

Strategia Rozwoju Dyscypliny Astronomia na Uniwersytecie Jagiellońskim na lata 2021–2023

A. Struktura organizacyjna – stan obecny i plany rozwoju

Obecnie badania w dyscyplinie astronomia na UJ prowadzone są wyłącznie na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, głównie przez naukowców Obserwatorium Astronomicznego (OA UJ). Instytut Obserwatorium Astronomiczne dzieli się na cztery zakłady:

- Astrofizyki Relatywistycznej i Kosmologii,
- Astrofizyki Wysokich Energii,
- Astronomii Gwiazdowej i Pozagalaktycznej,
- Radioastronomii i Fizyki Kosmicznej.

W przyszłości wskazane jest utrzymanie podziału Obserwatorium na zakłady. Podział taki sprzyja tworzeniu wyspecjalizowanych zespołów, których kompetencje służą całej lokalnej społeczności astronomicznej oraz ułatwia podział odpowiedzialności za różne elementy posiadanego instrumentarium. Doświadczenie pokazuje, że taki formalny podział nie ogranicza prowadzenia badań przez zespoły złożone z pracowników różnych zakładów - wręcz przeciwnie, ułatwia tworzenie takich zespołów dzięki znanemu rozkładowi kompetencji.

Zauważamy jednocześnie, że istniejące obecnie cztery zakłady nie do końca zaspokajają potrzeby nowoczesnego ośrodka astronomicznego. Odpowiadając na wyzwania współczesności i bazując na dotychczasowym dorobku astronomicznym UJ, w rozsądnie nieodległej, acz zapewne dłuższej niż najbliższe trzy lata perspektywie czasowej, wskazane jest dążenie do utworzenia dodatkowych zakładów, w pierwszej kolejności Zakładu Astroinformatyki; w dalszej kolejności, w zależności od stopnia zaangażowania Obserwatorium w projektowanie i budowę instrumentarium astronomicznego w ramach krajowych i międzynarodowych eksperymentów i teleskopów (w tym urządzeń satelitarnych), również Zakładu Badań Kosmicznych.

Pierwszym krokiem w kierunku tak planowanej rozbudowy Obserwatorium, powinno być wzmocnienie kadrowe i zatrudnienie – na początku w ramach istniejących projektów i zakładów, następnie w ramach nowo utworzonych zakładów i nowych projektów/konsorcjów – odpowiednich specjalistów. Potrzeba wzmocnienia kadrowego o specjalistów z dziedziny astroinformatyki, astronomii numerycznej, a także inżynierii kosmicznej, jest w rzeczy samej podstawą strategii rozwoju dyscypliny Astronomia na UJ, zważywszy na obecny i planowany w niedalekiej perspektywie czasowej udział pracowników Obserwatorium w wielkich projektach astronomicznych. Część z nich już teraz dostarcza danych kwalifikujących się jako “Big Data”, a ich objętość w ciągu najbliższych lat ma wzrosnąć o rzędy wielkości. Podkreślamy również, że proponowane wzmocnienie kadrowe pozwoli nie tylko na poszerzenie zakresu prowadzonych badań naukowych, wzmocnienie udziału UJ w największych międzynarodowych współpracach i eksperymentach astronomicznych, ale również na rozszerzenie i uatrakcyjnienie oferty dydaktycznej Obserwatorium.

B. Zakres badań naukowych

Flagowe kierunki badań naukowych rozwijane w Obserwatorium Astronomicznym UJ obejmują:

1. Badanie matematycznych aspektów Ogólnej Teorii Względności z implikacjami w astrofizyce, kosmologii i fizyce fal grawitacyjnych.
2. Badania wielkich struktur Wszechświata poprzez obserwacje w zakresie od fal radiowych przez podczerwień po promieniowanie rentgenowskie.
3. Badania galaktyk, ich grup i gromad oraz ich środowiska międzygwiazdowego/międzygalaktycznego ze szczególnym uwzględnieniem roli pola magnetycznego w tym środowisku; dynamika i ewolucja galaktyk i radiogalaktyk.
4. Badania aktywności jąder galaktyk, w tym fizyki relatywistycznych dżetów i ich roli w kształtowaniu jednoczesnej ewolucji supermasywnych czarnych dziur i ich galaktyk macierzystych.
5. Badanie fizyki plazmy kosmicznej, w tym mechanizmów przyspieszania i propagacji cząstek promieniowania kosmicznego w ośrodku astrofizycznym.
6. Badania gwiazd zmiennych, w tym przede wszystkim gwiazd zaćmieniowych oraz ciasnych układów podwójnych.
7. Badania małych ciał w Układzie Słonecznym.
8. Badania aktywności słonecznej i jej wpływu na otoczenie Ziemi, z wykorzystaniem obserwacji satelitarnych jak i naziemnego systemu monitorowania.
9. Badania fal elektromagnetycznych ekstremalnie niskich częstotliwości i jonosfery ziemskiej, w kontekście burzowych zjawisk atmosferycznych oraz aktywności słonecznej.
10. Projektowanie i budowa instrumentarium - w tym elementów elektroniki, kamer i anten – wykorzystywanego przez międzynarodowe konsorcja i zespoły obserwacyjne.

