

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національна академія наук України
Український гідрометеорологічний інститут**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченю радою Українського
гідрометеорологічного інституту

Протокол №7-П/195 від 31 жовтня 2023 р.



Володимир ОСАДЧИЙ

жовтня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
ЕНЕРГЕТИКА ТА ДИНАМІКА ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В
АТМОСФЕРИ**

Освітньо-наукова програма **Науки про Землю**

Галузь знань **10 Природничі науки**

Спеціальність **103 Науки про Землю**

Рівень вищої освіти **Третій (освітньо-науковий)**

Освітній ступінь **Доктор філософії**

Вид дисципліни **Обов'язкова**

Викладач: Паламарчук Людмила Василівна, кандидат географічних наук,
доцент, старший науковий співробітник відділу фізики атмосфери УкрГМІ ДСНС
України та НАН України

Робочу програму навчальної дисципліни «Енергетика та динаміка циркуляційних процесів в атмосфері» розроблено на основі освітньо-наукової програми «Науки про Землю» підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Доктор філософії» за спеціальністю 103 Науки про Землю та відповідних нормативних документів

Укладач:

Старший науковий співробітник відділу фізики атмосфери,
к.г.н., доцент Л.В. Паламарчук Л.В.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні відділу
фізики атмосфери

Протокол № 2 від «28» 09 2023 р.

Завідувач відділу

В.М. Шпиг к.г.н. Шпиг В.М.

Гарант освітньо-наукової програми

В.І. Осадчий чл.-кор. НАН України
Осадчий В.І.

ВСТУП

Згідно навчального плану підготовки аспірантів, дисципліна " Енергетика та динаміка циркуляційних процесів в атмосфері" викладається аспірантам УкрГМІ ДСНС та НАН України у четвертому семестрі. Загальний обсяг навчальної дисципліни 90 годин, з них 50 годин аудиторних занять (30 годин лекційних, 20 годин семінарських занять та 40 годин самостійної роботи. Підсумковим контролем рівня засвоєння навчального матеріалу є залік .

Метою навчальної дисципліни " Енергетика та динаміка циркуляційних процесів в атмосфері" є формування в аспірантів теоретичних знань та положень щодо закономірностей виникнення та просторового розподілу крупномасштабних течій в атмосфері та циркуляційних структур нижчих масштабів . Вплив на формування атмосферної циркуляції астрономічних чинників, притоку та просторово-часового розподілу сонячної радіації, основних сил, що діють в атмосфері. Встановлення регіональних особливостей циркуляційних процесів та форм циркуляційних систем.

Основні завдання навчальної дисципліни: розкрити фізичні закономірності формування циркуляційних процесів на різних рівнях в атмосфері, їх залежність від притоку енергії її засвоєння та сезонних коливань; способи перетворення та передачі енергії різними циркуляційними утвореннями, роль зонального перенесення, меридіональних циркуляцій та вихрових структур у збереженні балансу енергії та кількості руху.

Предметом навчальної дисципліни: виявлення та якісний аналіз залежності типу циркуляційних процесів від астрономічних, геофізичних чинників та режиму надходження сонячної енергії. Оцінювання залежності форм циркуляційних систем від просторово-часового розподілу енергії в атмосфері.

Аспірант повинен знати: основні закони випромінювання, послаблення радіації атмосфорою, сили, що діють в атмосфері, рівняння руху турбулентної атмосфери, поняття про геострофічний вітер та його зміну з висотою, рівняння переносу вихору швидкості руху, закономірності формування теплового балансу земної поверхні та атмосфери, глобальних полів температури та віtru зональної та меридіональної їх складової.

Аспірант повинен вміти : інтерпретувати основні рівняння термодинаміки, що описують процеси утворення та переміщення основник циркуляційних систем, оцінювати компоненти теплового балансу, орієнтуватися у сучасних моделях ЗЦА та результатах їх прогнозів, застосовувати циркуляційні індекси для оцінок стану та прогнозу атмосферних процесів.

