

## ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ РЕЖИМА УВЛАЖНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА

*Данилович И. С., Пискунович Н. Г.*

*Институт природопользования НАН Беларуси,*

*г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: irina-danilovich@yandex.ru*

В работе выполнена оценка режима увлажнения территории Беларуси в летний сезон. Установлены тенденции изменения и пространственная дифференциация месячных и максимальных сумм осадков, и продолжительность выпадения осадков в период 1948-2019 гг. Рассчитаны показатели засушливости территории страны на основании стандартизированных индексов осадков (SPI и SPEI), рекомендованных ВМО для мониторинга засух в различных регионах. Показано что, несмотря на незначительные изменения годовых сумм осадков в период потепления климата Беларуси (1989-2018 гг.), отмечается увеличение интенсивности выпадения осадков и повторяемость засушливых условий в летние месяцы.

Ключевые слова: осадки; индексы засушливости; засухи; тренды; повторяемость

## PRECIPITATION EXTREMES IN SUMMER SEASON OVER TERRITORY OF BELARUS

*Danilovich I. S., Piskunovich N. G.*

*Institute for Nature Management National Academy of Sciences, Belarus,*

*Minsk, Republic of Belarus, e-mail: irina-danilovich@yandex.ru*

The study presents an assessment of moistening regime in summer over territory of Belarus. Trends and spatial pattern of monthly precipitation amounts, maximum daily totals and rainfall duration were detected in the period of 1948-2019. The Standardized Precipitation Index and Standardized Precipitation Evapotranspiration Index were applied for drying conditions defining in the region. It was established, that of precipitation extremes and drying periods frequency increased in major part of Belarus despite insignificant changes in annual precipitation during climate warming period (1989-2019).

Keywords: precipitation; extremes; drought; SPI; SPEI; trends; frequency.

**Введение.** Процесс потепления, наблюдающийся в глобальном масштабе, в том числе на территории Европы, и в частности на территории Беларуси, характеризуется региональными различиями, которые заключаются в увеличении увлажнения на севере Европы и снижением влаги в атмосфере в южных и некоторых центральных районах. Территория Беларуси расположена в переходной зоне: 1) между морским и континентальным климатом и 2) между севером, где отмечается рост осадков и югом, где отмечается недобор осадков и увеличение засушливых периодов. Некоторые исследования, основанные на использовании индексов засухи (SPI) в Центральной и Восточной Европе показали снижение засушливости в

большей части Балтийского региона [1]. Но в то же время, некоторыми авторами показано и увеличение засушливых условий в Украине и Беларуси [2], центральной Польше [3] и др.

Цель настоящего исследования заключалась в установлении региональных особенностей режима увлажнения на территории Беларуси и выявлении экстремальных проявлений изменения климата в режиме осадков в летний сезон.

**Исходные данные и методология.** В работе использованы материалы Государственного климатического кадастра, представленные месячными суммами осадков, максимальными суммами осадков за сутки, продолжительностью выпадения осадков летом (июнь-август) за период 1948-2019 гг.

Для исследования структуры выпадения осадков вычислялись тренды и разности характеристик режима увлажнения, обобщенные за периоды 1948-1988 гг. и 1989-2019 гг. Для установления засушливых периодов вычислялись стандартизированные индексы осадков за каждый летний месяц (Standard Precipitation Index, SPI-1) и Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI-1), рекомендованные ВМО для мониторинга засух на территориях с различным режимом увлажнения. Для расчета индексов SPI используются исторические данные об осадках для определения вероятности осадков, которые могут быть вычислены для временных масштабов от 1 до 48 месяцев. Индексы SPEI использует в качестве основы SPI, но при этом включает температурный компонент, благодаря чему индекс может характеризовать влияние температуры на развитие засухи. Отрицательные значения индексов SPI и SPEI указывают на дефицит осадков, в частности в работе показаны результаты для SPI-1  $< -1,5$ , которые характеризуют сильные засухи (-1,5...-1,99) [4]. Повторяемость засушливых условий или засух (%) вычислялась как отношение числа случаев (лет с засухами) с SPI-1  $< -1,5$  к числу лет наблюдений.

