



Najważniejsze badania i projekty badawcze

Wśród badań prowadzonych na wydziale kluczową rolę odgrywają z jednej strony wywodzące się z analizy matematycznej, uprawianej w Krakowie na wysokim poziomie od dawna, z drugiej zaś, dyscypliny z pogranicza matematyki i informatyki. Szkolenie przyszłych kadr zapewnia udział wydziału w trzech dużych projektach: Międzynarodowym Projekcie Doktoranckim „Geometria i topologia w modelach fizycznych”, Środowiskowych Studiach Doktoranckich z Nauk Matematycznych oraz Interdyscyplinarnych Studiach Doktoranckich „Społeczeństwo – Technologie – Środowisko”.

- **Analiza funkcjonalna.** W ramach tej dziedziny, stanowiącej od czasów Stefana Banacha polską specjalność, badane są przestrzenie liniowe nieskończenie wymiarowe wyposażone w dodatkowe struktury. Na wydziale intensywnie studiowane są obiekty znajdujące zastosowanie zarówno w matematyce, jak i w fizyce teoretycznej, zwłaszcza w mechanice kwantowej: operatory w przestrzeniach Hilberta, Kreina i Banacha, algebry Banacha i von Neumanna.

- **Analiza zespolona.** Korzenie tej dyscypliny tkwią w XIX-wiecznych studiach nad liczbami naturalnymi. Obecnie, obok klasycznych obszarów analizy zespolonej wielu zmiennych, na wydziale prowadzone są prace nad jej nowymi gałęziami, stosowanymi w fizyce i geometrii, gdzie główne narzędzie stanowi – intensywnie obecnie badane w świecie – zespolone równanie Monge’a–Ampère’a.

- **Geometria algebraiczna.** Dziedzina ta, która wyrosła z badań układów równań wielomianowych, jest jednym z najintensywniej rozwijających się działów współczesnej matematyki. Prace prowadzone na wydziale dotyczą rozmaitości Calabiego–Yau, odgrywających podstawową rolę w fizycznej teorii superstrun. Zainspirowana tą teorią hipoteza symetrii lustrzanej przewiduje, że każda z nich ma swoje odbicie, z którym łączą ją niezwykle i ciągle nie do końca zrozumiałe związki.

- **Informatyka analityczna.** Dyscyplina ta zajmuje się badaniem algorytmów. Uzyskane wyniki mają zarówno charakter teoretyczny (złożoność obliczeniowa), jak i praktyczny (rozwój oprogramowania). W ramach badań uzyskano na przykład algorytmy rozpoznające tablice rejestracyjne poruszających się aut. Trwają badania nad możliwością zastosowania podobnych technik w diagnostyce medycznej.

- **Matematyka komputerowa.** Badania w tej dziedzinie koncentrują się wokół analizy numerycznej układów dynamicznych przy użyciu topologii i arytmetyki przedziałowej, pozwalając w szczególności na wykrywanie chaosu. Dotychczasowym ich efektem jest licząca ponad 60 tys. linii kodu biblioteka do ścisłej analizy zachowania się rozwiązań równań różniczkowych, używana przez badaczy na całym świecie.

Współpraca

Badania w naukach matematycznych mają bardziej indywidualny charakter niż w pozostałych dyscyplinach ścisłych, toteż współpraca z innymi ośrodkami rzadko przybiera charakter instytucjonalny.

Dowodem na żywe kontakty pomiędzy uczonymi wydziału i światową czołówką są prace napisane w ostatnich latach wspólnie z matematykami, fizykami i informatykami z czołowych (wg rankingów) uniwersytetów świata, takich jak Princeton, Paris 6, Texas A&M, Georgia Institute of Technology, Rutgers, Tel Aviv, Colorado, Paris 7, Pennsylvania, Toronto, Illinois, TU Berlin, Vanderbilt, Hannover i wiele innych, a także liczne wizyty informatyków i matematyków z UJ na tych oraz innych, podobnej klasy uczelniach.



