

**Програма вступного іспиту до аспірантури  
з освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії  
за спеціальністю 103 «Науки про Землю»  
Спеціалізація: Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія**

**ВСТУП**

Вступник до аспірантури повинен знати основи метеорології та кліматології, хімії атмосфери, синоптики, агрометеорології, загальної циркуляція атмосфери і океану, гідромеханіки та термодинаміки, чисельних методів прогнозу погоди, дистанційних методів досліджень в метеорології та ін..

Головною задачею іспиту є встановити, наскільки вступник до аспірантури володіє знанням основних законів, закономірностей, положень, які лежать в основі сучасної метеорології і кліматології, та розуміння процесів та явищ, які відбуваються в земній кліматичній системі.

Форма проведення іспиту усна, оцінювання – по змісту відповіді (шляхом експертного аналізу повноти та глибини знань).

Вимоги до реферату – глибокий аналіз питань, достатньо повний і критичний аналіз доступної наукової літератури з розглянутих питань, формулювання невирішених задач.

## **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ:**

### *Метеорологія*

1. Сонячна радіація на верхній межі атмосфери. Сонячна стала та чинники, що впливають на її величину.
2. Довгохвильове випромінювання атмосфери та земної поверхні. Парниковий ефект.
3. Проходження сонячної радіації через атмосферу. Процеси поглинання та розсіювання радіації.
4. Добовий та річний хід температури ґрунту та температури на глибинах. Термоізоплети. Фактори, що впливають на зміну добового і річного ходу температури.
5. Термічний режим атмосфери. Термічна стратифікація атмосфери та вертикальна рівновага сухого повітря.
6. Термічні інверсії. Основні їх види, причини утворення та вплив на погодні процеси.
7. Адіабатичні процеси в атмосфері. Сухоадіабатичні зміни температури повітря. Рівняння Пуассона.
8. Роль ядер конденсації в утворенні хмарності. Основні види ядер конденсації.
9. Механізми утворення опадів в льодяних, крапельних та змішаних хмарах.
10. Типи річного розподілу опадів та залежність їх від циркуляційних процесів.
11. Барометричні формули та їх практичне застосування. Поняття про однорідну, ізотермічну та політропну атмосфери.
12. Поняття про градієнтний вітер (геострофічний та циклогеострофічний).
13. Усталений горизонтальний рух повітря в шарі тертя (при різних формах баричного поля).

## ***Кліматологія***

1. Поняття про кліматотвірні чинники і процеси. Кліматична система.
2. Радіаційний баланс земної поверхні. Мінливість складових радіаційного балансу. Зв'язок між складовими радіаційного балансу.
3. Тепловий баланс земної поверхні.
4. Вікові зміни основних параметрів орбіти Землі та пов'язані з цим коливання клімату.
5. Циркуляція атмосфери як кліматоутворювальний чинник.
6. Еволюція континентальності палеоклімату. Теплова інерція первинної і сучасної атмосфер та пов'язані з цим відмінності їх термічного і вітрового режимів.
7. Проблема однозначності (єдиності) клімату.
8. Клімат кайнозойської ери.
9. Сучасні зміни глобального клімату. Палеокліматичні аналоги клімату ХХІ ст.
10. Проблема запобігання небажаним змінам клімату. Регулювання клімату.
11. Формування та кліматичні особливості міського острова тепла.
12. Основні механізми впливу океану на клімат і кліматичну мінливість.
13. Теплова і динамічна взаємодія океану і атмосфери.
14. Моделі глобального клімату Землі.
15. Поняття «кліматичні ресурси». Класифікація кліматичних ресурсів. Класифікація ресурсів за метеорологічними величинами.

## ***Основи гідромеханіки і термодинаміки***

1. Швидкісне поле суцільного середовища в околиці точки. Перша теорема Гельмгольца.
2. Вихорові лінії і трубки. Друга теорема Гельмгольца.

