

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для самостійної роботи студентів
з дисципліни
«Короткострокові прогнози погоди»
(дистанційна форма навчання)

ОДЕСА – 2016

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни «Короткострокові прогнози погоди» для дистанційної форми навчання, спеціальність «Метеорологія» /

Укладачі: к.геогр.н., проф. Івус Г.П., ст. викл. Гурська Л.М.; укр., 22 стор.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Дисципліна «Короткострокові прогнози погоди» - складова частина підготовки фахівців за спеціальністю «Метеорологія».

Дисципліна вивчає закономірності розвитку атмосферних процесів і пов'язаних з ними змін погоди. Розглядаються принципіальні основи короткострокових прогнозів погоди на строк від 12 до 36 год, які ґрунтуються на їх зв'язках з синоптичними об'єктами – циклонами, антициклонами, атмосферними фронтами, повітряними масами, висотними фронтальними зонами і струминними течіями. Значна частина предмету спрямована на вивчення сучасних методів короткострокових прогнозів, розроблених провідними вченими-метеорологами в останні роки.

Мета дисципліни – надання студентам глибоких теоретичних знань та практичних навичок, які необхідні для якісного метеорологічного обслуговування різних сфер життєдіяльності населення.

Після вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

- принципи складання короткострокових прогнозів погоди;
- термінологію прогнозів погоди та їх класифікацію;
- основні закономірності розвитку синоптичних процесів та пов'язаних з ними погодних умов;
- методи прогнозу метеорологічних явищ;

вміти:

- проводити комплексний аналіз синоптичних процесів, що обумовлюють погодні умови у конкретному пункті прогнозу;
- застосовувати методи прогнозу метеорологічних явищ;
- чітко та лаконічно формулювати прогнози погоди.

Мета методичних вказівок – допомогти студентам заочної форми навчання, що навчаються за спеціальністю «Метеорологія» та обрали дистанційну форму вивчення дисципліни «Короткострокові прогнози погоди», в самостійній роботі при засвоєнні теоретичних розділів дисципліни, виконанні усіх видів завдань, що передбачені робочою програмою дисципліни, підготовці до іспиту під час сесії.

Методичні вказівки складаються з розділів, в яких викладаються основні етапи самостійної роботи студентів при вивченні дисципліни.

В «Загальній частині» наведені мета і задачі дисципліни, місце дисципліни серед інших дисциплін навчального плану підготовки спеціаліста-метеоролога; перелік лекційних та лабораторних занять, питання для самоперевірки і список навчальної літератури.

В розділах «Організація самостійної роботи студента» та «Організація поточного та підсумкового контролю знань» висвітлюються методи контролю СРС, міститься перелік необхідних вмінь і знань, форми

контролюючих заходів поточного контролю, система складання поточних та підсумкових оцінок рівня знань студентів за модульною системою.

В третьому розділі наведені рекомендації та завдання для виконання контрольної роботи.

Обсяг годин на вивчення дисципліни визначається навчальним планом підготовки студентів за спеціальністю “Метеорологія”.

1.1 Перелік тем лекційних і лабораторних занять

Перелік тем лекційних занять:

Розділ 1. Прогноз напрямку та швидкості вітру, температури повітря та вологості

- 1) Прогнози погоди, їх види, класифікація.
- 2) Прогноз вітру. Синоптичні умови виникнення сильних вітрів на території України.
- 3) Прогноз температури повітря та вологості. Прогноз мінімальної та максимальної температури повітря

Розділ 2. Методи прогнозів хмарності, опадів та конвективних явищ.

- 1) Прогноз шаруватих хмар, облогових та мрячних опадів.
- 2) Прогноз конвективної хмарності, гроз та зливових опадів
- 3) Прогноз граду та шквалу. Перспективи розвитку та удосконалення прогнозів погоди. Огляд новітніх досліджень.

Перелік тем лабораторних занять:

Розділ 1. Прогноз температури та вологості повітря.

Розділ 2. Прогноз гроз та зливових опадів за методом Н.В. Лебедевої.

Розділ 3. Прогноз шквалу.

1.2 Список літератури

Основна література

1. Івус Г.П. Короткострокові прогнози погоди з урахуванням мезометеорології: Конспект лекцій. – Одеса, 2007. – 162 с.
2. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди. - Київ, Держ. ком. України з гідрометеорології, 2004. - 31 с.

