

**В. Ф. Логинов, В. И. Мельник***Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь,  
e-mail: v.melnik2016@mail.ru***ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД**

Проведенные ранее исследования особенностей изменения количества осадков на территории Белорусского Полесья показали, что в период потепления (1989–2015 гг.) наблюдается тенденция увеличения количества осадков в восточной части Полесья (Гомельская область) по сравнению с западной (Брестская область) и по сравнению с климатической нормой (1961–1990 гг.). Установленные различия трудно объяснить влиянием физико-географических особенностей (широта, долгота, высота над уровнем моря) территории и требуют более глубоких оценок. Представлены результаты анализа количества осадков и тесноты связи (коэффициенты корреляции) количества осадков по станциям Гомельской области и станции Овруч (Украина) для различных периодов с различными типами атмосферной циркуляции в Северном полушарии по Б.Л. Дзерdzeевскому. Исследовано влияние Словечанско-Овручского кряжа и лесных массивов на количество осадков на близлежащих станциях Лельчицы, Житковичи, Василевичи. Даны предварительные оценки изменения количества осадков на территории Гомельской области при прохождении южных циклонов. Показано, что увеличение количества осадков в Гомельской области в период потепления 1989–2013 гг. (по сравнению с Брестской областью) в большей степени обусловлено изменениями атмосферной циркуляции, а также большими площадями леса в Гомельской области.

**Ключевые слова:** Белорусское Полесье, изменение климата, осадки, колебания циркуляции атмосферы

**V. F. Loginov, V. I. Melnik***Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: v.melnik 2016@mail.ru***FEATURES OF CHANGES IN PRECIPITATION IN BELARUSIAN POLESIA IN MODERN PERIOD**

Earlier studies of changes in precipitation on the territory of Belarusian Polesia showed that during the warming period (1989–2015), there is a tendency to increase in precipitation in the eastern part of Polesia (Gomel Region) compared to the western part (Brest Region) and compared to the climatic norm (1961–1990). The established differences are difficult to explain by the influence of physiographic features (latitude, longitude, elevation above the sea level) of the territory and require deeper assessments. Research results according to precipitation and close ties in the area of settlements of Gomel Region and Ovruch station (Ukraine) for different periods with different types of atmospheric circulation in the Northern Hemisphere according to B. L. Dzerdzeevsky are presented. The influence of Slovechansko-Ovruchsky ridge and woodlands on the amount of precipitation at the nearby Lelchitsy, Zhitkovichi, Vasilevichi stations was investigated. The preliminary estimates of changes in precipitation in Gomel Region during the passage of southern cyclones are given. It is shown that the increase in precipitation in Gomel Region during the warming period of 1989–2013. (compared to Brest Region) is largely due to changes in the atmospheric circulation, as well as the large areas of forest in Gomel Region.

**Keywords:** Belarusian Polesia, climate change, precipitation, atmospheric circulation fluctuations

**У. Ф. Логи́наў, В. І. Мельнік***Інстытут прыродакарыстання Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, Мінск, Беларусь, e-mail: v.melnik 2016@mail.ru***АСАБЛІВАСЦІ ЗМЯНЕННЯ АПАДКАЎ У БЕЛОРУССКІМ ПАЛЕССІ Ў СУЧАСНЫ ПЕРЫЯД**

Праведзеныя раней даследаванні асаблівасцей змены колькасці ападкаў на тэрыторыі Беларускага Палесся паказалі, што ў перыяд пацяплення (1989–2015 гг.) назіраецца тэндэнцыя павелічэння колькасці ападкаў ва ўсходняй частцы Палесся (Гомельская вобласць) у параўнанні з заходняй (Брэсцкая вобласць) і ў параўнанні з кліматычнай нормай (1961–1990). Устаноўленыя адрозненні цяжка растлумачыць уплывам фізіка-геаграфічных асаблівасцей (шырата, даўгата, вышыня над узроўнем мора) тэрыторыі і патрабуюць больш глыбокіх адзнак. Прадстаўлены вынікі аналізу колькасці ападкаў і теснаты сувязі колькасці ападкаў па станцыях Гомельскай вобласці і станцыі Оўруч (Украіна) для розных перыядаў з рознымі тыпамі атмасфернай цыркуляцыі ў Паўночным паўшар'і па Б.Л. Дзердзеяўскаму. Даследаваны ўплыў Славечанска-Оўручскага кряжа і лясных масіваў на колькасць ападкаў на бліжэйшых станцыях: Лельчыцы, Жыткавічы, Васілевічы. Прыведзены папярэднія ацэнкі змены колькасці ападкаў на тэрыторыі Гомельскай вобласці пры праходжанні паўднёвых цыклонаў. Паказана, што павелічэнне колькасці ападкаў у Гомельскай вобласці ў перыяд пацяплення 1989–2015 гг. (у параўнанні з Брэсцкай вобласцю) у большай ступені абумоўлена зменамі атмасфернай цыркуляцыі, а таксама большымі плошчамі лесу ў Гомельскай вобласці.