3. Диференціальні оператори поля в ортогональних прямокутних та криволінійних координатах.
4. Розподіл маси в суцільному середовищі, закон збереження маси і рівняння нерозривності.
5. Потенціали швидкостей найпростіших просторових потоків. Рівняння руху вихору.
6. Напрямок і швидкість поширення хвиль Росбі.
7. Рівняння Стокса руху ньютонівської в'язкої рідини. Дисипація механічної енергії.
8. Ентропія і потенційна температура. Залежність в'язкості насиченої водяної пари від температури.
9. Закон зміни кінетичної енергії і загальний закон збереження енергії в механіки суцільних середовищ.
10. Гіпотези Колмогорова про турбулентний режим дрібномасштабних компонентів турбулентності.
11. Напівемпіричні теорії турбулентного переносу.
12. Розподіл метеорологічних елементів і характеристик турбулентності поблизу поверхні землі. Розрахунок турбулентних потоків тепла, вологи й кількості руху.
13. Однопараметрична модель примежового шару атмосфери.
14. Нелінійна модель прикордонного шару атмосфери.
15. Параметризація планетарного примежового шару атмосфери.
16. Трансформація динамічних характеристик повітряного потоку при зміні шорсткості підстильної поверхні.

### ***Чисельні методи прогнозу погоди***

1. Диференціальні рівняння з частковими похідними і їх розв'язання (регулярне, елементарне і фундаментальне).
2. Системи рівнянь з частковими похідними. Диференціальний оператор з частковими похідними.

3.Характеристична форма, що відповідає диференціальному рівнянню з частковими похідними.

4.Квадратична характеристична форма, що відповідає диференціальному рівнянню з частковими похідними другого порядку.

5.Лінійні диференціальні рівняння з частковими похідними другого порядку еліптичного, гіперболічного і параболічного типу.

7.Основні властивості гармонійних функцій; крайові задачі Діріхле і Неймана для гармонійних функцій; потенціали швидкостей найпростіших рухів атмосфери; поле швидкостей навколо заданої системи вихорів у вільній атмосфері; потенціал поля швидкостей замкнутої вихрової лінії; рівняння Лапласа.

9.Атмосферні явища переносу (передача тепла, дифузія й ін.), що описуються рівняннями параболічного типу; початково-крайові задачі для рівнянь параболічного типу; прикордонний шар атмосфери.

11.Застосування методу скінченних різниць для розв'язання модельних рівнянь. Хвильове рівняння. Рівняння теплопровідності. Рівняння Лапласа. Рівняння Бюргерса для нев'язких та в'язких течій.

12.Залежність загальної точності чисельного розв'язання рівняння адвекції від точності просторової різницевої апроксимації.

13.Заниження обчислювальної швидкості адвекції й ефект паразитної обчислювальної дисперсії при просторовій різницевій апроксимації центральними різницями.

15.Нестійкість явних схем при розв'язанні осциляційних (частотних) рівнянь коливань, що ведуть до неприйнятно швидкого росту розв'язання.

16.Безумовна стійкість і дисипативність неявної схеми першого порядку.

17.Умовна стійкість схеми Ейлера, безумовна стійкість і збереження знака розв'язання від кроку до кроку неявної схеми першого порядку і схеми трапецій при чисельному розв'язанні рівняння тертя (дифузії).

18.Базисні функції, що застосовуються в спектральних моделях.  
Розкладання у ряди по базисним функціям.

19.Застосування спектрального методу до моделей, що засновані на повних рівняннях гідродинаміки.

### *Дистанційні методи досліджень в метеорології*

1. Аерологічні методи вимірювання швидкості і напрямку вітру
2. Аерологічне вимірювання температури, тиску і вологості повітря
3. Радіолокація. Її зміст та основні принципи
4. Радіозондування. Принципи побудови та класифікація систем радіозондування
5. Особливості літакового зондування
6. Вимірювання метеорологічних елементів за допомогою аеростатів
7. Особливості ракетних вимірювань
8. Пасивне радіолокаційне зондування. Основні принципи та особливості вимірювань
9. Основи лазерного зондування. Методи вимірювань повітряних потоків, турбулентності та вологості атмосфери
- 10.Принципи акустичного зондування атмосфери
- 11.Вимірювання із застосуванням штучних супутників Землі
- 12.Комплексне температурно-вітрове зондування атмосфери
- 13.Метеорологічні радіолокаційні станції. Їх будова та класифікація
- 14.Класифікація методів вимірювань. Особливості та основні відмінності дистанційного та контактного методів зондувань
- 15.Особливості радіолокаційного зондування атмосфери