**Результаты.** Более ранние исследования режима увлажнения территории Беларуси [5] показали отсутствие значимых изменений годовых сумм осадков на территории Беларуси. Расчеты трендов месячных сумм осадков за период 1948 – 2019 г. в июне для западной и центральной части страны показали снижение до -4 мм за десятилетие, на юге и севере преобладают положительные тренды от 1 до 7 мм за десятилетие (рисунок 1). В июле отмечается наибольший рост осадков в рассматриваемый период – на большинстве станций положительные тренды составляют 6 – 10 мм за десятилетие. В августе режим увлажнения характеризовался отрицательными трендами -1..-4 мм за десятилетие в центральной и южной части страны, в северной части – положительные тренды в пределах 1 – 2 мм за десятилетие.

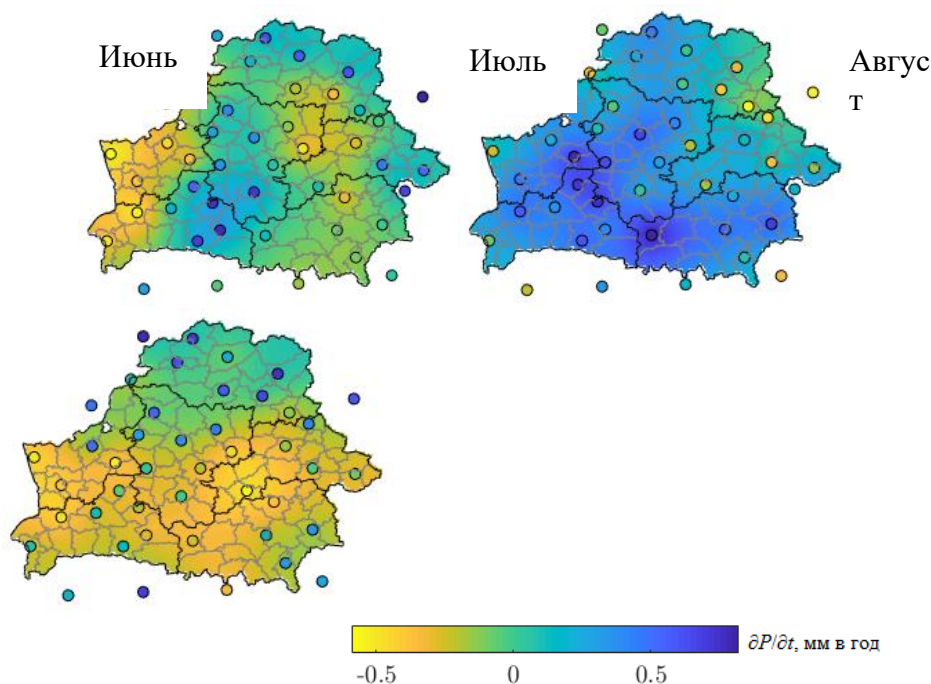


Рисунок 1 – Тренды месячных сумм осадков (мм в год) за период 1948 – 2019 гг. (точки на карте показывают станционные данные, фон – интерполированные данные)

Для более детального анализа режима увлажнения рассмотрены колебания максимальных сумм осадков за сутки и продолжительность выпадения осадков в летний период.

Установлено, что в июне-августе отмечается в основном снижение продолжительности выпадения осадков по территории страны – суммарно на 5 – 12 часов, при средних многолетних значениях в пределах 45 – 55 часов. Лишь на севере Беларуси в большинстве из рассматриваемых месяцев продолжительность осадков сохранилась на прежнем уровне (рисунок 2а).