**Ключавыя словы:** Беларускае Палессе, змяненне клімату, ападкі, ваганні цыркуляцыі атмасферы

**Введение.** При исследовании особенностей изменения количества осадков на территории Белорусского Полесья в различные периоды: до мелиорации, период активной (интенсивной) мелиорации и современный период потепления, было установлено, что в период потепления 1989–2015 гг., наблюдается тенденция увеличения количества осадков в восточной части Полесья (Гомельская область) по сравнению с западной (Брестская область) и по сравнению с климатической нормой (1961–1990) [1]. Установленные различия трудно объяснить влиянием физико-географических особенностей (широта, долгота, высота над уровнем моря) территории. Гомельская область имеет большую континентальность и количество осадков может здесь скорее уменьшаться. В то же время следует отметить некоторое увеличение лесистости в Гомельской области за последние десятилетия. Это приводит к увеличению шероховатости поверхности, а также к некоторому увеличению аэрозолей биогенного происхождения, что теоретически может привести к увеличению дополнительных ядер конденсации. Более вероятной причиной увеличения осадков в Гомельской области является изменение атмосферной циркуляции. Подтверждением этому являются выводы в работе [2], где указаны периоды, когда в восточной части Беларуси выпадало больше осадков, чем в западной и это объяснялось изменением форм атмосферной циркуляции.

Следует отметить, что исследования по оценке изменения количества осадков на территории Беларуси в зависимости от траекторий и количества южных циклонов практически отсутствуют. Основная трудность заключается в подборке таких синхронизированных данных, как направление и время движения циклонов, количество выпадающих осадков и др. по конкретным станциям. В работе [3] приведено количество южных циклонов, проходящих на территорию Беларуси за 1971–1981 гг., и определены основные пути их перемещения. При этом отмечено, что максимальное количество южных циклонов на территории Беларуси за указанный период наблюдалось в 1980 и 1981 гг., (соответственно 24 и 35). Указано, что южные циклоны приносят ежегодно 25–30 % годового количества осадков на территорию Беларуси. Особенно много южных циклонов проходило в Полесском регионе летом в 1980–1981 гг. Об этом свидетельствует увеличение количества осадков, особенно в июне–июле [2]. В работе [4] приведена сравнительная характеристика повторяемости циклонов различных траекторий над территорией Беларуси по данным трех видов реанализа (NCEP, Era-Interim, 20cR2) в зимний период 1949–2012 гг., где авторы пришли к выводу, что повторяемость южных циклонов за этот период снизилась. При этом отсутствие значимых трендов зимних осадков в сторону понижения на юге, которые можно было бы ожидать в связи со снижением количества южных циклонов, авторы объясняют компенсацией влаги из-за роста количества северных циклонов. Выполненные в последние годы в Белгидромете исследования особенностей перемещения южных циклонов по территории Республики Беларусь в современный климатический период (1995–2015 гг.) показали увеличение их количества. Причем количество циклонов с 2004 по 2013 г. почти в 2 раза превысило их количество, чем за 1995–2003 гг. При этом количество западных и ныряющих циклонов за этот период существенно не изменилось. Анализ внутригодовой повторяемости южных циклонов показал, что начиная с февраля–марта количество южных циклонов возрастало, достигая максимума в теплый период года с апреля по октябрь. Начало холодного периода (ноябрь) характеризовалось резким уменьшением повторяемости южных циклонов. Кроме того, в этой работе приведено распределение южных циклонов по сезонам года, а также наиболее повторяемые пути циклонов на территории Беларуси [5]. В работе [6] изменение осадков за весь период метеорологических наблюдений на Белорусском Полесье оценены в основном по данным станции Василевичи в связи с изменением циркуляционных эпох в Северном полушарии, разработанных Б. Л. Дзердзеевским [7]. Как известно, за период наличия карт погоды этого полушария (с 1899 г.) выделены три циркуляционные эпохи: две меридиональные (до 1915 г. и с 1957 г. по настоящее время) и одна зональная (1916–1956 гг.). Первая меридиональная циркуляционная эпоха в Северном полушарии – эпоха похолодания – проявилась на Белорусском Полесье в контрастности погодно-климатических условий: в чередовании засух и наводнений, аномальных летней жары и зимних холодов. При этом количество осадков увеличилось к концу

этой эпохи. Самыми влажными на Полесье оказались 1902–1916 гг.: в среднем за год выпадало 762 мм осадков с рекордным количеством в 1906 г. (1115 мм). С зональной циркуляцией воздушных масс (1916–1956 гг.), при которой в умеренных широтах циклоны перемещались с запада на восток, связано увеличение осадков на Полесье. По результатам инструментальных наблюдений на метеостанции Василевичи за 1925–1940 гг. в среднем за год выпадало 679 мм осадков. За вторую меридиональную эпоху (с 1957 г. по настоящее время) количество осадков составило в среднем 643 мм; при этом за период потепления 1989–2016 гг. наблюдается тенденция их увеличения до 677 мм. В настоящей работе получены новые данные по изменению осадков в Белорусском Полесье на примере Гомельской области за различные периоды с использованием данных различных типов атмосферной циркуляции в Северном полушарии по Б. Л. Дзердзеевскому.

