

SPECJALNOŚĆ C METEOROLOGIA:

PRZEDMIOTY SPECJALISTYCZNE:

podstawy fizyki atmosfery

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treść przedmiotu: Kinematyka ośrodka ciągłego. Opis ruchu ośrodka płynnego w ujęciu Eulera, Lagrange'a. Pola prędkości i przyspieszenia w atmosferze. Dywergencja i rotacja pól wektorowych. Pola potencjalne. Pochodne materialne. Pojęcie adwekcji. Geometryczne aspekty pól. Dynamika ruchu atmosfery. Prawo Newtona w nieinercyjnym układzie odniesienia. Siły powierzchniowe lepkości. Siły objętościowe - inercyjne, gradientu ciśnienia, Coriolisa. Wymuszenia zewnętrzne. Ogólna postać układu równań dynamiki atmosfery. Zasady zachowania. Ogólna zasada zachowania wielkości skalarnych i wektorowych. Twierdzenia całkowite Gaussa (diwergencji), Leibnitz'a. Równanie zachowania masy. Zasada zachowania pędu - prawo Newtona. Parametryzacja sił lepkości Stokesa. Pierwsze prawo termodynamiki. Zasada zachowania energii. Równanie Bernoulliego. Układ równań Naviera - Stokesa. Cyrkulacja i wirowość atmosfery. Twierdzenie Stokesa. Rurki wirowe. Wirowość całkowita i potencjalna. Równania wirowości - barotropowe Rossby'ego, baroklinowe Ertela. Związek między polami prędkości, dywergencji i wirowości. Prawo Helmholtz'a, twierdzenie Kelvina. Atmosfera baroklinowa a twierdzenie Bierknesa. Procesy wirowe w atmosferze - pasaty, bryzy, prądy morskie. Równania ruchu atmosfery. Równanie atmosfery we współrzędnych sferycznych. Układ prymitywny - przybliżenie hydrostatyczne. Równania w zmiennych dywergencji i wirowości. Uproszczenia Lorentza - przybliżenie solenoidalne i quasi-geostroficzne. Diagnostyczne równanie balansu. Równania dynamiki atmosfery w układzie z uogólnioną współrzędną pionową. Ruchy falowe w atmosferze. Liniowa teoria zaburzeń. Podstawowe własności fal - dyspersja, prędkość grupowe. Fale akustyczne, grawitacyjne, topograficzne, inercyjno-grawitacyjne, balans geostroficzny, fale Rossbiego - barotropowe i baroklinowe. Warstwa graniczna atmosfery. Turbulencja w atmosferze - lepkość turbulencyjna. Aproksymacja Boussinesq'a. Uśrednienie Reynoldsa. Równania warstwy granicznej. Warstwa Eckmana. Warstwa powierzchniowa. Parametr długości mieszania turbulentnego. Niestabilność barotropowa i baroklinowa. Kryteria badania niestabilności (Lapunowa, Poincare). Warunki konieczne i wystarczające niestabilności barotropowej. Warunki wystąpienia niestabilności baroklinowej. Wiatry w atmosferze. Wiatr geostroficzny, adwekcja geostroficzna, wiatr ageostroficzny, wiatr gradientowy, izaliobaryczny, antytryptyczny, cyklotropyczny. Wiatr w planetarnej warstwie granicznej (Mohna, Guldburga). Pionowy rozkład wiatru w atmosferze turbulencyjnej. Prądy pionowe. Przybliżenie quasi-geostroficzne - równanie wirowości, tendencji geopotencjału, wirowości potencjalnej. Diagnostyczne równania prądów pionowych - klasyczne równanie Omega, postać Trenbertha. Wektory Q - interpretacja fizyczna. Równanie Omega w konwencji wektorów Q. Przepływy ageostroficzne. Geostroficzna funkcja frontogenetyczna. Frontoliza i frontogeneza. Funkcja frontogenetyczna wyznaczona na podstawie meteorologicznych pól mezoskalowych. Termiczne właściwości atmosfery. Termodynamika powietrza suchego i wilgotnego. Termiczne uwarstwienie troposfery. Strefy frontowe. Wiatr termiczny. Mapy izentropowe. Diagramy termodynamiczne. Własności emagramu, tefigramu, diagramu Stuve'go, diagramu Skew T-log p. Interpretacja fizyczna i analiza wyników pionowego sondowania atmosfery na diagramie Skew T-log p. Zastosowanie wyników analizy diagramu do diagnozy/prognozy stanu atmosfery. Interpretacja fizyczna i analiza wyników pionowego sondowania atmosfery na diagramie Stuve'go. Analiza zjawisk fizycznych na podstawie diagramu Stuve'go. Praktyczne wykorzystanie wyników analizy diagramu. Porównanie diagramów Skew T-log p i Stuve'go.