Zauważamy niezwykle duży zakres tematyczny prowadzonych badań, szczególnie biorąc pod uwagę ograniczony zasób personalny Obserwatorium. Stanowi to w rzeczy samej ewenement na forum polskich ośrodków i instytucji naukowych rozwijających dyscyplinę Astronomia. W przyszłości planowane jest utrzymanie takiej różnorodności, co zarówno daje możliwość wszechstronnego rozwoju naukowego pracowników Obserwatorium, jak i stanowi o atrakcyjności oferty dydaktycznej instytutu.

Większość badań prowadzona jest we współpracy z partnerami z innych ośrodków polskich i zagranicznych. Internacjonalizacja badań astronomicznych od wielu lat jest faktem i należy spodziewać się dalszego jej postępu. Jednym z głównych elementów strategii rozwoju dyscypliny Astronomia na UJ jest promowanie internacjonalizacji, w szczególności przez umożliwianie pracownikom naukowym odbywania długotrwałych staży naukowych i dłuższych wizyt roboczych w renomowanych instytutach i ośrodkach badawczych za granicą, m.in. przez elastyczny przydział zajęć dydaktycznych. Wskazane jest też wsparcie organizacji dłuższych i krótszych wizyt w Obserwatorium współpracowników z innych jednostek krajowych i zagranicznych, w tym wizyt połączonych z wygłaszaniem cyklu seminariów lub serii wykładów skierowanych do studentów i słuchaczy szkoły doktorskiej.

W przypadku znacznej części kierunków badań kluczową rolę odgrywa udział UJ w wielkich międzynarodowych konsorcjach, wielkich współpracach międzynarodowych, czy też mniej

formalnych ale prominentnych zespołach naukowych. Ze względu na dużą i wyraźnie rosnącą rolę takich form współpracy w badaniach astronomicznych zarówno nieuchronne, jak i wysoce wskazane, jest wzmacnianie aktywnego udziału pracowników OA UJ w tego typu działalności.

Do kluczowych projektów, w których ramach prowadzone są obecnie prace badawcze i rozwojowe w Obserwatorium Astronomicznym UJ, należą:

- The High Energy Stereoscopic System (H.E.S.S.) i jego kontynuacja The Cherenkov Telescope Array (CTA) – naziemne obserwatoria wysokoenergetycznego promieniowania gamma.
- The Low Frequency Array (LOFAR) – sieć teleskopów radiowych prowadzących obserwacje w dziedzinie niskich częstotliwości radiowych.
- The VIMOS Public Extragalactic Redshift Survey (VIPERS) – spektroskopowy optyczny przegląd galaktyk.
- The World Extremely-Low-Frequency Radiolocation Array (WERA) – odbiorniki fal elektromagnetycznych ekstremalnie niskich częstości (zespół związany obecnie z konsorcjum POLGRAW).

Przyszłe wielkie projekty, w które już jesteśmy zaangażowani i z którymi współpraca jest wysoce wskazana to m.in.:

- Vera Rubin Observatory (poprzednio: Large Synoptic Survey Telescope, LSST) – wielki synoptyczny przegląd nieba w zakresie optycznym.
- Hyper-Kamiokande – naziemny detektor neutrin, następca Super-Kamiokande, którego wyniki zostały uhonorowane nagrodą Nobla.
- Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics (ATHENA) – satelitarne obserwatorium rentgenowskie nowej generacji.
- Square Kilometre Array – nowej generacji interferometr radiowy usytuowany w Australii i Republice Południowej Afryki.

Dane, dostarczane przez te projekty, należy zaliczyć do kategorii "Big Data". Obecnie prowadzone badania obejmują zastosowania narzędzi sztucznej inteligencji (AI) do analizy tych danych; tego typu interdyscyplinarne badania będą w niedalekiej przyszłości coraz bardziej zyskiwać na znaczeniu.

