

## WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ - ROZWÓJ I NOWE WYZWANIA

**Bogusław Butryło**

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, Katedra Elektrotechniki Teoretycznej i Metrologii

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono główne wydarzenia z historii Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej oraz aktualną ofertę dydaktyczną wydziału. Omówiono główne obszary prowadzonych prac badawczych oraz nowe wyzwania związane z rozbudową infrastruktury badawczo-naukowej.

**Słowa kluczowe:** historia wydziału, oferta dydaktyczna wydziału, rozwijane technologie elektryczne i elektroniczne, infrastruktura badawcza

### BIAŁYSTOK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING - DEVELOPMENT AND NEW CHALLENGES

**Abstract.** The paper gives a glance on history and current educational offer of the Faculty of Electrical Engineering of Białystok University of Technology. Some leading areas of electrical technologies worked out on the faculty and some new challenges in R&D are presented.

**Keywords:** history of the faculty, educational offer of the faculty, developed electrical and electronic technologies, R&D infrastructure

### Wprowadzenie

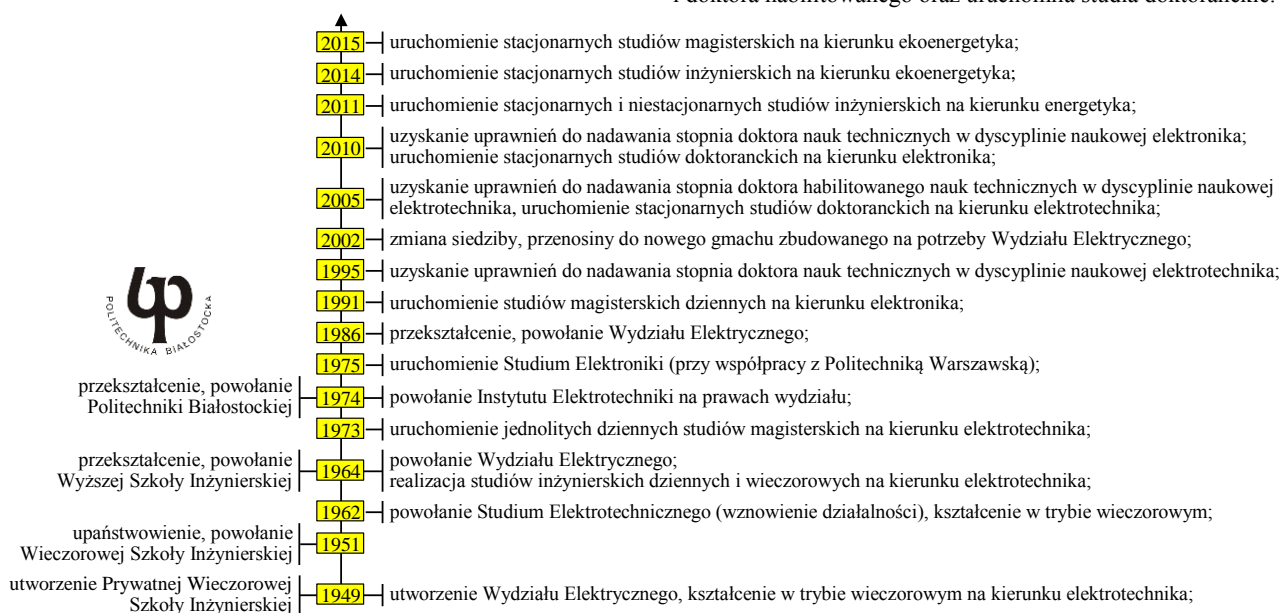
1 grudnia 2014 roku minęło 65 lat od utworzenia pierwszej wyższej uczelni technicznej w północno-wschodnim regionie Polski – Prywatnej Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej w Białymstoku. Uczelnia, powołana przez Naczelną Organizację Techniczną, na przestrzeni lat zmieniała status prawny i strukturę organizacyjną (rys. 1). Rozwój kadry naukowej oraz potrzeby rozwijającego się regionu kraju stały się podstawą przekształcenia i powołania Politechniki Białostockiej w roku 1974. Obecnie w uczelni istnieje 6 wydziałów funkcjonujących w Białymstoku oraz 1 wydział zamiejscowy.