3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, ч. 1. - Л.: Гидрометеиздат, 1986.- 701с.
4. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, ч. 2. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 297 с.
5. Практикум з синоптичної метеорології / Під ред. Івус Г.П., Іванової С.М. – Одеса. ТЕС, 2004. – 419 с.
6. www.library-odeku.16mb.com

Додаткова література

7. Лебедева Н.В., Пономаренко С.И., Чистяков А.Д. Оценка способов прогноза гроз и рекомендации по их использованию. Методические указания. – М.: Гидрометеиздат, 1971. – 59 с.
8. Міщенко Н.М. Прогноз температури повітря біля поверхні землі та на висотах. Методичні вказівки – Одеса: ОДЕКУ, 2013. – 20 с.
9. Івус Г.П., Іванова С.М., Тимофеев В.Є. Умови формування та прогноз вітру біля поверхні землі та на висотах. Збірник методичних вказівок. – Одеса, 2002.– 61 с.
10. Анализ причин ошибочных краткосрочных прогнозов погоды и штормпредупреждений об опасных и особо опасных метеорологических явлениях. Методические указания. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 45 с.
11. Івус Г.П., Гурська Л.М., Москаленко Л.М. Прогноз гроз та зливових опадів. Методичні вказівки. - Одеса, «Екологія», 2010. – 28 с.
12. Івус Г.П., Гурська Л.М. Прогноз шквалів. Методичні вказівки. – Одеса, «Екологія». – 30 с.
13. Андрієнко Л.О., Боровська Г.О., Чеплакова Г.С. Розрахунок та аналіз упорядкованих рухів. Методичні вказівки. – Одеса: ОГМІ, 1997. – 30 с.
14. Івус Г.П., Гурська Л.М. Прогноз граду. Методичні вказівки. – Одеса, 2013. – 27с.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

2.1 Повчання по вивченню теоретичного матеріалу

Методичні вказівки повинні допомогти студентам, а не замінити основні теоретичні джерела, які використовуються при засвоєнні дисципліни.

Для полегшення вивчення теоретичного матеріалу наведено посилання на сторінки підручників та посібників.

Повчання з вивчення змістовних модулів наводяться у стислому вигляді та супроводжуються питаннями для самоконтролю засвоєння матеріалу.

Після вивчення теми № 1 змістовного модуля ЗМ-Л1 студент повинен знати:

- що називається метеорологічним прогнозом;
- які прогнози відносяться до короткострокових;
- чітке визначення стихійного гідрометеорологічного явища;
- порядок складання та термінологію, що використовується у прогнозах погоди та попередженнях про НЯ, СГЯ та РЗП;
- критерії та градації прогнозу метеорологічних величин.

Посилання на навчально-методичне забезпечення:

[1] – С. 8-11; [2] – С. 1 – 8.

Студент повинен відповісти на запитання 1-6 для самоперевірки, що наводяться нижче.

Після вивчення теми № 2 змістовного модуля ЗМ-Л1 студент повинен знати:

- визначення градієнтного, геострофічного вітру;
- які чинники впливають на напрямок та швидкість вітру біля поверхні землі;
- методики прогнозу вітру біля поверхні землі у граничному шарі атмосфери та у вільній тропосфері;
- вплив орографії місцевості на напрямок та швидкість вітру;
- формулювання струминної течії та методи прогнозу положення осі струминної течії.

Посилання на навчально-методичне забезпечення:

[1] – С. 22 – 35; [5] – С. 194 – 201.

Студент повинен відповісти на запитання 7-11 для самоперевірки, що наводяться нижче.

Після вивчення теми № 3 змістовного модуля ЗМ-Л1 студент повинен знати:

- схему прогнозу температури та вологості повітря;
- адвективні, адіабатичні та неадіабатичні фактори, що впливають на прогноз температури повітря при прогнозі температури повітря;
- принцип побудови траєкторії переміщення повітряної частки;
- вплив хмарності на амплітуду добового ходу температури повітря;
- визначення поняття «заморозок»;
- основні синоптичні процеси, що провокують заморозки по території України.

Посилання на навчально-методичне забезпечення:

[1] – С. 36-63; [5] – С. 212-241.

Студент повинен відповісти на запитання 12-22 для самоперевірки, що наводяться нижче.

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення поняття «метеорологічний прогноз».
2. Які прогнози відносяться до короткострокових?
3. Які прогнози відносяться до довгострокових?
4. Наведіть схему прогнозу загального користування.
5. Дайте визначення стихійного гідрометеорологічного явища.
6. В чому полягає суть комплексного аналізу атмосферних процесів?
7. Як прогнозується вітер у прогнозах загального користування?
8. Наведіть формулу для прогнозу геострофічного вітру.
9. Які фактори враховуються при переході від геострофічного вітру до фактичного?
10. Що таке «струминна течія»?
11. Яку швидкість вітру приймають за нижню межу струминної течії?
12. В чому полягає метод побудови траєкторії повітряної частки?
13. Від яких факторів залежить локальна зміна температури в точці прогнозу?
14. Що таке адвекція температури?
15. Яким чином враховується трансформаційна поправка?
16. Що таке амплітуда добового ходу температури повітря?
17. Як впливає хмарність на амплітуду добового ходу температури?
18. Як прогнозується температура у прогнозах загального користування?
19. У чому полягає прогноз максимальної температури повітря на поточну добу за даними ранкового зондування атмосфери?
20. Дайте визначення заморозку.
21. Наведіть основні типові синоптичні процеси, що сприяють виникненню заморозків.
22. Назвіть основні методи прогнозу заморозків та коротко охарактеризуйте суть цих методів.

