

В. И. Мельник¹, Н. Г. Пискунович¹, И. В. Буяков¹, В. М. Яцухно², Т. Г. Шумская³

*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: v.melnik 2016@mail.ru, buyakov-ivan@mail.ru, phenosphere@gmail.com*

²*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: yatsukhno@bsu.by*

³*Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, Минск, Беларусь, e-mail: apm_agro@hmc.by*

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ ЗАСУХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Аннотация. Оценена повторяемость почвенных засух на территории Белорусского Полесья с привлечением всех участков, на которых проводилось определение влажности почвы по данным пунктов государственной сети гидрометеорологических наблюдений. Дана оценка продолжительности и повторяемости лет с сильной почвенной засухой в условиях современного изменения климата (1989–2018 гг.). Приведены сравнительные данные повторяемости почвенных засух за современный период потепления и до потепления. Отмечена цикличность изменений числа сильных почвенных засух на территории Белорусского Полесья с периодом 9–12 лет.

Ключевые слова: Белорусское Полесье, изменение климата, влажность почвы, почвенные засухи

V. I. Melnik¹, N. G. Piskunovich¹, I. V. Buyakov¹, V. M. Yatsukhno², T. G. Shumskaya³

*Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: v.melnik 2016@mail.ru, buyakov-ivan@mail.ru, phenosphere@gmail.com*

²*Belarussian State University, Minsk, Belarus, e-mail: yatsukhno@bsu.by*

³*Republican Center of Hydrometeorology, Control of Radioactive Contamination and Environmental Monitoring, Minsk, Belarus,
e-mail: apm_agro@hmc.by*

THE SPATIO-TEMPORAL PATTERN OF SOIL DROUGHTS ON THE TERRITORY OF THE BELARUSSIAN POLESIA IN ACCORDANCE WITH CURRENT CLIMATE CHANGE

Abstract. The recurrence of soil droughts on the territory of the Belarusian Polesia was estimated with the involvement of all areas where soil moisture was determined according to the data of the points of the state network of hydrometeorological observations. An assessment of the duration and the recurrence of years with severe soil droughts under the conditions of modern climate change (1989–2018) is given. Comparative data on the frequency of occurrence of soil for the modern period of warming and before the warming are presented. The cyclical nature of changes in the number of severe soil droughts on the territory of the Belarusian Polesia with a period of 9–12 years was noted.

Keywords: Belarusian Polesia, climate change, soil moisture, soil droughts

В. І. Мельнік¹, Н. Г. Піскуновіч¹, І. В. Буякоў¹, В. М. Яцухна², Т. Р. Шумская³

*Інстытут прыродакарыстання Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, Мінск, Беларусь,
e-mail: v.melnik 2016@mail.ru, buyakov-ivan@mail.ru, phenosphere@gmail.com*

²*Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь, e-mail: yatsukhno@bsu.by*

³*Рэспубліканскі цэнтр па гідраметэаралогіі, кантролю радыяактыўнага забруджвання і маніторынгу навакольнага асяроддзя, Мінск, Беларусь, e-mail: apm_agro@hmc.by*

ПРАСТОРАВА-ЧАСАВЫЯ ЗМЯНЕННІ ГЛЕБАВАЙ ЗАСУХІ НА ТЭРЫТОРЫІ БЕЛАРУСКАГА ПАЛЕССЯ ВА ЎМОВАХ СУЧАСНАГА ЗМЯНЕННЯ КЛІМАТУ

Анотацыя. Ацэнена паўтаральнасць глебавых засух на тэрыторыі Беларускага Палесся з прыцягненнем усіх участкаў, на якіх праводзілася вызначэнне вільготнасці глебы па дадзеных пунктаў дзяржаўнай сеткі гідраметэаралагічных назіранняў. Дана адзнака працягласці і паўтаральнасці гадоў з моцнай глебавай засухай ва ўмовах сучаснага змянення клімату (1989–2018 гг.). Прыведзены параўнальныя дадзеныя паўтаральнасці глебавых засух за сучасны перыяд пацяплення і да яго. Адзначана цыклічнасць змяненняў колькасці моцных глебавых засух на тэрыторыі Беларускага Палесся з перыядам 9–12 гадоў.

