

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАГОПЕРЕНОСА В ТРОПОСФЕРЕ ПРИЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Представлены результаты расчета влагопереноса в тропосфере Причерноморского региона в теплый период года. Показана сорокалетняя динамика и оценена изменчивость влагопереноса в тропосфере в теплый период года по десятилетиям. Выявлено значительное уменьшение влагопереноса за теплый период года в Причерноморском регионе за последние сорок лет.

Ключевые слова: влагоперенос в тропосфере, статистические характеристики, аномалии, Причерноморский регион.

Т.Л. Касаджик. СУЧАСНІ ЗМІНИ ВОЛОГОПЕРЕНОСУ В ТРОПОСФЕРІ ПРИЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ В ТЕПЛІЙ ПЕРІОД РОКУ. Представлені результати розрахунку вологопереносу в тропосфері Причорноморського регіону в теплий період року. Показана сорокарічна динаміка та оцінена мінливість вологопереносу в тропосфері в теплий період року за десятиріччями. Виявлене значне зменшення вологопереносу за теплий період року в Причорноморському регіоні за останні сорок років.

Ключові слова: вологоперенос в тропосфері, статистичні характеристики, аномалії, Причорноморський регіон.

Постановка проблемы и ее актуальность. Влагооборот является чрезвычайно важным процессом, который рядом с другими климатообразующими факторами играет большую роль в формировании климата Земли. Отдельные его составляющие тесно связаны с радиационными условиями, которые определяют процесс испарения, с атмосферной циркуляцией, которая определяет условия переноса влаги и выпадения осадков. Но, в свою очередь, влагооборот существенно влияет на радиационный баланс, изменяя суммарную радиацию, альбедо и эффективное излучение подстилающей поверхности благодаря влагосодержанию, облачности, осадкам. Он вносит значительный вклад в энергетику атмосферной циркуляции, транспортируя водяной пар, то есть скрытое тепло климатической системы, и перераспределяя тепло и влагу по Земному шару. Атмосферная циркуляция, в свою очередь, определяет погоду конкретной области [1]. Содержание водяного пара в Черноморской атмосфере, имеет огромное значение для условий облакообразования, выпадения осадков и формирования стихийных гидрометеорологических явлений. Например, известно, что реализации грозовых процессов в Причерноморском регионе способствует теплый, насыщенный влагой средиземноморский воздух [2-4].

Для современного климата планеты Земля, согласно исследованиям многих ученых мира, характерно потепление, которое происходит уже в течение века. Фиксируемое повышение температуры воздуха имеет решающее значение для формирования количества фактической природной влаги в границах одной страны или объединенного региона [5-7].

В связи с этим, изучение современных особенностей влагосодержания тропосферы в регионе является актуальным вопросом. Целью данной работы является расчет влагопереноса

тропосферы в теплый период года в Причерноморском регионе, выявление динамики за сорокалетний период и оценка изменчивости.

Объекты и методы исследования. При подготовке работы использовались данные радиозондирования атмосферы за теплый период года с 1973 по 2012 гг. в срок 00 часов по гринвичскому времени. Исследования проводились на 10 метеорологических станций, расположенных в Черноморском регионе. Государственная принадлежность станций: Украина (Киев, Одесса, Львов, Харьков); Россия (Ростов-на-Дону, Дивное, Туапсе); Турция (Анкара, Стамбул) и Румыния (Бухарест) (рис. 1). Данные радиозондирования атмосферы получены из базы данных Вайомингского университета [8]. Как известно, некоторая неоднородность первичных материалов обусловлена тем, что большинство стран применяют свои системы радиозондов, датчики которых имеют разную точность. Аэрологические данные вследствие этого могут быть не вполне сравнимы между собой. Во избежание этого, были использованы результаты наблюдений за период с 1973 г., когда радиационные ошибки для употребляемых типов радиозондов были исключены, а, следовательно, значения температуры и характеристик влажности в стратосфере стали больше сравнимыми между собой, чем в предыдущие годы. Таким образом, начальный материал является достаточно однородным и надежным.