### 1. Rozwój Wydziału Elektrycznego

Z historią uczelni nierozdzielnie jest związany rozwój Wydziału Elektrycznego. Wydział był jednym z dwóch, obok mechanicznego, utworzonych w roku 1949 (rys. 1). Spośród 63 osobowej grupy pierwszych studentów Wydziału Elektrycznego, uczących się w trybie wieczorowym, w roku 1954 dyplom inżyniera elektryka odebrało 28 osób. Pomimo początkowych trudności i braku wystarczającej bazy, rozwijane były prace naukowo-badawcze oraz następowało stopniowe poszerzanie oferty dydaktycznej wydziału. Rozwój Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej można scharakteryzować w kilku ujęciach.

Uwzględniając zapotrzebowanie firm działających w regionie północno-wschodnim, na przestrzeni lat następowało zwiększanie liczby oferowanych kierunków studiów. Najstarszym kierunkiem kształcenia, rozwijanym od początku istnienia wydziału, jest elektrotechnika. Od roku 1991 rozpoczęto kształcenie na studiach magisterskich na kierunku elektronika i telekomunikacja. W roku 2011 uruchomiono studia inżynierskie na kierunku energetyka. W roku 2014 kierunek ten został przekształcony w ekoenergetykę. W roku 2015 po raz pierwszy zostanie ogłoszony nabór na studia magisterskie na kierunku ekoenergetyka.

Rozwój wydziału znajduje również odzwierciedlenie w ofercie dostępnych studiów oraz posiadanych uprawnieniach do nadawania stopni naukowych. W latach 1949 – 1964 kształcenie kadry inżynierskiej było realizowane w trybie wieczorowym. W roku 1964 rozpoczęto kształcenie na studiach dziennych inżynierskich, zaś od roku 1974 uruchomiono dzienne studia magisterskie na kierunku elektrotechnika. Od roku 1995 Wydział Elektryczny posiada prawo do nadawania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej elektrotechnika. Kolejną przełomową datą był rok 2005, w którym wydział uzyskał uprawnienia do nadawania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie naukowej elektrotechnika. W tym roku zostały również uruchomione stacjonarne studia doktoranckie w dyscyplinie elektrotechnika. Należy podkreślić, że Wydział Elektryczny był pierwszą jednostką w Politechnice Białostockiej, która uzyskała prawa do nadawania stopnia doktora i doktora habilitowanego oraz uruchomiła studia doktoranckie.



Rys. 1. Główne wydarzenia z historii Politechniki Białostockiej i Wydziału Elektrycznego (odpowiednio lewa i prawa strona osi czasu)

Od roku 2010 Wydział Elektryczny posiada prawo do nadawania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektronika. Od tego roku w ofercie wydziału znajdują się również stacjonarne studia doktoranckie w dyscyplinie naukowej elektronika.

Pod względem kształcenia kadry inżynierskiej efekty 65 lat istnienia Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej zamykają się liczbą 6157 absolwentów, którzy uzyskali tytuł magistra inżyniera lub inżyniera. W wyniku przeprowadzonych postępowań stopień doktora nauk technicznych został nadany 58 osobom, zaś stopień doktora habilitowanego uzyskało 8 osób.

W uznaniu dorobku naukowego oraz wyników współpracy z uczelnią, Rada Wydziału Elektrycznego występowała również o nadanie wybranym uczynom tytułów doktora honoris causa Politechniki Białostockiej. Z inicjatywy Rady Wydziału Elektrycznego tytuł ten otrzymali: prof. zw. dr hab. inż. Tadeusz Kaczorek, prof. zw. dr inż. Henryk Józef Tunia oraz prof. dr hab. inż. Jerzy Klamka.

Kadra naukowo-dydaktyczna wydziału liczy 74 osoby, przy czym 9 osób posiada tytuł naukowy profesora, 12 osób stopień doktora habilitowanego nauk technicznych, zaś 50 osób stopień doktora nauk technicznych. Realizacja prac badawczych i zajęć dydaktycznych jest wspierana przez 29 pracowników inżyniersko-technicznych.

