

Экзаменационные билеты по спецкурсу «Динамика атмосферы». Вторая часть

1. Циркуляционные системы атмосферы.

Ячейки Хэдли и Ферреля. Западный перенос и вихри средних широт. Внутритропическая зона конвергенции (ВЗК) и пассаты. Сезонная динамика ВЗК и ячейки Хэдли. Муссоны. Тропические циклоны и их шторм-треки. Циркуляция Уолкера. Межгодовая изменчивость циркуляции. Эль-Ниньо и Северо-атлантическое колебание. «Центры действия» атмосферы.

2. Изобарические координаты и высота геопотенциала. Карты погоды.

Использование гидростатического приближения для введения «логарифмической» координаты. Геопотенциал. Уравнение неразрывности и уравнение движения в изобарических координатах. Соотношение между приземным давлением и высотой изобарического уровня 1000 мбар. Изотахи, геопотенциальные декаметры. Переход к изобарическим высотам – приведенная высота. Уравнения динамики в модифицированных координатах. Вертикальная скорость в изобарических координатах.

3. Энергетика атмосферы. Внутренняя и доступная потенциальная энергия.

Изэнтропические координаты.

Уравнение сохранения энергии (повтор). Понятие доступной и лабильной энергии. Соотношение между внутренней и потенциальной энергией в гидростатическом приближении. Кинетическая энергия атмосферных движений. Влияние вращательного и вихревого движения на сохранение кинетической энергии. Динамика энергетики атмосферы.

4. Классификация волновых движений в атмосфере. ВГВ.

Роль ВГВ в динамике крупномасштабных движений. Принципы линейного анализа. Линеаризация уравнений динамики. Использование упрощенных уравнений для получения приближений различных областей спектра ВГВ. Простейшие уравнения ВГВ. Дисперсионное соотношение для ВГВ в несжимаемой и невращающейся жидкости.

5. Фазовые и групповые скорости внутренних волн. Гравитационные волны в сжимаемой и вращающейся жидкости.

Адиабатическое приближение для волн. Связь давления и плотности. Частота Брента-Вяйсяля для сжимаемой атмосферы. Волновое уравнение для вертикальной скорости. Учет вращения атмосферы. Дисперсионные соотношения. Направление волны и групповая скорость. Классификация ВГВ.

6. Волны планетарного масштаба. Нормальные моды планетарных волн. Собственные колебания атмосферы. Приливные колебания.

Крупномасштабный предел дисперсионных соотношений. Учет кривизны Земли. Зависимость частоты Брента-Вяйсяля от высоты. Метод нормальных мод. Уравнение Шредингера. Разложение колебаний по нормальным модам. Полнота системы нормальных мод.

7. Циркуляция в тропиках. Экваториальная β -плоскость. Уравнение колебаний в приближении ММВ.

Особенности волновых движений в тропиках. Упрощение уравнений для описания внутритропических движений. Линеаризация уравнений для внутритропических движений. Дисперсионное соотношение для экваториальных волн.

8. Экваториальный волновод и экваториальные волны Кельвина. Планетарные волны в окрестности экватора. Циркуляция Уолкера.

Захват волн в окрестности экватора. Приближение ВКБ. Собственные моды колебаний в окрестности экватора. Низкочастотные решения – планетарные волны. Приспособление к геострофическому равновесию.

9. Взрывной циклогенез. Тропические ураганы.

Циклогенез в тропиках. Виртуальная температура и доступная потенциальная энергия. Потенциальная температура влажного воздуха. Условия образования тропических ураганов. Роль завихренности в формировании структуры урагана. Структура зрелого урагана. Глаз и стена глаза. Облачная система урагана. Энергетика урагана.

10. Внетропическая циркуляция. Фронты и цикл бароклинового возмущения (теория фронтогенеза).

Климатический фронт и термический ветер. Причины образования синоптического фронта. Волны на тропопаузе. Простейшая модель фронта – поле деформаций. Уравнение наклона фронта. Холодный и теплый фронт. Фронт окклюзии. Заполнение циклона. Облачные системы фронтов.

11. Простые модели бароклиновой неустойчивости. Модель Иди.

Неустойчивость крупномасштабных движений. Методы анализа неустойчивостей. Идеализированная модель бароклиновой неустойчивости. Волна в сдвиговом течении. Мода максимального роста. Влияние изменения параметра Кориолиса на устойчивость бароклиновых движений: задача Чарни.

12. Модели общей циркуляции атмосферы (МОЦА). Главные вопросы.

История развития моделей ОЦА. Уравнения МОЦА. Используемые приближения. Численные схемы решения полной системы уравнений. «Физические процессы». «Подсеточные процессы». Устойчивость численных схем. Подавление ВЧ колебаний. «Численная вязкость». Вихреразрешающие модели.
