

УДК 551.5

Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Єлистратова Л.О.

Прогноз змін клімату України на початку ХХІ століття

Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Єлистратова Л.О. Прогноз изменений климата Украины в начале ХХІ века. Разработан общий эмпирико-статистический сценарий изменения климата на Украине. Его основой послужили данные температуры воздуха за последние годы и тенденции динамики климатических изменений в прошлом на фоне глобальных процессов изменений климата.
Ключевые слова: температурные аномалии, климатический прогноз, Украина.

Kulbida M., Barabash M., Elistratova L. Forecast changes in climate in Ukraine in the early XXI century. Developed a general empirical-statistical climate change scenario in Ukraine. Its basis was compiled using the air temperature over the last few years and trends in climate change in the past against the background of the global processes of climate change.
Keywords: temperature anomalies, climate prediction, Ukraine.

Актуальність дослідження. Наука досягла високого рівня знань у сфері історії формування клімату Землі, але, як і раніше, викликають дискусію причини досить стрімкої сучасної зміни клімату в сторону потепління. Актуальним є не тільки визначення причин зміни клімату, але і їх прогнозування на майбутнє. Зрозуміло, що потепління триває, внаслідок чого збільшується небезпека природних і кліматичних катастроф, які призводять до економічних втрат, мають негативний вплив на життєдіяльність і здоров'я людини.

Слід зазначити, що до теперішнього часу головна увага надавалася прогнозу тенденції глобальної зміни клімату. Отримані показники підвищення температури повітря на поверхні суші та океану в ХХІ ст. не задовольняють потреби держав в інформації про зміну клімату на регіональному рівні. Необхідно

конкретизувати, які можуть бути коливання клімату в найближчі 2-3 десятиріччя. Також виникає необхідність негайної розробки адаптаційних заходів до зміни клімату на території України. Тому потрібно знати не тільки про глобальну і регіональну зміну клімату, але й більш конкретні дані, особливо про щорічну мінливість клімату і частоту значних аномалій клімату, наприклад, засух.

Метою роботи є: розробити загальний емпірико-статистичний сценарій з врахуванням інформації з температури повітря за останні роки, а також з врахуванням динаміки клімату України в минулому і майбутньому і його взаємозв'язок з глобальною зміною клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку відомих у всьому світі вчених Будико М.І. (СРСР, 1974), Логінова В.Ф. (Білорусь, 2008), Мелешко В.П. (Росія, 2007), Мартазінової В.Ф. (Україна, 2010) сучасні методи інтерпретації зміни клімату базуються на порівнянні спостережень за змінами переважно за даними минулого століття з результатами розрахунків по моделях загальної циркуляції атмосфери і океану (МОЦАО), в яких послідовно враховуються ті антропогенні і природні зовнішні впливи, які спостерігаються. При цьому використовуються статистичні критерії, які дозволяють встановити, чи містять спостереження ознаки очікуваної реакції на зовнішні впливи, які помітно відрізняються від проявів внутрішньої кліматичної мінливості. Головна увага приділяється аналізу змін температури повітря в атмосфері, у поверхні землі та океану. Можливість проаналізувати мінливість інших змінних у ряді випадків обмежена недостатнім цілковитим фізичним розумінням кліматичної системи і недоліками системи спостережень, які не дозволяють отримати достатньо точну інформацію (це відноситься, наприклад, до кількості опадів). Там, де таке обмеження існує, вчені пропонують теоретичне моделювання. Слід зазначити, що в Україні не має недоліків у системі спостережень. Україна має наявність великої мережі інструментальних спостережень, дані якої після експертної оцінки ЦГО доцільно використовувати не тільки у прогнозах погоди, але і в кліматичних прогнозах.

Діагностична оцінка стану клімату України наведена в сучасних монографіях (Ліпінський В.М., Дячук В.А., Бабіченко В.М., 2009; Осадчий В.І., Косовиць О.О., Бабіченко В.М., 2010), вивчена і динаміка клімату на початку ХХІ ст. (Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., 2009), зроблені спроби побудови сценарію майбутнього клімату України (Барабаш М.Б., Ткач Л.О., 2005), але необхідно їх уточнювати з подальшим використанням нових емпіричних даних. Такі роботи в Україні проводяться багато років і отримані певні результати.