## 2. Oferta dydaktyczna wydziału

Obecnie Wydział Elektryczny posiada pełną ofertę studiów inżynierskich, magisterskich na kierunkach elektrotechnika oraz elektronika i telekomunikacja (rys. 2). Dostępne są również studia doktoranckie (III stopnia) w dyscyplinach elektrotechnika oraz elektronika. Od roku 2014 prowadzone są studia inżynierskie na kierunku ekoenergetyka (wcześniej energetyka). W roku 2015 planowane jest ogłoszenie naboru na studiach II stopnia na tym kierunku. Kształcenie na kierunku ekoenergetyka jest realizowane w formie studiów interdyscyplinarnych, opracowanych i rozwijanych w ramach współpracy z Wydziałem Mechanicznym oraz Wydziałem Budownictwa i Ochrony Środowiska.

W celu dostosowania bieżącej oferty do zgłaszanych potrzeb, indywidualizacji kształcenia oraz ściślejszego ukierunkowania zdobywanej wiedzy i umiejętności, studenci studiów stacjonarnych pierwszego stopnia mają możliwość wyboru specjalności w ramach kierunku elektrotechnika, elektronika i telekomunikacja oraz ekoenergetyka (rys. 2). W obrębie każdej specjalności na kierunkach elektrotechnika oraz elektronika wyodrębniono również po dwie ścieżki dydaktyczne. W ramach studiów II stopnia na każdym kierunku oferowane są co najmniej 2 specjalności lub ścieżki dyplomowania. Osoby podejmujące kształcenie mogą zdobywać pogłębioną wiedzę w ramach

specjalności dostępnych na studiach I stopnia. Przez wybór drugiej ścieżki możliwe jest również dopełnienie i rozszerzenie kompetencji w ramach kierunku elektrotechnika, elektronika i telekomunikacja lub energetyka. Najlepsi absolwenci wydziałowych studiów II stopnia jak również inne osoby posiadające tytuł magistra lub równorzędny, mogą kontynuować kształcenie i realizować prace badawczo-wdrożeniowe w ramach studiów doktoranckich. Wydział prowadzi czteroletnie, stacjonarne studia doktoranckie w dyscyplinie naukowej elektrotechnika oraz elektronika.

W roku akademickim 2014/2015 studia na Wydziale Elektrycznym podjęło 1179 osób, w tym 905 na studiach stacjonarnych i 274 na studiach niestacjonarnych.

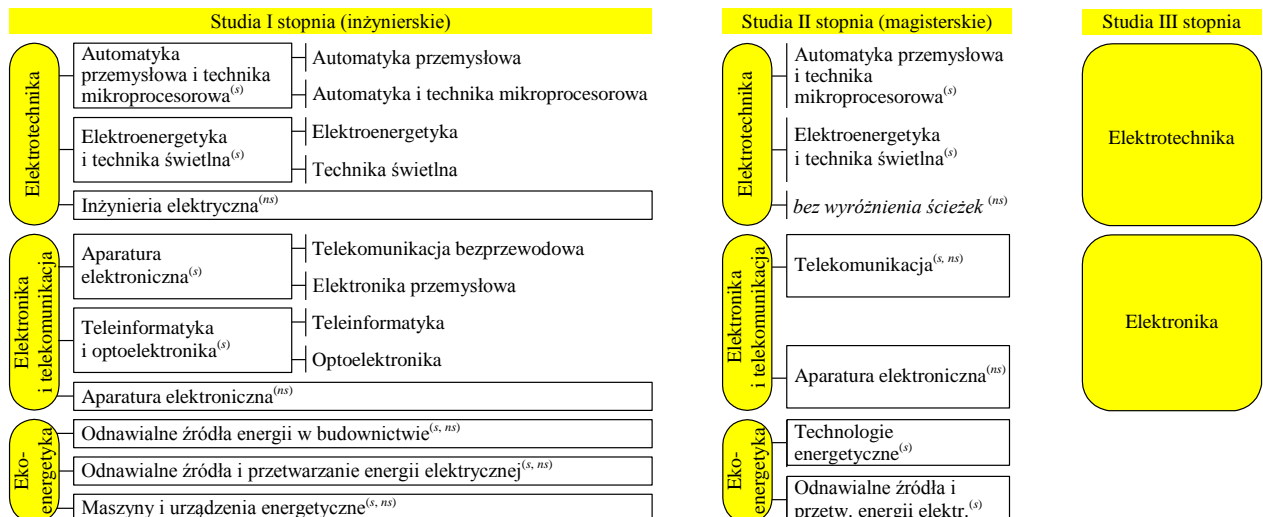
Zarówno studenci jak również pracownicy naukowo-dydaktyczni biorą aktywny udział w projektach wymiany osobowej i studiów, w ramach programu Erasmus oraz Erasmus+. Obecnie Wydział Elektryczny posiada umowy o współpracy z 38 uczelniami zagranicznymi. Wydział, jako pierwszy w uczelni, był jednostką uczestniczącą w realizacji dwóch projektów typu *intensive programme*, dotyczących materiałów kompozytowych oraz metod kształcenia w zakresie elektrotechniki.