Після вивчення теми № 1 змістовного модуля ЗМ-Л2 студент повинен знати:

- фізичні умови утворення шаруватих хмар верхнього, середнього та нижнього ярусів;
- методи прогнозу висоти нижньої межі хмар;
- формули для розрахунку облогових опадів;
- особливості прогнозу облогових опадів в залежності від їх фазового стану;
- синоптичні та метеорологічні умови випадіння мрячних опадів.
- Посилання на навчально-методичне забезпечення:
- [1] - С. 73-88, 102-107; [3] - С. 362-473; [5] - С. 242-288.

Студент повинен відповісти на запитання 1-6 для самоперевірки, що наводяться нижче.

Після вивчення теми № 2 змістовного модуля ЗМ-Л2 студент повинен знати:

- умови формування конвективних хмар;
- типи конвекції, її добовий та сезонний хід;
- що являє собою конвективно-нестійкий шар атмосфери;
- основні параметри конвекції;
- перелік конвективних явищ погоди;
- основні методи прогнозу гроз та зливових опадів;
- Посилання на навчально-методичне забезпечення:
- [1] - С. 108-117; [5] - С. 289-346.

Студент повинен відповісти на запитання 7-16 для самоперевірки, що наводяться нижче.

Після вивчення теми № 3 змістовного модуля ЗМ-Л2 студент повинен знати:

- фізичні механізми формування граду;
- що таке рівень кристалізації;
- основні синоптичні процеси, при яких спостерігається випадіння граду;
- що таке лінії нестійкості;
- добовий хід виникнення градових явищ та шквалу;
- основні синоптичні процеси, що сприяють формуванню шквалів.
- Посилання на навчально-методичне забезпечення:
- [1] - С. 128-158; [5] - С. 360-393.

Студент повинен відповісти на запитання 17-22 для самоперевірки, що наводяться нижче.

Питання для самоперевірки:

1. Яким чином враховують адіабатичні зміни температури та вологості при розрахунку облогових опадів?
2. Назвіть основні терміни, які використовують при прогнозі хмарності.
3. Які існують методи прогнозу висоти нижньої межі хмар?
4. За якими параметрами прогнозують фазовий стан облогових опадів?
5. Які опади переважно випадають на теплих фронтах?
6. Які синоптичні ситуації сприяють випадінню мрячних опадів?
7. Назвіть види конвекції та причини, що її обумовлюють.
8. Що таке позитивна енергія нестійкості?
9. Назвіть основну причину розвитку конвективних хмар.
10. Як впливає добовий хід на розвиток конвекції?
11. За яких умов розвивається термічна конвекція?
12. Що приймають за верхню межу конвективної хмарності?
13. Дайте визначення конвективно-нестійкого шару.
14. За яких умов враховують процес залучення повітря із навколишнього середовища?
15. За яких умов розвивається вимушена конвекція?
16. Як зветься рівень вирівнювання температур кривої стану та кривої стратифікації?
17. Що називається шквалом?
18. Назвіть сучасні методи прогнозу шквалів.
19. Які сучасні гідродинамічні моделі використовуються для підвищення якості прогнозів?
20. Наведіть методи прогнозу граду для різних регіонів.
21. Назвіть основні синоптичні ситуації, при яких формуються шквали.
22. Як розподіляється повторюваність градових процесів по території України за останні десятиліття?

2.2 Самостійна робота студентів при підготовці до практичних робіт

Для успішного вивчення курсу «Короткострокові прогнози погоди» студенти повинні насамперед засвоїти теоретичний матеріал за наведеними вище розділами.

Лабораторна робота 1. Прогноз температури та вологості повітря

Мета роботи – скласти прогноз мінімальної та максимальної температури повітря для заданого пункту прогнозу.

Основні фактори, що обумовлюють зміни температури та вологості повітря у приземному шарі в фіксованій точці, це:

- адвекція або перенос повітря у горизонтальному напрямку;
- трансформація або зміна якостей повітряної маси при її переміщенні над неоднорідною підстильною поверхнею;

- добовий хід або зміна температури та вологості за рахунок змін теплообміну з підстильною поверхнею на протязі доби (зміни температури та вологості за рахунок добового ходу).

Прогностичне значення температури повітря обчислюється за формулою:

$$T = T_a + \delta T_T + \delta T_{д.х.} ,$$

де T_a - адвективне значення температури;

δT_T - трансформаційне змінювання температури;

$\delta T_{д.х.}$ - змінювання температури, що обумовлене добовим ходом.

Аналогічну формулу використовують для прогнозу точки роси:

$$Td = Td_a + \delta Td_T + \delta Td_{д.х.} .$$

Прогноз температури та точки роси звичайно складають зранку на поточний день, найближчу ніч та наступний день, або на 12, 24 і 36 годин. Як вихідну інформацію для складання цих прогнозів використовують карти погоди за 00 ВСЧ поточної доби та відомості про мінімальну та максимальну температуру минулої доби. Однак, прогнози температури можна складати на будь-який строк доби по вихідній інформації за будь-який строк спостережень.

Прогноз точки роси складають одночасно з прогнозом температури. При цьому зміну температури і точки роси за рахунок добового ходу враховують лише у тому випадку, якщо розрахунок ведеться для періоду часу, що відрізняється від 24 год.