Efekty kształcenia: umiejętność interpretacji fizycznej równań i związków opisujących ewolucję procesów atmosferycznych wykorzystywanych do opisu procesów i zjawisk fizycznych zachodzących w atmosferze; opis stanu atmosfery na podstawie danych aerologicznych.

meteorologia ogólna

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treść przedmiotu: Podstawowe pojęcia meteorologii i klimatologii. Elementy meteorologiczne. Obserwacje meteorologiczne, sieć służby pogody, współpraca międzynarodowa. Atmosfera ziemska. Równanie stanu dla powietrza suchego. Równanie hydrostatyki. Formuły baryczne. Atmosfera standardowa. Temperatura i wilgotność powietrza. Ciśnienie atmosferyczne. Poziome ruchy powietrza; siły działające na poruszające się powietrze. Chmury i meteory; obserwacja zachmurzenia. Widzialność. Automatyczne stacje i systemy pomiarowe. Masy powietrza. Ogólna cyrkulacja atmosfery. Fronty atmosferyczne. Układy baryczne. Promieniowanie elektromagnetyczne. Promieniowanie Słońca i Ziemi, równowaga radiacyjna. Bilans energetyczny układu Ziemia - atmosfera. Bilans energetyczny promieniowania, rozkład przestrzenny. Systemy satelitów meteorologicznych. Zdjęcia satelitarne. Kanały spektralne. Podstawy analizy zdjęć.

Efekty kształcenia: umiejętność interpretacji zjawisk atmosferycznych, rozpoznawania rodzajów, gatunków i odmian chmur oraz meteorów oraz podstawowej analizy meteorologicznych zdjęć satelitarnych i map synoptycznych.