Для расчета значений влагопереноса тропосферы были использованы отношения смеси (г/кг) и значения скоростей ветра (м/с) на изобарических поверхностях от 1000 до 300 гПа. Расчеты проводились по методу Дроздова О.О. [9]. Ниже приведена формула для расчета влагопереноса в тропосфере и некоторые замечания по ее использованию для Черноморского региона (1, 2):

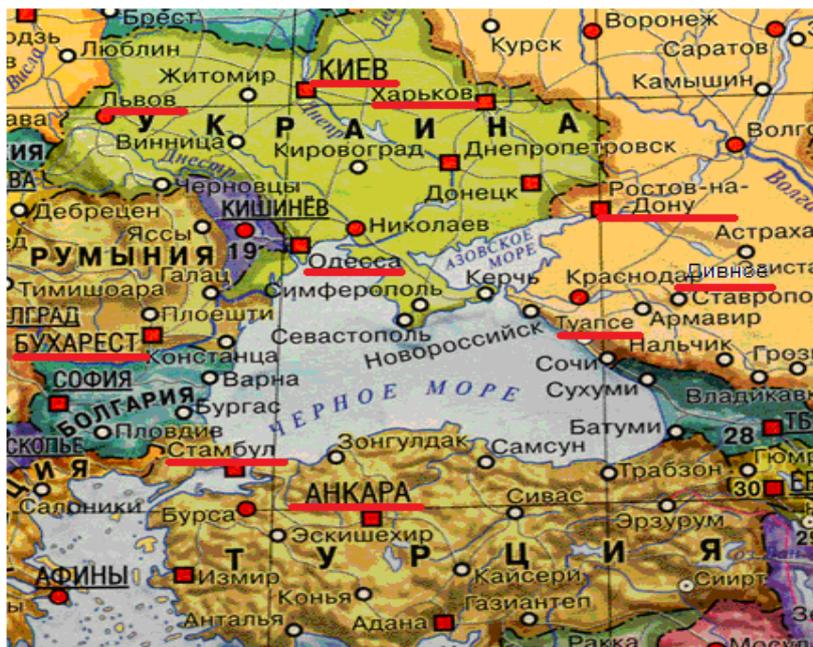


Рис. 1. Станции региона исследования

$$v_{(w)} = 10(0,075r_0v_0 + 0,150r_{850}v_{850} + 0,175r_{700}v_{700} + 0,10r_{500}v_{500} + r_{400}v_{400} + r_{300}v_{300}) \quad (1)$$

где $v_{(w)}$ – пронос влаги над станцией, кг/м·с;

v_0, v_{850} и т. д. – модуль средней скорости ветра на поверхностях, м/с.

r_0, r_{850} и т. д. – среднее значение отношения смеси на поверхностях, г/кг.

В работе были получены средние значения переноса влаги для всех месяцев теплого периода года в слое Земля – 300 гПа включительно для области, расположенной над исследованными станциями в Черноморском регионе. Обычно, уровень 300 гПа поверхности не включают в расчеты из-за малого влагосодержания, но, учитывая возможное развитие конвективной облачности до нижней границы стратосферы, принято решение рассчитывать влагоперенос до 300 гПа поверхности.

Для выявления пространственно-временных закономерностей распределения влаги в тропосфере региона использовалась методика визуализации значений, полученных при статистической обработке исследуемого материала.

Результаты исследования и их анализ.

Анализ расчетов показал, что минимальные значения влагопереноса в тропосфере в теплый период года наблюдаются в апреле, а максимальные значения – в июле. Причем в среднем, за теплый период года минимальные значения влагопереноса характерны для ст. Анкара (184,12 кг/м·с), а максимальные – для ст. Див-

ное (255,56 кг/м·с) и ст. Львов (251,78 кг/м·с) (рис. 2).

Пространственное распределение средних, максимальных значений и среднеквадратичного отклонения влагопереноса характеризуется практически одинаковыми полями с максимумом в районе станции Туапсе (рис. 3 а, б, г). Причина формирования здесь зоны максимума кроется в особенностях подстилающей поверхности, это горный район, для которого характерны большие скорости. Для значений влагопереноса теплого периода года наиболее характерная сильная правосторонняя асимметрия, что свидетельствует об уменьшении значений за период 1973-2012гг. (рис. 3 в).

Для выявления динамики пространственно-временных изменений влагопереноса в тропосфере Причерноморского региона целесообразно рассчитать аномалии по десятилетиям. Для этого весь период наблюдений 1973-2012гг. разделен на 4 десятилетия. Как известно, за аномалию в метеорологии принимается отклонение значения от средней величины. В данном случае мы использовали отклонение среднего значения влагопереноса для данной станции за каждое десятилетие от сорокалетнего среднего значения влагопереноса для этой станции. Пространственное распределение влагосодержания за период 1973-1982гг. характеризуется уменьшением значений в центральной и южной частях региона (рис. 4, а).

