></p>       | <p><b>Analiza wpływu opóźnień na właściwości dynamiczne układów sterowania niecałkowitego rzędu</b></p>      | <p>W wielu praktycznych zastosowaniach w systemach sterowania występują różnego rodzaju opóźnienia wynikające m.in. z transmisji sygnałów, działania czujników czy też przetwarzania danych. W przypadku układów klasycznych (rzędu całkowitego) wpływ opóźnień jest dobrze opisany i szeroko zbadany. Układy niecałkowitego rzędu (ang. fractional-order systems) zyskują coraz większe znaczenie w inżynierii, szczególnie w modelowaniu procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych, których charakterystyki cechują się nieliniowościami oraz efektami pamięciowymi. W przypadku układów opisywanych operatorami różniczkowymi lub różnicowymi niecałkowitego rzędu, analiza wpływu opóźnień na właściwości dynamiczne układów sterowania jest znacznie bardziej złożona ze względu na nielokalny charakter pochodnych ułamkowych.</p> <p>Celem rozprawy jest analiza wpływu opóźnień czasowych występujących w sygnałach sterujących i pomiarowych na właściwości dynamiczne, stabilność oraz jakość regulacji obiektów opisywanych modelami niecałkowitego (ułamkowego) rzędu.</p> <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza i synteza układów sterowania niecałkowitego rzędu uwzględniających opóźnienia.</li> <li>2. Wyznaczanie granicznych wartości opóźnień wpływających na stabilności układu.</li> <li>3. Badanie wpływu różnych metod kompensacji opóźnień (np. predykcyjnych i innych).</li> <li>4. Projektowanie regulatorów odpornych na opóźnienia w układach sterowania niecałkowitego rzędu.</li> <li>5. Weryfikacja teoretycznych wyników za pomocą symulacji numerycznych oraz eksperymentów laboratoryjnych.</li> </ol> | 85 746 9362 | a.ruszewski@pb.edu.pl |
|     | <p><b>Assoc. Prof. Andrzej Ruszewski, DSc, PhD, Eng.</b></p> | <p><b>Analysis of the impact of delays on the dynamic properties of fractional-order control systems</b></p> | <p>In many practical control system applications, various types of delays occur due to signal transmission, sensor operation, or data processing. In the case of classical (integer-order) systems, the impact of delays is well-described and extensively studied. Fractional-order systems are attracting growing attention in engineering, especially in the modeling of physical, chemical, and biological processes whose dynamic behaviors are characterized by nonlinearities and memory effects. In the case of systems described by fractional-order differential or difference operators, the analysis of delay effects on the dynamic properties of control systems is significantly more complex due to the nonlocal nature of fractional derivatives.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 85 746 9362 | a.ruszewski@pb.edu.pl |

|     |                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |                       |
|-----|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
|     |                                                              |                                                                                                                            | <p>The objective of this dissertation is to analyze the impact of time delays in control and measurement signals on the dynamic properties, stability, and control performance of systems described by fractional-order models.</p> <p>Scope:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analysis and synthesis of fractional-order control systems with time delays.</li> <li>2. Determination of critical delay values affecting system stability.</li> <li>3. Investigation of the impact of different delay compensation strategies (e.g., predictive, etc.).</li> <li>4. Design of delay-resilient controllers for fractional-order control systems.</li> <li>5. Validation of theoretical results through numerical simulations and laboratory experiments.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |                       |