Ключавыя словы: Беларускае Палессе, змяненне клімату, вільготнасць глебы, глебавыя засухі

Введение. В условиях современного изменения климата проблема засух и засушливых явлений в Республике Беларусь становится все более актуальной и требует принятия ответственных мер к адаптации и смягчению последствий, вызванных засухами. Особенно это касается территории Белорусского Полесья, где негативные последствия изменения климата (высокие температуры воздуха, увеличение повторяемости волн тепла, засух и др.) проявляются в большей мере [1–5]. В последних исследованиях были даны оценки увлажнения территории

Белорусского Полесья по основным критериям увлажнения: осадкам, коэффициенту увлажнения ГТК Селянинова, запасам влаги на постоянных участках с различными по механическому составу дерново-подзолистыми типами почв Белорусского Полесья по данным пунктов государственной сети гидрометеорологических наблюдений [1].

Цель настоящего исследования – дать оценку пространственно-временных изменений продолжительности и повторяемости почвенных засух на территории Белорусского Полесья за период потепления (1989–2018 гг.) и в сравнении с периодом 1951–1980 гг. с привлечением данных всех наблюдательных участков, на которых проводилось определение влажности почвы.

Материалы и методы исследований. Для выполнения работы использовались данные Государственного климатического кадастра, запасы продуктивной влаги почвы в слое 0–20 см под сельскохозяйственными культурами на наблюдательных полевых участках государственной сети гидрометеорологических наблюдений Брестской и Гомельской областей за период 1989–2018 гг., определенные в соответствии с ТКП 17.10-09-2008 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила организации агрометеорологических наблюдений и работ». Повторяемость лет по декадам означает отношение числа лет в одну из декад месяца с запасами влаги 10 мм и менее хотя бы на одном из участков к общему числу лет наблюдений, выраженное в процентах. Аналогично считалась и повторяемость засух по месяцам.

Анализ материалов, построение рисунков, таблиц выполнено с применением программного пакета MS Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Оценка увлажнения территории по запасам влаги. В работе [1] приведены запасы влаги на постоянных полевых участках, что позволило оценить тенденции изменения запасов влаги только от погодных условий. В настоящем исследовании привлечены данные всех участков, на которых проводилось определение влажности почвы. Это дало возможность увеличить объемы выборки по влажности почвы за счет использования данных участков с различными по механическому составу почв (кроме торфяных), и уточнить повторяемость почвенных засух. Началом почвенной засухи, в соответствии с установленными критериями, считались запасы продуктивной влаги 10 мм и менее в слое 0–20 см [6]. Эти критерии взяты за основу при расчетах повторяемости и продолжительности почвенных засух. Повторяемость лет с засухами по декадам означает отношение числа лет в одну из декад месяца с запасами влаги 10 мм и менее хотя бы на одном из участков к общему числу лет наблюдений, выраженное в процентах. Аналогично считалась и повторяемость засух по месяцам.

Как и следовало ожидать, вследствие увеличения выборки данных по запасам влаги, повторяемость почвенных засух как по отдельным пунктам наблюдений, так и в целом по областям оказалась в среднем на 5–10 % больше, чем при использовании данных только постоянных полевых участков [1]. Наибольшая повторяемость почвенных засух отмечается на участках с песчаными и рыхлыми супесчаными почвами, подстилаемых песками: Брест, Ганцевичи, Дрогичин, Полесская, Пружаны, Гомель, Октябрь, Мозырь, Василевичи, Жлобин. Наименьшая повторяемость почвенных засух отмечена в пунктах наблюдений Житковичи и Пинск (табл. 1).

За период потепления сроки наступления почвенных засух весной отмечаются раньше, чем прежде. В пунктах наблюдений Брест и Гомель имели место засухи на отдельных наблюдательных участках даже в первую декаду апреля: в 1991 и 2016 гг. соответственно; в пунктах наблюдений Полесская (1994) и Брест (1993) отмечена почвенная засуха во второй декаде апреля, чего раньше не наблюдалось. В третьей декаде апреля почвенные засухи отмечены в районе пунктов наблюдений: Брест (1993), Ганцевичи (2006), Полесская (1999, 2007), Василевичи (2007), Гомель (1996, 2009, 2014), Житковичи, Лельчицы (2009), Мозырь (1993, 2014, 2015), Октябрь (2009, 2011). До периода потепления почвенные засухи в апреле в Брестской области не наблюдались, а их повторяемость в Гомельской области не превышала 6 % [7]. За 1989–2018 гг. повторяемость засух в Брестской области в апреле составила 20 %, в Гомельской выросла до 27 % (табл. 2). Полученные нами результаты о более ранних сроках наступления почвенных засух весной подтверждаются данными исследований, где сокращение сроков наступления

Т а б л и ц а 1. Повторяемость (%) лет с почвенной засухой по декадам и месяцам в слое 0–20 см по пунктам наблюдений Брестской и Гомельской областей за 1989–2018 гг.