Ważnym i stale zyskującym na znaczeniu przejawem aktywności studentów wydziału jest działalność kół naukowych. Rezultaty prac studentów znajdują uznanie w konkursach o zasięgu międzynarodowym. Przykładem jest projekt RECON realizowany przez członków koła elektroników, który w roku 2014 został nagrodzony srebrnym medalem w konkursie Eureka na Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technologii Brussels-Innova (Bruksela, Belgia) oraz zdobył II nagrodę w konkursie International Contest of Applications in Nano-Micro Technology (Sendai, Japonia).

Uzupełnieniem oferty dydaktycznej wydziału są studia podyplomowe. Zakres tematyczny proponowanych studiów podlega okresowemu dostosowaniu do potrzeb zgłaszanych przez potencjalnych studentów i firmy działające w regionie północno-wschodnim. Obecnie zainteresowane osoby mogą pogłębiać swoją wiedzę i umiejętności w ramach kierunku telekomunikacja.

## 3. Działalność badawcza

Prace badawcze prowadzone na Wydziale Elektrycznym dotyczą aktualnych, w ujęciu poznawczym, problemów naukowych, rozwoju szeroko pojętych technologii elektrycznych oraz ich wybranych zastosowań. Prace dotyczące wybranych metod i rozwiązań z zakresu elektrotechniki, elektroniki, automatyki, telekomunikacji, fotoniki oraz energetyki są prowadzone w ramach zespołów, których profil naukowy wpisuje się w specjalności pięciu katedr istniejących w ramach wydziału.



Rys. 2. Kierunki studiów, specjalności (wpisane w prostokątnych ramkach) oraz ścieżki dyplomowania oferowane na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej w ramach studiów I, II i III stopnia; <sup>(s)</sup> – specjalność realizowana w ramach studiów stacjonarnych, <sup>(ns)</sup> – specjalność dostępna w ramach studiów niestacjonarnych

Działalność naukowa Katedry Automatyki i Elektroniki koncentruje się wokół prac z zakresu nowoczesnych metod i technik sterowania stosowanych w automatyce i robotyce. Realizowane prace dotyczą badania i analizy właściwości układów dodatnich, całkowitego i niecałkowitego rzędu, jak również właściwości i zastosowań sieci neuronowych w diagnostyce medycznej i wybranych zagadnieniach przemysłowych. W szerokim zakresie są prowadzone prace związane z konstrukcją elektronicznych układów analogowych, układów mikroprocesorowych, jak również układów elektroniki samochodowej.

Oferta badawcza Katedry Elektrotechniki Teoretycznej i Metrologii dotyczy zagadnień związanych z analizą pola elektromagnetycznego oraz pola temperatury w układach i urządzeniach elektrycznych. Zakres prowadzonych prac obejmuje zarówno opracowanie własnych metod i algorytmów analizy numerycznej tych problemów jak również zagadnienia związane z pomiarem wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Pracownicy katedry posiadają wieloletnie doświadczenie i są autorami wielu algorytmów równoległych realizowanych w sposób rozproszony, z użyciem wieloprocesorowych systemów komputerowych.