| 15. | <p><b>Dr hab. inż. Andrzej Ruszewski, prof. PB</b></p>       | <p><b>Algorytmy sterowania zadajnika haptycznego do realizacji teleoperacji w robotycznej chirurgii małoinwazyjnej</b></p> | <p>Celem pracy jest opracowanie algorytmów sterowania zadajnika haptycznego przeznaczonego do zadawania ruchów narzędzi chirurgii laparoskopowej w mechatronicznym systemie robotycznej chirurgii małoinwazyjnej. Ruch narzędzi w chirurgii małoinwazyjnej w procedurach laparoskopowych wymaga wprowadzenia ograniczeń ruchu wokół punktu założenia tzw. trokara. Istniejące systemy chirurgii robotycznej (np. daVinci) nie zapewniają operatorowi informacji zwrotnej o sile oddziaływania narzędzi chirurgicznych na tkanki. Opracowanie zadajnika haptycznego pozwoli na zwiększenie precyzji i skuteczności realizowanych chirurgicznych procedur. Dodatkowym zastosowaniem zadajnika haptycznego jest możliwość przekazania operatorowi przy pomocy sprzężenia siłowego informacji o ograniczeniach ruchu robota chirurgicznego i jego narzędzia oraz wsparcia go w nauce realizacji tychże procedur poprzez sprzężenie z zadajnikiem obsługiwany przez nauczyciela w postaci eksperta lub modułu AI.</p> <p>Zakres pracy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczącej zrobotyzowanych systemów chirurgicznych oraz procedur chirurgii małoinwazyjnej.</li> <li>2. Przegląd i ocena metod sterowania w systemach haptycznych.</li> <li>3. Opracowanie struktury i konstrukcja zadajnika haptycznego.</li> <li>4. Opracowanie algorytmów sterowania zadajnika haptycznego.</li> <li>5. Eksperymentalna weryfikacja opracowanego rozwiązania.</li> </ol>            | 85 746 9362 | a.ruszewski@pb.edu.pl |
|     | <p><b>Assoc. Prof. Andrzej Ruszewski, DSc, PhD, Eng.</b></p> | <p><b>Control algorithms for a haptic actuator for teleoperation in robotic minimally invasive surgery</b></p>             | <p>The aim of this work is to develop control algorithms for a haptic actuator designed to control the movement of tools in laparoscopic surgery within a mechatronic system for robotic minimally invasive surgery. The movement of tools in minimally invasive surgery during laparoscopic procedures requires the introduction of motion constraints around the point of insertion of the so-called trocar. Existing robotic surgery systems (e.g., da Vinci) do not provide the operator with feedback regarding the force interaction between the surgical tools and tissues. Developing a haptic actuator will allow for enhanced precision and effectiveness in performing surgical procedures. An additional application of the haptic actuator is its ability to transmit to the operator, through force feedback, information about the motion limitations of the surgical robot and its tools, as well as assist in training the operator in performing these procedures through feedback from a teacher in the form of an expert or an AI module.</p> <p>Scope:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Literature review on robotic surgical systems and minimally invasive surgery procedures.</li> <li>2. Review and evaluation of control methods in haptic systems.</li> <li>3. Design and construction of the haptic actuator.</li> <li>4. Development of control algorithms for the haptic actuator.</li> <li>5. Experimental verification of the developed solution.</li> </ol> | 85 746 9362 | a.ruszewski@pb.edu.pl |

|     |                                                                       |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 16. | <b>Dr hab. inż.<br/>Andrzej<br/>Ruszewski,<br/>prof. PB</b>           | <b>Sterowanie narzędziami chirurgicznymi w robotycznym systemie chirurgii małoinwazyjnej</b>  | <p>Systemy zrobotyzowanej chirurgii małoinwazyjnej wyposażone są w efekторы końcowe złożone z adapterów oraz wymiennych narzędzi chirurgicznych przeznaczonych do realizacji określonych typów procedur. Narzędzia te różnią się liczbą stopni swobody, ograniczeniami i strukturą kinematyczną, rodzajem napędu oraz strukturą części wykonawczej. Inicjalizacja systemu i wymiana narzędzi wymagają opracowania skutecznej procedury kalibracyjnej umożliwiającej synchronizację pracy silników adaptera ze złączami narzędzia. Automatyzacja pracy narzędzi wymaga opracowania metody estymacji stanu końcówki narzędzia. Opracowanie efektorów sprzężonych ze specjalnymi adapterami połączonymi z końcówkami robotów, wymaga dobrej znajomości metod i narzędzi projektowania oraz optymalizacji struktur mechanicznych. Opracowanie algorytmów sterowania, kalibracji i estymacji wymaga umiejętności programowania w językach C++ oraz Python oraz znajomości systemu ROS.</p> <p>Zakres:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczącej narzędzi zrobotyzowanych systemów chirurgicznych oraz małoinwazyjnych procedur laparoskopowych.</li> <li>2. Ocena metod analizy tego typu systemów i sposobów ich modelowania, sterowania, konstruowania i symulacji.</li> <li>3. Opracowanie struktury i konstrukcji efektora końcowego dla zrobotyzowanego systemu chirurgicznego.</li> <li>4. Opracowanie algorytmów sterowania narzędziami zrobotyzowanego systemu chirurgicznego.</li> <li>5. Eksperymentalna weryfikacja opracowanego rozwiązania.</li> </ol> | 85 746 9362 | a.ruszewski@pb.edu.pl |