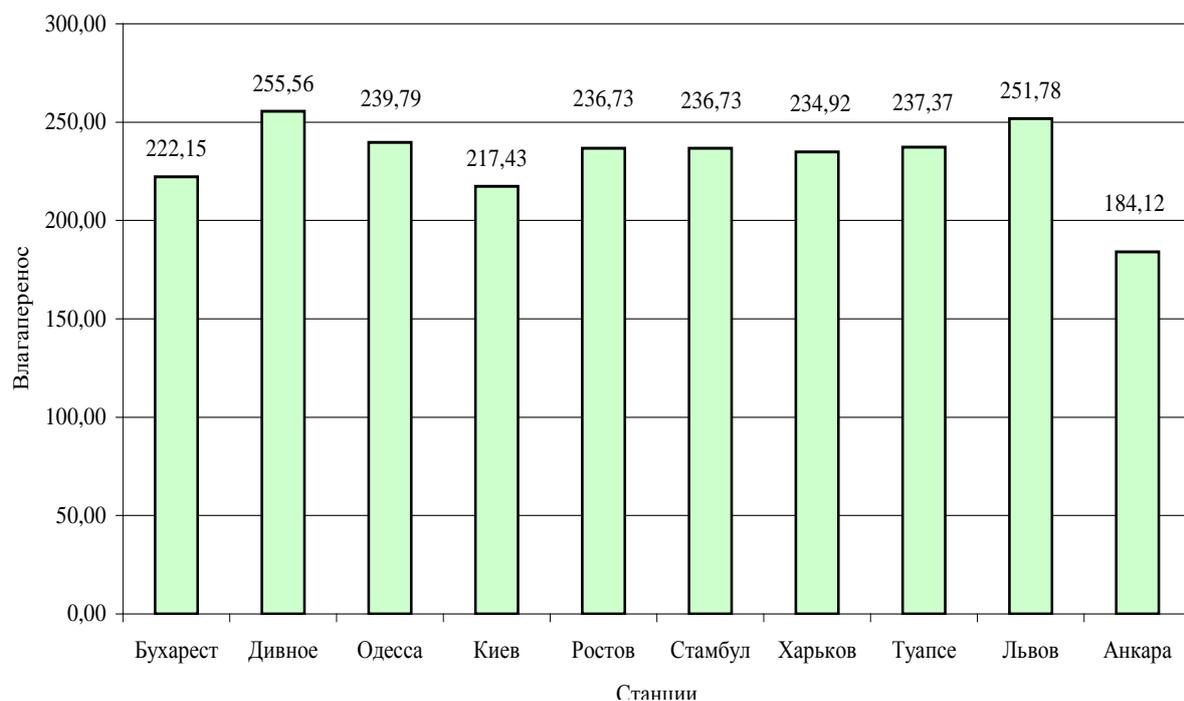


Рис. 2. Средние значения влагопереноса (кг/м·с) за теплый период года

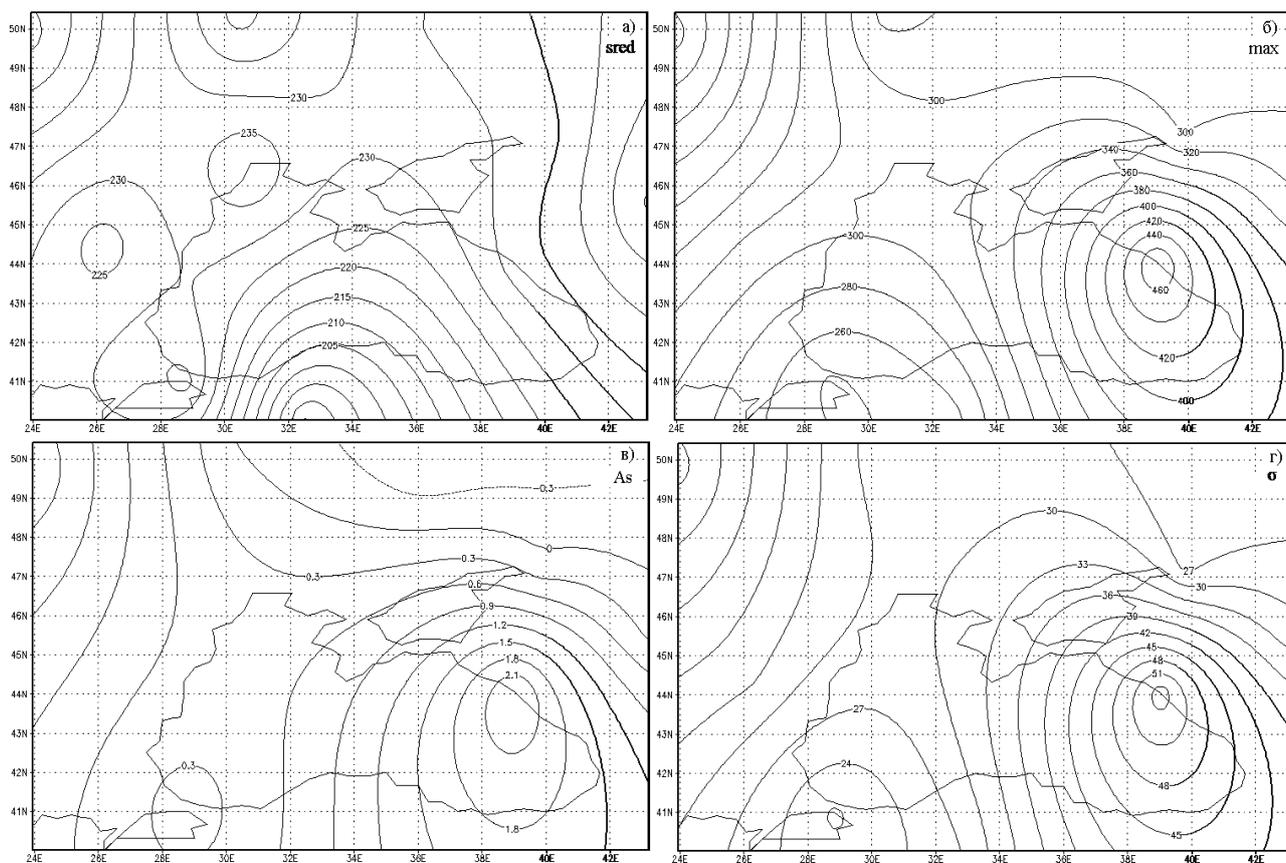


Рис. 3. Пространственное распределение средних (а), максимальных (б) значений, коэффициентов асимметрии (в), значений среднеквадратического отклонения (г) влагопереноса