Матеріали і методика досліджень. У роботі використані дані інструментальних спостережень за температурою повітря у поверхні землі на мережі наземних метеорологічних станцій України. Було проаналізовано бази даних більшості станцій та зроблено висновок про можливість використання для вивчення зміни клімату (всього 60 станцій). З них дані 18 станцій за 100 років спостережень. Щорічні дані глобальної температури з 1990р. по останні роки ХХІ ст. були взяті з Третьої (2003) і Четвертої (2004) доповідей МГЕЗК.

Виклад основного матеріалу. Зміни клімату України відбуваються на фоні глобальних змін, пов'язаних з діючими природними і антропогенними факторами глобального і регіонального масштабу.

У сучасний період часу під егідою МГЕЗК і ВМО представлено декілька можливих сценаріїв змін глобального клімату. Всі ці сценарії вказують на подальший розвиток глобального потепління в ХХІ столітті і відрізняються між

собою тільки величиною очікуваного росту температури. Виходячи із середніх оцінок цих сценаріїв, найімовірніше підвищення глобальної температури повітря буде складати 1.1–1.2⁰С (до 2030 р.), 3.0–5.8⁰С до кінця століття. Для Північної півкулі на території континентів найбільш імовірна величина потепління до кінця століття складатиме 4.0 – 5.0⁰С (Третя доповідь МГЕЗК, 2003 Четверта доповідь МГЕЗК, 2004). Для загальної характеристики змін клімату доцільно розглядати температуру повітря.

Для території України прояви змін глобального клімату в деяких районах підсилюються за рахунок внутрішніх факторів: зміною ландшафтів внаслідок багатовікової господарської діяльності, сучасною зміною водних ресурсів, меліорацією, процесами урбанізації.

Динаміка клімату України за період спостережень з 1900 року (18 станцій) та 42 станцій за період спостереження з 1951 р. по теперішній час показала, що середньорічна температура підвищилася в зоні мішаних лісів, в зоні широколистяних лісів та лісостеповій зоні на 0,7–1,0⁰С, а в степовій зоні на 0,3–0,4⁰С. Поступово ріст температури охоплює всю територію.

Було розглянуто потепління у всі місяці та сезони і в цілому за рік. Річна температура в Україні підвищується згідно річної глобальної температури. З 1998 по 2010 спостерігається щорічна позитивна аномалія річної температури. По місяцях зміни температури повітря не однорідні в останні 15 років, найбільше потеплішав січень, дещо менше липень, в осінні місяці потепління не значне. Перший місяць зими – грудень, як правило, буває холодніший за норму.

Відомо, що циркуляційні процеси на Земній кулі мають величезну енергетичну потужність, тому вони досить стійкі по відношенню до зовнішніх впливів, а також до перетворень внутрішнього характеру. Достатньо навести приклад практично постійного району розташування Центрів дії атмосфери (ЦДА). Їх географічне положення лише має коливання у деяких межах, це підтверджено даними за період понад 100 років. В.Ф. Мартазінова, яка має величезні архіви даних щодо циркуляції, відзначає, що “усі центри дії атмосфери у період другого глобального потепління зберігаються і залишаються на власній території”. Зміна баричних утворень із 1976 р. до теперішнього часу найбільш помітна в Атлантико-Європейському секторі циркуляції. Характер змін баричних утворень за період інтенсивного глобального і регіонального потепління дозволяє розуміти сучасний стан клімату України зимою і літом. Ця інформація про зміни атмосферної циркуляції в Північній півкулі і в Атлантико-Європейському секторі циркуляції докладніше аналізується в роботі (Мартазінова В.Ф., Іванова О.К., Чайка Д.Ю., 2007). Немає підстав передбачати з початку ХХ ст. суттєву перебудову глобального поля циркуляції Північної півкулі і в Атлантико-Європейському секторі, до якого відноситься циркуляція України. Відомо, і це було неодноразово відзначено раніше, що антропогенний фактор має вплив у цілому на кліматичну систему, у тому числі на взаємодію океану і поверхні суші, і таким чином на циркуляційні процеси, але невизначений ступінь цього впливу у кількісних оцінках для різних районів Північної півкулі. В усякому разі основні сучасні риси циркуляції на території України, район знаходження ЦДА, збережуться у найближчі два-три десятиріччя. Це є вагомою підставою для екстраполяції основних кліматичних показників на цей період.

