



STUDIA PODYPLOMOWE

SP-179
V edycja

DIAGNOSTYKA I MONITORING URZĄDZEŃ WYSOKIEGO NAPIĘCIA PRACUJĄCYCH W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

Politechnika Poznańska
Wydział Elektryczny
Instytut Elektroenergetyki
Zakład Wysokich Napięć
i Materiałów Elektrotechnicznych

Kontakt:

Kierownik: dr hab. inż. Krzysztof Siodła, prof. nadzw.

Sekretarz: mgr Dariusz Bąk

tel.: 61-665-25-25; 61-665-22-72

fax: 61-665-22-80

e-mail: krzysztof.siodla@put.poznan.pl

dariusz.bak@put.poznan.pl

strona internetowa: <http://iwn.epe.put.poznan.pl>

www.put.poznan.pl/studia/podyplomowe

ORGANIZACJA STUDIÓW I KOSZTY

Studia będą trwały dwa semestry i rozpoczną się w październiku 2016r. Program studiów obejmuje około 210 godzin zajęć, na które składają się wykłady oraz warsztaty laboratoryjne i problemowe w nowoczesnych laboratoriach diagnostycznych. Na zakończenie studiów uczestnik zobowiązany jest wykonać pracę dyplomową (kończącą). Obrona pracy odbędzie się w czerwcu/lipcu 2017r.

Rekrutacja na studia SP-179 rozpocznie się 1 sierpnia 2016 i potrwa do 11 września 2016. Informacje o studiach można uzyskać pod numerami telefonów i pod adresami internetowymi podanymi powyżej na pierwszej stronie.

Zajęcia, prowadzone systemem zjazdowym, będą się odbywały w piątki i soboty. Przewiduje się 9-10 dwudniowych zjazdów w każdym semestrze, po około 15 jednostek wykładowych (45 minut).

Koszt uczestnictwa w studium podyplomowym wynosi 4500 zł.

Pierwsza edycja studiów podyplomowych zakończyła się w styczniu 2013r. i realizowana była w ramach projektu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Program Operacyjny Kapitał Ludzki, Narodowa Strategia Spójności,.

Nazwa priorytetu: IV Szkolnictwo wyższe i nauka.

Działanie 4.1.: Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy.

Poddziałanie 4.1.1.: Wzmocnienie potencjału dydaktycznego uczelni.

Obecna, piąta edycja studiów podyplomowych, jest kontynuacją tego projektu.

POTRZEBA DIAGNOSTYKI I KOMPETENCJE ORGANIZATORA

Studia podyplomowe **DIAGNOSTYKA I MONITORING URZĄDZEŃ WYSOKIEGO NAPIĘCIA PRACUJĄCYCH W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM** są adresowane do pracowników przedsiębiorstw sektora elektroenergetycznego, między innymi: Polskich Sieci Elektroenergetycznych, spółek dystrybucyjnych, zakładów remontowych energetyki, elektrowni oraz przedsiębiorstw zajmujących się badaniami eksploatacyjnymi i przeglądami okresowymi urządzeń elektroenergetycznych.

Nowoczesna, wiarygodna diagnostyka jest szczególnie ważna w przypadku kosztownych urządzeń elektroenergetycznych naprawialnych (transformatory, generatory, linie kablowe), szczególnie w warunkach ich sukcesywnego starzenia. Dobra diagnostyka urządzeń będących w eksploatacji jest niezbędna w zarządzaniu majątkiem, planowaniu remontów lub reinwestycji oraz nowych inwestycji. Wiele metod diagnostycznych jest też wykorzystywanych na różnych etapach wytwarzania nowych jednostek, a również w trakcie prób odbiorczych.

Instytut Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej ma wszelkie kwalifikacje, by kompetentnie i na wysokim poziomie zorganizować studia podyplomowe **DIAGNOSTYKA I MONITORING URZĄDZEŃ WYSOKIEGO NAPIĘCIA PRACUJĄCYCH W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM**.