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна " Енергетика та динаміка циркуляційних процесів в атмосфері" спрямована на формування в аспірантів теоретичних знань та положень оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 2 модулів. Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 - бальною шкалою, яка відповідно переводиться в національну шкалу (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) та шкалу Європейської кредитно-трансферної системи – ЕКТС

(A,B,C,D,E,FX,F). Відповідність шкал оцінювання та критерії визначення рівнів досягнень аспірантів показано в таблиці 1.

Таблиця 1

Переведення 100-бальної шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС
	диференційована	у формі заліку	
90 – 100 (творчий рівень)	5 (відмінно»)	зараховано	A
85 – 89 (високий рівень)	4 (дуже добре)		B
70-79 (достатній рівень)	4 (добре)		C
65-69 (задовільний рівень)	3 (задовільно)		D
60-64 (задовільний рівень)	3 (достатньо)		E
35-59 (низький рівень)	2 (незадовільно з можливістю повторного складання)	не зараховано з можливістю повторного складання заліку/екзамену	EF
0-34 (незадовільний рівень)	2 (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Аспірант отримує підсумкову оцінку, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожен з двох модулів у семестрі та оцінки за залік за наступною формулою:

	<i>Змістовий модуль 1 (3M₁)</i>	<i>Змістовий модуль 2 (3M₂)</i>	<i>Залік</i>	<i>Разом (підсумкова оцінка)</i>
Вагові коєфіцієнти (%)	30% $k_1=0,3$	30% $k_2=0,3$	40% $k_{зал}=0,4$	100%
Максимальна оценка в балах	100	100	100	100
Оцінка (бали)	15*	45	40	100

Розрахунок підсумкової оцінки (зваженої):

$$PO = 3M_1 \times k_1 + 3M_2 \times k_2 + KPM \times k_{зал}.$$

При оцінюванні кожного із змістових модулів враховується відвідування аспірантом аудиторних занять та виконання ним самостійних робіт, робота на практичних та семінарських заняттях, а також результати виконання модульних контрольних робіт. Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента здійснюється у балах:

- письмові контрольні роботи – 20 балів (*на семестр 2 модульні контрольні роботи по 10 балів максимум кожна*);
- письмові самостійні роботи - 10 балів (*на семестр 2 письмові самостійні роботи по 5 балів максимум кожна*);
- усна відповідь - 10 балів (по одному балу за одну відповідь на кожному занятті);
- заохочувальні бали (відвідування, підготовка рефератів) - 20 балів.

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю аспірант отримав середнє арифметичне за два змістовні модуля менше ніж 60 балів, то він не допускається до заліку/екзамену і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ ТА СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ п\п	Назва теми	Лекції	Семінар. заняття	Самостій на робота
	Змістовний модуль 1			
	«ПРИРОДА ТА СТРУКТУРА ЗАГАЛЬНОЇ АТМОСФЕРИ (ЗЦА)»			
1	Тема 1. Енергетичні джерела циркуляційних процесів	4	4	4
2	Тема 2. Глобальні поля метеорологічних величин.	2	4	5
3	Тема 3. Закономірності формування основних течій в атмосфері.	4	-	4
4	Тема 4. Вихрові і хвильові процеси в атмосфері.	2	-	5
5	Тема 5. Основні циркуляційні структури в атмосфері.	2	3	4
	Модульна контрольна робота 1		1	
	ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2			
	«ЦИРКУЛЯЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ТА ЦИРКУЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ РІЗНИХ ШИРОТНИХ ЗОН.»			
6	Тема 6. Циркуляційні процеси в екваторіально-тропічних широтах.	4	4	5
7	Тема 7. Циркуляційні процеси в помірних широтах.	6	-	4
8	Тема 8. Полярні циркуляції.	2		4
9	Тема 9. Взаємодія атмосфери та Світового океану	2	3	5
	Модульна контрольна робота 2		1	
		30	20	40

Загальний обсяг 90 год.,
 в тому числі:
 лекції та семінари – 50 год,
 самостійна робота -40 год.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1 «ПРИРОДА ТА СТРУКТУРА ЗАГАЛЬНОЇ ЦИРКУЛЯЦІЇ АТМОСФЕРИ (ЗЦА)»

Загальна циркуляція атмосфери (ЗЦА) – система крупно масштабних течій, що включає також різномасштабні хвилі та вихори і здійснює обмін енергією та іншими властивостями повітря у зональному і меридіональному вимірі. Головна причина виникнення ЗЦА - існування меридіонального градієнту величини потоку сонячної енергії.