**Материалы и методы исследования.** Для оценки изменения количества осадков в Гомельской области использованы данные наблюдений по станциям Житковичи, Лельчицы, Василевичи, Овруч (Украина) за различные периоды наблюдений: до потепления, начиная с 1950 г., и в период потепления 1989–2015 гг. (см. раздел «Результаты исследования и их анализ»), а также результаты исследований по изменению осадков на территории Белорусского Полесья [1]. Подсчитаны коэффициенты корреляции на указанных станциях за различные периоды для оценки синхронизации годового хода осадков. Для оценки изменения тесноты связи (коэффициенты корреляции) количества осадков между станциями за различные периоды использованы данные многолетних колебаний продолжительности различных групп атмосферной циркуляции в Северном полушарии по Б. Л. Дзердзеевскому [7] и данным ежедневного календаря последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) [8]. Используются данные по количеству южных циклонов [3, 5] для оценок изменения количества осадков на территории Гомельской области в различные периоды. Для оценок влияния Словечанско-Овручского кряжа, расположенного практически на границе Украины и Беларуси, на количество осадков на близлежащих станциях Лельчицы, Житковичи, Василевичи использованы многолетние ряды наблюдений за осадками на указанных станциях и станции Овруч (Украина), а также формулы расчета изменения количества осадков с высотой, изложенные в работах [10,11].

**Результаты исследований и их анализ.** Проанализированы выпавшие осадки по станциям Житковичи, Лельчицы, Василевичи, Овруч за различные периоды, а также подсчитаны коэффициенты корреляции на указанных станциях за эти периоды. Отдельно сравнивались осадки в периоды с различным количеством южных циклонов, проходивших через территорию Беларуси.

Для анализа различий осадков были использованы данные за следующие периоды: 1950–1988 гг. – период до потепления. Наиболее длинный ряд осадков взят с 1950 г., поскольку до 1950 г. на указанных станциях отмечались отдельные пропуски; 1989–2013 гг. – период потепления, учитывая, что на станции Лельчицы наблюдения за осадками были прекращены в 2014 г. Различие количества осадков за указанные периоды позволяет судить об их изменении до потепления и после.

Климатическая норма вычислена за период с 1960 по 1961 г.

1963–1983 гг. – период незначительных изменений суммарной продолжительности меридиональных южной и северной групп циркуляции в Северном полушарии по Б. Л. Дзердзеевскому; 1995–2013 гг. – период потепления, за который было подсчитано количество южных циклонов по территории Беларуси [5]; был условно разделен на два подпериода: 1995–2003 гг., когда среднее количество южных циклонов составляло  $\leq 6$ , и 2004–2013 гг. (рост количества циклонов) – при среднем количестве южных циклонов  $\geq 11$ ; 1971–2015 гг. – период, использовавшийся для оценки количества осадков при различном количестве южных циклонов (меньше 11 за год и 11 и более за год). Данные по количеству циклонов взяты из работ [3, 5]. Основные данные результатов приведены в табл. 1–2 и на рисунке.

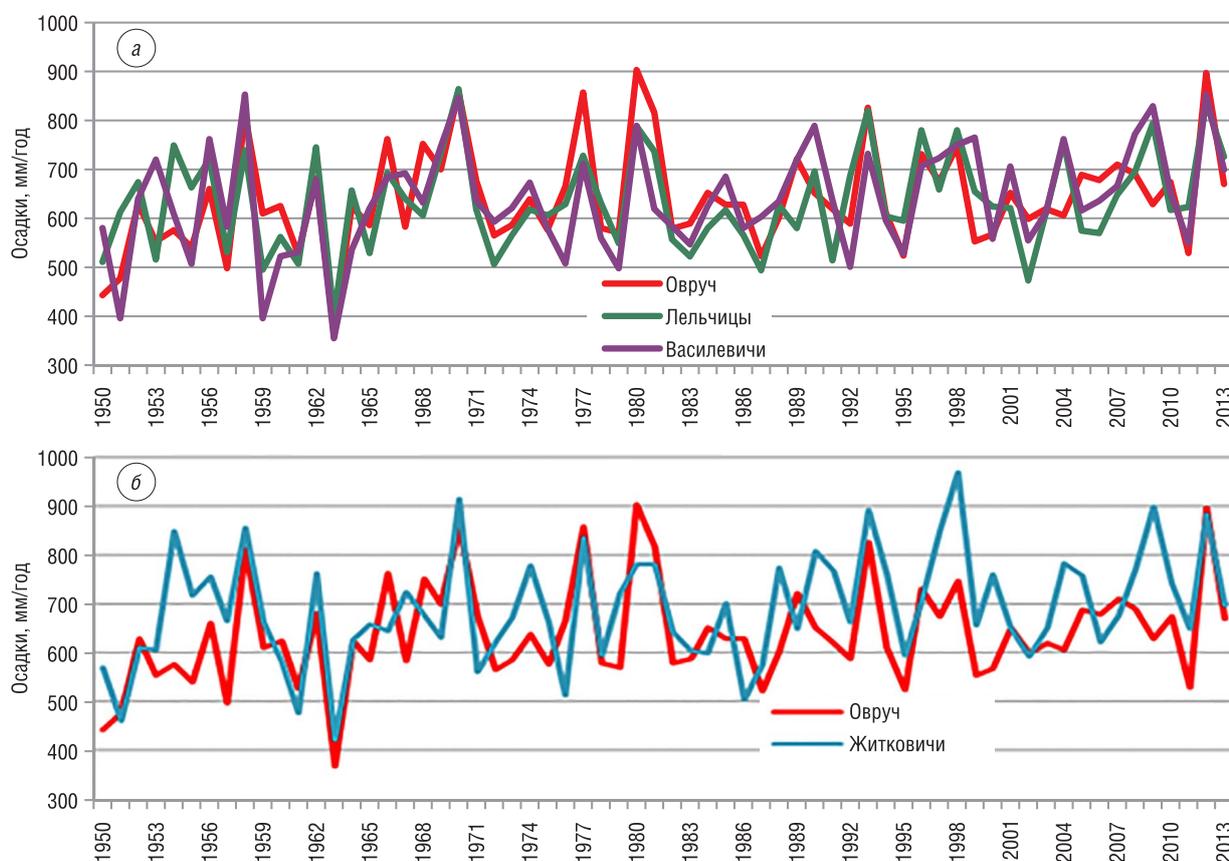
Т а б л и ц а 1. Количество осадков на станциях за различные периоды

