

## **Program Kształcenia w Szkole Doktorskiej prowadzonej w Jednostkach Narodowe Centrum Badań Jądrowych i Instytut Chemii i Techniki Jądrowej**

### **Założenia programowe**

Potrzeba powołania szkoły doktorskiej przez dwie jednostki naukowo-badawcze: Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) i Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (IChTJ) istnieje od dawna. Wynika ze wspólnej historii instytutów sięgającej lat 50. XX wieku, komplementarności prowadzonych w nich badań, a ostatnio ze wzrastających potrzeb gospodarki i nauki oczekujących specjalistycznego kształcenia kadr dla Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ) i stale rozwijających się zastosowań promieniowania jonizującego. Konieczne jest także wzmocnienie kadr w polskiej nauce w związku ze wzrastającą jej pozycją w globalnej przestrzeni badawczej i naciskiem kładzionym na innowacje. Zarówno instytucje badawcze i uniwersytety, jak i jednostki administracji państwowej, wdrażające programy związane z atomistyką, oczekują wykształconych pracowników posiadających szeroką wiedzę interdyscyplinarną w zakresie fizyki i chemii jądrowej. Uzdolnieni absolwenci studiów doktoranckich posiadający pogłębioną wiedzę specjalistyczną w zakresie zarówno fizyki jądrowej, astrofizyki, jak i radiochemii, chemii radiacyjnej czy radiobiologii znacząco zasila polską kadrę naukową. Globalizacja badań naukowych i otwarta przestrzeń badawcza w Europie dają gwarancję pracy nie tylko w kraju, ale również w licznych instytucjach zagranicznych.

Instytuty powołujące Szkołę Doktorską są jednostkami wiodącymi w uprawianych przez siebie dyscyplinach (w ostatniej kategoryzacji NCBJ-A+, IChTJ-A, w poprzedniej: NCBJ-A, IChTJ-A+). W ramach prowadzonych obecnie w tych jednostkach indywidualnych studiów doktoranckich oferowane jest kształcenie, które nie jest dostępne w żadnym z ośrodków uniwersyteckich w kraju. W tym aspekcie stworzenie szkoły doktorskiej oferującej systematyczne studia w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, a ściślej w dyscyplinach nauk fizycznych i chemicznych, jest jak najbardziej celowe. Nowe rozwiązania, poszerzenie programu studiów, ściśle określony system ewaluacji doktorantów i promotorów pozwolą na podniesienie jakości rozpraw doktorskich i terminową ich realizację. Pomoże w tym stabilny system stypendialny, klarowne kryteria rekrutacji oraz profesjonalne zarządzanie Szkołą.

Rozwój nowoczesnej nauki w coraz większej mierze zależy od wykorzystania unikatowych w skali światowej urządzeń badawczych budowanych i eksploatowanych przez międzynarodowe zespoły naukowców. Cenne możliwości badań naukowych prowadzonych w ramach Szkoły Doktorskiej stwarzają wielkie urządzenia badawcze, takie jak mieszczący się w NCBJ reaktor Maria i powstające w Świerku unikatowe urządzenie do badań strukturalnych POLFEL. Wyniki badań uzyskanych na takich urządzeniach mają znaczenie zarówno poznawcze, jak i praktyczne w takich dziedzinach jak fizyka, chemia strukturalna, biologia, medycyna czy badania materiałowe.

Jedną z cech Szkoły Doktorskiej ma być interdyscyplinarność prowadzonego w niej nauczania. Połączenie potencjału dwóch dyscyplin naukowych pozwoli na zmianę modelu nauczania poprzez wspólny program Szkoły Doktorskiej poszerzający profil kształcenia, a w przyszłości również na integrację działań stymulującą poszukiwanie nowych pól badawczych umożliwiających przygotowanie interdyscyplinarnych dysertacji. Wśród pól badawczych wymagających obecnie szczególnej integracji można wymienić trzy domeny, obecne w programach badań statutowych obu instytutów. Są to: energetyka jądrowa, radiofarmacja i badania materiałowe.