Instytut Elektroenergetyki posiada status Centrum Doskonałości nadany przez Komisję Europejską w Brukseli w ramach 5FP **Centre of Excellence in Generation, Transmission and Distribution of Electric Energy GETRADEE**.

Instytut Elektroenergetyki jest członkiem-założycielem sieci Centrów Doskonałości **Energy Future**. Członkami są polskie instytucje, które uzyskały z Komisji Europejskiej status Centrum Doskonałości.

Instytut Elektroenergetyki – Zakład Wysokich Napięć i Materiałów Elektrotechnicznych był wykonawcą i koordynatorem dużego międzynarodowego projektu badawczego, finansowanego przez Komisję Europejską **Reliable Diagnostics of HV Transformers Insulation for Safety Assurance of Power Transmission System REDIATool**. Tematyka projektu dotyczyła wiarygodności metod diagnostycznych wykorzystywanych do wyznaczania zawilgocenia izolacji transformatorów energetycznych wysokiego napięcia. Uczestnikami projektu byli: Politechnika Poznańska, PSE Zachód, Zakłady Remontowe Energetyki w Czerwonaku, Uniwersytet w Stuttgarcie, niemiecki operator – RWE, Uniwersytet w Goeteborgu, szwedzki operator – Vattenfall. Dzięki projektowi posiadamy unikalną aparaturę diagnostyczną oraz zyskaliśmy doświadczenie i międzynarodową pozycję.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego zakwalifikowało do finansowania projekt inwestycyjny **Doposażenie laboratorium diagnostyki wysokonapięciowych transformatorów energetycznych**. W ramach tego projektu Zakład Wysokich Napięć i Materiałów Elektrotechnicznych zakupił kilka unikalnych systemów pomiarowych i w kolejnych latach skompletował, na bazie odpowiednio przystosowanego samochodu dostawczego, **Mobilne laboratorium diagnostyki transformatorów** (<http://mldt.pl>). Laboratorium to jest wykorzystywane do badań diagnostycznych, przeważnie w kooperacji z firmami wykonującymi przeglądy okresowe i badania eksploatacyjne transformatorów sieciowych dużej mocy.

Instytut Elektroenergetyki – Zakład Wysokich Napięć i Materiałów Elektrotechnicznych prowadzi badania w oparciu o polskie i międzynarodowe normy, broszury i przewodniki CIGRE oraz wykorzystuje własne procedury badawcze, co w szczególności podkreśla nasze innowacyjne podejście do problemu diagnostyki.

Instytut Elektroenergetyki ma doświadczenia dydaktyczne w zakresie realizacji studiów odpowiadających tematycznie priorytetom Unii Europejskiej. Instytut realizował projekt **JEAN MONNET Programme, European Integration Studies – Economic and Technical Implications for Electrical Power Engineering Sector**. Program zajęć dydaktycznych uwzględniał szczególnie ekonomiczne, techniczne i ekologiczne wyzwania stawiane sektorowi elektroenergetycznemu.