Мінімальну температуру розраховують за формулою:

$$T_{\min} = T_a + \delta T_T + \delta T_{д.х.} .$$

Значення $\delta T_{д.х.}$ дорівнює зниженню температури від вихідного строку до моменту, коли настає мінімальна температура і знаходиться за даними про добовий хід температури.

Максимальна температура на поточний день та наступну добу може визначатись за формулою

$$T_{\max} = T_{\min} + A_N ,$$

де A_N - середня добова амплітуда температури для відповідного місяця і даного району при очікуваній хмарності.

У випадку хмарної погоди добову амплітуду температури A_N обчислюють за емпіричною формулою

$$A_N = k A_0,$$

де k - коефіцієнт, який дорівнює 0,38 для хмарного (8...10 балів) та 0,65 для напівхмарного (6...7 балів) неба, A_0 - добова амплітуда температури при ясному небі.

Порядок виконання роботи:

1. Побудувати траєкторію переміщення повітряної частинки, використовуючи метод зворотних траєкторій. У початковій точці траєкторії зняти адвективні значення температури повітря T та точки роси T_d .

2. Оцінити трансформаційні зміни температури повітря на заданий час доби з різною завчасністю.

3. Розрахувати трансформаційні зміни температури точки роси, враховуючи зміну характеру підстильної поверхні.

4. Дати прогноз мінімальної температури повітря, враховуючи зниження температури від вихідного строку до моменту, коли настає мінімальна температура в залежності від хмарності.

5. Дати прогноз максимальної температури, враховуючи добовий хід температури.

Розрахунки проводять у відповідності до методики, описаної у Практикумі з синоптичної метеорології [5] С. 212-237 та методичних вказівках [8].

Після вивчення розділу 1 практичного курсу студент має оволодіти такими вміннями:

- будувати траєкторію переміщення повітряної частинки;
- визначати адвективні значення температури повітря та точки роси;
- враховувати трансформаційні зміни температури та вологості повітря;
- прогнозувати мінімальну та максимальну температуру повітря

Навчально-методичне забезпечення:

[1] – С. 39-57; [3] – 314-361; [4] – С. 212-237; [7] – 20 с.

Лабораторна робота 2. Прогноз гроз та зливових опадів за методом Н.В. Лебедевої.

Мета роботи – побудувати модель термічної конвекції, розрахувати параметри конвекції та на їх основі дати прогноз грози і зливових опадів.

Зливові опади і грози зобов'язані своїм походженням конвективним рухам вологого повітря (конвекції, яка розвивається за умов нестійкої стратифікації). Як ті, так і другі обов'язково пов'язані з розвитком досить потужної купчасто-дощової хмарності, яка є необхідною умовою для їх утворення. Швидкість конвективних висхідних рухів, потужність і

водність хмар в більшій мірі залежать від ступеню нестійкості та товщини нестійких шарів повітря, частки яких беруть участь в конвективному підйомі. Виняткове значення при прогнозі конвективних явищ має вологовміст повітряних мас.

При прогнозі конвективної хмарності оцінюється синоптична ситуація і метеорологічні умови, за яких є можливість її розвитку. Для виявлення умов виникнення конвекції необхідно оцінити можливість розвитку конвективного підйому індивідуальної частинки крізь потужний шар атмосфери з точки зору стійкості атмосфери.

Практично характер стратифікації визначають шляхом побудови на бланку аерологічної діаграми кривої стану та зіставлення її з кривою стратифікації. Площа, обмежена кривою стану і кривою стратифікації температури, характеризує стан атмосфери. Вона позитивна і стратифікована нестійко тоді, коли крива стану лежить правіше кривої стратифікації, тобто $T' > T$ та негативна і стратифікована стійко - коли крива стану лежить лівіше кривої стратифікації, тобто $T' < T$, (T' - температура частинки, T - температура повітря, що оточує частинку).

Позитивна енергія нестійкості є основною характеристикою стану атмосфери, що вказує на можливість розвитку конвекції та її інтенсивність.

Найчастіше конвекція спостерігається при умовній нестійкості стратифікації повітря ($\gamma_a > \gamma > \gamma_{ва}$) вище граничного шару атмосфери.

Порядок виконання роботи:

При прогнозі злив та гроз за методикою Н.В. Лебедевої параметри конвекції розраховують в такій послідовності.

1. Сумарний дефіцит точки роси на основних ізобаричних поверхнях 850, 700, 500 гПа - $\sum_{850}^{500} (T - T_d)$. Цей параметр враховує зміни стану хмари під впливом затягування повітря з навколишнього простору. Якщо $\sum_{850}^{500} (T - T_d) > 25$ °С, то подальші розрахунки робити не слід, тому що при великій сухості повітря конвекція не призводить до формування потужної хмарності, а отже - до виникнення злив і гроз.