teledetekcyjne badanie atmosfery

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treści kształcenia: Analiza procesów atmosferycznych i systemów zachmurzenia różnej skali na podstawie zdjęć satelitarnych. Wykorzystanie zdjęć satelitarnych do prognozowania pogody. Własności spektralne obrazowań z MSG. Organizacja, struktura i tekstura zachmurzenia. Wstępna identyfikacja elementów obrazowań. Systemy zachmurzenia skali synoptycznej. Interpretacja systemów zachmurzenia pierzastego. Interpretacja systemów zachmurzenia kłębiastego. Interpretacja systemów zachmurzenia stref baroklinowych. Rozpoznawanie mas powietrza i układów barycznych. Transformacja mas powietrza. Ocena równowagi mas powietrza. Efekty różnego nagrzewania podłoża. Transformacja ciepłych i chłodnych oraz wilgotnych i suchych mas powietrza. Wpływ orografii na transformację mas powietrza. Identyfikacja organizacji, struktury i tekstury zachmurzenia. Fronty główne. Systemy zachmurzenia frontów chłodnych. Systemy zachmurzenia frontów ciepłych. Systemy zachmurzenia frontów zokludowanych. Systemy zachmurzenia fal skali synoptycznej. Analiza stadiów rozwoju cyklonów i frontów atmosferycznych. Typologia frontów głównych i cyklonów umiarkowanych szerokości geograficznych. Systemy zachmurzenia frontów głównych i cyklonów. Analiza struktury systemów zachmurzenia frontów głównych i cyklonów. Cyklogeneza i frontogeneza. Obszary obniżonego ciśnienia umiarkowanych szerokości geograficznych. Charakterystyczne cechy systemów zachmurzenia poprzedzające cyklogenezę. Typy cyklogenezy. Cyklogeneza związana z cyklonami tropikalnymi. Okluzje i cyklony dojrzałe. Niże polarne. Cyklogeneza i frontogeneza. Analiza struktury systemów zachmurzenia skali synoptycznej pod kątem wykrywania i rozpoznawania symptomów frontogenezy i cyklogenezy. Zdjęcia satelitarne zjawisk mezoskalowych. Systemy zachmurzenia kłębiastego. Zachmurzenia kłębiaste nad obszarami wodnymi. Zachmurzenia kłębiaste nad obszarami lądu. Zachmurzenie związane z burzami. Mezoskalowe systemy zachmurzenia kłębiastego. Mgły i chmury piętra niskiego. Chmury orograficzne. Mezoskalowe systemy zachmurzenia. Analiza mezoskalowych struktur zachmurzenia. Analiza dynamiki atmosfery. Animacje serii obrazowań. Oddziaływanie fal akustycznych z atmosferą. Rozpraszanie, pochłanianie i refrakcja fal akustycznych w atmosferze turbulentnej. Rozpraszanie dźwięku na hydro- i litometeorach. Systemy akustycznego sondowania atmosfery. Układy nadawcze, odbiorcze i rejestracji oraz przetwarzania echosygnatów sodarowych. Charakterystyki kierunkowości promieniowania anten sodarowych. Układy pomiarowe do badania struktury termicznej i wiatrowej atmosfery. Pomiar wiatru metodą dopplerowską. Wykrywanie obszarów niestabilności wiatrowych – „uskok wiatru”. Metody radiolokacyjne stosowane w meteorologii. Podstawowe zasady wykrywania i pomiaru współrzędnych. Radioecho od obiektów meteorologicznych. Wykorzystanie danych radiolokacyjnych w praktyce synoptycznej. Cyfrowe przetwarzanie ech

radarowych od obiektów meteorologicznych. Systemy meteorologicznych radarów dopplerowskich. Optyczne przyczyny uwarstwienia atmosfery. Transformacja promieniowania w ośrodku turbulentnym. Metody laserolokacji atmosfery. Lidarowe układy pomiarowe. Laserowy pomiar widzialności i wysokości podstawy chmur. Monitoring pola termicznego dolnej atmosfery. Lidarowe metody pomiaru pola wiatru. **Efekty kształcenia:** umiejętność wykorzystania danych satelitarnych, radarowych, sodarowych i laserowych do badania procesów atmosferycznych oraz opisu stanu atmosfery i warunków lotu statków powietrznych.