Зроблена спроба спрогнозувати клімат України у майбутньому. Для розробки успішного прогнозу клімату України має значення вибір тривалості

часового періоду, розрахунки за яким можуть бути аналогом клімату України на майбутні два – три десятиріччя і виконувати роль “базового сценарію”. Базовим сценарієм вважається у даному випадку середнє багаторічне значення температури за період який, межує з прогнозованим (1976-2007 рр.). Важливим є те, що цей період можна вважати найбільш статистично і фізично обґрунтованим для одержання модельних оцінок змін (переважно приросту температури повітря стосовно базового сценарію). З точки зору класичної кліматології, оптимально стійку середню (норму) можливо отримати за 50-100 років і екстраполювати її на відповідні періоди вперед. Така процедура правомірна для стаціонарного клімату. Але збільшення темпів приросту температури буде спонукати до перерахунків “норми” після терміну її введення через 20-30 років. Крім того успішність емпірико-статистичного прогнозу клімату зменшується у міру збільшення періоду екстраполяції, оскільки з часом зв’язки між минулим і майбутнім послаблюються унаслідок появи нових факторів і змін характеру і впливу на клімат.

Здійснено емпірико-статистичне моделювання сценарію клімату України по температурі повітря на основі традиційних методів, які прийняті в сучасній кліматології. Послідовно виконувались такі завдання:

- Осереднення за площею середньої місячної і річної температури повітря (°C) за природними зонами (1951–2009 рр.) і по території України в цілому з метою зменшення різноманітних мікрокліматичних неоднорідностей території. Таке площинне осереднення є важливим для вивчення наслідків зміни клімату України за природними зонами.

- Для зменшення в ряду природної часової мінливості проведенні розрахунки аномалії температури по місяцях, теплий і холодний період, рік відносно кліматичної норми (1961–1990 рр.), яка рекомендована Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО),

- Виявлення домінуючої тенденції на основі побудови трендів у віковому масштабі за 105 років, в “індустріальний період” (1951–2009 рр.), у період інтенсивного глобального потепління (1976–2009 рр.), а також в останні вісімнадцять років (1991–2009 рр.).

- Дослідження кореляційного зв’язку між глобальною і регіональною температурою повітря по Україні за 107-річний період спостережень, а також у період першого і другого глобального потепління.

- Вибір періоду – аналога в ряду інструментальних спостережень за температурою повітря для характеристики клімату найближчих декількох десятиріч (до 2030 р.).

- Побудова базового сценарію клімату України по природних зонах на декілька десятиріч вперед на основі математичного сподівання, розрахованого за період, який межує з тим, що прогнозується (1976–2007рр.).

- Оцінка швидкості приросту температури (°C/10 р) або зменшення її відносно базового сценарію за окремими місяцями на основі різних моделей (емпіричної і моделей загальної циркуляції атмосфери).

- Оцінка ймовірності можливих щорічних коливань температури повітря біля багаторічної тенденції, визначення відхилень від норми 1, 5, 10, 20, 50%-вої ймовірності.

Побудови емпірико-статистичного сценарію зміни температури повітря для території України базується на відносно високому коефіцієнті кореляції між глобальною і регіональною (Україна) температурою повітря. Найбільш значущий

($r > 0,75$) він був у період 1975–2009 рр. Зроблений висновок, що на значному часовому інтервалі з початку і впродовж ХХ ст. зв'язок двох змінних зберігався, тому логічно припустити, що сторічний позитивний зв'язок проявиться і на короткому інтервалі часу.

За наявності наближеного лінійного зв'язку між глобальною та регіональною температурою повітря уявлення про клімат майбутніх десятиріч можна отримати, використовуючи статистичні характеристики, розраховані у період, який межує з прогнозованим. Таким чином, для побудови сценарію клімату до 2030 р. базою є усереднені багаторічні дані температури повітря за період 1976–2007 рр. по місяцях і за рік. Умовною назвою його буде базовий сценарій температури повітря, який може бути дійсним до 2030 р. (табл.1).

Таблиця 1.
Базовий сценарій режиму температури повітря °С до 2030 р.