Naukowcy

Prof. Sławomir Kołodziej – najważniejsze wyniki jego badań dotyczą istnienia rozwiązań zespolonego równania Monge'a–Ampère'a z osobliwościami i pozwalają konstruować przestrzenie o zadanej krzywiznie Ricciego, w tym ważne dla fizyki teoretycznej przestrzenie Kählera–Einsteina. Rezultaty te czołowi światowi matematycy, jak laureat medalu Fieldsa, Simon Donaldson (Imperial College London) i Gang Tian (Princeton University), zastosowali do wykazania długo otwartych hipotez w geometrii zespolonej. Obecnie kieruje projektem badawczym Maestro.

Prof. Wojciech Kucharz – prowadzi badania w zakresie geometrii algebraicznej i analitycznej rzeczywistej. Najważniejsze z uzyskanych przez niego wyników, dotyczące modeli algebraicznych rozmaitości gładkich i wiązek na rozmaitościach algebraicznych, były wykorzystywane przez wybitnych uczonych, takich jak János Kollár (Princeton University), Selman Akbulut (Michigan State University) i Henry C. King (University of Maryland). Jego aktualne prace wytyczają nowy kierunek badań nad zjawiskami opisywanymi przez funkcje wymierne ciągłe.

Prof. Marian Mrozek – zyskał światowe uznanie jako współautor pierwszego komputerowo wspieranego dowodu istnienia chaosu w słynnych równaniach Lorenza, który dał początek trwającym do dziś badaniom nad zastosowaniem komputerów do ścisłej analizy dynamiki. Jego grupa naukowa jest w tej specjalności światowym liderem. Jest jednym z niewielu uczonych, na cześć których skomponowano piosenkę – *Motyliadę* do słów Michała Zabłockiego i z własną muzyką wykonał kilka lat temu Grzegorz Turnau.

Prof. Jan Stochel – specjalizuje się w teorii operatorów nieograniczonych w przestrzeniach Hilberta. Najważniejsze wyniki jego badań, uzyskane wspólnie z Franciszkiem H. Szafrąncem, dotyczą nieograniczonych operatorów subnormalnych, zespolonego problemu momentów, dylatacji unitarnych układów kontrakcji i wielomianów ortogonalnych. W ostatnich latach bada przesunięcia ważne na drzewach skierowanych.

- analiza funkcjonalna
- analiza nieliniowa
- analiza zespolona
- geometria różniczkowa
- informatyka analityczna
- matematyka komputerowa
- matematyka stosowana
- geometria algebraiczna i analityczna
- układy dynamiczne
- teoria aproksymacji

Osiągnięcia

W ostatnich latach wybitne osiągnięcia zanotowali również młodszy pracownicy wydziału. Dr Sławomir Dinew, badający zespolone równanie Monge'a–Ampère'a, wykazał w szczególności jedyność jego rozwiązań. Udowodnił też twierdzenie typu Calabiego–Yau dla szerszej klasy równań hesjanowych. Studia nad rozmaitościami Calabiego–Yau prowadzone przez dr. Michała Kapustkę okazały się z kolei szczególnie ważne dla wywodzącej się z teorii superstrun hipotezy symetrii lustrzanej. Wyniki prac badawczych dr. Marcina Kozika dotyczące złożoności obliczeniowej problemu spełnialności więzów dostarczyły informacji o czasie działania programów komputerowych wykorzystywanych w badaniach sztucznej inteligencji i studiach nad bazami danych.

Zorganizowany w 2012 roku szósty Europejski Kongres Matematyki stał się najważniejszym wydarzeniem dekady promującym Kraków jako ważny ośrodek nauk matematycznych. O informatyce i matematyce uniwersyteckiej głośno jest również dzięki sukcesom studentów w Akademickich Mistrzostwach Świata w Programowaniu Zespołowym (ACM-ICPC) – złotemu medalowi z roku 2006 i brązowym zdobytym w latach 2011 i 2013 – oraz dzięki indywidualnym i zespołowym laurom (pięciokrotnie zdobyte nagrody główne) w Międzynarodowym Konkursie Matematycznym dla Studentów (IMC-US). Osiągnięcia te stawiają wydział w rzędzie czołowych instytucji w Europie kształtujących młodych naukowców.

WYDZIAŁ MATEMATYKI I INFORMATYKI

Uniwersytet Jagielloński
ul. Prof. Stanisława Łojasiewicza 6
30-348 Kraków
matinf@uj.edu.pl
www.matinf.uj.edu.pl