PLAN STUDIÓW

| Lp | Nazwa przedmiotu | Liczba godzin | Punkty ECTS |
|---|---|---------------|-------------|
| Przedmioty wykładowe | | | |
| 1 | Rola diagnostyki w systemie elektroenergetycznym. | 2 | 2 |
| 2 | Zasady eksploatacji i zarządzanie majątkiem sieciowym w systemie elektroenergetycznym. | 2 | 2 |
| 3 | Niezawodność zasilania urządzeń elektroenergetycznych w energię elektryczną. | 2 | 2 |
| 4 | Ekonomika przedsięwzięć inwestycyjnych w elektro-energetyce, reinwestycje. | 2 | 2 |
| 5 | Standardy, zalecenia i wymagania międzynarodowe dotyczące diagnostyki urządzeń elektroenergetycznych. | 2 | 2 |
| 6 | Problemy ochrony środowiska w elektroenergetyce. | 2 | 2 |
| 7 | Przegląd materiałów elektrotechnicznych używanych w urządzeniach elektroenergetycznych. | 8 | 3 |
| 8 | Przegląd podstawowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych (transformatory, przepusty, kable, kondensatory, linie napowietrzne, maszyny elektryczne, łączniki, GIS/GIL). | 12 | 3 |
| 9 | Degradacja materiałów elektroizolacyjnych – zjawiska, procesy, skutki. | 4 | 2 |
| 10 | Mechanizmy przebicia dielektryków stałych, ciekłych i gazowych. | 4 | 2 |
| 11 | Ocena stanu materiałów elektroizolacyjnych na podstawie badań ich fizycznych i chemicznych właściwości. | 8 | 2 |
| 12 | Analiza gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) – podstawy zagadnienia i możliwości diagnostyczne. | 8 | 2 |
| 13 | Przegląd nowoczesnych metod detekcji i pomiaru wylądowań niezupełnych w urządzeniach elektroenergetycznych. | 9 | 3 |
| 14 | Systemy eksperckie, monitoring i nadzór w elektro-energetyce. | 4 | 2 |
| 15 | Spektroskopia dielektryczna w dziedzinie czasu (RVM i PDC) i częstotliwości (FDS) – podstawy zagadnienia i wykorzystanie w diagnostyce układów elektroizolacyjnych. | 9 | 3 |
| 16 | Badanie odkształceń uzwojeń transformatorów z wykorzystaniem techniki opartej na analizie funkcji przejścia (SFRA). | 2 | 2 |
| 17 | Nowoczesne techniki diagnostyczne stosowane w badaniach elektroenergetycznych linii kablowych. | 9 | 3 |
| 18 | Badanie pola temperaturowego obiektów elektroenergetycznych – wykorzystanie techniki termowizyjnej. | 5 | 2 |
| 19 | Kompatybilność elektromagnetyczna. | 6 | 2 |
| 20 | Pole elektromagnetyczne w otoczeniu obiektów wysokiego napięcia oraz urządzeń wysokiej częstotliwości. | 5 | 2 |
| Warsztaty laboratoryjne / problemowe | | | |
| 21 | 1. Wyznaczanie zawilgocenia izolacji transformatora metodą FDS. | 7 | 1 |
| | 2. Badanie nierównomierności zawilgocenia modelu izolacji papierowo-olejowej metodą RVM. | 7 | 1 |
| | 3. Badanie odkształceń uzwojeń transformatora na modelu metodą FRA. | 7 | 1 |
| | 4. Badanie wylądowań niezupełnych metodą elektryczną w maszynach elektrycznych lub w osprzęcie kablowym. | 7 | 1 |
| | 5. Badanie wylądowań niezupełnych metodą emisji akustycznej w transformatorze lub generatorze. | 7 | 1 |
| | 6. Badanie wybranych właściwości dielektrycznych materiałów izolacyjnych. | 7 | 1 |
| | 7. Pomiary zawartości wody w cieczy izolacyjnej przy użyciu metody | 7 | 1 |

| | | | |
|---------------|---|------------|-----------|
| | Karla-Fischera i sondy pojemnościowej; wyznaczenie liczby kwasowej oleju; wyznaczenie stopnia polimeryzacji celulozy. | | |
| | 8. Pomiary tgδ w szerokim zakresie częstotliwości izolatora przepustowego transformatorowego. | 7 | 1 |
| | 9. Badanie rozkładu temperatury na powierzchni izolatora liniowego oraz w torze prądowym przy wykorzystaniu kamery termowizyjnej. | 7 | 1 |
| | 10. Pomiar natężenia pola elektrycznego 50 Hz oraz zakłóceń radioelektrycznych w modelu linii 110 kV. | 7 | 1 |
| | 11. Badanie parametrów pola elektromagnetycznego generowanego przez obiekty wysokiej częstotliwości. | 7 | 1 |
| | 12. Analiza gazów rozpuszczonych w oleju pobranym z transformatora przy wykorzystaniu metody DGA. | 7 | 1 |
| | 13. Kompatybilność elektromagnetyczna. | 7 | 1 |
| | 14. Eliminacja ulotu w liniach przesyłowych wysokiego napięcia. | 7 | 1 |
| | 15. Techniki diagnostyczne w badaniach linii kablowych. | 7 | 1 |
| 22 | Praca dyplomowa/końcowa (w tym indywidualne konsultacje z opiekunem naukowym). | | |
| RAZEM: | | 210 | 60 |