2. Дефіцит точки роси біля поверхні землі $(T_{max} - T_d)_z$ для очікуваних T_{max} і T_d . T_d звичайно визначається о 8...10 год. Параметр $(T_{max} - T_d)_z$ дозволяє визначити рівень конденсації. Якщо $(T_{max} - T_d)_z > 20$ °С, то рівень конденсації лежить вище 2,5 км і конвективні опади не будуть досягати поверхні землі. У цьому випадку подальші розрахунки недоцільні. Якщо $(T_{max} - T_d)_z \leq 16$ °С, то рівень конденсації лежить нижче 2 км і, отже, умови сприятливі для випадіння конвективних опадів.

3. Товщина конвективно-нестійкого шару ($\Delta H_{\text{кнш}}$, гПа). Конвективно-нестійкий шар (КНШ) – це такий шар атмосфери, кожна частинка якого, досягаючи свого рівня конденсації, володіє позитивною енергією нестійкості відносно оточуючого повітря і, отже, бере участь у конвективному висхідному русі. Чим більше $\Delta H_{\text{кнш}}$, тим імовірніше утворення конвективних хмар, більше їх водність, кількість та інтенсивність зливових опадів і більша імовірність виникнення грози.

4. Середній рівень конденсації ($\bar{H}_{\text{конд}}$, км) вказує середнє положення нижньої межі конвективної хмарності при термічній і вільній конвекції.

5. Середній рівень конвекції ($\bar{H}_{\text{конв}}$, км) дає середнє положення вершин конвективних хмар при термічній і вільній конвекції. Середній рівень конвекції визначають проведенням кривої стану від рівня конденсації до перетину з кривою стратифікації. Крива стану характеризує зміну температури (і точки роси) частинки повітря, яка піднімається або опускається у тих випадках, коли є шар ненасиченого повітря з $\gamma \geq \gamma_a$ або насиченого вологою повітря з $\gamma > \gamma_{\text{ва}}$.

6. Температура повітряної маси, де відбувається конвекція ($T_{\text{конв}}$). Чим нижча температура повітря на середньому рівні, а при вимушеній конвекції на максимальному рівні, тим імовірніші зливи і грози.

7. Середня величина відхилення $\overline{\Delta T} = (T' - T)$ кривої стану (T') від кривої стратифікації (T). Чим більша $\overline{\Delta T}$, тим більша нестійкість повітря, тим інтенсивніша конвекція, тобто більша середня швидкість конвективного потоку (\bar{w}_k , м·с⁻¹).

8. Середня і максимальна потужності конвективних хмар ($\Delta \bar{H}_{\text{кх}}$, км; $\Delta H_{\text{кх max}}$, км) при термічній і вільній конвекції. При вимушеній конвекції оцінюється максимальна потужність конвективних хмар ($\Delta H_{\text{кх max}}$, км) та одночасно визначається потужність шаруватоподібних хмар $Ns\text{-}As\text{-}Cs$ ($\Delta H_{\text{шх}}$, км). Чим більша потужність хмар, тим більша імовірність виникнення гроз, зливових та облогових опадів.

Для розвитку гроз у помірних широтах необхідні наступні умови:

- потужність конвективної хмарності $\Delta H_{\text{кх}} \geq 4,5$ км;
- верхня межа конвективної хмарності $\bar{H}_{\text{конв}} \geq 6 \dots 7$ км;
- температура на рівні конвекції $T_{\text{конв}} \leq -23$ °С.

Висновки про те, сприятливі чи несприятливі умови для виникнення гроз і злив, можна зробити, порівнявши розрахункові параметри конвекції з їх граничними значеннями.

Розрахунки проводять у відповідності до методики, описаної у Практикумі з синоптичної метеорології [5] С. 289-301 та методичних вказівок [11].

Після вивчення розділу 2 практичного курсу студент має оволодіти такими вміннями:

- будувати прогностичну модель термічної конвекції, визначати позитивну енергію нестійкості;
- розраховувати параметри конвекції та робити висновок про прогноз конвективних явищ.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] – С. 108-115; [5] – С. 289-301; [7] – 59 с; [11] – 28 с.

Лабораторна робота 3. Прогноз шквалу

Мета роботи – дати прогноз шквалу за методами Г.Д. Решетова та Б.Є. Пескова і О.І. Снітковського.

Шквал – це різке короткочасне (від декількох хвилин до години) посилення вітру, яке супроводжується зміною його напрямку. Близько половини усіх шквалів мають тривалість не більше 0,1 год, у 4% випадків – понад 0,5 год.

Шквал являє собою вихор з горизонтальною віссю обертання, швидкість вітру при якому нерідко досягає 18...25 м·с⁻¹, а іноді й більше, перевищує швидкість градієнтного вітру, в окремих випадках досягає руйнівної сили. Відповідно до швидкості вітру шквали поділяють на: слабкі — швидкість вітру до 14 м·с⁻¹, помірні — від 15 до 24 м·с⁻¹ та сильні ≥ 25 м·с⁻¹.

