

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Полярный геофизический институт»
(ПГИ)

УТВЕРЖДАЮ
Врио директора ПГИ
д.ф.-м.н. Б.В. Козелов

« » октября 2016г.

Протокол Ученого совета
№ 6 от « 30 » сентября 2016 г.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ
кандидатского экзамена по специальности
25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы»
по физико-математическим наукам

Апатиты
2016

Введение

Настоящая программа охватывает следующие базовые разделы: геофизика, строение атмосферы, динамика атмосферы и океана, физика Солнца, климатология, распространение электромагнитных волн, физика тропосферы, средней и верхней атмосферы, физические основы экологии.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по наукам о Земле и адаптирована к направлениям исследований Полярного геофизического института КНЦ РАН.

1. Физика Солнца и межпланетной среды

Солнце как переменная звезда. Место Солнца на главной последовательности Герцшпрунга – Рессела. Строение Солнца. Атмосфера Солнца. Солнечное электромагнитное излучение, распределение энергии в потоке солнечного излучения, солнечная постоянная.

Солнечный ветер и межпланетное магнитное поле. Происхождение, основные характеристики и их вариации. Солнечная активность: пятна, факелы, радиоизлучение, корональные дыры, транзиенты, солнечные вспышки, вариации спектра электромагнитного излучения. Индексы солнечной активности.

Космические лучи в межпланетном пространстве. Происхождение космических лучей, взаимодействие космических лучей с атмосферой Земли. Классификация вариаций космических лучей. Методы регистрации интенсивности космических лучей.

2. Общая характеристика атмосферы и гидросферы Земли

Планета Земля в солнечной системе. Основные оболочки Земли. Состав атмосферы и изменение его с высотой. Гомосфера и гетеросфера. Состав гомосферы: основные и второстепенные газы. Распределение по высоте температуры, плотности, давления и влажности. Классификация различных слоев атмосферы. Малые газовые составляющие атмосферы, их роль в фотохимии атмосферы и формировании климата Земли.

Антропогенные и естественные источники и стоки малых газовых составляющих, их временные тренды.

Состав морской воды. Вертикальное распределение температуры, солености и плотности в океане. Основные слои Мирового океана.

3. Динамика атмосферы, океана и вод суши

Силы, вызывающие течения в атмосфере и океане. Особенности эффектов вращения и стратификации в применении к атмосферным и океаническим процессам крупного масштаба. Понятие об общей циркуляции атмосферы и океана. Волны Россби.

Термический ветер. Циклоны и антициклоны, фронты, струйные течения. Силы трения в атмосфере и океане. Приземный и приводный слои. Пограничный слой атмосферы.

Морские течения, их классификация. Роль стратифицированности атмосферы и океана, частота Брента - Вьяйсяля. Модели обтекания гор. Бора, бриз. Внутренние гравитационные волны, возможность передачи энергии по вертикали до больших высот. Неустойчивость атмосферных и океанических процессов крупного, среднего и микромасштабов.

Конвективные процессы в атмосфере и их проявление в облачности; ячейковая облачность. Гидротермодинамика грозовых атмосферных процессов, перенос влаги и энергии в стратосферу.

Турбулентность. Модели возникновения и развития турбулентного движения. Уравнения Рейнольдса. Механизмы генерации турбулентности в атмосфере и гидросфере.

Статистические методы описания турбулентности.

4. Термодинамика атмосферы и океана

Атмосфера и океан как единая термодинамическая система. Поступление теплоты от Солнца и переизлучение земной ИК - радиации в космос. Процессы поглощения и рассеяния радиации атмосферными газами и примесями. Оптически активные газы (водяной пар, углекислый газ, кислород, озон и др.). Парниковый эффект. Взаимодействие

между океаном и атмосферой. Радиационный и тепловой балансы системы атмосфера - океан. Влажность воздуха. Конденсация и туманы. Облака. Влияние облачности на теплообмен. Круговорот воды на Земле (гидрологический цикл).

Уравнение состояния атмосферных газов. Первое начало термодинамики и частные процессы в атмосфере : изотермический (барометрическая формула), изостерический, адиабатический, стандартная атмосфера. Влажно-адиабатический процесс.

