

Zakład Fizyki Atmosfery

1. „Badanie przyczyn zmian klimatu Ziemi przy użyciu prostego modelu klimatu”.

Opiekun: **dr hab. Krzysztof Markowicz**

Celem pracy jest przeprowadzenie analizy wpływu czynników naturalnych oraz antropogenicznych na obserwowane zmiany klimatyczne przy wykorzystaniu prostego modelu klimatu oraz metod regresji liniowej. Badane będą między innymi procesy klimatyczne związane z gazami cieplarnianymi, aerozolami atmosferycznymi, wybuchami wulkanów oraz aktywnością słoneczną. Ograniczymy się do badania zmian czasowych średniej temperatury globu w ostatnich 150 latach związanych ze zmianą wymuszania radiacyjnego będącego miarą zmian bilansu energetycznego planety.

2. „Zmienność sezonowa składu chemicznego aerozoli nad Polską”.

Opiekun: **dr hab. Krzysztof Markowicz**

Tematem pracy jest analiza wyników uzyskanych z re-analizy modeli transportu zanieczyszczeń takich jak NAAPS oraz MACC w rejonie Polski. Celem pracy jest wyznaczenie typowych przebiegów rocznych aerozoli emitowanych przez pustynnie morza i oceany, pożary oraz w skutek antropogeniczną działalność człowieka. Analizowane będą takie wielkości optyczne jak grubość optyczna, profil pionowy współczynnika ekstynkcji. Wyniki z modeli będą porównywane z trajektoriami napływu mas powietrza wyznaczonymi przy użyciu modelu HYSPLIT

3. „Badanie zmienności spektralnej albedo śniegu”

Opiekun: **dr hab. Krzysztof Markowicz**

Tematem pracy są studia nad zmiennością spektralną albedo śniegu w zakresie od 400 do 1100 nm w zależności od struktury mikrofizycznej śniegu oraz depozycji cząstek sadzy na powierzchnię śniegu. Albedo śniegu w zakresie bliskiej podczerwieni maleje szybko z długością fali. Zmienność ta zależy od wielkości płatków śniegu oraz zawartości cząstek sadzy. Antropogeniczna działalność człowieka prowadzi do redukcji albedo śniegu a tym samym do zmian bilansu radiacyjnego i temperatury powietrza w dolnej atmosferze. Efekt ten jest jednak słabo poznany ze względu na niewielką liczbę pomiarów zmian albedo śniegu w zależności od stopnia depozycji cząstek sadzy.

4. „Badanie struktur i przepływów w turbulencji atmosferycznej”.

Opiekun: **prof. dr hab. Szymon Malinowski**

Turbulencja w przepływach atmosferycznych to podstawowy mechanizm transportu pędu, ciepła, wilgoci czy zanieczyszczeń.

Do badań turbulencji wykorzystujemy pewne techniki statystyczne badania szeregów czasowych, takie jak funkcje struktury, autokorelacje, kowariancje fluktuacji.

Celem pracy będzie wykorzystanie wybranych narzędzi do analizy danych o turbulencji atmosferycznej pochodzących z pomiarów z pokładu samolotu oraz/lub pomiarów prowadzonych w Laboratorium Transferu Radiacyjnego IGF i w wysokogórskim laboratorium Schneeferenehaus na Zugspitze w Alpach Bawarskich.

Posiadane przez nas dane są na tyle unikalne, że wyniki analiz prowadzone w ramach pracy, w wypadku ich porządnego przeprowadzenia, są publikowalne w dobrych czasopismach naukowych, a autor licencjatu ma szansę zostania współautorem artykułu.

5. „Badanie rozkładu przestrzennego i kropel chmurowych”.

Opiekun: prof. dr hab. Szymon Malinowski

W Zakładzie Fizyki Atmosfery znajduje się unikalna komora chmurowa. Budujemy nowy układ wizualizacji i analizy rozkładu przestrzennego i ruchu kropel chmurowych wykorzystujący ultra rozdzielczą (5120x5120 pixeli) i szybką (do 70 klatek na sekundę) kamerę oraz lasery diodowe i impulsowe do generacji płaszczyzny światła.