Тема 1. Енергетичні джерела циркуляційних процесів .

Лекція 1. Основні параметри потоку сонячної радіації, механізми засвоєння та перетворення енергії.

Сонце та сонячна активність. Сонячна стала. Вплив астрономічних факторів та параметрів Землі на величину потоку сонячно енергії. Солярний клімат та їх вплив на ЗЦА. Закони випромінювання та поглинання теплової радіації атмосферою та земною поверхнею. Відмінності у засвоєнні сонячної радіації на різних рівнях в атмосфері. Радіаційний баланс системи «земна поверхні – атмосфера»

Семінарське заняття: Про можливість впливу сонячної активності на структуру та інтенсивність загальної циркуляції атмосфери.

Лекція 2. Тепловий баланс земної атмосфери та меридіональне і вертикальне перенесення енергії.

Тепловий баланс земної поверхні, його складові та сезонна динаміка. Основні процеси, що забезпечують теплообмін. Тепловий баланс системи «земна поверхня –атмосфера». Середній річний баланс енергії для земної кулі. Сезонний баланс енергії у північній півкулі. Компенсаційні потоки, між широтне вирівнювання енергії.

Тема 2. Глобальні поля метеорологічних величин.

Лекція 3. Середні поля температури, вологості та вітру.

Закономірності формування глобальних полів основних метеорологічних величин. Особливості меридіональних профілів полів. Сезонна динаміка полів. Вплив на ЗЦА термічного режиму стратосфери та мезосфери.

Семінарське заняття: Становлення вчення про загальну циркуляцію атмосфери. Основні концептуальні підходи до вивчення ЗЦА.

Тема 3 . Закономірності формування основних течій в атмосфері.

Лекція 4. Рівняння руху у турбулентній атмосфері.

Сили, що діють в атмосфері на повітряні течії. Відхиляюча сила обертання Землі (сила Коріоліса), її залежність від географічної широти. Градієнта сила сила тертя (молекулярного та турбулентного). Рівняння руху у турбулентній атмосфері.

Лекція 5. Рух повітряних мас у вільній атмосфері.

Геострофічний вітер, його зміна з висотою. Термічна складова. Осереднені системи повітряних течій на різних висотах в атмосфері. Зональність циркуляційних потоків.

Тема 4. Вихрові і хвильові процеси в атмосфері.

Лекція 6. Причини виникнення вихрових і хвильових рухів в атмосфері та їх роль у формуванні різномасштабних атмосферних процесів.

Про теорії бароклинної нестійкості збурень. Конвергенція та дивергенція повітряних потоків. Аналіз рівняння перенесення вихору швидкості. Довгі та короткі хвилі і їх зв'язок з синоптичними збуреннями. Умови формування поза тропічних циклонів. Термічна асиметрія циклонів та її значення.

Тема 5. Основні циркуляційні структури в атмосфері.

Лекція 7. Повітряні маси та кліматичні фронти як структури системи ЗЦА.

Типи повітряних мас, їх основні термодинамічні властивості . Атмосферні фронти як поверхні розриву (перехідні зони). Кліматичні фронти та їх сезонна динаміка.

Лекція 8. Струминні течії, класифікація, сезонне положення, роль в циркуляційних процесах .

Механізми утворення та роль струминних течій у формуванні ЗЦА. Визначення основних параметрів тропосферних та стратосферних струминних течій. Сезонна динаміка струминних течій. Струминні течії як зони концентрації кінетичної енергії.

Семінарське заняття: Сучасні моделі ЗЦАО, їх основні параметри та використання результатів моделювання.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «ЦИРКУЛЯЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ТА ЦИРКУЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ РІЗНИХ ШИРОТНИХ ЗОН.»

Тема 6. Циркуляційні процеси в екваторіально-тропічних широтах.

Лекція 9. Енергетичні основи циркуляції в екваторіально- тропічних широтах.