Шквал, як і інші небезпечні конвективні явища, пов'язаний із зонами активної конвекції, утворюється внаслідок складної взаємодії атмосферних процесів макро-, мезо- та мікромасштабів. До макропроцесів відносяться характерні синоптичні ситуації, що сприяють утворенню шквалу: до мезопроцесів — конкретні ділянки атмосферних фронтів, лінії нестійкості, мезомасштабні конвективні комплекси; до мікропроцесів — параметри окремих частин конвективних хмар, фазовий стан хмарних часток тощо. Виникнення шквалів спостерігається в тих районах, де атмосфера біля земної поверхні стратифікована нестійко, відмічається конвергенція повітряних потоків і вологість повітря досить значна. Як правило, шквали мають локальний характер, це окреме явище, рідко вони можуть супроводжувати один одного у певному районі. Шквали відносяться до стихійних гідрометеорологічних явищ погоди.

В оперативній практиці найбільше застосування знайшли методи прогнозу шквалів, розроблені Г.Д. Решетовим, Б.Є. Песковим та О.І. Снітковським. Ці методи мають високу справджуваність, яка наближається до 90%, однак, успішність прогнозу значною мірою залежить від правильної оцінки синоптичного положення.

Прогноз складається у два етапи. На першому етапі виконується сумісний аналіз карт погоди та супутникових знімків, і за цими матеріалами складається прогноз очікуваного синоптичного положення. Якщо комплексний синоптичний аналіз вказує на умови, сприятливі для

розвитку шквалів, то переходять до другого етапу прогнозу – розрахунку термодинамічних параметрів.

Найбільш показовими параметрами атмосфери при розвитку шквалів є:

1. Швидкість вітру на рівні 700 гПа - V_{700} (або середня швидкість в шарі 850...500 гПа - \bar{V}_{850}^{500}), причому $\bar{V}_{850}^{500} \geq 16 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. При $\bar{V}_{850}^{500} \geq 25 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ імовірність шквалів 100%. Якщо $\bar{V}_{850}^{500} \leq 12 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, шквал відсутній.

2. Вологість: при дефіцитах $(T-Td)_{500} \sim 6...13 \text{ }^\circ\text{C}$ та $(T-Td)_{850} \sim 4...8 \text{ }^\circ\text{C}$ імовірність шквалу є великою.

При більших дефіцитах (за рахунок випаровування та ефекту залучення) кількість шквалів зменшується. При менших дефіцитах, що супроводжуються збільшенням кількості хмарності і зменшенням денного прогріву, кількість шквалів теж зменшується.

3. В зоні фронту горизонтальний градієнт температури повітря $T_v \geq 7,5 \text{ }^\circ\text{C}/750 \text{ км}$. При $T_v \geq 12 \text{ }^\circ\text{C}/750 \text{ км}$ імовірність шквалу 100%.

4. В полі барометричних тенденцій: перепади тенденцій більше 5 гПа/3 год на відстані 500 км від зони фронту. Якщо вночі в осередку

падіння тиску $\left(\frac{\partial P}{\partial t}\right)_n > 4 \text{ гПа}/3 \text{ год}$ або вдень в осередку росту тиску

$\left(\frac{\partial P}{\partial t}\right)_p > 4 \text{ гПа}/3 \text{ год}$, тоді ймовірність шквалу є високою.

Прогноз шквалів за методом Г.Д. Решетова. Прогноз шквалу за цим методом на короткий відрізок часу (9...12 год) більш виправданий. Але цей спосіб також може бути застосований для орієнтовного прогнозу, що має упередженість до 24...36 год.

Порядок складення прогнозу шквалу

1. За нічними та ранковими картами дається оцінка синоптичного положення, яке потім порівнюється з умовами, що сприяють або не сприяють розвитку шквалу.

2. За прогностичною кривою стратифікації розраховуються параметри: ΔT , ΔT_3^{500} , $\sum_{850}^{500} \Delta T'$, \bar{V} .

Шквал вказується в прогнозі у випадку, якщо і синоптична ситуація, і сполучення термодинамічних параметрів свідчать про сприятливі умови для його розвитку.

Прогноз шквалів за методом Б.Є. Пєскова і О.І. Снітковського.

Метод Б.Є. Пєскова і О.І. Снітковського базується на залежності між максимальною швидкістю вітру при шквалах, потужністю S_b , сумою швидкостей вітру у шарі земля - 500 гПа.

Порядок складення прогнозу шквалу

1. За прогностичними кривими стратифікації будується модель конвекції, по якій встановлюються запаси енергії нестійкості і зволоження у шарі 700...500 гПа та зіставляються з їх критичною величиною;

$$a) \sum_{700}^{500} (T' - T) \geq 3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$б) \sum_{700}^{500} (T - T_d) \leq 25 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Якщо виконуються умови *a* та *б*, розраховується потужність хмари (ΔH , гПа) як різниця тиску на рівнях конденсації і конвекції та сума швидкостей вітру $\sum_{земля}^{500} V$ (складаються швидкості вітру біля поверхні землі і на рівнях 850, 700 та 500 гПа). Швидкість вітру знімається у початкових точках траєкторії.

За потужністю хмари (ΔH , гПа) та сумою швидкостей $\sum_{земля}^{500} V$ визначається можливість розвитку шквалу та встановлюється максимальна швидкість вітру при шквалі.

Розрахунки проводять у відповідності до методики, описаної у Практикумі з синоптичної метеорології [5] С. 289-301 та методичних вказівок [12].