Период, гг.	Количество осадков, мм			Разность осадков, мм		
	Житковичи	Лельчицы	Овруч	Житковичи-Лельчицы	Житковичи-Овруч	Лельчицы-Овруч
1950–1988	662	618	628	44	34	-10
1989–2013	738	676	658	62	80	22
1961–1990	664	619	638	45	26	-19
1963–1983	670	627	659	43	11	-32
1995–2003	714	644	630	70	84	14
2004–2013	748	684	677	64	71	7
1971–2015, $n < 11$	675	630*	616	45	59	14
1971–2015, $n \geq 11$	739	667*	696	72	43	-29

\* Лельчицы – данные за 1971–2013 гг.

Т а б л и ц а 2. Количество осадков и теснота связи осадков на станциях за различные периоды

Период, гг.	Количество осадков, мм				Значения коэффициента корреляции				
	Житковичи	Лельчицы	Овруч	Василевичи	Житковичи-Лельчицы	Житковичи-Овруч	Лельчицы-Овруч	Василевичи-Лельчицы	Василевичи-Овруч
1950–1988	662	618	628	614	0,710	0,630	0,763	0,676	0,697
1989–2013	738	676	658	677	0,674	0,546	0,548	0,665	0,594
1961–1990	664	619	638	629	0,736	0,645	0,852	0,770	0,739
1963–1983	670	627	659	620	0,709	0,709	0,890	0,824	0,792
1995–2003	714	644	630	656	0,677	0,677	0,699	0,685	0,611
2004–2013	748	684	677	703	0,786	0,425	0,379	0,808	0,534



Динамика изменения осадков по станциям за 1950–2013 гг.: а – Овруч–Лельчицы–Василевичи, б – Овруч–Житковичи

Для наглядности динамика изменений количества осадков приведена на рисунке. На графике прослеживается нарушение синхронизации годового хода осадков в начале 1950-х годов по станциям Лельчицы–Василевичи и улучшение синхронизации годового хода осадков по этим станциям в период 2004–2015 гг. (рисунок, а). В начале 50-х годов и в период потепления в конце 90-х годов прошлого столетия по станциям Овруч–Лельчицы, Овруч–Житковичи, Овруч–Василевичи наблюдается нарушение синхронизации годового хода осадков (рисунок).

По данным табл. 1, 2 и рисунка можно сделать следующие выводы.

В периоды с большим количеством южных циклонов выпадает большее количество осадков. В среднем увеличение количества осадков по выбранным станциям за периоды 1995–2003 и 2004–2013 гг., а также период 1971–2015 гг. составило 6–8 %.

Наиболее высокие коэффициенты корреляции между количеством осадков на всех исследуемых станциях наблюдались в периоды 1963–1983 и 1961–1990 гг. при относительно устойчивой меридиональных северной и южной групп циркуляции по Б. Л. Дзердзеевскому.

В период потепления, несмотря на увеличение количества осадков на всех станциях, теснота связей осадков уменьшилась на станции Овруч и соседних станциях (особенно за период 2004–2013 гг.) и увеличилась на станциях Житковичи и Лельчицы и особенно на станциях Василевичи и Лельчицы, что косвенно говорит о наметившихся тенденциях в изменении атмосферной циркуляции.