Радіаційний та термічний режим тропічної атмосфери, їх сезонна динаміка. Горизонтальний температурний градієнт. Циркуляційна комірка Хедлі. Сезонні особливості циркуляції, вертикальний обмін. Внутрішньо тропічна зона конвергенції (ВТЗК) Пасати. Комірка Уокера. Океанічні ефекти. Явище Ель-Ніньо. то

Лекція 10 . Енергія фазових переходів води в атмосфері. Тропічні циклони.

Механізм утворення, структура та термодинамічні параметри тропічних циклонів. Роль енергії фазових переходів води в розвитку тропічних циклонів Траєкторії переміщення тропічних циклонів з основних районів їх утворення. Гіпотези про механізми утворення «ока» тропічного циклону.

Семінарське заняття: Використання супутникової інформації у визначенні траєкторій та інтенсивності тропічних циклонів.

Тема 7. Циркуляційні процеси в помірних широтах.

Лекція 11. Західні зональні течії та циклонічна діяльність.

Термічне поле поза тропічних широт. Меридіональні градієнти температури швидкість їх зміни Зональні повітряні течії. Деформаційні поля. Фронтогенез (фронтоліз). Циклонічна діяльність та механізми її виникнення. Роль циклонічної діяльності у меридіональному обміні. Енергетична основа існування поза тропічних циклонів. Роль вертикальних рухів в обміні енергією та вологовою.

Лекція 12. Типи циркуляційних процесів. Індекси циркуляції.

Зональна циркуляція, характеристики домінуючих процесів. Роль довгих хвиль (хвилі Росбі) у формуванні збурень зональних потоків. Меридіональна циркуляція та її особливості. Поняття про індекс циркуляції (індекс Блінової) . Сучасні циркуляційні індекси.

Лекція 13. Блокуючі процеси та їх вплив на погоні умови.

Антициклони, механізми їх формування. Поняття про процеси блокування. Ймовірні регіони розвитку блокуючих процесів. Інтенсифікація атмосферних процесів у зонах блокування.

Тема 8. Полярні циркуляції.

Лекція 14. Механізми формування циркуляції у полярних регіонах.

Полярні області високого тиску. Східні зональні течії та регіональні системи повітряних течій. Циклонічна діяльність у полярних районах північної півкулі. Умови утворення стокових вітрів в Антарктиді та їх погодоутворююче значення.

Тема 9. Взаємодія атмосфери та Світового океану.

Лекція 15. Вплив атмосферної циркуляції та океанічні течії

Основні напрямки взаємодії Світового океану та атмосфери. Роль океанічних течій у між широтному теплообміні. Енергоактивні зони Світового океану та їх вплив на циркуляційні процеси в атмосфері.

Семінарське заняття: Механізми енергообміну між атмосфорою та Світовим океаном.

Теми для самостійного опрацювання:

1. Процеси формування озону і атмосфері, їх вплив на термічний режим та стратосферну циркуляцію.
2. Процеси вологообміну у системі мусонної циркуляції.
3. Механізми утворення та роль субтропічної струминної течії у процесах енергообміну в атмосфері.
4. Мезомасштабні циркуляції (термічні та вихрові), механізми їх формування та циркуляційне значення.
5. Роль хмарності у перерозподілі енергії та водяної пари в атмосфері.
6. Океанічні течії і між широтний обмін теплом. Глибинні океанічні течії.
7. Сучасні підходи до визначення типу циркуляції, існуючі циркуляційні індекси.
8. Вплив циркуляційних процесів на зміни клімату.
9. Трансформація циркуляційних систем під впливом орографії та типу підстильної поверхні.
10. Астрономічні чинники та їх роль у динаміці циркуляційних процесів.