Природні зони	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Зона мішаних лісів	-4,2	-3,7	1,2	8,5	14,6	17,6	19,2	18,3	13,3	7,6	1,6	-2,7	7,7
Зона широколистяних лісів	-4,1	-3,3	1,3	7,9	13,8	16,6	18,1	17,5	13	7,8	1,8	-2,4	7,4
Лісостепова зона	-5,1	-4,5	0,7	8,9	15,2	18,4	20,1	19,1	13,9	7,5	1,0	-3,4	7,7
Степова зона	-3,3	-3	2,1	9,9	15,9	19,7	21,9	20,9	15,8	9,2	2,8	-1,7	9,3
Україна	-4,2	-3,6	1,3	8,8	14,9	18,1	19,8	19	14	8	8,1	-2,6	8

Постає питання про корегування базового сценарію, який у загальних рисах характеризує клімат України на межі ХХ і ХХІ ст., а саме про величину змін температурних показників сценарію на 2–3 десятиріччя вперед або у першій половині ХХІ ст. Часові межі дії індексів, як і базового сценарію, залежать від збереження інерції кліматичної системи у глобальному масштабі на умовах стабілізації викидів парникових газів в атмосферу. Для прикладу в таблиці 2 наведена інформація про індекси зміни температури повітря (°С/10 р.), які розраховані на основі емпіричної моделі. Для порівняння з ними на основі теоретичних моделей загальної циркуляції атмосфери розраховані індекси, які обумовлені впливом глобального антропогенного фактору. Таким чином, пропонується обережний підхід до оцінок змін клімату в майбутньому, який базується на фактичних спостереженнях за кліматом України і на основі гіпотези впливу на клімат антропогенного фактору.

Докладніше про зміст таблиці 2. У першому стовпчику позначені “римськими” цифрами місяці по сезонах і рік. У другому – дані тренду, які віднесені до десятиріччя і розраховані за кожний місяць сезону і в цілому за рік, у стовпцях під назвою “емпірична модель” представлені коефіцієнти лінійного рівняння регресії, для осереднення місячних даних по температурі повітря, а також межі змін температури в окремі місяці за окремими станціями кожної природної зони, в конкретній таблиці для зони мішаних і зони широколистяних лісів. У наступних чотирьох стовпчиках дані індексу приросту температури

Таблиця 2.

Зміна температури повітря °C/10 р. на основі емпіричної моделі і моделі загальної циркуляції атмосфери. Зона мішаних і зона широколистяних лісів

Місяць, рік	Тренд, °C/10р.	Емпірична модель			Моделі загальної циркуляції (Кульбіда М.І.,2003)				
		Зміни середньо-місячні	Межі змін		CCCM	GISS	GFDL	UKMO	Об'єднані
			від	до					
Зима									
XII	-0,3	0,5	-0,5	1,4	0,26	0,51	0,54	0,71	0,5
I	0,7				0,69	0,65	0,22	0,75	0,4
II	1,2				0,7	0,71	0,45	0,93	0,5
Весна									
III	0,2	0,3	-0,1	0,7	0,79	0,39	0,47	0,92	0,64
IV	0,5				0,49	0,53	0,58	0,96	0,64
V	0,2				0,31	0,35	0,40	0,44	0,38
Літо									
VI	0,1	0,5	0	1,2	0,31	0,17	0,41	0,33	0,31
VII	0,8				0,33	0,16	0,46	0,27	0,31
VIII	0,7				0,22	0,1	0,48	0,36	0,31
Осінь									
IX	0	0,5	-0,1	0,5	0,33	0,41	0,26	0,39	0,35
X	0,2				0,28	0,28	0,36	0,50	0,36
XI	0				0,33	0,59	0,64	0,56	0,53
Рік	0,4				-	-	-	0,42	0,4

розраховані за теоретичними моделями загальної циркуляції атмосфери. Порядок індексів, отриманих з емпіричних даних і теоретичних моделей, один і той же. Самі значення суттєво відрізняються, наприклад, для літа. Цю різницю можна характеризувати по-різному. Наприклад, вважати, що крім статистичної похибки різницю обумовлює невизначеність на території України співвідношення дії природного і антропогенного фактору змін клімату. Цілком можливо, що при одних умовах природний фактор компенсує антропогенний, при інших – навпаки – підсилює його. В останньому стовпці надаються середні індекси осередненої інформації, отриманої за чотирма моделями.