Katedra Energoelektroniki i Napędów Elektrycznych jest jedną z najstarszych na Wydziale Elektrycznym. Działalność naukowa katedry koncentruje się wokół prac z zakresu elektroniki przemysłowej, maszyn elektrycznych, automatyki oraz nowoczesnych technik informatycznych stosowanych w układach sterowania napędami elektrycznymi. Dorobek naukowy pracowników katedry znajduje potwierdzenie w opracowanych konstrukcjach układów przekształtnikowych i napędowych. W toku realizowanych prac zostały sformułowane oryginalne metody sterowania systemów energoelektronicznych i napędowych, bazujące na wykorzystaniu metod analizy wektorowej, algorytmów logiki rozmytej oraz sieci neuronowych.



Rys. 3. Elementy stanowiska w laboratorium techniki wysokich napięć

Prace badawcze prowadzone w Katedrze Telekomunikacji i Aparatury Elektronicznej dotyczą konstrukcji i właściwości wybranych układów i systemów elektronicznych, w tym układów mikrofalowych, urządzeń i sieci telekomunikacyjnych oraz aparatury medycznej. Istotnym kierunkiem prowadzonych prac są wybrane metody i układy mikroprocesorowe stosowane w analizie i przetwarzaniu sygnałów cyfrowych. W ramach katedry funkcjonuje również zespół, który posiada bogaty dorobek w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej i techniki wysokich napięć. Badania są prowadzone m.in. na specjalizowanych stanowiskach laboratoryjnych wyposażonych w urządzenia do badania zagrożeń udarowych systemów elektrycznych i elektronicznych (rys. 3). Rezultaty prac są raportowane w licznych publikacjach o charakterze poradnikowym, technicznym oraz w opracowaniach naukowych.

Profil naukowy Katedry Elektroenergetyki, Optoelektroniki i Techniki Świetlnej obejmuje zagadnienia związane z systemami

i sieciami energetycznymi jak również układami optycznymi i fonicznymi. Prace realizowane w obszarze elektroenergetyki dotyczą metod i technik poprawy efektywności energetycznej przesyłu energii elektrycznej w sieciach średniego i wysokiego napięcia, analizy pracy sieci w obszarach zurbanizowanych i wiejskich oraz oceny właściwości systemów uziomowych. Drugi kierunek to prace naukowo-badawcze z zakresu budowy opraw oświetleniowych, zwłaszcza ich układów świetlno-optycznych, budowy przyrządów pomiarowych, fotometrycznych, radiometrycznych i optycznych. Ich efektem są m.in. nowe rozwiązania urządzeń świetlno-optycznych na bazie diod elektroluminescencyjnych. Licznymi osiągnięciami są udokumentowane prace w zakresie technologii światłowodów. Prowadzone od wielu lat badania dotyczą nowych materiałów do budowy światłowodów, opracowania technologii syntezy szkieł oraz formowania światłowodów. Obszar zainteresowań pracowników obejmuje także problematykę konstrukcji, prototypowania oraz oceny właściwości czujników i układów, w których są stosowane światłowody.

#### 4. Kierunki prac i wyzwania

Zarówno w skali wydziału jak również całej uczelni realizowane są działania zmierzające do sprostania kolejnym wyzwaniom związanym z rozwojem bazy naukowej oraz dydaktycznej. Prowadzone prace zmierzają do przygotowania i rozbudowy infrastruktury badawczej ze względu na nowe, zaawansowane projekty naukowe oraz na potrzeby współpracy z firmami działającymi w regionie w zakresie innowacyjnych technologii. Jednym z głównych celów realizowanych projektów jest rozszerzenie współpracy z otoczeniem przemysłowym w zakresie implementacji wyników prac badawczych i wdrażania opracowanych technologii. Wydział Elektryczny szeroko uczestniczy w realizacji prac związanych z przygotowaniem i rozwojem bazy na potrzeby Białostockiego Parku Naukowo-Technologicznego oraz firm działających w regionie, w tym firm współpracujących w ramach Północno - Wschodniego Klastra Ekoenergetycznego, jak również operujących w podstrefie Suwalskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej utworzonej w okolicach Białegostoku. Uwzględniając uwarunkowania gospodarcze i środowiskowe regionu oraz potrzeby zgłaszane przez firmy, realizowane są prace dotyczące m.in.:

- budowy i eksploatacji systemów odnawialnych źródeł energii (OZE),
- konstrukcji nowych przemienników energoelektronicznych z wysokosprawnym wytwarzaniem i przetwarzaniem energii elektrycznej,
- wykorzystania zaawansowanych systemów sterowania i diagnostyki systemów elektrycznych i układów automatyki,
- wytwarzania nowych struktur światłowodowych i zastosowania zaawansowanych technologii fonicznych.