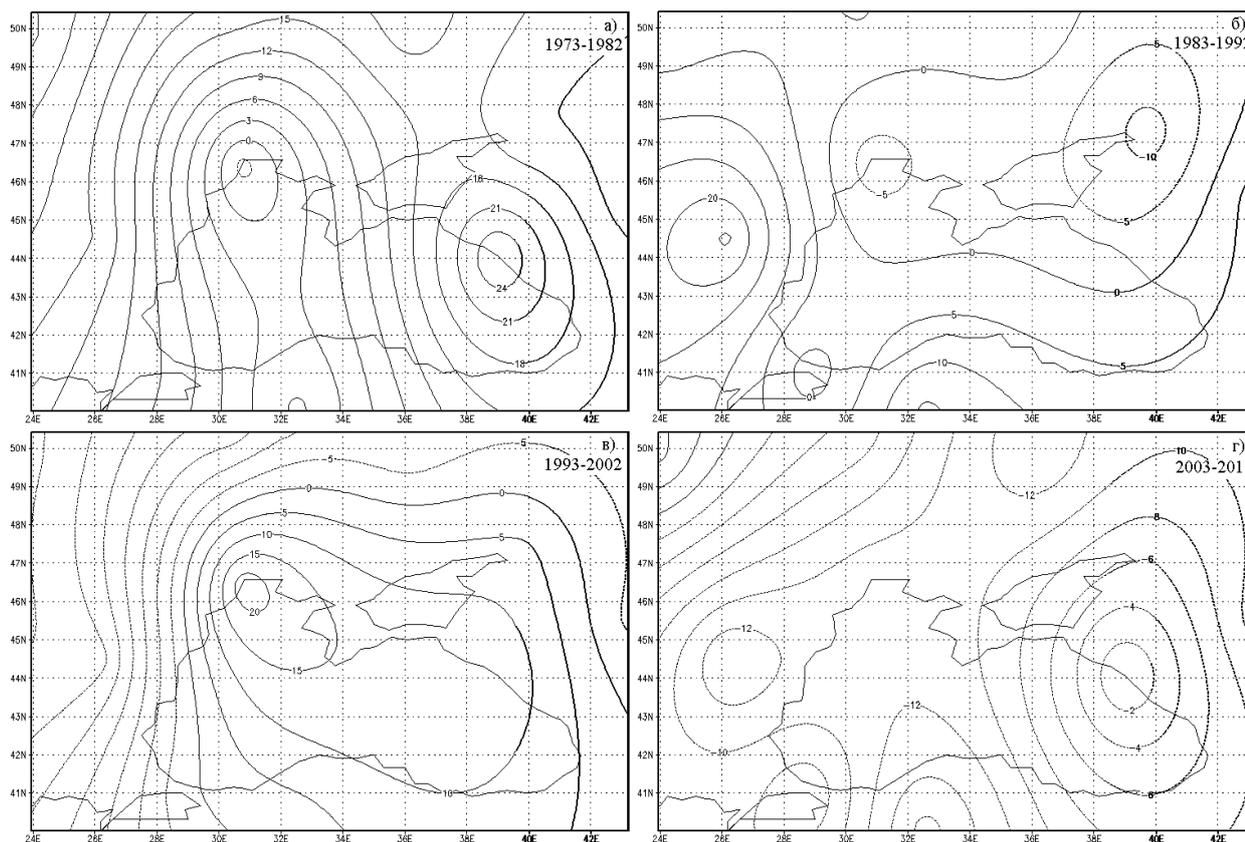


Рис. 4. Пространственное распределение аномалий влагосодержания тропосферы по четырем десятилетиям