За емпіричним сценарієм температура повітря наприкінці XXI ст. може бути вище за сучасну у зимові місяці у зоні мішаних і широколистяних лісів, лісостепу у середньому місячному вирішенні на $1,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, у степу на $1,2^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. У весняні місяці підвищення може відбуватися повільніше і складати по зонах від $0,6^{\circ}\text{C}$ до $0,9^{\circ}\text{C}$. Літо передбачається більш спекотним у порівнянні з сучасним періодом часу. У зоні мішаних та широколистяних лісів на $1,5^{\circ}\text{C}$, у лісостепу і степу до $1,8^{\circ}\text{C}$. Що стосується осені, то за емпіричним сценарієм зростання температури незначне. Статистична похибка розрахунків для зимових і літніх місяців складає біля $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, для весни трохи менша, для осені вона не розраховувалась. Звертаючи увагу на межі, в яких може змінюватися температура в той або інший місяць, то слід зробити висновок, що в окремі місяці до 2030 року можуть і зовсім не відбуватися зміни, навіть може бути зниження температури повітря, як це було в останнє десятиріччя з 1998 по 2007 рр.

Сценарій клімату до 2030 р. був доповнений імовірнісними характеристиками. Розгляд усього спектру температури за весь період спостережень дає уяву про

аномалії будь-якого знаку, які реально спостерігались і у періоди потепління, і в періоди тимчасових знижень, і в періоди, коли температура була близька до норми. Розраховано як додатні, так і від'ємні аномалії температури різної ймовірності (1; 5; 10; 20; 50%) (Ткач Л.О., Барабаш М.Б., 2005). Найзначніші аномалії в ряді метеорологічних спостережень є ті, ймовірність яких складає біля 1% (1 раз в 100 років). У таблицях 3, 4 для прикладу наведено аномалії

Таблиця 3.

Від'ємні аномалії температури повітря 1%-ої ймовірності (1 раз у 100 років), які дорівнюють указаним значенням або нижче них

Природна зони	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Зона мішаних лісів	-9,0	-8,8	-7,4	-6,2	-3,9	-3,4	-2,3	-2,7	-2,3	-4,4	-7,9	-6,6
Зона широколистяних лісів	-7,5	-7,1	-7,7	-4,5	-4,7	-2,4	-2,7	-2,3	-3,7	-4,5	-5,3	-5,1
Лісостепова зона	-8,7	-8,4	-7,4	-6,1	-4,5	-3,2	-2,8	-2,9	-3,3	-5,3	-8,2	-6,7
Степова зона	-8,6	-8,4	-7,0	-5,8	-4,3	-3,0	-3,6	-3,1	-3,5	-5,4	-8,1	-7,3

Таблиця 4.

Додатні аномалії температури повітря 1%-ої ймовірності (1 раз у 100 років), які дорівнюють указаним значенням або вище них

Природна зони	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Зона мішаних лісів	6,6	7,3	6,3	2,0	3,3	4,4	5,3	4,6	4,0	3,9	4,3	5,0
Зона широколистяних лісів	6,2	6,1	4,9	4,7	5,3	3,9	4,8	3,5	4,0	3,9	4,4	3,5
Лісостепова зона	5,8	6,5	3,9	4,3	3,7	4,8	4,6	4,6	4,3	4,2	3,8	5,5
Степова зона	5,9	5,6	5,0	3,6	3,5	4,3	4,3	4,0	4,3	4,6	4,7	4,7

температури повітря 1%-ої ймовірності для природних зон України.

Якщо температури (1%-вої ймовірності) неодноразово повторюються протягом одного, двох або трьох років, то це свідчить, що клімат виходить за рамки того, який існував у ХХ ст. Це є сигналом можливих незворотних змін клімату.

Розрахунки коливань температури із року в рік мають ряд невизначеностей. Не зрозуміло, яка буде інтенсивність потепління в різні місяці і сезони року. Чи буде спостерігатися збереження значних темпів приросту температури зимового періоду, чи будуть відбуватися потепління в усі сезони і місяці року. Іншою серйозною проблемою є питання щодо того, при яких середніх змінах глобальної і регіональної температури може початися дія зворотних зв'язків у кліматичній системі. Слід зазначити, що розрахунки ймовірнісних характеристик щорічних коливань клімату не дають відомостей про конкретний рік, коли можуть спостерігатися від'ємні і додатні аномалії температури, але це питання не вирішене в усьому світі, оскільки пов'язане з проблемою довгострокових прогнозів погоди.

У цілому ймовірнісні характеристики сприятимуть розумінню загальної закономірності зміни клімату і дають обґрунтовану інформацію щодо коливання метеорологічних величин відносно норми. Висвітлення майбутнього клімату дає змогу побачити взаємозв'язки між окремими метеорологічними величинами і дати комплексну оцінку тієї чи іншої версії клімату.