W ramach realizowanych projektów opracowano i zbudowano eksperymentalny, hybrydowy system małej energetyki pracujący w terenie zurbanizowanym, przeznaczony do lokalnego zasilania w energię elektryczną wybranego budynku. Hybrydowość układu opiera się na wykorzystaniu energii wygenerowanej w ramach podsystemu fotowoltaicznego oraz energii uzyskanej z generatorów wiatrowych o różnej konstrukcji. Zaprojektowany system może realizować zarówno pracę samodzielną – wyspowa (dostarczać energię do systemu energetycznego kampusu politechniki), jak też przekazywać energię do sieci w sposób całkowity lub na zasadach prosumenckich. Elementem prowadzonych prac jest również modernizacja energetyczna wybranego budynku, w celu dostosowania do wymagań ustawy o efektywności energetycznej oraz normy IEC 60364-8-1. Wbudowane systemy akwizycji i przetwarzania danych w ramach całego obiektu umożliwiają określenie wskaźników technicznych wykorzystania energii i prowadzenia wszechstronnych badań. Stanowi to bazę do opracowania pogłębionych analiz w zakresie

budowy i opłacalności inwestycji w prosumenckie, hybrydowe systemy wytwarzania energii elektrycznej. Budynek oraz hybrydowy system energetyczny są bazą tworzonego centrum kompetencyjnego, w którym w warunkach rzeczywistych będą prowadzone badania dotyczące budowy, eksploatacji i sterowania w systemach OZE. Centrum będzie pełnił również rolę obiektu wzorcowego w zakresie dobrych praktyk efektywności energetycznej adresowanych do przedsiębiorstw i jednostek samorządu terytorialnego.



Rys. 4. Budynek Wydziału Elektrycznego oraz kompleks auli. Na pierwszym planie montaż elementów hybrydowego systemu OZE

Zastosowanie najnowszych rozwiązań integrujących rozproszone systemy pomiarowe oraz źródła energii o zróżnicowanych właściwościach wiąże się z opracowaniem metod sterowania oraz szerokiego wykorzystania nowoczesnych systemów automatyki przemysłowej i sterowania. Z tego względu realizowany program obejmuje także prace związane z budową stanowisk badawczych systemów automatyki i elektroniki przemysłowej. Podjęte działania mają na celu budowę zestawu stanowisk naukowo - badawczych oraz utworzenie na tej bazie rozproszonego systemu sterowania, z wykorzystaniem systemu czasu rzeczywistego typu Scada. Przygotowane stanowiska pozwalają na prowadzenie wszechstronnych badań algorytmów sterowania z uwzględnieniem akwizycji wszystkich istotnych danych, bieżącej ich analizy, zastosowania metod statystyki i automatycznego wnioskowania w celu automatyzacji i wspierania pracy operatorów, czy też automatycznej reakcji na sygnały awaryjne. Przyjęte założenia konstrukcyjne dają możliwość prowadzenia badań dotyczących metod sterowania lokalnego, w ramach pojedynczych gniazd technologicznych, jak też algorytmów sterowania rozproszonego, przy rozpatrywaniu systemu w pełnym, rozbudowanym wariancie. Prace w zakresie zdalnej diagnostyki rozproszonych systemów sterowania mają na celu opracowanie nowoczesnych, krytycznych czasowo, algorytmów sterowania. Ma to szczególne znaczenie w przypadku rozproszonych systemów wytwarzania energii, w tym szczególnie systemów OZE. Wyniki tych badań będą także wykorzystane w układach sterowania i diagnostyki nietypowych układów napędowych prądu stałego i przemiennego.