	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Брестская область																						
Барановичи																						
0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	13,3	23,3	20,0	16,7	23,3	40,0	20,0	6,7	13,3	26,7	33,3	16,7	10,0	3,3	16,7	3,3	0,0	3,3
Ганцевичи																						
0,0	0,0	3,3	3,3	10,0	6,7	16,7	20,0	33,3	30,0	16,7	46,7	23,3	20,0	13,3	30,0	10,0	13,3	16,7	6,7	10,0	3,3	3,3
Ивацевичи																						
0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	26,7	30,0	30,0	30,0	26,7	63,3	20,0	13,3	20,0	26,7	26,7	30,0	30,0	46,7	16,7	13,3	6,7	0,0
Пружаны																						
0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	20,0	26,7	36,7	56,7	66,7	53,3	86,7	33,3	36,7	30,0	63,3	26,7	23,3	40,0	10,0	6,7	0,0	0,0
Высокое																						
0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	13,3	26,7	33,3	46,7	36,7	40,0	73,3	33,3	36,7	43,3	60,0	33,3	36,7	40,0	60,0	13,3	26,7	0,0
Полесская																						
0,0	3,3	6,7	10,0	10,0	20,0	43,3	46,7	33,3	43,3	20,0	53,3	26,7	33,3	23,3	46,7	26,7	20,0	13,3	36,7	6,7	10,0	6,7
Дрогичин																						
0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	13,3	13,3	20,0	13,3	10,0	16,7	30,0	13,3	13,3	10,0	16,7	23,3	23,3	16,7	40,0	13,3	10,0	6,7
Пинск																						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	16,7	20,0	26,7	26,7	36,7	20,0	23,3	26,7	40,0	16,7	33,3	23,3	50,0	16,7	23,3	10,0	6,7
Брест																						
3,3	3,3	3,3	6,7	6,7	20,0	40,0	43,3	50,0	46,7	46,7	70,0	40,0	36,7	46,7	60,0	23,3	36,7	33,3	56,7	33,3	26,7	3,3
Гомельская область																						
Жлобин																						
0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	20,0	23,3	30,0	26,7	23,3	40,0	26,7	16,7	23,3	46,7	26,7	23,3	16,7	36,7	10,0	0,0	0,0	6,7
Октябрь																						
0,0	0,0	6,7	6,7	3,3	10,0	23,3	30,0	43,3	33,3	43,3	70,0	50,0	30,0	26,7	60,0	50,0	43,3	50,0	66,7	23,3	10,0	3,3
Гомель																						
3,3	0,0	10,0	13,3	3,3	16,7	26,7	36,7	33,3	26,7	33,3	53,3	30,0	20,0	26,7	50,0	33,3	30,0	13,3	43,3	13,3	6,7	3,3
Василевичи																						
0,0	0,0	3,3	3,3	13,3	13,3	33,3	43,3	43,3	36,7	36,7	56,7	33,3	23,3	26,7	46,7	10,0	10,0	13,3	13,3	10,0	10,0	6,7
Житковичи																						
0,0	0,0	3,3	3,3	3,3	6,7	10,0	16,7	23,3	33,3	26,7	50,0	26,7	16,7	16,7	36,7	30,0	20,0	36,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Мозырь																						
0,0	0,0	10,0	10,0	10,0	20,0	26,7	33,3	23,3	20,0	40,0	33,3	23,3	16,7	46,7	16,7	16,7	23,3	36,7	3,3	10,0	13,3	10,0
Лельчицы																						
0,0	0,0	3,3	3,3	6,7	10,0	13,3	23,3	30,0	26,7	30,0	53,3	30,0	13,3	10,0	36,7	20,0	13,3	3,3	26,7	6,7	0,0	6,7

почвенных засух весной в среднем для территории Беларуси составило 25–30 % за три последовательных периода (1951–1970, 1971–1990, 1991–2010) для минеральных почв естественного увлажнения под яровыми культурами в слое 0,4 м до значений влажности почвы 0,8 WHB–0,5 WHB (наименьшей влагоемкости) [8]. Уменьшение запасов влаги в апреле обусловлено более ранними весенними процессами (сход снежного покрова, оттаивание и просыхание почвы), существенным повышением температуры воздуха и снижением количества осадков [1].