Складається враження що на початку XXI ст. аномалії температури відносно норми стали значнішими, крім того, частішали і стихійні явища в цілому на земній кулі, і в тому числі в Україні, особливо в літній період. Усе частіше відбуваються більш потужні шквали, смерчі, град, зливи, які наносять суттєві збитки країні. Слід відмітити, що в південних регіонах України зміни клімату менш виражені, але в будь-якому випадку відмічається потепління, тому постійно збільшується ймовірність сильних засух. Ймовірність виникнення значної засухи може бути 1 раз на 3–4 роки. Сильна засуха може бути 1 раз на 10 років. Дуже сильна засуха може відбуватися 1 раз на 20 років. Не часто 1 раз в 30 років може бути надзвичайно сильна засуха (Барабаш М.Б., Корж Т.В., Адаменко Т.І., 2009). У зв'язку з подальшим потеплінням можливе зростання засух до 2–3 на десятиріччя. В такій ситуації перспективи будуть залежати від дій або бездіяльності керівництва нашої країни. Якщо вжити всі необхідні заходи, то Україна може лише вигравати від змін клімату, може вирощувати і збирати по два врожаї за рік.

Не слід надіятися на те, що буде повна ясність питання про причини змін клімату, тому бажано проводити заходи з адаптації до існуючого клімату і того, який, за припущеннями, може бути в майбутньому. Перевага емпірико-статистичного сценарію, запропонованого в даній статті, полягає у тому, що він одночасно враховує тенденцію зміни глобального клімату на близьке і подальше майбутнє, і закономірності та тенденцію, і коливання клімату на території України.

Висновок Достовірність запропонованого емпірико-статистичного сценарію зумовлюється його реалістичністю, оскільки він базується на кліматичних нормах, середніх багаторічних характеристиках, які отримано за вихідною інформацією, що пройшла незалежний експертний контроль у підрозділах геофізичної обсерваторії і УкрНДГМІ. Крім того, слід зазначити, що при прогнозуванні клімату необхідно доведення інформації до максимальної досконалості, для цього потрібно постійно її переглядати і уточнювати кожні 5–10 років. Також поруч з існуючими довідниковими матеріалами потрібно розглядати прогнози, які попереджають про динамічний розвиток процесів у кліматичній системі, що нормативні документи не відображають, тобто це своєрідні „поправки” до нормативних документів.

1. Барабаш М.Б., Корж Т.В., Адаменко Т.І. Ймовірнісна характеристика частоти засух в Україні в умовах існуючої тенденції потепління на межі XX і XXI століть // Клімат України: у минулому...майбутньому? – К.: Сталь, 2009. – С. 175-181. 2. Барабаш М.Б., Ткач Л.О. Сценарії режиму температури повітря в перші три десятиріччя XXI ст. за фізико-географічними зонами України // Водне господарство України. – 2005. – №3. – С. 5-12. 3. Будько М.И.. Изменение климата. – Л.: Гидрометеониздат, 1974. – 280 с. 4. Клімат Києва / За ред. В.І. Осадчого та ін. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 320 с. 5. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського та ін. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с. 6. Кульбіда М.І.. Агрометеорологічні умови і продуктивність озимої пшениці при зміні клімату в Україні : Автореф. дис. ...канд. геогр. наук. – Одеса: Одеський державний екологічний інститут, 2003. – 19 с. 7. Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Єлістратова Л.О. та ін. Клімат України: у минулому... і майбутньому? – К.: Сталь, 2009. – 234 с. 8. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствие климатических изменений. Мн.: ТетраСистема, 2008. – 496 с. 9. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменение атмосферной циркуляции в Северном полушарии в течении периода глобального потепления в XX веке // Український географічний журнал. – 2007. – №3. – С. 10-20. 10. Мартазинова В.Ф., Иванова О.К.. Сучасний клімат Київської області. – К.: АБЕРС, 2010. – С. 5-12. 11. Мелешко В.П., Мирвис В.М., Говорков В.А. Насколько наблюдаемое потепление климата России согласуется с расчетами по объединенным моделям общей циркуляции атмосферы и океана? // Метеорология и гидрология. – 2007. – №10. – С. 5-19. 12. Ткач Л, Барабаш М.. Коливання клімату України відносно загальної тенденції зміни клімату на найближче майбутнє // Історія української географії. – 2005. – №2(12). – С. 85-98.