Питання, які виносяться на залік:

1. Основні фактори, що обумовлюють виникнення загальної циркуляції атмосфери.
2. Сонячна енергія на верхній межі атмосфери. Сонячна стала та вплив астрономічних параметрів на її величину.
3. Закони випромінювання та поглинання енергії в газовому середовищі. Особливості поглинання сонячної радіації атмосферою. Вплив на термічний режим та циркуляцію.
4. Сонячна активність та її вплив на циркуляційні процеси в атмосфері.
5. Розподіл енергії в умовах солярного клімату та визначення сезонної інтенсивності циркуляційних процесів.
6. Сучасні підходи до вивчення циркуляційних процесів. Глобальні та регіональні моделі ЗЦАО.
7. Крупномасштабні особливості глобальних полів основних метеорологічних величин.
8. Характеристика потоків, що формують тепловий баланс поверхні. Їх залежність від типу поверхні та сезону.
9. Закономірності між широтного теплообміну. Роль циркуляційних процесів.
10. Аналіз рівнянь руху у турбулентній атмосфері .
11. Енергетичне значення вологообігу в атмосфері.
12. Геострофічний вітер та його зміна з висотою. Роль термічного складової.
13. Вплив сили Коріоліса на зміну швидкості і напрямку повітряних течій та його залежність від широти.

14. Радіаційний баланс та термічний режим в екваторіально-тропічних широтах як визначальні чинники циркуляційних процесів.
15. Енергетика та структура циркуляційної комірки Хедлі.
16. Океанічні ефекти. Явище Ель-Ніньо - Південне коливання.
17. Характеристика висотної циркуляції в екваторіально тропічних широтах.
18. Зональне перенесення у помірних широтах та його висотні особливості.
19. Повітряні маси та кліматичні фронти. Їх термодинамічні властивості та сезонна динаміка.
20. Процеси фронтогенезу (фронтолізу) в атмосфері.
21. Вихорові циркуляції, причини їх виникнення.
22. Аналіз рівняння перенесення вихору швидкості.
23. Циклонічна діяльність у позатропічних широтах. Термічна асиметрія циклонів.
24. Умови формування хвильових рухів, їх класифікація та циркуляційне значення.
25. Міжширотний обмін енергією та кількістю руху у позатропічних широтах
26. Струминні течії як зони концентрації кінетичної енергії. Зв'язок струминних течій та циклонічних утворень нижчих рівнів.
27. Центри дії атмосфери, їх сучасна динаміка та роль у формуванні погоди і клімату.
28. Основні види енергії в атмосфері та способи її перетворення.
29. Поняття про доступну потенційну енергію.
30. Існуючі типи циркуляції помірних широт. Індекс циркуляції.
31. Роль блокуючих антициклонів у розвитку та збільшенні інтенсивності погодних процесів.
32. Мінливість загальної циркуляції в умовах глобального потепління. Сучасні циркуляційні індекси.
33. Північно-Атлантичне коливання як критерій оцінювання погодних процесів у Атлантико – Європейському секторі.
34. Зональні течії та особливості циркуляційних процесів в Арктиці і Антарктиді.
35. Енергообмін між Світовим океаном та атмосферою.
36. Зв'язок між атмосферою та океанічною циркуляцією.

Рекомендована література:

Основна:

1. Будыко М. И., Климат в прошлом и будущем. – Л., Гидрометеоиздат, 1980.- 489 с.
2. Воронов Г.С. та ін. Загальна циркуляція атмосфери К., 2006.- 285 с.
3. Зверев А. С. Синоптическая Метеорология – Л., Гидрометеоиздат, 1987.- 678 с.
4. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. Владивосток: Дальневосточный гос. ун-т, 2005. Гл. 12. С. 1–92.
5. Ивус Е.П., Ефимов Е.П.., Физика антициклогенеза – К:, КНТ,2005. - 208 с.
6. Дроздов О.А. Климатология / О.А. Дроздов, В.А. Васильев, Н.В. Кобышева. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 568 с.
7. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1984.- 751 с.
8. Лоренц Э.Н. Природа и теория общей циркуляции атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. - 260 с.
9. Монин А.С. Введение в теорию климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1982.- 247 с.
10. Пальмен Є., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1973 -. 616 с.
- 11.Переведенцев Ю.П. Теория климата: Учебное пособие.- Казань:Казан.гос.ун-т, 2009.- 504с.
- 12.Сніжко С.І.,Паламарчук Л.В., Затула В.І. Метеорологія – К. Київський університет. 2010.- 592с.
13. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. – М. Аспект пресс, 2002.- 415с.
- 14.Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 568 с.