UJ ma również udział aparaturowy w wielkich międzynarodowych projektach astronomicznych. Wyspecjalizowana pracownia elektroniczna projektuje już i wykonuje sprzęt wykorzystywany w projektach CTA i LOFAR-a, w niedalekiej przyszłości Hyper-Kamiokande. Wskazane jest, aby wypracowane umiejętności i kompetencje w tym zakresie pozwoliły na wejście do innych projektów z podobnym wkładem.

C. Baza obserwacyjna i zaplecze techniczne

W badaniach prowadzonych w OA UJ wykorzystywane są a) dane dostępne w ramach udziału w wielkich współpracach międzynarodowych, b) dane obserwacyjne zebrane w ramach projektów obserwacyjnych na instrumentach na całym świecie (m.in. teleskopy SAAO, ESO, radioteleskopy JVLA, WSRT, GMRT, obserwatoria satelitarne) realizowanych indywidualnie

albo w małych zespołach, c) publiczne dane archiwalne oraz d) dane generowane przy pomocy własnej bazy obserwacyjnej.

Własną bazą obserwacyjną Obserwatorium stanowią:

- stacja międzynarodowego interferometru radiowego LOFAR w Łazach k/Bochni,
- teleskop optyczny 50 cm na terenie OA,
- robotyczny teleskop optyczny 50 cm – w fazie rozruchu,
- teleskop optyczny 35 cm na terenie OA,
- trzy stacje obserwacyjne ELF (w Polsce, Argentynie i USA),
- radioteleskop 8 m na terenie OA (prowadzący monitoring aktywności słonecznej),
- radioteleskop 15 m na terenie OA (służący celom dydaktycznym),
- radioteleskop 3 m na terenie OA – (służący popularyzacji).

Analiza danych i prace teoretyczne wspomagane są modelowaniem numerycznym. Do dyspozycji pracowników i studentów pozostaje mały klastr obliczeniowy na terenie OA UJ. Elementem przyszłej strategii powinna być modernizacja i znacząca rozbudowa lokalnego klastra komputerowego. Pracownicy UJ korzystają też z dostępu do centrów obliczeniowych dużej mocy w Krakowie i innych ośrodkach. Za wskazane uważamy utworzenie w przyszłości przez UJ własnego interdyscyplinarnego centrum obliczeniowego, którego działalność będzie skoordynowana z innymi centrami obliczeniowymi w Polsce.

Finansowanie prowadzonych badań w znacznej części odbywa się poprzez indywidualne granty w rządowych agendach (gównie NCN). Wskazane jest dalsze zwiększanie puli środków grantowych pozyskiwanych przez pracowników; może to jednak wiązać się z koniecznością zapewnienia im na miejscu dodatkowego wsparcia administracyjnego. Z funduszy Instytutu przeznaczonych na badania finansowane są doraźne naprawy, niewielkie inwestycje oraz w bardzo ograniczonym zakresie wyjazdy naukowe pracowników i doktorantów. W niewielkim stopniu finansowane są opłaty za publikacje w renomowanych czasopismach.

Perspektywy rozwoju zaplecza technicznego – w toku lub planowane:

- remont radioteleskopu 15 m – wraz z nowoczesnym odbiornikiem może on posłużyć do badań o wartości naukowej, docelowo wejdzie do sieci JIVE/ERIC,
- instalacja teleskopu robotycznego 50 cm w obserwatorium na Lubomirze,
- rozbudowa i unowocześnienie stacji LOFAR w Łazach do wersji 2.0,
- zakup większego teleskopu optycznego (~1 m) i umiejscowienie w lepszych (niż w Polsce) warunkach astroklimatycznych,
- rozbudowa pomieszczeń dydaktycznych i pracowni.

Udział Wydziału FAIS w Priorytetowych Obszarach Badawczych w ramach IDUB UJ, w szczególności POB Anthropocene i DigiWorld, umożliwia udział i rozwój bazy naukowej (sprzętowej i ludzkiej). Wskazane jest w szczególności wykorzystanie tej możliwości rozwoju bazy naukowej w zakresie fizyki kosmicznej oraz technik wykorzystujących AI w astronomii i astrofizyce.

D. Rozwój kadry

Potrzebą chwili jest rozwój zaplecza kadrowego poprzez wykorzystanie wszelkich możliwości przyjmowania nowych, kompetentnych pracowników naukowych o wysokich kwalifikacjach zawodowych, szczególnie ekspertów w dziedzinie astroinformatyki. Warto docierać z ofertą pracy do ośrodków zagranicznych (m.in. przez kontakty prywatne i przez umieszczanie ofert pracy na międzynarodowych portalach).