techniki pomiarów w meteorologii

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treść przedmiotu: Pomiar i obserwacje w meteorologii. Zakres przedmiotu. Klasyfikacja pomiarów. Sieć stacji i posterunków meteorologicznych. Zasady i terminy wykonywania pomiarów i obserwacji. Temperatura powietrza. Procesy fizyczne wykorzystywane w termometrii. Konstrukcja termometrów i termografu. Wykonywanie pomiarów temperatury. Poprawki. Dobowy przebieg temperatury. Pionowy profil temperatury. Ciśnienie atmosferyczne. Konstrukcja barometrów, aneroidów i barografów. Barometry cyfrowe. Wykonywanie pomiarów ciśnienia. Poprawki. Redukcja ciśnienia do poziomu morza. Wilgotność powietrza. Ciśnienie pary wodnej w powietrzu wilgotnym. Konstrukcja psychrometrów, higrometrów i higrografów. Wykonywanie pomiarów wilgotności powietrza. Poprawki. Tablice psychrometryczne. Wiatr przy powierzchni Ziemi. Zasady pomiaru prędkości i kierunku wiatru. Konstrukcja wiatromierzy. Wykonywanie pomiarów prędkości i kierunku wiatru. Szacowanie i obserwacje wiatru przy powierzchni Ziemi – skala Beauforta. Siły działające na poruszające się powietrze. Wiatr geostroficzny i gradientowy. Rozkład wiatru w przyziemnej warstwie atmosfery. Zachmurzenie. Wykonywanie obserwacji zachmurzenia. Rozpoznawanie rodzajów, gatunków i odmian chmur oraz zjawisk towarzyszących. Metody pomiaru i szacowania wysokości podstawy chmur. Konstrukcja mierników wysokości podstawy chmur. Wykonywanie pomiarów wysokości podstawy chmur. Widzialność. Widzialność meteorologiczna. Widzialność wzdłuż drogi startowej (RVR). Czynniki zmniejszające widzialność. Konstrukcja widzialnościomierza. Wykonywanie obserwacji i pomiarów widzialności. Widzialność pozioma, skośna i pionowa, ich wzajemne zależności i zależność od niskich chmur. Opady atmosferyczne. Definicja meteorów i klasyfikacja hydrometeorów. Związki opadów i rodzajów chmur. Konstrukcja deszczomierzy i pluwiografów. Wykonywanie obserwacji opadu i pomiarów wysokości opadu. Parowanie. Czynniki wpływające na parowanie wody. Parowanie z różnych powierzchni. Konstrukcja ewaporometrów. Wykonywanie pomiarów parowania. Obserwacje morskie. Pomiar temperatury powierzchni morza. Fale morskie. Zjawiska specjalne. Pokrywa lodowa na morzu. Usłonecznienie. Konstrukcja heliografu. Pomiar usłonecznienia. Stan gruntu. Grunt reprezentatywny dla stacji. Pomiar temperatury gruntu i przy gruncie. Wykonywanie obserwacji stanu gruntu. Pomiar aerologiczne. Radioteodolitowy system sondażowy. Pionowy profil atmosfery. Automatyczne meteorologiczne systemy pomiarowe. Stacje automatyczne. Rozproszone systemy pomiarowe. Lotniskowe systemy pomiarów meteorologicznych.

Efekty kształcenia: umiejętność wykonywania obserwacji i pomiarów meteorologicznych dla zabezpieczania działań lotnictwa oraz przygotowania i redagowania dokumentów z pomiarów meteorologicznych.

klimatologia

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treść przedmiotu: Przedmiot i zadania klimatologii. Klimaty kuli ziemskiej. Pojęcie klimatu. Podstawowe procesy klimatotwórcze. Bilans energetyczny powierzchni Ziemi. Geograficzne czynniki kształtujące klimat. Oddziaływanie systemów ocean - atmosfera. Geograficzny i sezonowy rozkład frontów atmosferycznych. Klimatologia regionalna. Pojęcie makro-, mezo- i mikroklimatu. Skala zjawisk i procesów klimatotwórczych. Typy klimatów. Klimat Europy i Polski. Region klimatyczny, dziedzina

klimatyczna. Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany klimatu. Klimat regionów uprzemysłowionych. Historia i ewolucja klimatu Ziemi. Przyczyny i przewidywane zmiany klimatu. Metody opracowań klimatologicznych.