Після вивчення розділу 3 практичного курсу студент має оволодіти такими вміннями:

- за синоптичними картами оцінювати синоптичне положення, яке сприяє чи не сприяє розвитку шквалу;
- за прогностичними кривими стратифікації будувати модель конвекції;
- розраховувати параметри конвекції та робити висновок про імовірність шквалу.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] – С. 134-136; [5] – С. 383-393; [12] – 30 с.

ГРАФІК
вивчення дисципліни та виконання змістовних модулів

№ п/п	Змістовний модуль	Тема	Форма контролю	Термін виконання	Бали
1	ЗМ-Л1	Прогнози погоди, їх види, класифікація.	Відповідь на перше питання міжсесійної контрольної роботи	1-15 грудня	30
		Прогноз вітру. Синоптичні умови виникнення сильних вітрів на території України			
		Прогноз температури повітря та вологості. Прогноз мінімальної та максимальної температури повітря			
2	ЗМ-П1	Прогноз температури повітря та вологості	Виконання лабораторної роботи № 1	сесія	
3	ЗМ-Л2	1. Прогноз шаруватих хмар, облогових та мрячних опадів	Відповідь на друге питання міжсесійної контрольної роботи	1-15 березня	30
		2. Прогноз конвективної хмарності, гроз та зливових опадів			
		3. Прогноз граду та шквалу. Перспективи розвитку та удосконалення прогнозів погоди. Огляд новітніх досліджень.			
4	ЗМ-П2	Прогноз гроз та зливових опадів.	Виконання лабораторної роботи № 2	сесія	
5	ЗМ-П3	Прогноз граду та шквалу	Виконання лабораторної роботи № 3	сесія	
Складення короткострокового прогнозу погоди на добу				15-30 квітня	40
Міжсесійна контрольна робота					100

2.2 ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

2.2.1 Загальні рекомендації до виконання контрольної роботи

Для заочної форми навчання передбачено індивідуальне завдання (ІЗ) у вигляді виконання міжсесійної контрольної роботи, яка складається з відповідей на 2 запитання з теоретичного курсу і складення короткострокового прогнозу погоди на добу по заданому пункту на основі аналізу та прогнозу синоптичних процесів.

Перед виконанням контрольної роботи слід вивчити теоретичний матеріал за допомогою навчальної та методичної літератури. Наведені у методичних вказівках питання для самоконтролю допоможуть перевірити засвоєння теоретичного матеріалу.

В разі, якщо при вивченні курсу у вас виникли питання, нечітке розуміння отриманих завдань, необхідно використовувати іншу навчальну та методичну літературу .

Якщо у Вас виникли труднощі, які Ви не в змозі подолати самостійно, потрібно звернутися до викладача, який вів установчі заняття за адресою: м. Одеса, вул. Львівська, 15, кафедра метеорології та кліматології, або meteo@ogmi.farlep.odessa.ua.

Виконання контрольної роботи у міжсесійний період складається:

- з відповіді на запитання з теоретичного курсу, всього два запитання по одному з кожного розділу (максимальна кількість балів за кожне запитання – 30);
- складення короткострокового прогнозу погоди на добу по заданому пункту на основі аналізу та прогнозу синоптичних процесів (максимальна кількість балів - 40).

Варіант завдання для відповіді на запитання обирається відповідно до останньої цифри у номері залікової книжки.

2.2. Завдання для контрольної роботи

Варіант 0

1. Як поділяються прогнози погоди за завчасністю? Прогноз напрямку та швидкості вітру біля поверхні землі. Термінологія, що використовується для прогнозу вітру.
2. Низька хмарність та методи її прогнозу.

Варіант 1

1. Опишіть методи прогнозу метеорологічних величин в оперативній практиці. Прогноз хмарності. Термінологія, що використовується для прогнозу хмарності.
2. Класифікація туманів. Прогноз радіаційних туманів.

Варіант 2

1. Попередження про небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища. Критерії СГЯ.
2. Повторюваність туманів по території України. Прогноз адвективних туманів.

Варіант 3

1. Основні вимоги до методів прогнозу погоди. Прогноз температури повітря та вологості. Критерії, що застосовуються при прогнозі температури.
2. Умови випадіння облогових опадів та їх прогноз.

Варіант 4

1. Прогноз заморозків. Синоптичні процеси, що сприяють виникненню заморозків.
2. Конвективні явища. Синоптичні умови виникнення конвективних явищ.

Варіант 5

1. Схема прогнозу погоди загального користування. Термінологія прогнозів загального користування.
2. Моделі конвекції. Прогноз гроз різними методами.

Варіант 6

1. Прогноз напрямку та швидкості вітру у граничному шарі атмосфери та у вільній атмосфері.
2. Метод частки. Основні параметри конвекції.

Варіант 7

1. Комплексний аналіз атмосферних процесів. Прогноз струминних течій.
2. Метод шару. Прогноз зливових опадів.

Варіант 8

1. Прогноз вітру у береговій зоні. Бризова циркуляція.
2. Вплив залучення на умови розвитку конвективних явищ. Прогноз граду.