W najbliższym czasie przydatne będzie wypracowanie kryteriów jakościowych, które powinni spełniać kandydaci do stopnia doktora i doktora habilitowanego.

Wskazana jest szersza współpraca z Wydziałem Matematyki i Informatyki oraz WFAiS, zwłaszcza w zakresie rozwoju i zastosowania nowoczesnych technologii informatycznych.

E. Dydaktyka, edukacja i popularyzacja

Kształcenie przyszłej kadry jest podstawowym zadaniem kierunku astronomia prowadzonym na WFAiS, a realizowanym przede wszystkim przez OA UJ. Różnorodność prowadzonych w Obserwatorium badań zapewnia szeroką ofertę dla zainteresowanych studentów. Do zajęć praktycznych wykorzystywane są (lub mogą być) wszystkie instrumenty pozostające w dyspozycji OA, oraz publiczne dane dostępne w archiwach.

Doskonalenie kształcenia odbywa się poprzez:

- Pozyskiwanie najbardziej uzdolnionych uczniów na studia astronomiczne na UJ. Do tego celu pomocne są m.in.:
 - Aktywna popularyzacja wyników prowadzonych badań naukowych m.in. poprzez przygotowywanie informacji prasowych na ich temat.
 - Promocja studiów astronomicznych.
 - Wspieranie działań popularyzujących naukę i projekty edukacyjne.
- Uaktualnianie i unowocześnianie oferty dydaktycznej z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć i trendów rozwojowych światowej astronomii.
- Wydawanie podręczników akademickich autorstwa pracowników OA UJ
- Dbłość o doskonalenie jakości kształcenia, w tym podjęcie działań umożliwiających zindywidualizowane podejście do nauki studentów przez możliwość uczestnictwa w badaniach naukowych przez najzdolniejszych studentów.
- Wspieranie działalności studentów w kołach naukowych.
- Przedstawianie studentom aktualnych badań prowadzonych przez grupy badawcze aktywne w ramach UJ.
- Utrzymanie i wzmacnianie umiędzynarodowienia badań astronomicznych prowadzonych na UJ – w tym wspieranie współpracy w ramach wielkich konsorcjów międzynarodowych, indywidualnych kontaktów zagranicznych, (współ)organizację konferencji i innych wydarzeń o zasięgu międzynarodowym.
- Rozbudowę kadry poprzez zatrudnianie kompetentnych pracowników naukowych o wysokich kwalifikacjach zawodowych, także pochodzących z ośrodków zagranicznych.
- Zapraszanie profesorów wizytujących.

- Utrzymanie i wzmacnianie interdyscyplinarnego charakteru prowadzonych badań – w szczególności rozwijanie współpracy z Wydziałem Matematyki i Informatyki oraz z WFAIS, zwłaszcza w zakresie rozwoju i zastosowania nowoczesnych technologii informatycznych.

Popularyzacja wiedzy powinna być realizowana poprzez:

- Regularnie organizowane wydarzenia (np. Festiwale Nauk).
- Zwiększenie widoczności w mediach – w szczególności z pomocą wydziałowego Biura Karier i Promocji WFAIS.
- Wykorzystanie RT-3 – edukacyjnego/naukowego radioteleskopu do obserwacji linii neutralnego wodoru w ramach europejskiego projektu Hands-On Universe.
- Wspieranie działań na rzecz utworzenia Parku Nauki w Krakowie (w szczególności planetarium?).
- Wykłady popularyzujące naukę: (np. Wieczory z gwiazdami, Bliżej Nauki, Naukowe Czwartki, Artes Liberales).
- Organizację konkursów astronomicznych dla młodzieży (np. Astrolabium).
- Promocję aktywności OA UJ poprzez materiały online.
- Wykorzystanie okazji, jaką stwarza 550 rocznica urodzin Mikołaja Kopernika przypadająca w roku 2023 – np. poprzez organizację konferencji lub innych okolicznościowych wydarzeń.

Opracował zespół:

prof. dr hab. Agnieszka Pollo
 dr hab. Marian Soida, prof. UJ
 dr hab. Łukasz Stawarz, prof. UJ
 przy współpracy z kierownikami Zakładów
 Obserwatorium Astronomicznego UJ

W opracowaniu planu wzięto pod uwagę Założenia Strategii Rozwoju UJ w latach 2021–2030, Strategię Rozwoju Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej oraz kierunki rozwoju strategicznego ujęte w programie Inicjatywa Doskonałości Uczelnia Badawcza.

Strategia została przedyskutowana przez wszystkich członków Rady Dyscypliny Astronomia UJ i zatwierdzona na posiedzeniu w dniu 22.04.2021 r.