Efekty kształcenia: umiejętność wykorzystania opracowań klimatycznych w procesie meteorologicznego zabezpieczenia działań lotnictwa oraz opracowanie charakterystyk mikroklimatologicznych rejonów działań i lotnisk.

systemy informacyjne w meteorologii

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treść przedmiotu: Współczesne technologie teleinformatyczne i sieciowe systemy operacyjne. Standardy szeregowej transmisji danych. Transmisje i protokoły wymiany danych. Rodzaje i zastosowanie mediów transmisyjnych. Budowa, działanie oraz zastosowanie modemów. Topologia i działanie lokalnych sieci komputerowych. Sieciowe systemy operacyjne. Zarządzanie siecią i bezpieczeństwo danych. Struktura, usługi oraz zasoby sieci Internet. Systemy wyszukiwawcze w sieci Internet. Zintegrowane usługi sieci cyfrowej (ISDN). Abonencki dostęp kablowy i bezprzewodowy. Systemy wymiany danych wykorzystywane w zagranicznych służbach meteorologicznych. Sieć Stałej Łączności Lotniczej (AFTN). Łączność radiowa i satelitarna.

Efekty kształcenia: umiejętność pozyskiwania informacji do zabezpieczenia działań lotnictwa z baz danych meteorologicznych poprzez sieci teleinformatyczne.

meteorologia synoptyczna

Kody przedmiotów przygotowujących

Treść przedmiotu: Przedmiot i zadania meteorologii. Źródła informacji. Pola elementów meteorologicznych. Wielkoskalowe procesy pogodotwórcze. Skale cyrkulacji. Stałe i sezonowe ośrodki działania atmosfery. Masy powietrza. Klasyfikacja i transformacja mas powietrza. Pole ciśnienia i temperatury. Charakterystyka układów ciśnienia, warunki powstawania, stadia rozwojowe. Cyklo- i antycyklogenezy. Regeneracja cyklonów i antycyklonów. Fronty atmosferyczne. Fronty w polu elementów i zjawisk atmosferycznych. Analiza frontów na mapach synoptycznych i diagramach termodynamicznych. Prognoza sytuacji synoptycznej. Obliczanie prognostycznego położenia układów barycznych, frontów atmosferycznych. Konstrukcja drogi cząstek powietrza. Prognoza elementów i zjawisk atmosferycznych. Prognoza zachmurzenia. Prognoza opadów jednostajnych i mżystych. Prognoza wiatru przyziemnego i górnego. Prognoza temperatury powietrza. Prognoza przymrozków. Prognoza zjawisk specjalnych związanych ze zmianami temperatury i wilgotności powietrza. Prognoza burz i opadów przelotnych. Redagowanie prognoz pogody.

Efekty kształcenia: umiejętność kompleksowej analizy materiału synoptycznego oraz wykorzystania metod prognozy zjawisk i procesów kształtujących pogodę do opracowania lotniczych prognoz pogody.

podstawy numerycznego prognozowania pogody

Kody przedmiotów przygotowujących

Treść przedmiotu: Wprowadzenie do przedmiotu. Układy równań atmosfery baroklinowej i barotropowej. Wektor baroklinowości. Równania dynamiki w projekcji stereograficznej. Różnicowe metody rozwiązywania równań dynamiki. Metoda siatek. Podstawowe pojęcia. Aproksymacja pochodnych przestrzennych schematami różnicowymi. Dokładność rozwiązania numerycznego. Aproksymacja i zgodność metody różnicowej dla równań różniczkowych. Całkowanie równań różnicowych. Pojęcie stabilności i zbieżności. Metody analizy. Metody konstrukcji schematów różnicowych. Schematy numerycznego całkowania względem czasu. Dokładne rozwiązania równań liniowych: adwekcji, drgań, dyfuzji i tarcia. Analiza stabilności obliczeniowej. Lepkość numeryczna. Analiza prędkości fazowej, grupowej i dyspersji numerycznej. Schematy wyższych rzędów. Przykłady zagadnień wariacyjnych. Metoda Ritza. Konstrukcja równań różnicowych dla równania dyfuzji metodą Ritza. Metoda Galerkina. Konstrukcja schematów różnicowych na podstawie metody Galerkina