### *Загальна циркуляція атмосфери і океану*

1. Особливості планетарного розподілу основних метеорологічних величин
2. Вихрові та невихрові рухи в атмосфері

3. Атмосферні хвилі та їх класифікація. Особливості утворення хвиль Росбі
4. Основні риси атмосферної циркуляції
5. Світовий океан та його вплив на термічний режим атмосфери
6. Планетарні висотні фронтальні зони та атмосферні процеси
7. Струмінні течії. Їх види та особливості
8. Циклони та антициклони: особливості утворення і стадії розвитку
9. Циркуляція атмосфери низьких широт
10. Тропічні та позатропічні циклони
11. Океанічна циркуляція. Причини виникнення і загальні риси
12. Різномасштабні явища в Світовому океані та їх вплив на атмосферу
13. Особливості коливальних процесів в океані
14. Стаціонарні та нестаціонарні процеси в океані
15. Фактори змін клімату та особливості сучасних кліматичних змін

### *Хімія атмосфери*

1. Атмосферний аерозоль: характеристика основних типів та механізмів формування
2. Ядра конденсації та їх роль у формуванні хімічного складу опадів
3. Хімічний склад атмосферних опадів
4. Кислотоутворюючі речовини та процеси їх виведення з атмосфери
5. Глобальний цикл вуглецю
6. Вуглекислий газ та його роль у формуванні парникового ефекту
7. Глобальний цикл азоту
8. Глобальний цикл сірки
9. Метан в атмосфері
10. Озон в атмосфері: стратосферний і тропосферний озон
11. Просторово-часові характеристики розподілу озону в атмосфері
12. Антропогенний вплив на озоновий шар та його наслідки
13. Радіоактивність атмосфери.

14. Антропогенні джерела радіоактивності атмосфери.

15. Аварія на ЧАЕС та її наслідки для атмосфери.

### **Охорона атмосфери**

1. Загальна характеристика забруднення атмосфери

2. Основні джерела забруднення повітря

3. Загальні уявлення про моніторинг довкілля. Обґрунтування доцільності його проведення.

4. Організація спостережень за забрудненням атмосфери. Екологічний моніторинг атмосфери як складова частина моніторингу довкілля. Основна мета моніторингу забруднення атмосфери (ЗА). Задачі мережі моніторингу ЗА.

5. Обстеження стану забруднення атмосфери. Програми і терміни спостережень. Період і кількість спостережень.

6. Критерії санітарно-гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря.

7. Організація вимірювань рівня забрудненості повітря, яке обумовлене викидами автомобільного транспорту. Вимір рівня забруднення атмосфери (РЗА), обумовленого викидами автомобільного транспорту.

8. Відбір проб повітря для визначення концентрації забруднюючих домішок у атмосферному повітрі (прилади та методика).

9. Технічні засоби і методи вимірювання забруднення атмосфери.

10. Організація та проведення спеціальних досліджень стану забруднення атмосфери.

11. Оцінка якості атмосферного повітря за санітарно-гігієнічними критеріями.

12. Методики проведення спостережень за станом атмосферного повітря і попередження про критичні ситуації.

13. Узагальнення даних спостережень за хімічним складом повітря

14. Прогноз і регулювання рівня забруднення атмосфери

15. Особливості вивчення рівня забруднення повітря в промислових містах.



### *Синоптична метеорологія*

1. Класифікація атмосферних фронтів. Фронтогенез та фронтоліз.
2. Висотні фронтальні зони та струминні течії.
3. Поле вертикальних рухів.
4. Типи циклонів та антициклонів. Умови виникнення, стадії розвитку.
5. Перетворення енергії в процесах цикло- та анти циклогенезу.
6. Прогноз переміщення та еволюції атмосферних фронтів.
7. Прогноз переміщення циклонів та антициклонів.
8. Прогноз температури та вологості повітря. Прогноз заморозків.
9. Прогноз облогових та зливових опадів.
- 10.Прогноз конвективних метеорологічних явищ.