Додаткова:

15. Балабух В.О. Траекторії циклонів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів в Україні у теплий період року. Наук. праці УкрНДГМІ. 2004. Вип. 253. С. 103–119.
16. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т. 1. М.: Мир, 1986.- 399 с.
17. Жадин Е. А., Зюляева Ю.А., Володин Ю.М. Связи межгодовых вариаций стрatosферных потеплений, циркуляции тропосферы и температуры поверхности океанов Северного полушария // Изв. РАН, Физика атмосферы и океана. 2008. Т.44 №5 С.641-653.
18. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменение крупномасштабной циркуляции атмосферы на протяжении XX века и ее влияние на погодные условия и региональную циркуляцию воздуха

- в Украине. Геофізичний журнал. 2006. № 1. Т. 28. С. 51–60.
19. Мартазинова В.Ф., Свердлик Т.А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменения и современное состояние. Наукові праці УкрНДГМІ. 1998. Вип. 246. С. 21–27.
20. Муравьев А.В., Куликова И.А., Круглова Е.Н. Определение экстремальных характеристик атмосферной циркуляции по данным реанализа и гидродинамического моделирования // Метеорология и гидрология. 2009. №7. С.33-74.
21. Нестеров Е.С. О фазах северо-атлантического колебания // Метеорология и гидрология. 2003. № 1. С.64-74.
22. Нестеров Е.С. О влиянии температуры воды и потоков тепла на поверхности океана в Северной Атлантике на циркуляцию атмосферы // Метеорология и гидрология. 2009. № 1. С.39-46.
23. Нестеров Е.С. О восточно-атлантическом колебании циркуляции атмосферы // Метеорология и гидрология. 2009. № 12. С.33-40.
24. Попова В.В., Шмакин А.Б. Циркуляционные механизмы крупномасштабных аномалий температуры в Северной Евразии в конце XX столетия // Метеорология и гидрология. 2006. № 12. С.15-25.
25. Погосян Х. П. Общая циркуляция атмосферы - Л., Гидрометеоиздат, 1972.-
26. Семенов Е.К., Соколихина Е.В., Соколихина Н.Н. Атмосферная циркуляция в низких широтах в периоды теплых и холодных фаз явления Эль-Ниньо-Южное колебание // Метеорология и гидрология. 2006. № 8. С.5-18.
27. Сидоренков Н.С., Орлов И.А. Атмосферные циркуляционные эпохи и изменения климата // Метеорология и гидрология. 2008. № 9. С.22-29.
28. Тараканов Г. Г. Тропическая метеорология – Л., Гидрометеоиздат, 1982.
29. Тимофеев В.Е., Безнощенко Б.О., Щеглов О.А. Режим приземной циркуляции атмосферы в районе Антарктического полуострова. УАЖ. 2018. №15. С. 66–80.
30. Тищенко В.А., Хан В.М., Вильфанд Р.П., Рожет Е Исследование развития атмосферных процессов блокирования и квазистационарирования антициклонов в Атлантико-Европейском секторе // Метеорология и гидрология. 2013. № 7. С.15-30.
- 31.Харюткина Е.В., Логинов С.В., Мартынова Ю.В. Изменчивость атмосферной циркуляции в условиях происходящих климатических изменений в Западной Сибири в конце XX в. И начале XXI в.// Метеорология и гидрология. 2016. № 6. С.82-86.
32. Шакина Н.П., Иванова А.Р. Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирования // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 11. – С. 5–18/

33. Hanna E., Cropper T.E., Jones P.D., Scaife A.A., Allan R. Recent seasonal asymmetric changes in the NAO (a marker summer decline and increased winter variability) and associated changes in the AO and Greenland Blocking index // International Journal of Climatology.2015.Vol.35. Issue 9.P.2540-2554.
34. Hanna E., Hall R.J., Cropper T.E, Ballinger T.J., Wake L., Mote T., Cappelen J., Greenland blocking index daily series 1851-2015:Analysis changes in extreme and links with North Atlantic and UK climate variability and change // International Journal of Climatology.2018.Vol.38. Issue 9.P.3546-356 4.
35. Palmer T . N. Extended-range atmospheric prediction and the Lorenz model // Bull. Amer. Met. Soc. – 1993.– Vol. 74, No. 1. – P. 49–65.