W ramach proponowanej pracy licencjackiej student może wykonać jedną z wielu prac potrzebnych do uruchomienia nowego układu:

- napisać fragmenty oprogramowania do zbierania i analizy danych, także oprogramowania do sterowania układem pomiarowym;
- wykonać analizy danych które zbieramy w ramach przygotowania nowej serii eksperymentów;
- zaprojektować i wykonać własny eksperyment wykorzystując posiadane przez nas oprzyrządowanie.

Praca może zakończyć się współautorstwem publikacji.

6. „Symulacje numeryczne drobnoskalowej struktury chmur stratocumulus”.

Opiekunowie: prof. dr hab. Szymon Malinowski / dr Jesper Pedersen

W ramach tej pracy student będzie brał udział w wysoko-rozdzielczych symulacjach numerycznych chmur stratocumulus prowadzonych na superkomputerach ICM oraz w National Center for Atmospheric Research i analizował ich wyniki. Praca wymaga sprawnego poruszania się w systemie LINUX i pewnej praktyki w programowaniu. Praca może zakończyć się współautorstwem publikacji.

Zakład Fizyki Litosfery

Opiekun: dr hab. Leszek Czechowski

Fizyka wybranych procesów tektonicznych i wulkanicznych na Enceladusie (fizyka/astronomia)

Korzystając głównie z Internetu należy omówić fizyczne aspekty procesów geodynamicznych na satelicie Saturna – Enceladusie. Jest to niewielki satelita lodowo-skalny, wykazujący silną aktywność tektoniczną i wulkaniczną. Należy omówić główne tektoniczne procesy, w tym właściwości reologiczne litosfery (lód wodny z zawartością innych związków), deformacje pływowe będące źródłem energii dla satelity, możliwą konwekcję we wnętrzu satelity, mechanizm prowadzący do krio-wulkanizmu (rodzaj gejzerów) oraz mechanizm poziomych ruchów fragmentów litosfery. Porównać to z analogicznymi procesami na Ziemi. Możliwe są dwa warianty pracy w zależności od zainteresowań piszącego; wariant poświęcony głównie tektonice lub krio-wulkanizmowi satelity. Praca przeglądowa, choć możliwe są pewne rozszerzenia o własne obliczenia. Możliwa jest kontynuacja tematu w ewentualnej pracy magisterskiej i doktorskiej. Dla zainteresowanych innymi ciałami niebieskimi możliwe jest odpowiednie dostosowanie tematu.

Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

- ***Rzeki na Ziemi, Marsie i Tytanie - porównanie*** (fizyka/astronomia)

Sondy kosmiczne dostarczyły nam danych świadczących o obecnych rzekach ciekłych węglowodorów na Tytanie oraz o wodnych rzekach płynących w przeszłości na Marsie. Celem pracy jest przegląd podstawowych parametrów rzek na różnych ciałach Układu Słonecznego i ich porównanie. W pracy przewiduje się zapoznanie z numerycznym modelowaniem rzek za pomocą gotowych programów numerycznych lub eksperymenty na basenie sedymentacyjnym. Praca daje okazję zapoznania się z równaniami opisującymi zjawisko, zasadami numerycznego modelowania i opracowaniem wyników. Możliwe jest rozszerzenie badań do uzyskania oryginalnych wyników i ich publikacji. Praca wykonywana jest w ramach grupy badawczej (Extraterrestrial Rivers Modeling Group). Możliwe jest też kontynuowanie tematu w pracy magisterskiej i doktorskiej.

Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

- ***Temat planetologiczny do uzgodnienia*** (fizyka/geofizyka)

Dla osób zainteresowanych konkretnymi procesami powierzchniowymi i wewnętrznymi na planetach grupy ziemskiej (razem z Ziemią i Księżycem) lub na innych stałych ciałach w Układzie Słonecznym możliwy jest temat do uzgodnienia. Dotyczy to takich procesów wewnętrznych jak: konwekcja w stałych płaszczach planet i związane z tym globalne procesy tektoniczne, globalna tektonika na planetach (np. tektonika płyt), deformacje pływowe, wulkanizm. Możliwe jest też badanie procesów zewnętrznych jak ewolucja rzek na planetach lub procesy lodowcowe na Marsie.

Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

- ***Tektonika płyt w Europie*** (fizyka)

Należy omówić podstawy tektoniki płyt: podział na litosferę oceaniczną i kontynentalną, proces subdukcji i rozrostu dna oceanicznego. Następnie należy omówić współczesne procesy tektoniczne w Europie i jej otoczeniu (wypiętrzanie Alp, Karpat, podział tektoniczny na płyty, ruch płyt względem siebie). Praca przeglądowa w oparciu o wybrane opracowania i literaturę fachową. Możliwa jest kontynuacja tematu w ewentualnej pracy magisterskiej z publikacją oryginalnych wyników. Dla zainteresowanych innym, szczególnym rejonem Ziemi, możliwe jest dostosowanie tematu.

Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

Opiekun: prof. dr hab. Marek Grad

- ***Granica litosfera – astenosfera (LAB) w płaszczu Ziemi***

Fakty i poglądy na granicę litosfera – astenosfera. Charakterystyka „sztywnej” litosfery i „miękkiej” astenosfery. Przegląd danych sejsmicznych (prędkości fal P i S, fale powierzchniowe, tłumienie, anizotropia); LAB elastyczny, termiczny, magnetotelluryczny. LAB pod oceanami i kontynentami. Problem występowania astenosfery pod starymi

kratonami.

Wymagania: angielski, literatura zagraniczna, materiały z dobrych źródeł internetowych.

- ***Liniowe anomalie magnetyczne – zapis zmian polarności pola magnetycznego Ziemi***

Zmiany pola magnetycznego Ziemi: deklinacja, inklinacja, moment magnetyczny, dryft pola magnetycznego. Odwracanie polarności pola magnetycznego i zapis tych zmian w postaci liniowych anomalii magnetycznych skorupy oceanicznej. Tabela magnetostratygraficzna i epoki magnetyczne.

Wymagania: angielski, literatura krajowa i zagraniczna, materiały z dobrych źródeł internetowych.

- ***Temat do uzgodnienia***

Temat będzie określony na podstawie zaproponowanej przez licencjata tematyki związanej z budową i procesami we wnętrzu Ziemi. W wyniku dyskusji zostanie określony zakres pracy oraz dobór odpowiednich źródeł.

Wymagania: angielski?, literatura krajowa i zagraniczna? – do ustalenia.

Opiekun: dr hab. Konrad Kossacki

- ***Jądra komet, właściwości płaszcza pyłowego*** (fizyka/astronomia)

Praca polega na sporządzeniu przeglądu obserwacji i poglądów dotyczących gęstości i przewodnictwa cieplnego warstwy pyłu pokrywającego jądra komet.

Wymagania: Znajomość języka angielskiego.

Materiały: artykuły w specjalistycznych czasopismach zagranicznych

- ***Jądra komet, kształt i topografia*** (fizyka/astronomia)

Praca polega na zestawieniu obserwacji dotyczących kształtu i topografii jąder komet.

Wymagania: Znajomość języka angielskiego

Materiały: Artykuły w specjalistycznych czasopismach zagranicznych

dr Monika Wilde-Piórko

- ***Analiza oceny jakości wybranych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008***
(fizyka)

Praca na polega na sporządzeniu statystyki oraz widma gęstości mocy (PSD) sejsmogramów zarejestrowanych przez kilka, wybranych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 przy pomocy pakietu PQLX.

Wymagania: znajomość języka angielskiego na poziomie średnio-zaawansowanym,

podstawy systemu Linux.

- **Wyznaczenie orientacji składowych wybranych szerokopasmowych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 na podstawie polaryzacji fal Rayleigha** (fizyka)

Praca polega na wyznaczeniu orientacji składowych przestrzennych wybranych szerokopasmowych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 poprzez wyznaczenie polaryzacji zarejestrowanych przez nie fal Rayleigha.

Wymagania: znajomość języka angielskiego na poziomie średnio-zaawansowanym, podstawy systemu Linux.

- **Wyznaczenie rozkładu residuów czasów przyjscia fal sejsmicznych na obszarze Europy Centralnej na podstawie danych eksperymentu PASSEQ 2006-2008** (fizyka)

Na podstawie kilku wybranych dalekich trzęsień ziemi zarejestrowanych przez stacje sejsmiczne międzynarodowego pasywnego eksperymentu sejsmicznego PASSEQ 2006-2008 należy wyznaczyć residua czasów przyjscia fal sejsmicznych dalekich trzęsień ziemi w stosunku do referencyjnego modelu (np., iasp91, ak135). Wynikiem opracowania będzie mapa residuów na obszarze Europy Centralnej w strefie Szwu-Transueuropejskiego, głównej jednostki tektonicznej przebiegającej przez obszar Polski oddzielającej „młode” i „stare” struktury kontynentalne.