Взаимодействие атмосферы и океана как основа формирования термического режима гидросферы Земли. Климат и его изменения (общие понятия). Влияние физических характеристик океана и атмосферы на процессы их теплового и динамического взаимодействия, физические корни климата и погоды.

5. Электромагнитные процессы в тропосфере.

Ионообразование в атмосфере Земли. Проводимость воздуха. Ток проводимости атмосфера-земля. Динамика и энергетика глобальной электрической цепи.

Аэроэлектрические структуры. Современные проблемы исследования грозового электричества. Электрические заряды в облаках. Молнии и механизм их разряда.

Атмосферное электричество и метеорологические процессы. Атмосферники.

Показатели преломления атмосферных газов, тропосферы и ионосферы в оптическом и радиодиапазонах. Атмосферная и ионосферная рефракция. Распространение излучения в поглощающей среде. Оптика инфракрасного, видимого и ультрафиолетового диапазонов излучения. Взаимодействие излучения с газовыми, аэрозольными составляющими и гидрометеорами. Релеевское рассеяние и рассеяние Ми. Особенности распространения волн радиодиапазона.

6. Физика средней атмосферы

Особенности состава и температурной стратификации средней атмосферы. Химический состав, вода и аэрозоль в средней атмосфере. Циркуляция в стратосфере и мезосфере.

Квазидвухлетняя циркуляция тропической стратосферы. Волновые движения в стратосфере. ВГВ. Перламутровые и серебристые облака.

Озоновый слой Земли и его значение для радиационного режима и режима ультрафиолетовой радиации в земной атмосфере. Сезонные, широтные и высотные особенности распределения озона в атмосфере. Естественные и антропогенные источники нарушения озонового слоя.

7. Физика верхней атмосферы

Строение верхней атмосферы. Зависимость температуры и плотности верхней атмосферы от высоты. Уравнение теплового баланса. Ионообразование в верхней атмосфере.

Фотохимические процессы в ионосфере. Динамика верхней атмосферы. Общая циркуляция атмосферы на ионосферных уровнях, глобальная структура термосферного ветра. Верхняя атмосфера как среда распространения электромагнитных волн. Теория образования чепменовского слоя. Строение и состав ионосферы. Основные параметры ионосферной плазмы, морфология ионосферы: области D, E, F. Процессы переноса в ионосфере. Электропроводность, столкновения и диффузия. Рефракция волн. Гиротропия ионосферы. Критические частоты ионосферных слоев при нормальном и наклонном зондировании. Многоскачковое распространение. Ионосферные неоднородности, механизмы формирования ионосферных неоднородностей. Структура высокоширотной ионосферы. Геофизическое районирование (субавроральный провал, главный ионосферный провал, ионосфера авроральной зоны, ионосфера полярной шапки). Влияние верхней атмосферы на системы навигации, локации, связи. Методы дистанционного радиозондирования верхней атмосферы (вертикальное зондирование, фарадеевское вращение, некогерентное рассеяние, спутниковое радиозондирование, радиотомография).

8. Физика магнитосферы

Происхождение главного геомагнитного поля. Структура геомагнитного поля. Описание геомагнитного поля, его графическое представление, магнитная съемка, магнитные карты. Формирование магнитосферы; перенос энергии, вещества и импульса от солнечного ветра

в магнитосферу. Структура магнитосферы. Магнитосферная конвекция. Электрические поля. Токи во внешней магнитосфере. Электрические поля и токи в плазмосфере. Теория атмосферного динамо.

Геомагнитные вариации. Связь геомагнитного поля и состояния магнитосферы с параметрами солнечного ветра.

Частицы и волны в магнитосфере. Геомагнитные пульсации. Очень низкочастотное излучение. Движение частиц в электромагнитных полях.

Плоские волны в холодной плазме. Гидромагнитные волны. Неустойчивость плазмы. Собственные колебания магнитосферы. Наблюдения волн в плазме, солнечного ветра и магнитосферы. Естественные электромагнитные излучения.

Геомагнитные пульсации. Классификация. Механизмы генерации и распространения пульсаций. Генерация и распространение ОНЧ-излучений в магнитосфере Земли.