(elementu skończonego). Metody rozwiązywania układów różnicowych. Metody Jacobiego, Gaussa-Seidla, relaksacji. Warianty metody przegania. Metoda naprzemiennych kierunków dla zagadnień niestacjonarnych wielowymiarowych. Metoda rozszczepienia. Schematy różnicowe dla modelowych układów liniowych. Zlinearyzowane równania Naviera-Stokesa. Schematy różnicowe dla nieliniowych równań dynamiki. Charakterystyka przybliżeń asymptotycznych. Przybliżenia typu quasi-(geostroficzne, solenoidalne, statyczne). Hipotezy dotyczące przybliżeń. Ruchy falowe w atmosferze. Model fal grawitacyjnych i fal długich na płytkiej wodzie. Programowanie. Analiza obiektywna. Metoda interpolacji optymalnej i metoda korekcyjna. Model baroklinowy w przybliżeniu solenoidalnym. Model barotropowy w przybliżeniu solenoidalnym. Etapy rozwiązywania. Równanie bilansu dywergencji pędu jako przypadek równania Monge-Ampere. Geneza i metody rozwiązywania. Eliptyczność równania Monge-Ampere jako warunek stosowania modeli barotropowych. Przykłady. Sprowadzanie równania bilansu i modelu barotropowego do postaci różnicowej. Równania dynamiki w układach z uogólnioną współrzędną pionową. Model „płytkiej wody”. Własności całkowite równań. 2-wymiarowy model (x, σ) uwzględniający orografię. Globalne, regionalne i mezoskalowe modele prognoz pogody.

Efekty kształcenia: umiejętność wykorzystania podstawowych metod matematycznych w procesie numerycznego prognozowania pogody oraz opracowywania lotniczych prognoz pogody na podstawie produktów numerycznych modeli prognoz.

meteorologia operacyjna

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treść przedmiotu: Ogólne zasady kodowania i wnoszenia danych, ze stacji pomiarowych, na mapy pogody. Opracowanie wyników pionowego sondażu atmosfery na diagramach aerologicznych. Metodyka opracowywania map synoptycznych. Wnoszenie danych z depeż aerologicznych na mapy topografii barycznej. Kompleksowa diagnoza i prognoza sytuacji synoptycznej na podstawie map przyziemnych i topografii barycznej. Metody prognozy warunków atmosferycznych. Prognoza niebezpiecznych dla lotnictwa warunków i zjawisk pogody. Opracowanie prognozy pogody dla rejonu działań. Opracowanie lotniczych prognoz pogody. Zasady opracowania prognoz specjalnych. Redagowanie depeż METAR, TAF i specjalnych stosowanych w innych służbach.

Efekty kształcenia: umiejętność kompleksowego opracowania materiału synoptycznego i aerologicznego oraz redagowania prognoz pogody dla zabezpieczenia działań lotnictwa.

meteorologiczna osłona lotnictwa

Kody przedmiotów przygotowujących:

Treść przedmiotu: Prognozy pogody dla lotnictwa. Meteorologiczne zabezpieczenie lotów i przelotów. Wpływ elementów meteorologicznych na lot statków powietrznych i stan lotnisk. Meteorologiczne warunki wykonywania lotów w cyklonie i antycyklonie. Meteorologiczne warunki wykonywania lotów w stratosferze, nad obszarami górskimi i akwenami wodnymi. Prognoza oblodzenia statków powietrznych i dróg startowych. Prognoza rzucania samolotów. Konsultacje meteorologiczne w języku angielskim. Standardy WMO. ICAO i NATO w meteorologicznym zabezpieczeniu lotnictwa. Standardowe depeże meteorologiczne.

Efekty kształcenia: umiejętność realizacji zadań meteorologicznego zabezpieczania działań lotnictwa i oceny wpływu warunków atmosferycznych na stan i eksploatację sprzętu lotniczego oraz przygotowania i redagowania dokumentów meteorologicznego zabezpieczenia lotów zgodnych ze standardami Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO) i NATO.