Wymagania: znajomość języka angielskiego na poziomie średnio-zaawansowanym, podstawy systemu Linux.

Zakład Optyki Informacyjnej

1. „Plazmonika czyli optyka nanostruktur metalicznych” (fizyka, inżynieria nanostruktur).

Przegląd literatury.

Opiekun: **prof. dr hab. Tomasz Szoplik**, tszoplik@mimuw.edu.pl

Plazmonika to stosunkowo nowa dziedzina fizyki poświęcona badaniu właściwości powierzchniowej fali plazmonowo-polarytonowej, która propaguje się po powierzchni granicznej między dielektrykiem i metalem szlachetnym. Plazmonowa fala powierzchniowa w metalu (czyli kolektywne wzbudzenia elektronów) jest sprzężona z powierzchniową falą polarytonową w dielektryku (czyli falą zanikającą w kierunku prostopadłym do powierzchni). Powierzchniowej fali plazmonowo-polarytonowej przypisujemy dwoistą naturę: ładunku powierzchniowego i fali elektromagnetycznej. Plazmon powierzchniowy wnika w metal na głębokość naskórkową (skin depth), która w Ag, Au, Cu w zakresie częstości optycznych wynosi około 15nm. Zasięg plazmonów zależy od strat w metalu i może sięgać setek mikrometrów. Fala polarytonowa zachowuje się jak fala zanikająca, czyli jej zasięg jest mały, rzędu długości fali. Obecny rozwój plazmoniki wynika z osiągniętych niedawno możliwości wytwarzania struktur o rozmiarach nanometrowych i nowych metod charakteryzacji za pomocą wysoko rozdzielczych mikroskopów skanujących powierzchnie próbek bardzo cienkimi sondami. Informacja o morfologii powierzchni jest uzyskiwana przez wykorzystanie sił Van der Waalsa (atomic force microscope), prądu tunelowania między próbką i sondą (scanning tunneling microscope), albo optycznych fal zanikających w bliskim polu dyfrakcyjnym próbki (scanning near-field optical microscope). Wymienione trzy typy mikroskopów skanujących zapewniają zdolność rozdzielczą od nanometra do kilku dziesiątek nanometrów, czyli od setnej do dziesiątej części długości fali świetlnej. W zależności od zainteresowań

osoby chętnej do wykonania tej pracy można ustalić szczególne zaakcentowanie jakiejś właściwości czy jakiegoś zastosowania plazmonów.

2. „Wytwarzanie metalowych, podfaliowych siatek dyfrakcyjnych” *(fizyka, inżynieria nanostruktur).*

Przegląd literatury + praca doświadczalna.

Opiekun: **prof. dr hab. Tomasz Szoplik**, tszoplik@mimuw.edu.pl

Celem projektu jest wytwarzanie zespołów metalowych nanodrutów na pofalowanych podkładach i zbadanie ich właściwości optycznych. Właściwości optyczne podfaliowych sieci nanodrutów zależą od ich kształtu, gęstości i wzajemnej orientacji. Wytworzone struktury powinny wykazywać zdolność kształtowania frontu falowego oraz filtracji spektralnej promieniowania odbitego lub przepuszczonego. Wytwarzania uporządkowanych zespołów nanoreliefów w krystalicznym szafirze lub szkłe będzie wykonane za pomocą trawienia jonami argonu o energii do 5 keV. Trawienie zostanie przeprowadzone za pomocą urządzenia Precision Ion Polishing System (PIPS) firmy Gatan (w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego WF UW). Na ustrukturyzowane powierzchnie będą naparowywane nanowarstwy srebra lub aluminium w taki sposób, że metal będzie наносzony tylko na jeden stok reliefu. Naparowywanie nanodrutów zostanie wykonane za pomocą napyłarki z wiązką elektronową PVD75 firmy Lesker w Zakładzie Optyki Informacyjnej WF UW. Badanie właściwości optycznych wytworzonych struktur zostanie wykonane w laboratorium optycznym Zakładu Optyki Informacyjnej WF UW. W szczególności, zdolność polaryzacyjna próbek będzie sprawdzana za pomocą polarymetru firmy Thorlabs oraz spektrometru na zakres 200-1000 nm firmy Thorlabs.