#### 1. Badania w zakresie energetyki jądrowej i fizyki materiałowej

Program Polskiej Energetyki Jądrowej, przyjęty przez Radę Ministrów 28 stycznia 2014 r. nakłada wymóg „zapewnienia podaży wyspecjalizowanych kadr/kapitału ludzkiego” oraz budowy „zaplecza technicznego i naukowo-badawczego polskiej energetyki jądrowej”. Zapewnienie zaplecza stanowiącego wsparcie dozoru jądrowego i administracji rządowej w zakresie bezpiecznej eksploatacji obiektów

energetyki jądrowej wg wytycznych MAEA wymaga przygotowania wyspecjalizowanej kadry. Potrzebni są specjaliści wysokiej klasy w zakresie fizyki i chemii jądrowej, którzy mogą wdrażać kolejne etapy programu jądrowego, prawidłowo oceniać wprowadzane rozwiązania techniczne i kierować rozruchem nowych obiektów. Potrzebna jest również wykwalifikowana kadra w jednostkach badawczo-naukowych, stanowiących wzmocnienie PPEJ, oraz zacząć tworzenie jednostki technicznego wsparcia – TSO. Wpisuje się to też w Strategię Odpowiedzialnego Rozwoju i pozwala wspierać rozwój Krajowych Inteligentnych Specjalizacji (KIS).

Kompetencje dwóch instytutów powołujących Szkołę Doktorską są komplementarne i adekwatne w kontekście tworzonego TSO, organizacji, której przyszedł pracownicy będą się rekrutować m.in. ze specjalistów wykształconych w Szkole. Domeną NCBJ są fizyka jądrowa i fizyka reaktorów, zaś w IChTJ rozwijana jest chemia jądrowa. W obu jednostkach prowadzone są badania materiałowe.

## 2. Badania w zakresie radiofarmacji

Polska, eksploatująca reaktor badawczy Maria, jest w tej chwili jednym z ważniejszych dostawców radiofarmaceutyków na świecie. Producentem i dystrybutorem radiofarmaceutyków jest Ośrodek Radioizotopów POLATOM wchodzący w skład NCBJ. W niedalekiej przyszłości do listy urządzeń wytwarzających izotopy dołączy cyklotron, powstający w ramach projektu CERAD. Preparaty izotopowe wytwarzane w ośrodku są wykorzystywane w medycynie, nauce, przemyśle i ochronie środowiska. Prowadzone badania naukowe są ukierunkowane aplikacyjnie i dotyczą radiofarmacji, chemii i techniki jądrowej, a także takich dyscyplin naukowych jak: radiochemia, biochemia i immunologia. Efektem badań jest opracowywanie własnych technologii, które następnie są wdrażane w jednostce. Równoległe prace o charakterze bardziej podstawowym w dziedzinie radiofarmacji są prowadzone w IChTJ, gdzie projektuje się i syntetyzuje nowe radiofarmaceutyki zarówno dla diagnostyki, jak i dla terapii. Duże osiągnięcia w dziedzinie radiofarmacji dwóch ośrodków - IChTJ i NCBJ - powodują, że celowy jest intensywny rozwój tej tematyki. Kształceni w Szkole Doktorskiej radiofarmaceutyci zasilą w przyszłości nie tylko macierzyste instytucje, ale również inne powstające lawinowo centra produkujące radiofarmaceutyki do badań diagnostycznych, wykonywanych techniką pozytonowej tomografii emisyjnej (PET).