PROGRAM RAMOWY

Zagadnienia ogólne

1. Rola diagnostyki w systemie elektroenergetycznym

Rola diagnostyki w warunkach starzenia się systemu elektroenergetycznego. Statystyka awarii urządzeń w polskim systemie elektroenergetycznym. Prognozowany czas życia technicznego urządzeń. Kierunki rozwoju metod diagnostycznych.

2. Zasady eksploatacji i zarządzanie majątkiem sieciowym w systemie elektroenergetycznym

Uwarunkowania przetwarzania informacji wspomagających zarządzanie zasobami. Zarządzane składnikami majątkowymi w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa energetycznego. Starzenie sieci, koszt cyklu życia i jego ocena. Rachunek niezawodności, ryzyko, proces decyzyjny.

3. Niezawodność zasilania urządzeń elektroenergetycznych w energię elektryczną

Przykłady awarii w systemach elektroenergetycznych. Strategie obrony i odbudowy systemu elektroenergetycznego. Obrona podsystemów rozdzielczych. Ocena możliwości wykorzystania lokalnych źródeł w procesie obrony. Strategia odbudowy podsystemów. Budowa lokalnych wysp dla szczególnie ważnych części systemu po awarii całego systemu.

4. Ekonomia przedsięwzięć inwestycyjnych w elektroenergetyce, reinwestycje

Metody analizy i oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze elektroenergetycznym. Ryzyko przedsięwzięć inwestycyjnych. Problem szacowania danych wejściowych w modelach oceny efektywności inwestycji. Szacowanie kosztów reinwestycji, optymalny czas reinwestycji.

5. Standardy, zalecenia i wymagania międzynarodowe dotyczące diagnostyki urządzeń elektroenergetycznych

Podstawowe akty prawne i zalecenia wykorzystywane w ocenie i badaniach urządzeń elektroenergetycznych: dyrektywy unijne; normy międzynarodowe (IEC); dokumenty harmonizacyjne (HD); polskie normy (PN); zalecenia, przewodniki i broszury techniczne CIGRE; akty prawne – rozporządzenia i zarządzenia ministerialne; normy i instrukcje branżowe.

6. Problemy ochrony środowiska w elektroenergetyce

W zakresie urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia najważniejsze problemy natury ekologicznej dotyczą: emisji zakłóceń radioelektrycznych generowanych przez linie i stacje, toksyczności syciw na bazie chlorowanych dwufenyli PCB, bardzo ograniczonej biodegradowalności wielu materiałów izolacyjnych (olej mineralny, polietylen, epoksydy) oraz toksyczności produktów rozpadu sześćfluorku siarki.

Wybrane zagadnienia z podstaw układów izolacyjnych

7. Przegląd materiałów elektrotechnicznych używanych w urządzeniach elektroenergetycznych

Parametry używane do opisu własności materiałów. Gazy izolacyjne (powietrze, azot, wodór, sześćfluorek siarki, freony, halony, dwutlenek węgla) – własności i obszary zastosowań. Ciecze izolacyjne (olej mineralny, ciecze syntetyczne, estry naturalne) – skład chemiczny, własności, zastosowanie, problemy eksploatacyjne. Dielektryki stałe (materiały włókniste, termoplasty, duroplasty, mika, ceramika, szkło, elastomery) – podział, własności, zastosowanie. Półprzewodniki (samoistne i domieszkowane) – własności, zastosowanie, modele pasmowe. Materiały przewodzące (miedź, aluminium) – elektronowa i pasmowa teoria przewodnictwa, wpływ domieszek na rezystywność metali, rezystywność stopów. Materiały magnetyczne twarde i miękkie – histereza magnetyczna, stratność magnetyczna, anizotropia magnetokrystaliczna. Materiały nadprzewodzące (nadprzewodniki I-go i II-go rodzaju, nadprzewodniki wysokotemperaturowe) – parametry krytyczne nadprzewodnictwa, przewody stabilizowane.