3. „Badanie właściwości optycznych mikrosoczewek wykonanych techniką wyciskania na gorąco”

(fizyka, inżynieria nanostruktur)

Opiekun: **dr hab. Rafał Kasztelanic**, kasztel@mimuw.edu.pl

Technologia wyciskania na gorąco jest efektywną i stosunkowo tanią metodą wytwarzania różnego rodzaju elementów. Technologię tą można m. in. wykorzystać do wytwarzania szklanych soczewek. Celem pracy jest zbadanie jak proces replikacji kolejnych elementów wpływa na ich jakość optyczną. Na podstawie badania jakości powierzchni uzyskanych soczewek, ich zdolności skupiającej oraz rozdzielczości należy oszacować jaki wpływ na te parametry mają szczegóły procesu wyciskania na gorąco oraz historia stempli. Praca ma charakter eksperymentalny i polegać będzie na budowie i wykorzystaniu układów optycznych, za pomocą których możliwy będzie pomiar podstawowych właściwości optycznych soczewek.

4. „Warstwowe metamateriały optyczne i absorbery” *(fizyka, inżynieria nanostruktur)*

Opiekun: **dr hab. Rafał Kotyński**, rafalk@fuw.edu.pl

Celem pracy jest przeprowadzenie modelowania (zaprojektowanie i określenie właściwości optycznych) wybranych cienkowarstwowych struktur metaliczno-dielektrycznych, czasem określanych jako optyczne metamateriały warstwowe, być może również wykonanie jednej ze struktur techniką PVD. Strukturami będącymi przedmiotem badań będą 1. struktury dopasowane impedancyjnie do powietrza (metamateriał o jednostkowej składowej efektywnej przenikalności elektrycznej); 2. przezroczyste struktury składające się głównie z metalu; 3. struktury pozwalające na obrazowanie nadrozdzielcze (ang. superlens), 4. absorbery elektromagnetyczne dla zakresu bliskiej podczerwieni lub dla pełnego zakresu promieniowania ciała doskonale czarnego w temperaturze pokojowej (trochę jak stealth).

5. „Detekcja z kompresją” *(fizyka, inżynieria nanostruktur)*

Opiekun: **dr hab. Rafał Kotyński**, rafalk@fuw.edu.pl

Teoria detekcji z kompresją (ang. compressed detection; nie należy jej mylić z numerycznymi algorytmami kompresji) jest rozwijaną od kilkunastu lat i niedawno zastosowaną w optyce teorią przetwarzania sygnałów, która pozwoliła m.in. na zbudowanie aparatu fotograficznego praktycznie pozbawionego

elementów optycznych, oraz kamery zawierającej elementy MEMS (mikro-elektro- mechaniczne) z pojedynczym (ang. single-pixel) detektorem, które zastępują klasyczną macierz detektorów. Taką kamerę można wykonać dla praktycznie dowolnego zakresu długości fal, dla której istnieją detektory. Na pracę będzie się składać przeprowadzenie studium literaturowego oraz poznanie narzędzi numerycznych pozwalających na wykorzystanie metod detekcji z kompresją.

6. „Wiązki Airy” (*fizyka, inżynieria nanostruktur*)

Opiekun: dr hab. Rafał Kotyński, rafalk@fuw.edu.pl

Celem pracy będzie zaprojektowanie i wykonanie elementu dyfrakcyjnego do wytwarzania wiązek Airy, czyli wiązek optycznych, które nie propagują się prosto, ale zakręcają. Praca obejmie także modelowanie propagacji takiej wiązki. Do wykonania pracy zapraszam szczególnie osoby, które uzyskały już podstawową wiedzę dotyczącą modelowania struktur fotonicznych, lub są gotowe poświęcić czas na nauczanie się jednej z metod modelowania (najlepiej metody propagacji wiązki BPM) i technik projektowania elementów dyfrakcyjnych.

7. „Pułapkowanie optyczne cząstek przy pomocy wiązek optycznych o złożonej strukturze”

(*fizyka, inżynieria nanostruktur*). Przegląd literatury z możliwym rozwinięciem eksperymentalnym.