## 3. Badania podstawowe w chemii i fizyce

Integrując niektóre domeny badawcze, pragniemy dalej rozwijać wiele pól będących do tej pory chlubą instytutów i generujących interesującą tematykę doktoratów. Są to:

- Biochemia
- Chemia radiacyjna
- Fizyka Jądrowa
- Fizyka Materii Skondensowanej
- Fizyka Plazmy
- Fizyka Wysokich Energii
- Fizyka promieni kosmicznych, astrofizyka, kosmologia

Badania podstawowe dają rękojmię stałego rozwoju dyscyplin poprzez podtrzymanie kontaktu z nauką światową i wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań. Szkoła Doktorska zostanie stworzona z myślą o wzmocnieniu międzynarodowego prestiżu obu ośrodków naukowo-badawczych, mogących w zakresie prowadzonych badań śmiało konkurować z wiodącymi jednostkami zagranicznymi, a w zakresie nauk fizycznych i chemicznych uzupełniać kształcenie w polskich uczelniach.

## Ustalenia ogólne

1. Doktoranci zobowiązani są do realizowania indywidualnego programu kształcenia uzgodnionego z promotorami i zatwierdzonego przez Radę Szkoły.
2. Zajęcia organizowane przez Szkołę będą dostępne dla słuchaczy niezależnie od roku studiów.
3. Przed rozpoczęciem każdego semestru Szkoła ogłasza listę proponowanych zajęć i przypisuje im liczby punktów ECTS (za wyjątkiem obowiązkowych egzaminów o których mowa w opisie I bloku programowego poniżej). W zależności od tego, ile osób wyrazi chęć uczestniczenia w danych zajęciach, Rada Szkoły dokona wyboru zajęć prowadzonych w nadchodzącym semestrze.
4. Zajęcia mogą być prowadzone w trybie tutorialu.
5. Zajęcia mogą być prowadzone w trybie e-learningowym.
6. Zajęcia mogą być prowadzone w zwyczajowym trybie semestralnym, w formie krótkich cykli kilku cotygodniowych wykładów lub w formie intensywnych warsztatów trwających przez krótszy okres.
7. Wszystkie zajęcia prowadzone w ramach szkoły doktorskiej będą udostępniane słuchaczom szkół wyższych i innych jednostek naukowych, które zawarły umowę o współpracy z jedną z Jednostek, prowadzących Szkołę Doktorską.
8. Zajęcia w ramach Szkoły prowadzone są w języku angielskim.
9. Szkoła będzie starała się wspierać (w oparciu o dotację dla młodych naukowców lub w inny sposób ze środków własnych jednostek)
  - a. zdobywanie uprawnień z języka obcego, w tym kursy języka polskiego dla cudzoziemców
  - b. udział słuchaczy w szkołach letnich i zimowych dla doktorantów

## Bloki programowe i wymagania

Zajęcia oferowane w szkole grupują się w blokach służących do sformułowania wymogów zaliczenia programu kształcenia. Zakłada się, że znacząca część zajęć prowadzonych przez Szkołę może być atrakcyjna dla słuchaczy niezależnie od podstawowej dyscypliny, w której prowadzą badania.

### I. Blok wiedzy podstawowej

Zajęcia te obejmują podstawowe działy fizyki i chemii. W dyscyplinie fizyka blok ten obejmuje Mechanikę, Teorię Kwantów, Elektrodynamikę, Fizykę Statystyczną. W dyscyplinie chemia blok ten obejmuje Chemię Fizyczną, Chemię Radiacyjną, Podstawy Radiobiologii, Chemię i Energetykę Jądrową. Zajęcia w tym bloku nie są obowiązkowe, ale obowiązuje egzamin w terminie wyznaczonym przez prowadzącego. Studenci muszą zdać te egzaminy przed oceną śródkresową.

### II. Blok zajęć metodologicznych

Przykładowo:

- *Machine Learning* i *Data Science*
- Metody matematyczne
- Metody obliczeniowe w chemii i fizyce
- Metody statystyczne w analizie eksperymentów
- Narzędzia programistyczne i pragmatyka programowania dużych klastrów obliczeniowych
- Przetwarzanie równoległe
- Środowisko programistyczne Linux/Bash/Python

Wymagane jest uzyskanie minimum 6 punktów ECTS z tego bloku w trakcie pierwszych 4 semestrów nauki.