|     | <b>Assoc. Prof.<br/>Andrzej<br/>Ruszewski,<br/>DSc, PhD,<br/>Eng.</b> | <b>Control of surgical tools in a robotic minimally invasive surgery system</b>               | <p>Robotic systems for minimally invasive surgery are equipped with end-effectors consisting of adapters and interchangeable surgical tools designed for specific types of procedures. These tools differ in the number of degrees of freedom, constraints, kinematic structure, type of drive, and the structure of the actuator. System initialization and tool exchange require the development of an effective calibration procedure that enables synchronization between the adapter's motors and the tool's connectors. Automating the tool's operation requires the development of a method for estimating the tool's end-effector state. The development of effectors coupled with special adapters connected to the robot's arm requires a solid understanding of design and optimization methods for mechanical structures. Developing control, calibration, and estimation algorithms requires programming skills in C++ and Python as well as familiarity with the ROS system.</p> <p>Scope:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Literature review on tools in robotic surgical systems and minimally invasive laparoscopic procedures.</li> <li>2. Evaluation of analysis methods for such systems and ways of modeling, controlling, constructing, and simulating them.</li> <li>3. Design and construction of an end-effector structure for a robotic surgical system.</li> <li>4. Development of control algorithms for tools in a robotic surgical system.</li> <li>5. Experimental verification of the developed solution.</li> </ol>                                 | 85 746 9362 | a.ruszewski@pb.edu.pl |
| 17. | <b>Dr hab. inż.<br/>Łukasz<br/>Sajewski,<br/>prof. PB</b>             | <b>Opracowanie algorytmów sterowania próżniowym procesem chłodzenia produktów spożywczych</b> | <p>Opis:<br/>Celem pracy jest analiza teoretyczna oraz implementacja algorytmów sterowania komorą próżniową przeznaczoną do ultraszybkiego chłodzenia potraw. Głównym zadaniem układu sterowania ma być utrzymanie odpowiednich relacji pomiędzy zmiennymi procesowymi ciśnienia, wilgotności i temperatury w celu otrzymania produktu końcowego o zadanych parametrach. Zostaną przeprowadzone badania symulacyjne, które następnie zostaną zweryfikowane w warunkach rzeczywistych.</p> <p>Zakres:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 85 746 9378 | l.sajewski@pb.edu.pl  |

|     |                                                                    |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                         |
|-----|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|
|     |                                                                    |                                                                                                                                                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczącej systemów próżniowych.</li> <li>2. Przegląd literatury dotyczącej algorytmów sterowania układami dynamicznymi.</li> <li>3. Opracowanie i badanie wybranych algorytmów sterowania komorą próżniową.</li> <li>4. Implementacja praktyczne opracowanych algorytmów.</li> <li>5. Weryfikacja symulacyjna i eksperymentalna opracowanych metod i algorytmów.</li> <li>6. Wnioski końcowe.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                         |
|     | <b>Assoc. Prof.<br/>Łukasz<br/>Sajewski<br/>DSc, PhD,<br/>Eng.</b> | <b>Development of<br/>algorithms for<br/>controlling the vacuum<br/>cooling process of food<br/>products</b>                                           | <p>Description:<br/>The aim of the work is to perform a theoretical analysis and implement algorithms for controlling a vacuum chamber designed for ultra-fast cooling of food. The main task of the control system is to maintain appropriate relations between the process variables of pressure, humidity and temperature in order to obtain a final product with the specified parameters. Simulation studies will be conducted, which will then be verified in real conditions.</p> <p>Scope:<br/> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review of literature on vacuum systems.</li> <li>2. Review of literature on control algorithms for dynamical systems.</li> <li>3. Development and testing of selected vacuum chamber control algorithms.</li> <li>4. Practical implementation of the developed algorithms.</li> <li>5. Simulation and experimental verification of the developed methods and algorithms.</li> <li>6. Final conclusions.</li> </ol> </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 85 746 9378 | l.sajewski@pb.edu.pl    |