периода 1973-2012 гг.

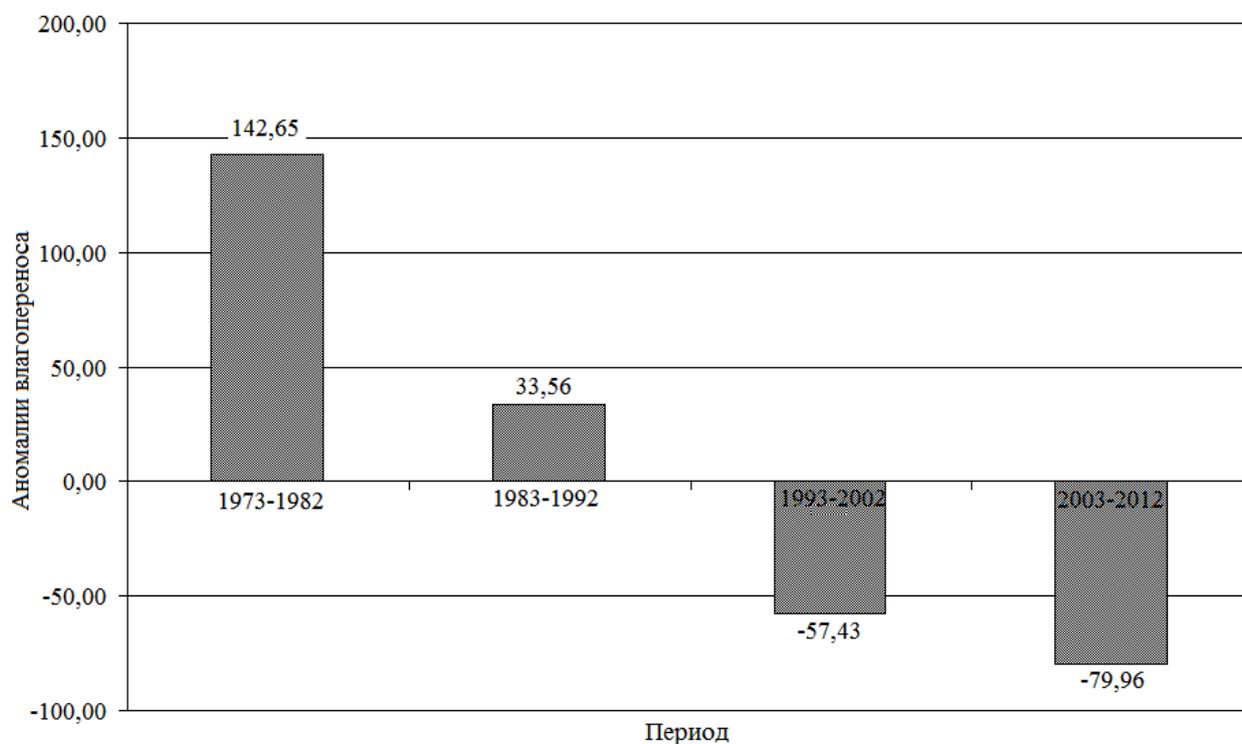


Рис. 5. Суммы аномалий влагопереноса в тропосфере по всему региону.