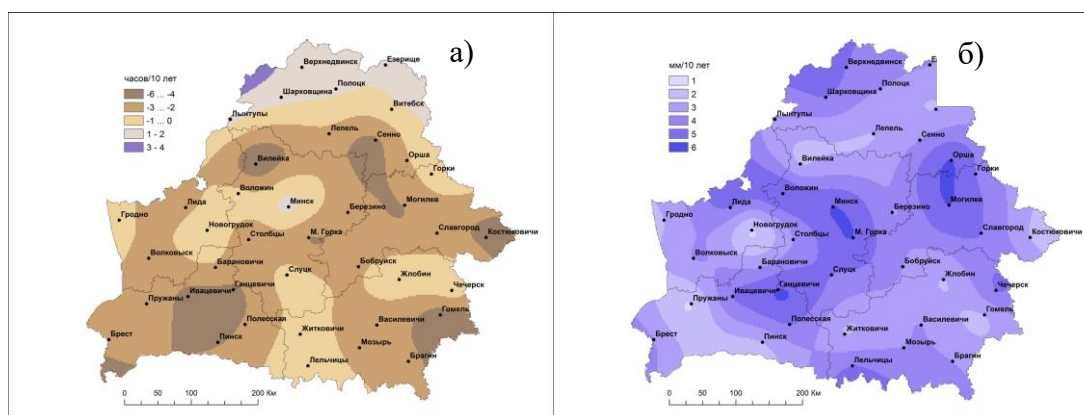


Рисунок 2 - Тренды продолжительности выпадения осадков, ч/10 лет (а) и максимальных сумм осадков за сутки, мм/10 лет (б) летом за период 1948-2019 гг.

На фоне снижения продолжительности выпадения осадков зафиксировано увеличение максимальных сумм осадков за сутки, величины которых возросли по всей территории страны в июне-августе (рисунок 2б). Рост максимальных сумм составляет от 5 до 18 мм (при средних многолетних

значениях до периода потепления 16 – 25 мм, увеличение составило около 30 % во все рассматриваемые месяцы), наибольший рост отмечен в июле для всех станций.

Уменьшение продолжительности выпадения осадков и рост максимальных сумм осадков может свидетельствовать об увеличении продолжительности периодов без осадков и более частом формировании засушливых условий. Эту гипотезу подтверждает анализ стандартизированных индексов осадков SPI-1 и SPEI-1, согласно которым в период потепления отмечается рост повторяемости метеорологических засух на территории страны. Таблица показывает изменение повторяемостей сильных засух (SPI-1 и SPEI-1 -1.5..-2.0), которые возросли на каждой из представленных станций хотя бы в один из летних месяцев.

Таблица – Изменение (разности за период 1989-2019/1948-1988 гг.) повторяемости (%) очень сильных засух (SPI-1 и SPEI-1 -1.5..-2.0)

Станция	Июнь		Июль		Август	
	SPI-1	SPEI-1	SPI-1	SPEI-1	SPI-1	SPEI-1
1	2	3	4	5	6	7
Брест	-1	6	-2	-1	1	1
Горки	-1	3	1	5	-3	4
Костюковичи	-3	-2	4	3	6	13
Лида	6	3	-1	8	3	-3
Минск	1	3	1	4	4	1
Пинск	6	5	4	9	3	1
Полесская	7	5	8	9	6	5
Василевичи	-1	6	2	-2	-2	0
Верхнедвинск	-1	8	2	8	-2	7
Витебск	2	1	2	8	-3	2
Волковыск	3	6	-1	-1	2	-1

Таким образом, при отсутствии значимых трендов годовых сумм осадков в период 1989 – 2018 гг., осадки в летний сезон (июнь-август) характеризуются пространственной неоднородностью, при этом снижается продолжительность их выпадения на 10 – 20 % (за исключением севера страны) и рост максимальных сумм осадков на 30 % во все месяцы, что свидетельствует об увеличении повторяемости засушливых периодов, и подтверждается расчетами индексов SPI и SPEI, которые показали рост повторяемости сильных засух в воздухе на территории Беларуси в период потепления климата.

### Библиографические ссылки

- 1) Dryness dynamics of the Baltic Sea region. / E. Rimkus [et al.] // Baltica, 2012. – 25(2). – 129–142.

2) Semenova, I. Cyclonic activity in cold season over territories of Belarus and Ukraine and its relation to the warm season droughts. / I. Semenova, K. Sumak // Croatian Meteorological J., 2017. – 52. – 59–73.

3) Somorowska, U. Changes in drought conditions in Poland over the past 60 years evaluated by the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index. / U. Somorowska // Acta Geophysica, 2016. – 64. – 2530–2549.

4) WMO and GWP, 'Handbook of Drought Indicators and Indices', Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series, WMO-No. 1173 (Geneva: World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016).

5) Мельник, В. И. Изменения количества и вида атмосферных осадков в холодный период на территории Беларуси в условиях современного потепления климата / В.И. Мельник, И.В. Буяков, В.Д. Чернышов // Природные ресурсы, 2019. – № 2. – С. 44-51.