Количество осадков и теснота связи количества осадков по указанным выше станциям Гомельской области и станции Овруч за различные периоды групп атмосферной циркуляции в Северном полушарии по Б. Л. Дзердзеевскому приведены в табл. 3. Отдельно рассмотрены изменения осадков в зональную эпоху по отдельным станциям за периоды 1935–1956 и 1946–1956 гг., а также периоды внутри меридиональной южной эпохи. В этой же таблице приведены данные об изменении осадков и тесноте связи за периоды экстремальных значений ЭЦМ циркуляционных эпох (1960–1969 и 1988–1997), а также за десятилетие с 1998 по 2008 г.

Анализ результатов, приведенных в табл. 3, позволяет сделать следующие выводы.

При зональной эпохе циркуляции в 1946–1956 гг. теснота связи изменения количества осадков была примерно одинакова на всех станциях за исключением станций Василевичи–Лельчицы. Коэффициент корреляции между осадками за 1935–1956 гг. по указанным станциям оказался минимальным за весь период наблюдений.

При переходе на меридиональную южную эпоху с увеличением продолжительности меридиональных северных и меридиональных южных групп циркуляции (1957–1969) синхронность выпадения осадков между всеми станциями значительно улучшилась, что подтверждается достаточно высокими коэффициентами корреляции.

Т а б л и ц а 3. Количество осадков и теснота связи между осадками за различные периоды групп циркуляции Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому

Период, гг.	Количество осадков, мм				Значения коэффициента корреляции				
	Житковичи	Лельчицы	Овруч	Василевичи	Житковичи–Лельчицы	Житковичи–Овруч	Лельчицы–Овруч	Василевичи–Лельчицы	Василевичи–Овруч
1946–1956	650	621	566	589	0,597	0,596	0,612	0,401	0,658
1935–1956	643	606	*	621	0,564			0,176	
1957–1969	645	603	625	638	0,723	0,720	0,824	0,856	0,750
1960–1969	621	607	621	600	0,792	0,717	0,793	0,847	0,794
1970–1980	697	646	680	638	0,675	0,651	0,912	0,843	0,839
1981–1997	699	626	645	636	0,634	0,573	0,749	0,456	0,588
1988–1997	747	656	655	657	0,398	0,547	0,653	0,368	0,730
1998–2013	735	663	657	686	0,807	0,525	0,493	0,842	0,530
2009–2013	774	720	680	717					

\* Отсутствие наблюдений.

Повышение продолжительности зональных процессов в 1970–1980 гг. на фоне незначительных изменений меридиональных южной и северной групп циркуляции привело к усилению синхронности выпадения осадков на станциях Лельчицы–Овруч и Василевичи–Овруч.

При росте меридиональных южных процессов и уменьшении годовой продолжительности меридиональной северной группы циркуляции (1981–1997) на фоне уменьшения зональных групп циркуляции происходит снижение осадков на станциях (кроме МС Житковичи) и соответственно уменьшение тесноты связи между количеством осадков на исследуемых станциях.

При росте меридиональной северной группы циркуляции и уменьшении южной (1998–2008, 1998–2013) происходит увеличение количества осадков. Увеличивается теснота связи между осадками в широтном направлении и уменьшается теснота связи в меридиональном направлении.

Интересно отметить, что в четырех годах (1915, 1933, 1969, 1993) из пяти (указанные годы и 2000 г.) при максимальных суммарных значениях меридиональной южной и меридиональной северной групп циркуляции на всех станциях наблюдалось существенное увеличение годового количества осадков. В среднем за 2009–2013 гг. годовая продолжительность меридиональной северной группы циркуляции составила 252 дня против 209 за период 1998–2008 гг. Средняя годовая продолжительность меридиональной южной группы циркуляции за 2009–2013 гг. составила 76 дней, что почти в 1,5 раза ниже (105) чем в предыдущем периоде (1998–2008) [8]. Среднее количество осадков за 1960–1969 гг. на станциях Житковичи и Овруч оказалось одинаковым и составило 621 мм при достаточно высоких коэффициентах корреляции между осадками на всех станциях (при одновременном увеличении продолжительности меридиональных северных и южных процессов циркуляции за этот период).

**Особенности выпадения осадков с высотой местности.** Известно, что количество выпадающих осадков возрастает с увеличением высоты местности при прочих равных условиях [9]. Исследования, проведенные И.И. Колосковым, показали, что в горах Кавказа, Закавказья и Дальнего Востока количество выпадающих осадков возрастает на ~20 % (по отношению к количеству осадков на уровне моря) с увеличением высоты на каждые 100 м. Для Крыма он определил это увеличение в 14–15 %; Шуберт для Силезии нашел его равным 12 %. Попытка установить зависимость количества выпадающих осадков на Украине от высоты местности над уровнем моря была сделана в 1950-е годы И.Е. Бучинским [10]. Была получена прямолинейная зависимость осадков от абсолютной высоты местности, при этом высота местности увеличивала годовую сумму осадков на 25–27 % на каждые 100 м, или в среднем на 26 %. После приведения годовых сумм осадков к уровню моря И.Е. Бучинским была получена формула для расчета определения показателя увеличения количества осадков с высотой. Кроме того, было установлено, что, помимо высоты, значительную роль в распределении осадков играют такие факторы, как местоположение станции по отношению к ветрам, приносящим осадки, и формы рельефа [10].