Opiekun: dr hab. Ryszard Buczyński, rbuczyns@igf.fuw.edu.pl

Wiązka optyczna umożliwia pułapkowanie i przemieszczanie różnych mikroskopowej wielkości cząstek. Odpowiednie ukształtowanie przestrzennego rozkładu natężenia umożliwia porządkowanie i sortowanie cząstek pod względem wielkości, kształtu, absorpcji, itp.. Praca przeglądowa na podstawie literatury będzie poświęcona opisowi metod pułapkowania oraz ich zastosowaniom w optofluidyce. W ramach pracy przewidywane jest wykonanie eksperymentu pułapkowania cząstek.

8. „Elektroporacja pojedynczych komórek” (*fizyka, inżynieria nanostruktur*). Przegląd literatury.

Opiekun: dr hab. Ryszard Buczyński, rbuczyns@igf.fuw.edu.pl

Elektroporacja to metoda umożliwiająca przenikanie makrocząsteczek z przestrzeni międzykomórkowej do wnętrza komórek poprzez błonę komórkową dzięki kanałom tworzącym się pod wpływem pola elektromagnetycznego. Metoda ta jest stosowana przypadku nowotworów lekoopornych, w transfekcji kwasów nukleinowych, w terapii fotodynamicznej a także przy utrwalaniu żywności. Nowe narzędzia pozwalają na elektroporacje selektywną pojedynczych komórek. Praca przeglądowa na podstawie literatury będzie poświęcona opisowi metod elektroporacji pojedynczych komórek oraz opisowi oddziaływania pola elektrycznego z błoną komórkową.

9. „Właściwości światłowodów mikrostrukturalnych wypełnionych cieczami” (*fizyka, inżynieria nanostruktur*). Praca o charakterze doświadczanym z elementami przeglądu literatury.

Opiekun: dr hab. Ryszard Buczyński, rbuczyns@igf.fuw.edu.pl

Światłowodów mikrostrukturalne stanowią interesujący ośrodek optyczny do badania zjawisk nieliniowych. Wypełnienie otworów powietrznych cieczami pozwala na modyfikację ich właściwości optycznych. W zależności od paramentów włókna i wybranej cieczy obserwuje się szereg zjawisk nieliniowych min. generację trzeciej harmonicznej, generację supercontinuum, itp. Praca będzie miała za cel przedstawienie najciekawszych osiągnięć związanych z zastosowaniami światłowodów fotonicznych wypełnionych cieczami na podstawie literatury. Student będzie brał udział w pracach związanych z wypełnianiem światłowodów cieczami oraz pomiarami ich właściwości.

10. „Dyfrakcyjne elementy optyczne” (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow, kmacukow@mimuw.edu.pl

Praca ma charakter referatowy. Jest oparta na danych z dostępnej literatury. Powinna między innymi zawierać:

- podstawy teoretyczne tworzenia dyfrakcyjnych elementów optycznych;
- metody i techniki otrzymywania;

- przykłady konkretnych elementów i ich zastosowanie.

11. „Korelacyjne metody rozpoznawania obrazów” (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow**, kmacukow@mimuw.edu.pl

Praca ma charakter referatowy. Jest oparta na danych z dostępnej literatury. Powinna m.in. zawierać:

- Prosty opis funkcji korelacji jako miary podobieństwa obrazów;
- Realizacja optyczna funkcji korelacji;
- Rozpoznawanie niezależne od jakości obrazu (obróć, skala, szum, deformacja itd.);
- Przykłady współczesnych zastosowań.

12. „Mikrooptyka i jej wykorzystanie w procesie obrazowania” (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow**, kmacukow@mimuw.edu.pl

Praca ma charakter referatowy. Jest oparta na danych z dostępnej literatury. Powinna m.in. zawierać:

- Ogólna charakterystyka elementów mikrooptycznych;
- Metody i techniki otrzymywania (metody dyfrakcyjne i refrakcyjne);
- Matryce mikrooptyczne i ich zastosowanie w nowoczesnych detektorach światła;
- „Oko muchy” jako przykład mikrooptyki w przyrodzie.

13. „Wykorzystanie zjawiska fluorescencji w praktyce optometrycznej i okulistycznej” (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **dr hab. Marek Kowalczyk-Hernandez**

14. „Binokularny autorefraktometr otwartego pola - budowa, zastosowania i porównanie z innymi typami autorefraktometrów” (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **dr hab. Marek Kowalczyk-Hernandez**