8. Przegląd podstawowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych (transformatory, przepusty, kable, kondensatory, linie napowietrzne, maszyny elektryczne, łączniki, GIS/GIL)

Przegląd podstawowych materiałów izolacyjnych oraz technologii stosowanych w układach izolacyjnych kabli, linii napowietrznych, kondensatorów, transformatorów, rozdzielnic gazowych, łączników oraz maszyn wirujących. Charakterystyka poszczególnych materiałów, właściwości, wady i zalety. Dobór poszczególnych materiałów w zależności od wymagań i warunków środowiskowych. Doświadczenia eksploatacyjne. Tendencje rozwoju.

9. Degradacja materiałów elektroizolacyjnych – zjawiska, procesy, skutki

Mechanizmy długotrwałej degradacji układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych. Czynniki przyspieszające starzenie cieplne. Starzenie elektrochemiczne. Starzenie wywołane wyładowaniami niezupełnymi. Układy pomiarowe stosowane do prób starzeniowych. Metody diagnostyki i oceny stopnia zestarzenia/degradacji układu izolacyjnego urządzeń.

10. Mechanizmy przebicia dielektryków stałych, ciekłych i gazowych

Mechanizmy rozwoju przebicia elektrycznego w dielektrykach stałych: elektryczny, cieplny i jonizacyjno-starzeniowy. Przebicie elektryczne w cieczach izolacyjnych: mechanizm elektronowy, jonowy, gazowy i mostkowy. Przeskok elektryczny w gazach: mechanizm Townsenda, kanałowy strimerowy, kanałowy strimerowo-liderowy, próżniowy.

Badania i narzędzia diagnostyczne

11. Ocena stanu materiałów elektroizolacyjnych na podstawie badań ich fizycznych i chemicznych właściwości

Fizyczne i chemiczne właściwości materiałów elektroizolacyjnych. Pomiar zawartości wody w materiałach elektroizolacyjnych przy użyciu metody miareczkowania Karla Fischera oraz metody spektrofotometrii w bliskiej podczerwieni. Monitoring zawilgocenia cieczy izolacyjnych przy użyciu sondy pojemnościowej. Badanie właściwości powiązanych ze stopniem zesterzenia izolacji papierowo-olejowej – badanie liczby kwasowej oleju oraz stopnia polimeryzacji izolacji celulozowej. Pobieranie próbek. Interpretacja wyników.

12. Analiza gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) – podstawy zagadnienia i możliwości diagnostyczne

Podstawy chromatografii gazowej. Budowa chromatografu. Podstawowe detektory oraz kolumny chromatograficzne. Kalibracja. Procesy rozpadu oleju na skutek defektów izolacji papierowo-olejowej. Analiza gazów rozpuszczonych w oleju jako narzędzie diagnostyczne defektów układów izolacyjnych transformatora energetycznego (izolacji głównej, przepustu, podobciążeniowego przełącznika zaczepów). Procedura pobierania próbek oleju z transformatora. Metody ekstrakcji gazu rozpuszczonego w oleju i pomiaru jego stężenia. Dopuszczalne stężenia gazów w zależności od rodzaju i typu urządzenia. Metody identyfikacji defektów izolacji papierowo-olejowej w oparciu o stężenie gazów otrzymanych z pomiarów chromatograficznych.