Классификация ОНЧ-излучений. Связь с физическими процессами в магнитосфере. Взаимодействие магнитосферы с верхней атмосферой.

Полярные сияния. Морфология полярных сияний. Дискретные формы, фоновое свечение. Географическое распределение. Суббури в полярных сияниях. Спектры свечения ночного неба и полярных сияний. Механизмы возбуждения основных эмиссий.

Магнитосферные возмущения. Повторяемость пространственно-временной структуры суббурь и их фазы. Индексы геомагнитной активности.

9. Физические основы экологии атмосферы, океана и вод суши

Атмосфера как важнейший элемент среды обитания. Естественные и антропогенные источники загрязнения атмосферы, времена жизни примесей, самоочищение атмосферы.

Погодные и климатические последствия загрязнения атмосферы. Радиационные и спектральные эффекты загрязнения атмосферы. Эволюция климата Земли под воздействием радиационного теплообмена между Солнцем, Землей и космосом.

Температурная история Земли. Проблема изменения климата под воздействием человека.

Сжигание топлива, ядерная энергетика, испытание ядерного оружия. Природные катастрофы и глобальные возмущения: тропические циклоны, вулканы, явление Эль-Ниньо и др. Основные виды загрязнений океана и континентальных вод. Глобальное потепление и парниковый эффект и реакция океана на них.

Солнечно-земные связи и космическая погода. Спутниковый экологический мониторинг.

Литература

Акасофу С.И. Физика магнитосферных суббурь (на англ. яз.). Бостон, 1977.

Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. М.: Мир, 1973—1974. Т. 1 и 2.

Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.А., Хргиан А.Х. Озонный щит Земли и его изменения. Гидрометиздат, 1992.

Альперт Я.Л. Волны и искусственные тела в приземной плазме. М.: Наука, 1974.

Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера. Наука, 1972.

Бакунин П.И. Курс общей астрономии. Наука, 1966.

Брюнелли В.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. М.: Наука, 1988.

Брасье Г., Соломон С. Аэрономия средней атмосферы. Гидрометиздат, 1987.

Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Гидрометиздат, 1980.

Витинский Ю.И. Солнечная активность. М.: Наука, 1983.

Витинский Ю.И., Оль А.И., Сазонов Б.А. Солнце и атмосфера Земли. М.: Гидрометиздат, 1976.

Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т. 1,2. Москва, "Мир", 1986.

Госсард Э. и Хук У. Волны в атмосфере. Москва, "Мир", 1978

Гульельми А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы. М.: Наука, 1973.

Дорман Л.И. Вариации космических лучей. М.: Наука, 1981.

Дэвис К. Радиоволны в ионосфере. М.: Мир, 1973.

- Жеребцов Г.А., Мизун Ю.Г., Мингалев В.С. Физические процессы в полярной ионосфере. М.: Наука, 1988.
- Иванов-Холодный Г.С., Никольский Г.М. Солнце и ионосфера. Физ-матгиз, 1969.
- Курганский М.В. Введение в крупномасштабную динамику атмосферы. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1993.
- Магнитосферно-ионосферная физика. Краткий справочник. Под ред. Ю.П.Мальцева. Л., ЛО Наука, 1993.
- Матвеев Л.Т. Общая метеорология. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1984.
- Митра С.К. Верхняя атмосфера. М.: ИЛ, 1955.
- Общая геофизика. Под ред. В.А. Магницкого, М., МГУ, 1995.
- Омхольт А. Полярные сияния. М.: Мир, 1974.
- Плазменная гелиогеофизика. Под ред. Л.М.Зеленого и И.С.Веселовского. 2 тома. М.: Физматлит, 2008.
- Ратклифф Д. Введение в физику ионосферы и магнитосферы. М.: Мир, 1975.
- Солнечно-земные связи, погода и климат. Под ред. Б.Мак-Кормака и Т.Селиги. М.: Мир, 1982.
- Хргиан АХ. Физика атмосферы. Л.: Гидрометиздат, 1970.
- Хргиан АХ. Физика атмосферного озона. Л.: Гидрометиздат, 1973.
- Чалмерс Дж.А. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеиздат, 1973.
- Яновский Б.М. Земной магнетизм. Наука, 1964. Часть 1 и 2.
- .