### **III. Blok wykładów specjalistycznych**

Do tego bloku należą wykłady dla doktorantów prowadzone na uczelniach wyższych (w szczególności tych, z którymi Jednostki mają umowę o współpracy dydaktycznej), a także wykłady monograficzne prowadzone w ramach Szkoły.

Przykładowo:

- Astrofizyka pozagalaktyczna
- Chemia radiofarmaceutyczna
- Chromodynamika kwantowa
- Fizyka jądrowa
- Fizyka materiałowa z uwzględnieniem efektów promieniowania
- Fizyka neutrin
- Radiobiologia
- Radiochemia z chemią radiacyjną

Wymaga się uzyskania minimum 12 punktów ECTS z tego bloku w trakcie pierwszych 6 semestrów nauki, w tym minimum 6 punktów ECTS w ciągu pierwszych 4 semestrów.

### **IV. Blok zagadnień badawczo-rozwojowych**

Przykładowo:

- Energetyka jądrowa
- Ochrona IP, komercjalizacja, współpraca z przemysłem
- Reaktory wysokotemperaturowe
- Zastosowanie dużych urządzeń badawczych
- Zastosowanie metod jądrowych w nauce, przemyśle i medycynie

Wymaga się uzyskania minimum 3 punktów ECTS w ciągu pierwszych 6 semestrów.

### **V. Blok seminariów**

- Cotygodniowe seminaria doktoranckie prowadzone przez Szkołę
- Cotygodniowe seminaria specjalistyczne odbywające się w Jednostkach bądź w innych ośrodkach

Każdy doktorant zobowiązany jest do uczestnictwa w co najmniej jednym seminarium specjalistycznym przez cały okres trwania studiów i do aktywnego uczestnictwa w jednym z Seminariów Doktoranckich prowadzonych przez Szkołę przez cały okres trwania studiów. Udział w seminariach musi być potwierdzony wpisem do indeksu po każdym semestrze.

### **VI. Blok związany z prezentacją wyników i ubieganiem się o fundusze na badania**

Przykładowo:

- Zajęcia z przygotowania prezentacji, publikacji, wystąpień seminaryjnych i konferencyjnych
- Zajęcia z przygotowania wniosków grantowych
- Warsztat popularyzatora
- Zajęcia z emisji głosu i innych aspektów wystąpień publicznych

Wymaga się uzyskania minimum 3 punktów ECTS w trakcie pierwszych 4 semestrów nauki.

## **VII. Blok praktyk zawodowych**

- Ćwiczenia do wykładów w ramach szkoły doktorskiej (mogą być prowadzone przez doktorantów po ocenie śródkresowej)
- Opieka nad stażystami, praktykantami, studentami wykonującymi ćwiczenia w ramach pracowni

Zajęcia w tym bloku nie są obowiązkowe.

### **Zaliczenie**

Wyniki zaliczeń i egzaminów wpisywane są do indeksu doktoranta przez osobę prowadzącą dane zajęcia.

1. W stosunku do zajęć realizowanych poza Szkołą obowiązują zasady zaliczania przyjęte w jednostce organizującej dane zajęcia.
2. Zajęcia prowadzone przez Szkołę mogą kończyć się egzaminem lub zaliczeniem bez egzaminu.
3. W przypadku zajęć prowadzonych przez Szkołę doktorant może przystąpić do egzaminu w pierwszym lub drugim terminie wyznaczonym przez wykładowcę. Jeśli doktorant nie uzyska oceny pozytywnej w zwykłym trybie, to w uzasadnionych przypadkach może wystąpić o egzamin komisyjny przed Radą Szkoły.
4. Obowiązuje skala ocen podana w Regulaminie Szkoły.