13. Przegląd nowoczesnych metod detekcji i pomiaru wyładowań niezupełnych w urządzeniach elektroenergetycznych

Przegląd konwencjonalnych (zgodnych z normą IEC-60270) metod detekcji i pomiaru wyładowań niezupełnych. Przegląd niekonwencjonalnych metod detekcji wyładowań niezupełnych (UHF, HF/VHF, emisja akustyczna, optoakustyczna). Budowa układów i czujników pomiarowych. Metody cyfrowego przetwarzania sygnałów wyładowań niezupełnych (filtracja, odszumianie, identyfikacja). Techniki lokalizacji źródeł wyładowań niezupełnych. Przykłady komercyjnych urządzeń pomiarowych do badania wyładowań niezupełnych. Normy, przepisy i zalecenia dotyczące pomiaru wyładowań niezupełnych stosowane w elektroenergetyce. Problemy związane z pomiarami wyładowań niezupełnych.

14. Systemy eksperckie, monitoring i nadzór w elektroenergetyce

Realizowane zadania i architektura systemów eksperckich. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w systemach eksperckich. Nowoczesne systemy nadzoru typu SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) w elektroenergetyce. Systemy monitoringu stanu pracy urządzeń elektroenergetycznych. Przykłady wdrożeń systemów nadzoru i monitoringu w krajowym systemie energetycznym.

15. Spektroskopia dielektryczna w dziedzinie czasu (RVM i PDC) i częstotliwości (FDS) – podstawy zagadnienia i wykorzystanie w diagnostyce układów elektroizolacyjnych

Podstawy teoretyczne (zjawisko polaryzacji elektrycznej, mechanizmy polaryzacji, dielektryk w polu stałym i przemiennym). Przenikalność i pojemność zespolona, tangens kąta strat, przewodnictwo dielektryku. Metody RVM, PDC, FDS (podstawy teoretyczne, układy pomiarowe, techniczne aspekty wykonywania pomiarów, ocena zawilgocenia z użyciem modelowania matematycznego). Obszary zastosowań metod polaryzacyjnych w elektroenergetyce (transformatory – izolacja uzwojeń, izolatory przepustowe, kable elektroenergetyczne – o izolacji papierowo-olejowej i wytłaczanej, silniki, generatory).

Przykłady komercyjnych urządzeń pomiarowych wykorzystujących metody RVM, PDC, FDS oraz metody skojarzone.

16. Badanie odkształceń uzwojeń transformatorów z wykorzystaniem techniki opartej na analizie funkcji przejścia (SFRA)

Podstawy teoretyczne metody SFRA. Rodzaje uszkodzeń transformatorów wykrywane metodą SFRA. Układy pomiarowe stosowane podczas pomiarów metodą SFRA. Przegląd komercyjnych urządzeń służących do badania odpowiedzi częstotliwościowej. Interpretowanie wyników pomiarów dokonanych metodą SFRA.

17. Nowoczesne techniki diagnostyczne stosowane w badaniach elektroenergetycznych linii kablowych

Najczęstsze przyczyny uszkodzeń linii kablowych (kabel lub osprzęt kablowy). Wykorzystywane metody diagnostyczne. Badania *on-line* i *off-line*. Stosowana aparatura pomiarowa – ograniczenia stosowania dla poszczególnych metod. Interpretacja wyników badań diagnostycznych w strategii czynności eksploatacyjnych. Wybór parametrów charakteryzujących stan linii wykorzystywanych w podejmowaniu strategicznych decyzji. Oszacowywanie czasu życia linii kablowych. Prezentacja przykładowych wyników badań diagnostycznych i ich interpretacja. Doświadczenia krajowe i zagraniczne ze stosowania metod diagnostycznych w badaniu stanu linii kablowych. Statystyka uszkodzeń elektroenergetycznych linii kablowych.