В следующее десятилетие (1983-1992гг.) весь центр региона охвачен отрицательными аномалиями (рис. 4, б). В десятилетие 1993-2002гг. только на юге региона над Турцией об-

разуется зона положительных аномалий (рис. 4, в). Последнее десятилетие (2003-2012гг.) представлено увеличенной зоной положительных

аномалий над центральною і северо-западною частию регіону (рис. 4, г).

Для оцінки змін аномалій по всьому досліджуваному регіону було проведено суміщення значень для кожного десятиліття, по даним побудовані гістограми для теплої періоду року (рис. 5). Динаміка аномалій вологопереносу в тропосфері представлена зменшенням сумарних значень переносу вологи з 142,65 кг/м·с до -79,96 кг/м·с, що за сорокалітній період складає 222,61 кг/м·с.

Висновки. Ітак, проведені дослідження полів статистичних характеристик вологопереносу тропосфери в Причорноморському регіоні за сорокалітній період дозволили виявити основні закономірності їх просторового розподілу:

- мінімальні значення вологопереносу в тропосфері в теплий період року спостерігаються в квітні, а максимальні значення – в липні; причому в середньому, за теплий період року мінімальні значення вологопереносу характерні

для ст. Анкара, а максимальні – для ст. Дивное і ст. Львов;

- поля середніх, максимальних значень і середньоквадратичного відхилення вологопереносу характеризується максимумом в районі станції Туапсе, обумовленим рельєфними особливостями.

За останні сорок років в Чорноморському регіоні відбулися значущі зміни кількості, переносимої вологи:

- виявлено значуще зменшення за сорокалітній період переносу вологи в тропосфері регіону на величину 222,61 кг/м·с.

Проведені дослідження, представляють собою частину сучасного моніторингу стану вологості і вологопереносу в тропосфері Причорномор'я, і є необхідним і обов'язковим умовою прогнозу розвитку народного господарства регіону. Отримані результати послужать основою для проведення компонентного аналізу.

Література

1. Гончарова Л.Д. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: [навчальний посібник] / Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьнік Є.П. – Київ: КНТ, 2005. – 251 с.
2. Данова Т.Е. Термодинамічні параметри конвекції при градодовгих процесах / «Метеорологія, кліматологія та гідрологія» Міжвідомчий науковий збірник України. – Одеса, 2003. – вип. 47, – С. 42-47.
3. Данова Т.Е. Режим града і градобитий в юго-западних регіонах України / Т.Е. Данова, Г.М. Данова, С.М. Іванова, А.М. Лужбин С.Н. Мажура, Н.А. Лопатина «Метеорологія, кліматологія та гідрологія» Міжвідомчий науковий збірник України. – Одеса, - вип. 47, 2003 – с. 48-56.
4. Данова Т.Е. Структура тропосферних термобарических полів при потужних градодовгих процесах. / «Метеорологія, кліматологія та гідрологія» Міжвідомчий науковий збірник України. Одеса, - вип. 48, 2004 – с. 63-68.
5. Швер Ц.А. Закономірності розподілу кількості опадів на континентах / Швер Ц.А – Л.: Гідрометеоиздат, 1984. – 286 с.
6. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти / [Волощук В.М. [та ін.] – К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2002.– 17 с.
7. Липінський В.М. Клімат України / Липінський В.М., Дячук В.А., Бабіченко В.М. – К.: Вид. Раєвського, 2003. – 343 с.
8. База даних Вайомінгського університету [Електронний ресурс] URL: <http://weather.uwyo.edu> (дата звернення: 15.01.2013).
9. Дроздов О.А. Вологооборот в атмосфері / О.А., Дроздов, А.С. Григор'єва. – Л.: Гідрометеоиздат, 1963. – 315 с.