Для территории Беларуси количественные показатели связи между количеством осадков и географическим положением и рельефом на 50 метеостанциях Беларуси получены в работе [11]. Сведения по осадкам за год и вегетационный период (апрель–октябрь) были увязаны с высотой метеостанции и ее географическими координатами. Обработка результатов исследований показала, что наибольшее влияние на количество осадков оказывают высота и широта, тогда как влияние долготы местности оказалось статистически недостоверным. Анализ характера связей указанных факторов с осадками выявил наличие распределения данных, близкого к нормальному, что позволило авторам построить линейную регрессионную зависимость количества осадков от высоты и широты местности в итоговых уравнениях. Дисперсионный анализ показал, что полученные уравнения описывают около половины (49 и 47 %) всего варьирования зависимых переменных, т. е. вторая половина изменчивости объясняется другими, неучтенными в модели данными, поэтому пользоваться ими можно с некоторой осторожностью. В работе [12] отмечено, что коэффициенты сумм атмосферных осадков с широтой, долготой и высотой не обнаруживают подобно температуре воздуха какой-либо регулярности в годовом ходе как по величине, так и по знаку и не поддаются содержательной интерпретации. Наличие гипсометрических

данных и координат позволило авторам с помощью программы Arcgis построить изолинии теоретического распределения осадков по территории Беларуси за год и вегетационный период [11]. Достоверность выявленных закономерностей была проверена по отношению к средним многолетним величинам выпадения атмосферных осадков. Уровень корреляции с осадками последних двух десятилетий составил 0,93 (год) и 0,9 (вегетационный период). Анализ полученных карт свидетельствует о том, что самым увлажненным местом Беларуси является наиболее высокая часть Минской возвышенности, где среднегодовое количество осадков приближается к 780 мм. Сравнительно высокое количество осадков выпадает не только на Минской, Ошмянской и Новогрудской возвышенностях, но и на более низких – Оршанской и Городокской. Пониженным их количеством отличаются Полесье, Полоцкая и Неманская низменности. В то же время сравнивая полученные расчетные данные, нельзя объяснить их существенные отличия от фактических данных и их изменений в течение десятилетий на ряде станций (Житковичи, Полесская, Езерище и др.). Прослеживающая связь количества выпадающих осадков с рельефом местности нарушается на юге республики, где наблюдается их возрастание в левобережной значительно залесенной части долины Припяти, проявляющееся особенно четко в теплый период года.

Нами была проверена гипотеза о возможном влиянии Словечанско-Овручского кряжа, расположенного практически на границе Украины и Беларуси в пределах Житомирской области, на количество выпадающих осадков на станции Лельчицы, Житковичи, Василевичи, особенно при прохождении южных циклонов. Как известно, Словечанско-Овручский кряж представляет собой холмистую гряду, вытянутую с запада на восток примерно на 50 км и имеющую ширину от 5 км на востоке до 15–20 км на западе. Относительное возвышение над окружающей местностью составляет 50–60 м. Южные склоны кряжа крутые, северные — более пологие. Поверхность кряжа холмистая, рассеченная оврагами с глубиной до 20–25 м. Для сравнения была выбрана станция Овруч, расположенная на возвышенности на высоте 170 м и отстоящая от станций Лельчицы, Житковичи и Василевичи (с высотами соответственно 141, 136, 139 м) на расстоянии по прямой до указанных станций соответственно 60, 119 и 110 км. Результаты по осадкам за различные периоды приведены в табл. 1–3. Дополнительные расчеты сравнения фактических данных количества осадков и рассчитанных с помощью формул, приведенных в [10, 11], на станциях Овруч и Лельчицы для отдельных периодов (1961–1990, 1963–1983) показали хорошую сходимость. Причем и по формулам, и фактическим данным количество осадков на станции Овруч за указанные периоды примерно на 20 мм превышало количество осадков на МС Лельчицы, что объясняется увеличением количества осадков с высотой. При отсутствии такого влияния количество осадков на станции Овруч должно было быть меньше в силу ее более южного расположения. Отдельные периоды (1989–2013), когда количество выпавших осадков на станциях Василевичи, Лельчицы превышали осадки на станции Овруч, возможно связаны с уменьшением повторяемости южной циркуляции (табл. 3). В этом случае Словечанско-Овручский кряж мог увеличивать количество осадков на станциях Лельчицы, Василевичи (с наветренной стороны). Для более детального исследования возможного влияния Словечанско-Овручского кряжа на количество осадков были взяты 1980-й, 1981-й и 2012-й годы, когда количество выпавших осадков на станции Овруч превышало количество осадков на станциях Василевичи, Житковичи, Лельчицы, а число случаев южных циклонов на территории Беларуси было максимальным (соответственно 24, 35 и 13). Если исходить из классификации циркуляции атмосферы по Б. Л. Дзердзеевскому, то в 1980–1981 гг. отклонения продолжительности зональных (особенно нарушения зональности) меридиональных северной и южной групп циркуляции от их средних значений были минимальными и оказались почти на одном уровне. Результаты анализа осадков приведены в табл. 4.