### *Агрометеорологія*

1. Вплив світла на ріст і розвиток рослин. Фотоперіодизм.
2. Вплив температури повітря та температури ґрунту на ріст і розвиток рослин. Термоперіодизм.
3. Вплив вологості ґрунту на ріст і розвиток рослин.
4. Категорії вологи в ґрунті та агрогідрологічні властивості ґрунту.
5. Неприятливі агрометеорологічні явища теплого періоду.
6. Неприятливі агрометеорологічні явища холодного періоду.
7. Фітоклімат серед рослин.
8. Агрокліматичне районування України.
9. Категорії урожайності.
- 10.Агрометеорологічні прогнози

### *Екологічна метеорологія*

1. Транспортна екометеорологія
2. Екометеорологія та еокліматологія залізничного транспорту.
3. Уявлення про екосистеми автомобільного транспорту.

4. Екометеорологія річкового транспорту.
5. Екометеорологія морського транспорту.
6. Авіаційна екокліматологія
7. Будівельна екометеорологія та екокліматологія
8. Екокліматологія великих міст та комунального господарства
9. Екокліматичний моніторинг
10. Екокліматичні ресурси і екосистеми теплоенергетики
11. Екометеорологічні толерантні інтервали для різних видів транспорту
12. Характеристики несприятливих явищ для залізничного транспорту
13. Екосистеми річкового транспорту
14. Несприятливі екометеорологічні явища для морського транспорту
15. Екометеорологічні характеристики діяльності авіаційного транспорту
16. Екокліматичні показники для будівельної галузі
17. Екосистеми великих міст та комунального господарства
18. Особливості гідрометеорологічного забезпечення у складі екокліматичного моніторингу

## Список рекомендованой литературы

1. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х т. – М.: «Мир», 1990.
2. Антропогенные изменения климата (под ред. Будыко М. И. и Израэля Ю. А.). – Л., Гидрометеиздат, 1987, 406 с.
3. Белов П.Н., Борисенко Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1989.
4. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем. – Л., гидрометеиздат, 1980, 350 с.
5. Воронов Г.С., Проценко Г.Д. Основы метеорології
6. Воронов Г.С., Паламарчук Л.В. Основы метеорології. ч. II. К.:2003.
7. Воронов Г.С., Булгач Т.В., Воронежский С.П. Загальна циркуляція атмосфери й океану (короткий теоретичний курс). Навчальний посібник. К.: 2005.
8. Волошин В.Г. Радіофізичні методи зондування навколишнього середовища (Методи зондування атмосфери). Одеса, 2002. – С. 436.
9. Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. Методы зондирования атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985 – С. 456.
10. Климатология: Учебник/ Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
11. Кобышева Н.В., Костин С.И., Струнников Э.А. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 344 с.
12. Колесник П.И. Метеорология. Практикум. К. 1986.
13. Матвеев Л.Т. Общая метеорология. Физика атмосферы. Л. Гидромет. 1976, 1986, 2003.
14. Монин А.С., Каменкович В.М., Корт В.Г. Изменчивость Мирового океана. Л.: Гидрометеиздат, 1974.

15. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. Л.: Гидрометеоздат, 1980. – С.433.
16. Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы. Л.: Гидрометеоздат, 1959.
17. Прусов В.А., Сніжко С.І. Математичне моделювання атмосферних процесів. – Київ.: Ніка-Центр, 2005.– 496 с.
18. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. 2002.
19. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.– Москва.:”Наука”,1977.– 735 с.
20. Хргиан А. Х. Физика атмосферы - Л., Гидрометеоздат, 1978, т.т. 1, 2.
21. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь – Л., Гидрометеоздат, 1989.
22. Школьный Э.М. Физика Атмосферы. Одесса, 1999.