18. Badanie pola temperaturowego obiektów elektroenergetycznych – wykorzystanie techniki termowizyjnej

Technika pomiaru temperatury metodą termowizyjną. Zasada działania bezkontaktowych mierników temperatury (kamera termowizyjna, pirometr). Analiza różnych wielkości fizycznych mających wpływ na poprawność wnioskowania wyników pomiaru temperatury metodą termowizyjną. Analiza rozkładu pola temperaturowego wewnątrz transformatora i czynniki wpływające na ten rozkład. Defekty, jakie mogą wystąpić w transformatorze, które mogą zostać wykryte poprzez pomiar temperatury na powierzchni transformatora. Zastosowanie techniki termowizyjnej do badania innych urządzeń elektroenergetycznych.

19. Kompatybilność elektromagnetyczna

Zarys problematyki kompatybilności elektromagnetycznej. Zaburzenia elektromagnetyczne, ich źródła i mechanizmy sprzężeń z urządzeniami elektrycznymi i elektronicznymi. Metody i środki ograniczające zaburzenia elektromagnetyczne w układach elektrycznych i elektronicznych. Wybrane zagadnienia analizy EMC. Kompatybilność elektromagnetyczna w świetle ustawodawstwa europejskiego i normalizacji.

20. Pole elektromagnetyczne w otoczeniu obiektów wysokiego napięcia oraz urządzeń wysokiej częstotliwości

Naturalne pole elektryczne i magnetyczne Ziemi. Źródła sztucznego pola elektrycznego i magnetycznego. Oddziaływanie pola elektrycznego i magnetycznego na organizmy żywe. Wartości dopuszczalne natężenia pola elektrycznego, magnetycznego i gęstości mocy w Polsce i na świecie. Pole elektryczne i magnetyczne wokół napowietrznych linii wysokiego napięcia, w tym rozkłady natężenia pola elektrycznego pod linią oraz sposoby redukcji natężenia pola elektrycznego. Obraz pola elektrycznego na obszarze stacji wysokiego napięcia. Obraz pola elektrycznego, na które narażeni są elektrycy wykonujący prace pod napięciem. Analiza obrazu pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości wokół urządzeń elektrycznych.

21. Warsztaty laboratoryjne

W trakcie warsztatów, uczestnicy będą realizowali badania i pomiary wybranych wielkości diagnozowanego obiektu, a następnie będą opracowywali i analizowali wyniki, z użyciem dostępnych w Instytucie programów komputerowych.

22. Praca dyplomowa/końcowa

Praca dyplomowa/końcowa, przygotowana indywidualnie przez każdego słuchacza studium, może mieć postać opracowania na temat wybranego, ustalonego z opiekunem naukowym, zagadnienia związanego z tematyką studium. Praca może mieć też postać rozbudowanego raportu z badań wybranego obiektu, prowadzonych w ramach warsztatów laboratoryjnych. Praca powinna zawierać krótki wstęp ujmujący teoretyczne podstawy zagadnienia, obróbkę komputerową wyników i ich analizę, odniesienia do różnej rangi norm, przewodników i instrukcji branżowych, analizę wyników i ostateczne wnioski.

WARUNKI UCZESTNICTWA

Kandydaci na studia podyplomowe powinni posiadać ukończone studia wyższe (I stopnia – licencjackie, inżynierskie lub II stopnia – magisterskie).

Nabór na studia będzie prowadzony od 1 sierpnia 2016r. do 11 września 2016r.

Wraz z kartą zgłoszenia na studia podyplomowe, należy dostarczyć:

- kserokopię dyplomu ukończenia studiów wyższych,
- kserokopię dowodu osobistego.

Koszty uczestnictwa w Studium wynoszą 4500 zł. Kwotę tę należy uiścić jednorazowo – wpłata powinna nastąpić przed rozpoczęciem zajęć.

ZGŁOSZENIE

Zgłoszenia na studium podyplomowe prosimy przesyłać pod adresem:

Politechnika Poznańska
Wydział Elektryczny
Instytut Elektroenergetyki
ul. Piotrowo 3A
60-965 Poznań
Studium SP-179 „Diagnostyka-5”

tel.: 61-665-25-25; 61-665-22-72
fax: 61-665-22-80

e-mail: krzysztof.siodla@put.poznan.pl
dariusz.bak@put.poznan.pl