Предполагалось, что в этих конкретных случаях Словечанско-Овручский кряж, как возвышенность, увеличивает количество осадков с высотой (Овруч). Были проанализированы суточные данные осадков по станциям Василевичи и Лельчицы (суточные данные по станции Овруч отсутствовали) за летние месяцы в конкретные даты, когда согласно синоптической ситуации осадки были вызваны прохождением южных циклонов. При этом не удалось выявить закономерности во времени выпадения осадков и их количестве на указанных станциях в конкретные даты. Не было

обнаружено и синхронности в направлении ветра в дни с максимальным количеством выпадающих осадков на станциях. На указанных станциях в этот период наблюдались ветры различных направлений от северных до западных с небольшим преобладанием юго-восточных направлений, что в целом обуславливало увеличение осадков на станции Овруч в связи с прохождением южных циклонов.

Т а б л и ц а 4. Сведения о количестве осадков в отдельные годы с наибольшим количеством южных циклонов

Год	Количество южных циклонов	Количество осадков, мм за год и теплый период			
		Житковичи	Лельчицы	Овруч	Василевичи
1980	24	781/570	788/600	903/695	789/615
1981	35	781/500	737/509	816/563	619/390
2012	13	883/607	837/631	897/616	852/544

**Влияние подстилающей поверхности на количество осадков.** Исследования, выполненные в [1], показали особенности изменения количества осадков на территории Белорусского Полесья от характера подстилающей поверхности и подтвердили увеличение количества осадков с увеличением лесистости. Как известно, основной причиной изменения количества осадков при этом является выявленные изменения коэффициента турбулентности над участками с резко меняющейся шероховатостью. При переходе с поля на массив лесных полос наблюдалось резкое возрастание коэффициента турбулентности почти до уровня 0,5–1 км, что может вызвать увеличение осадков до 5–10 %. [13]. Наиболее интересная работа в отношении выявления влияния лесистости территории на осадки была проведена Г.П. Калининым, при выполнении которой были приняты все меры для исключения возможного влияния систематических ошибок наблюдений над осадками, а также исключения влияния микроклиматических факторов [14]. Получены зависимости между количеством осадков и длиной контура леса за период (май–октябрь) для территории Подмосковья; влияние лесистости увеличивает количество осадков на 9 % за указанный период. В холодную часть года связь осадков с увеличением лесистости получается более слабой. В целом для года колебания количества осадков под влиянием лесистости на рассмотренной территории составляют 7–8 % годовой суммы. В условиях Воронежской области различия в осадках теплой части года между лесистыми и безлесными районами достигают 10–15 % суммы осадков [14].

Проведенные исследования в Беларуси показали, что на формирование ливневых дождей лесные массивы также оказывают влияние [15]. Лесные массивы, как возвышенные участки, способствуют повышению турбулентности. В районах, где лесистость превышает 45 % территории, число дней с ливневыми дождями, как правило, около 95,1 или более; на западе и северо-западе Беларуси, где лесистость меньше, число таких дней менее 80,3. Поскольку значительное количество южных станций Белорусского Полесья (Житковичи, Лельчицы, Мозырь) имеют большую лесистость, повышение количества дней с ливневыми осадками на этих станциях авторы связывают с увеличением водности облаков в районе расположения станций [15]. Изучение количества гроз на территории Беларуси за период 1988–2008 гг. показало, что наибольшее количество гроз зафиксировано на станции Житковичи, что, как уже было сказано, может быть вызвано повышенной турбулентностью в данном районе и соответственно приводит к увеличению количества осадков. А.И. Кайгородов, отмечая в весенне-летние месяцы увеличение осадков в долине Припяти, объясняет его подъемом приходящих воздушных масс по так называемой «поверхности подъема». Последняя образуется в связи с прослеживаемым южнее в этот период отрогом Азорского антициклона. Не последнюю роль играет и подпитка приходящих воздушных масс влагой, испаряющейся с поверхности болот [9]. Следует отметить, что испарение с оз. Червоное (площадью 44 км<sup>2</sup>), расположенное на расстоянии менее 20 км к северо-востоку от г. Житковичи, и череда озер, расположенных в районе д. Переровский Млынок в 19 км на юго-восток от г. Житковичи, где в припойменной и пойменной зонах Припяти находятся 74 безымянных и старичных озера, а также каскад озер в 14 км северо-западнее г. Житковичи, крупнейшее из которых оз. Белое (площадью 1,56 км<sup>2</sup>), в совокупности с лесистостью в Житковичском районе (55 %) в теплый период года увеличивает турбулентность атмосферы и количество гроз и соответственно приводит к повышению количества осадков по сравнению с соседними станциями.