Результаты исследований показали, что в 1989–2018 гг. почвенные засухи отмечались в течение всего вегетационного периода (апрель–октябрь) практически каждый год в обеих областях (табл. 2). Наибольшая повторяемость почвенных засух в областях наблюдается в летние месяцы. Так, в мае повторяемость засух за современный период потепления в Брестской области выросла в пять раз, в Гомельской – примерно в два раза. В июне увеличение повторяемости почвенных засух составило соответственно 1,7 и 1,3 раза. В среднем за вегетационный период (апрель–октябрь) увеличение повторяемости засух составило 18 % в Брестской и 15 % – в Гомельской области с данными периода до потепления (1951–1980), взятыми из работы [7].

Т а б л и ц а 2. Изменение повторяемости (%) лет с почвенными засухами в Белорусском Полесье

Период	Область	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	IV–X
1951–1980	Брестская	–	14	55	58	54	45	17	–	82
	Гомельская	6	37	66	57	55	35	8	–	85
1989–2018	Брестская	20	73	93	87	87	77	30	3	100
	Гомельская	27	77	87	87	93	60	13	3	100
Разность	Брестская	20	59	38	29	33	32	13	3	18
	Гомельская	21	40	21	30	38	25	5	3	15

Оценка продолжительности почвенных засух. В период вегетации растений почвенная засуха в пахотном слое в отдельные годы может удерживаться на протяжении трех декад подряд и более. Такая засуха считается опасным метеорологическим явлением и относится к экстренной информации [6]. В дальнейшем почвенную засуху продолжительностью три декады подряд и более условно назовем сильной засухой. За 1989–2018 гг. повторяемость сильных засух в целом за вегетационный период (апрель–октябрь) составила 80 % в Брестской области и 77 % – в Гомельской. Наиболее часто сильные засухи встречаются в июне–августе. Повторяемость сильных засух и их максимальная продолжительность приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 3 наиболее сильные почвенные засухи за период потепления на большинстве пунктов наблюдений были отмечены в 1994, 2002 и 2015 гг. Максимальная продолжительность сильных засух – 8 декад зафиксирована в Гомеле (08.07–18.09.2014), Бресте (18.07–28.09.2003), Высоком (18.07–28.09.2002 и 18.06–28.08.2015); 7 декад – в Жлобине (18.07–18.09.1994), Василевичах (18.05–18.07.2013), Ганцевичах (28.06–28.08.1994), Дрогичине (28.06–28.08.1994), Ивацевичах (18.07–18.09.2002), Полесской (18.07–18.09.2002). Наибольшая повторяемость сильных засух (%) за весь период вегетации (апрель–октябрь) отмечена в пунктах наблюдений : Брест – 60, Высокое – 53, Пружаны – 53, Полесская – 47, Октябрь – 50, Василевичи – 43, Гомель – 37; наименьшая – в пунктах наблюдений Барановичи, Ганцевичи, Житковичи – 23, Мозырь – 20.

Т а б л и ц а 3. Максимальная продолжительность сильных засух и их повторяемость по пунктам наблюдений Брестской и Гомельской областей за период апрель–октябрь, 1989–2018 гг.