Варіант 9

1. Адвективні зміни температури повітря. Побудова траєкторій повітряних часток.
2. Системи глибокої конвекції. Прогноз шквалу.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗНАНЬ

Виконання контрольної роботи у міжсесійний період складається з відповідей на 2 запитання з теоретичного курсу і складення короткострокового прогнозу погоди на добу по заданому пункту на основі аналізу та прогнозу синоптичних процесів.

Оцінювання виконання завдань теоретичної частини контрольної роботи здійснюється за наступною шкалою:

30 балів – бездоганні вичерпні відповіді на поставленні запитання, оформлені згідно з вимогами чинних нормативних документів;

23 балів – відповіді в основному правильні, але неповні, та оформлені згідно з вимогами чинних нормативних документів;

18 балів - відповіді неповні та оформлені з відхиленнями від вимог;

0 балів – відповіді неправильні.

Контрольна робота виконується рукописним способом або на комп'ютері українською мовою. Максимальний обсяг становить 20 сторінок машинописного тексту.

При відповіді на питання контрольної роботи студент повинен не списувати відповіді з підручників, а провести аналіз отриманої інформації з кількох навчальних, методичних та наукових джерел. Відповіді можуть мати ілюстративний матеріал (рисунок, карти, графіки). Після відповіді на кожне запитання слід привести ті джерела, які були використані (при необхідності - Інтернет-ресурси).

Короткостроковий прогноз погоди на добу по заданому пункту має бути складений на основі аналізу та прогнозу синоптичних процесів за синоптичними картами погоди. Синоптичний матеріал повинен бути оброблений згідно вимог до обробки синоптичних карт. Огляд синоптичних процесів має основні розділи: аналіз процесів на рівні середньої тропосфери, аналіз та прогноз еволюції та переміщення основних баричних утворень біля поверхні землі, опис атмосферних фронтів та висотно-фронтальної зони. Аналіз та прогноз синоптичних процесів виконується рукописним способом або на комп'ютері українською мовою. Максимальний обсяг становить 5 сторінок машинописного тексту. Текст короткострокового прогнозу погоди повинен бути складений у відповідності з «Настановою по службі прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди».

Невиконання вказаних навчально-методичних вимог є підставою для повернення контрольної роботи студенту на доопрацювання. Після відповідних доробок контрольна робота може бути подана для повторної перевірки і остаточної оцінки викладача.

Поточна та підсумкова оцінка рівня знань студентів здійснюється за модульною системою. Розділи дисципліни розділені на 2 модулі по

теоретичному курсу та 3 модулі по практичному.

В якості поточного контролю лекційних модулів у період сесії застосовується проведення тестової контрольної роботи (КР) та усного опитування (УО). Студент повинен відповісти на 2 запитання. Перше запитання стосується базових знань та вмінь. Друге запитання стосується теми поточної лекції.

Успішність виконання практичних модулів ЗМ-П1 - ЗМ-П3 оцінюється при виконанні 3 лабораторних робіт (ЛР): «Прогноз температури та вологості повітря» та «Побудова гроз та зливових опадів за методом Н.В. Лебедевої», «Прогноз шквалу» і усних відповідей студентів. Студент повинен відповісти на два запитання, що стосуються теми лабораторної роботи.

У період сесії враховується присутність студента на заняттях за розкладом, як округлений відсоток присутності, поділений на десять.

Модульно-накопичувальна система включає:

- систему оцінювання самостійної роботи студента у міжсесійний період (ОМ);
- систему оцінювання СРС при проведенні практичних модулів дисципліни під час заліково-екзаменаційної сесії (ОЗЕ);
- письмовий іспит (ОПК);
- систему накопичувальної підсумкової оцінки засвоєння студентом навчальної дисципліни (ПО).

Накопичена підсумкова оцінка (ПО) засвоєння навчальної дисципліни розраховується за формулою:

$$ПО = 0,5 ОПК + 0,25 (ОЗЕ + ОМ),$$

де ОПК – іспит, ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять; ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС у міжсесійний період.

Студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю у вигляді письмового іспиту, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни (міжсесійну контрольну роботу) не менше, ніж на 60%, та у яких накопичена підсумкова оцінка дорівнює або більша за 50%.

Іспит з дисципліни проводиться у письмовій формі з використанням екзаменаційних білетів. Екзаменаційний білет містить двадцять запитань змішаного типу, з яких 15 – закритого типу з множинним вибором (запропонованими відповідями, з яких вибирають одну правильну) та 5 – відкритого типу з наданням вільних відповідей на визначення основних термінів та визначень курсу. Загальна екзаменаційна оцінка (бал успішності) дорівнює відсотку правильних відповідей на питання екзаменаційного білету.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для самостійної роботи студентів
з дисципліни
«Короткострокові прогнози погоди»
дистанційна форма навчання

Укладачі: к.геогр.н., проф. Івус Г.П.
ст. викл. Гурська Л.М.

Електронна версія © Гурська Л.М.

Підп. до друку _____ Формат 60×84/16 Папір офісний

Умовн. друк. арк. _____ Тираж _____ Зам. № _____

Одеський Державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