**Выводы.** 1. В периоды с большим количеством южных циклонов выпадает большее количество осадков. В среднем это увеличение по выбранным станциям составило 6–8 % .

2. Словечанско-Овручский кряж, как возвышенность, в большинстве случаев увеличивает количество осадков с высотой (Овруч) по сравнению с близлежащими станциями (Лельчицы, Василевичи) при прохождении южных циклонов. Лесные массивы, как и возвышенные участки, способствуют повышению турбулентности и увеличению количества осадков.

3. Количество осадков и теснота связи между осадками на станциях в большей степени определяется особенностями атмосферной циркуляции. Наиболее высокие коэффициенты корреляции между количеством осадков на всех исследуемых станциях наблюдались в периоды (1963–1983 и 1961–1990) при относительно устойчивой меридиональных северной и южной групп циркуляции по Б. Л. Дзердзеевскому.

4. При росте меридиональной южной группы циркуляции и уменьшении меридиональной северной группы циркуляции (1981–1997) происходит уменьшение осадков на станциях и уменьшение тесноты связи между осадками. При росте меридиональной северной группы циркуляции и уменьшении южной (1988–2008) происходит увеличение количества осадков. Увеличивается теснота связи между осадками в широтном направлении и уменьшается теснота связи в меридиональном направлении. Причем более высокие значения количества осадков и увеличение тесноты связи осадков в широтном направлении в 1998–2013 гг. наблюдались при незначительном изменении меридиональной северной группы циркуляции и существенном уменьшении меридиональной южной группы циркуляции в период с 2009 по 2013 г.

5. Увеличение количества осадков в Гомельской области в период потепления 1989–2013 гг. (по сравнению с Брестской областью) в большей степени обусловлено изменениями меридиональной северной и меридиональной южной групп атмосферной циркуляции, а также большей площадью лесных массивов в Гомельской области.

#### Список использованных источников

1. Оценка влияния урбанизации и мелиорации на климатические, водные, земельные и лесные ресурсы Беларуси. «Оценка пространственно-временных особенностей роли мелиорации земель в современных изменениях климата и продуктивности экосистем Беларуси с использованием статистических методов и математического моделирования» / Отчет по НИР (промежуточный), № госрегистр. 20160128.- ГПНИ Природопользование и экология, 2016–2020, подпрогр. 1 «Природные ресурсы и экологическая безопасность» задание № 1.06. – Минск, 2018. – 163 с.
2. Изменения климата и их последствия: науч. изд. / В. Ф. Логинов [и др.]; под общ. ред. В. Ф. Логинова; Ин-т пробл. исполъз. природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Минск: ОДО «Тонлик», 2003. – С. 100–102.
3. *Лепешко, В. Н.* Климатические ресурсы Беларуси и рациональное их использование / В. Н. Лепешко. – Минск: Университетское, 1986. – С. 114–117.
4. Повторяемость циклонов различных направлений и формирование условий возникновения наводнений на реках Беларуси / И. С. Партасенок [и др.] // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сб. науч. ст.: Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 6–8 апр. 2016 г.; в 2 ч. – Брест, 2016. – Ч.1. – С. 235–243.
5. *Сумак, Е. Н.* Особенности перемещения циклонов над Беларусью в современный климатический период / Е. Н. Сумак, И. Г. Семенова // Природные ресурсы. – 2017. – № 2. – С. 101–109.
6. *Киселев, В. Н.* Климатические условия периода мелиорированного освоения Белорусского Полесья / В. Н. Киселев, Е. В. Матюшевская // Мелиорация. – 2015. – № 1. – С. 73.
7. *Кононова, Н. К.* Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому / Н. К. Кононова; отв. ред. А. Б. Шмакин; Рос. акад. Наук, Ин-т географии. – М.: Воентехиниздат, 2009. – С. 103–109.
8. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX–XXI веке [Электронный ресурс]. – режим доступа: [www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru).
9. Климат Беларуси; под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Ин-т геологич. наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
10. *Бучинский, И. Е.* К вопросу влияния высоты местности на температуру и осадки / И. Е. Бучинский // Метеорология и гидрология. – 1950. – № 1. – С. 21–25.
11. Увлажненность территории Беларуси / Н. В. Клебанович [и др.] // Вестн. БГУ. Сер. 2. – 2011. – № 1. – С. 77–81.
12. *Коляда, В. В.* Связи климатических показателей с географическими координатами метеостанций в условиях Беларуси / В. В. Коляда // Природопользование. – 2012. – Вып. 21. С. 40–49.
13. *Воронцов, П. А.* Аэрологические исследования. Исследования пограничного слоя атмосферы / П. А. Воронцов, Е. С. Селезнева: Главная Геофизическая Обсерватория. Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 223–224.
14. Изменение климата в связи с планом преобразования природы засушливых районов СССР; под ред. Х. П. Погосьяна. Л.: Гидрометиздат, 1952. – С. 91–92.
15. *Логинов, В. Ф.* Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока. – Минск: Беларусь. наука, 2010. – С. 28–42.

Поступила 30.07.2019