Realizowane plany budowy i modernizacji bazy naukowo-badawczej zmierzają do rozwoju technologii i dalszego poszerzenia kompetencji w zakresie zwiększania efektywności energetycznej układów energoelektronicznych i systemów napędowych. Obszar rozwijanych technologii wynika ze specjalizacji zespołu badawczego i obejmuje urządzenia energoelektroniczne (przekształtniki, zasilacze, sterowniki, itp.) stosowane w konstrukcji nowoczesnych, wysokosprawnych systemów elektromechanicznych z silnikami prądu stałego i przemiennego. Dotyczy również projektowania, uruchamiania oraz analizy pracy cyfrowych układów sterowania budowanych na bazie procesorów sygnałowych oraz układów FPGA. Program prowadzonych prac obejmuje opracowanie algorytmów pracy oraz badania dotyczące architektury cyfrowych systemów sterowania, ze szczególnym zwróceniem uwagi na możliwość ich wykorzystania w systemach energetyki odnawialnej i w układach napędowych. Program prac

obejmuje budowę stanowisk oraz prowadzenie prac naukowo - badawczych dotyczących efektywności energetycznej przetwarzania energii w szerokim zakresie zmian prędkości obrotowej oraz przy zmiennym obciążeniu, w układzie przekształtnik - maszyna synchroniczna PMSM, asynchroniczna pierścieniowa lub asynchroniczna klatkowa. W pracy będą wykorzystywane czterokwadrantowe przekształtniki energoelektroniczne, które pozwolą prowadzić badania zarówno w stanach ustalonych jak i stanach przejściowych, zapewniając zwrot energii do sieci zasilającej, z jednoczesną rejestracją momentu mechanicznego i prędkości obrotowej badanych maszyn. Planowane jest opracowywanie i testowanie oryginalnych metod szacowania parametrów systemów elektromechanicznych, kluczowych do uzyskania sterowań o wysokiej jakości.



Rys. 5. Fragment instalacji do wytwarzania światłowodów

W ramach realizowanych działań są modernizowane i tworzone nowe laboratoria i stanowiska związane technologiami światłowodowymi. Podejmowane zadania mają charakter badawczy i badawczo-wdrożeniowy. Unikalne wyposażenie laboratorium pozwala na prowadzenie prac nad wytwarzaniem własnych włókien światłowodowych o pożądanym właściwościach i badania nad kształtowaniem parametrów poprzez dokonywanie modyfikacji ich struktury. Realizowane są także prace wdrożeniowe obejmujące wytwarzanie specjalizowanych, krótkich serii wiązek światłowodowych oraz wykorzystanie włókien światłowodowych do budowy czujników wielkości fizycznych i ich zastosowanie w wybranych przyrządach pomiarowych. Podjęte działania doprowadziły do zbudowania, w ramach pracowni światłowodów, nowej instalacji do wytwarzania struktur światłowodowych tworzonych metodą osadzania z fazy gazowej. Specjalistyczna aparatura naukowo-badawcza pozwala na syntezę szkielek i dzięki temu wytwarzanie ultra czystych światłowodów stosowanych w konstrukcji zaawansowanych urządzeń elektronicznych i optycznych. Wdrożenie w ramach tego laboratorium technologii wewnętrznego osadzania z fazy gazowej jest znaczącym osiągnięciem w skali międzynarodowej. Umożliwia, oprócz formowania standardowych światłowodów jednomodowych i wielomodowych, wytwarzanie aktywnych światłowodów specjalnych i dobranych struktur fotonicznych, w tym m.in. włóknowych układów laserów (średniej i dużej mocy, do 100W), czy też wzmacniaczy i źródeł szerokopasmowych.

**Dr hab. inż. Bogusław Butryło**  
e-mail: b.butrylo@pb.edu.pl

Adiunkt na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej. Zajmuje się problematyką szerokopasmowej analizy pól elektromagnetycznych w układach złożonych, w tym zawierających materiały o właściwościach dyspersyjnych. Prowadzone prace dotyczą sformułowania i realizacji metody elementów skończonych i różnic skończonych w dziedzinie czasu oraz zastosowania systemów wielokomputerowych i metod przetwarzania rozproszonego w analizie pól elektromagnetycznych.

otrzymano/received: 22.01.2015

przyjęto do druku/accepted: 22.01.2015