| 18. | <b>prof. dr hab.<br/>inż. Marcin<br/>Kochanowicz</b>               | <b>Opracowanie<br/>światłowodu<br/>wielordzeniowego<br/>domieszkowanego<br/>kropkami kwantowymi<br/>oraz jonami<br/>pierwiastków ziem<br/>rzadkich</b> | <p>W ramach pracy planowane jest opracowanie konstrukcji i wytworzenie światłowodu wielordzeniowego domieszkowanego kropkami kwantowymi jonami pierwiastków ziem rzadkich charakteryzującego się emisją będącą superpozycją przejść promienistych w kropkach kwantowych oraz jonach pierwiastków ziem rzadkich. Przeprowadzone zostaną prace eksperymentalne nad doborem szkieł, warunków uzyskiwania kropek kwantowych w szklach rdzeniowych i później światłowodach oraz stężeń domieszek aktywnych, transferów energii wzbudzenia w celu uzyskania luminescencji powstałej wskutek transferu energii kropki kwantowe – lantanowce oraz superpozycji pasm emisji. Opracowany światłowodów zostanie scharakteryzowany pod kątem jego aplikacji w światłowodowych szerokopasmowych źródłach promieniowania. Praca ma charakter praktyczny.</p> <p>Zakres pracy:<br/> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza stanu wiedzy dotyczącego szkieł i światłowodów aktywnych domieszkowanych kropkami kwantowymi oraz lantanowcami.</li> <li>2. Dobór szkieł rdzeniowych oraz analiza wpływu procesu technologicznego na wytwarzanie i właściwości strukturalne oraz optyczne kropek kwantowych w szklach.</li> <li>3. Analiza stężeń wpływu stężeń kropek kwantowych oraz domieszek jonów pierwiastków ziem rzadkich na transfer energii wzbudzenia oraz właściwości luminescencyjne szkieł rdzeniowych.</li> <li>4. Opracowanie konstrukcji, wytworzenie oraz charakteryzacja właściwości spektroskopowych światłowodu pod kątem jego zastosowania w światłowodowych źródłach promieniowania.</li> <li>5. Wnioski.</li> </ol> </p> | 85 746 9437 | m.kochanowicz@pb.edu.pl |

|  |                                                                    |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                             |
|--|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|
|  | <b>prof. Marcin Kochanowicz</b><br><b>DSc, PhD,</b><br><b>Eng.</b> | <b>Development of a multicore optical fiber doped with quantum dots and rare-earth ions</b> | <p>Description</p> <p>This work aims to design and fabricate a multicore optical fiber doped with quantum dots and rare-earth ions, characterized by emission resulting from the superposition of radiative transitions in both quantum dots and rare-earth ions. Experimental work will include the selection of glass compositions, conditions for forming quantum dots in core glasses and subsequently in optical fibers, as well as the optimization of active dopant concentrations and excitation energy transfer processes. The goal is to achieve luminescence from energy transfer between quantum dots and lanthanide ions, along with a superposition of their emission bands. The developed optical fiber will be characterized with regard to its potential application in broadband fiber-based light sources. The project is practical.</p> <p>Scope of work:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analysis of the state of the art in glasses and active optical fibers doped with quantum dots and rare-earth elements.</li> <li>2. Selection of core glass compositions and analysis of the influence of the technological process on the formation, structural properties, and optical behavior of quantum dots in glasses.</li> <li>3. Analysis of the impact of quantum dots and rare-earth ion concentrations on excitation energy transfer and luminescent properties of core glasses.</li> <li>4. Design, fabrication, and spectroscopic characterization of the optical fiber in the context of its use in fiber-based light sources.</li> <li>5. Conclusions.</li> </ol> | 85 746 9437 | m.kochanowicz<br>@pb.edu.pl |
|--|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|