Пункт наблюдений, область	Максимальная продолжительность сильных засух (в декадах)	Годы	Число случаев с сильными засухами (3 декады и более)	Повторяемость (%) лет с сильными засухами (май–октябрь)
Барановичи	5	2015	8	23,3
Брест	8	2003	23	60,0
Высокое	8	2002, 2015	17	53,3
Ганцевичи	7	1994	9	23,3
Дрогичин	7	1994	10	33,0
Ивацевичи	7	2002	9	30,0

Окончание табл. 3

Пункт наблюдений, область	Максимальная продолжительность сильных засух (в декадах)	Годы	Число случаев с сильными засухами (3 декады и более)	Повторяемость (%) лет с сильными засухами (май–октябрь)
Пинск	6	2015	11	30,0
Полесская	7	2002	15	46,7
Пружаны	5	1989, 1991, 1994, 2002, 2012, 2015, 2018	18	53,3
Брестская область				80
Василевичи	7	2013	17	43,3
Гомель	8	2014	12	36,7
Житковичи	5	2013, 2018	10	23,3
Жлобин	7	1994	11	30,0
Лельчицы*	3	1989, 2002, 2004, 2006, 2007	5	24,0
Мозырь	5	2015	9	20,0
Октябрь	6	2004, 2015	20	50,0
Гомельская область				77

* Данные наблюдений за период 1989–2013 гг.

Повторяемость (%) лет с сильными засухами в летний период по месяцам наиболее выражена в районах пунктов наблюдений Брестской области, особенно Брест, Пружаны. В Гомельской области повторяемость наиболее сильных засух отмечена в пунктах наблюдений Василевичи, Гомель, Октябрь. Наибольшая повторяемость сильных засух наблюдается в июне и августе, что объясняется в первую очередь существенным уменьшением осадков в эти месяцы и высокими значениями температуры воздуха за период потепления (рис. 1).

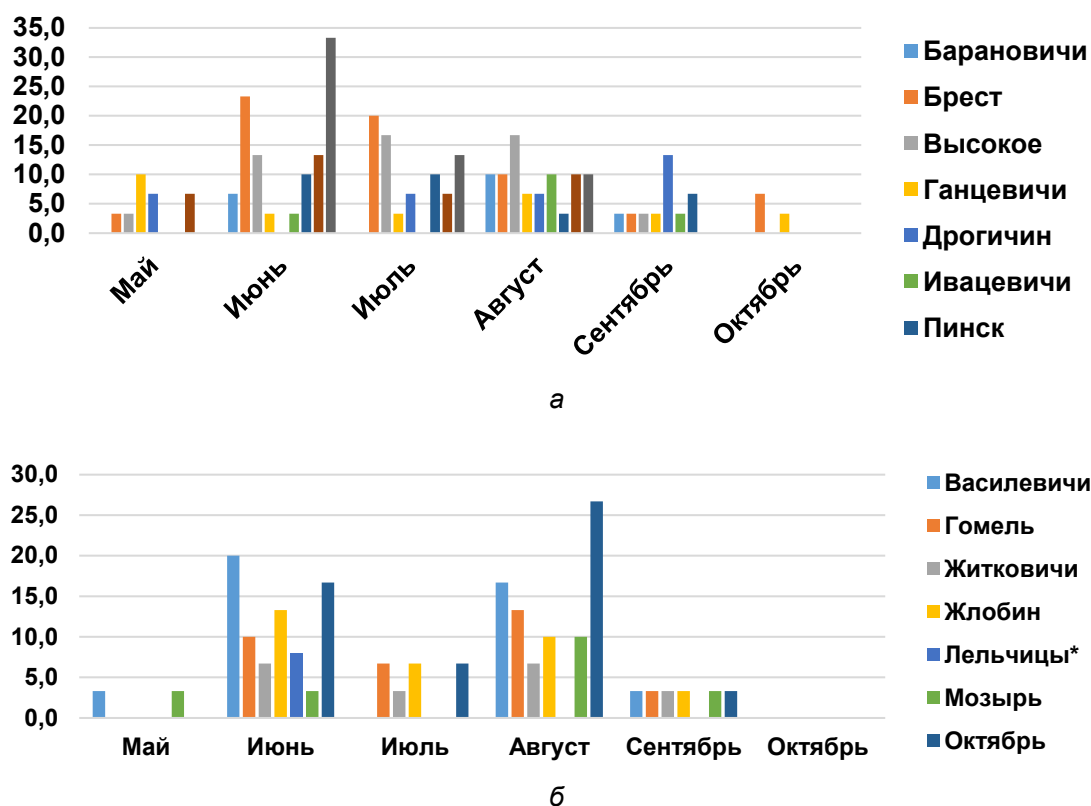


Рис. 1. Повторяемость (%) лет с сильными почвенными засухами в слое 0–20 см в Белорусском Полесье по пунктам наблюдений Брестской (а) и Гомельской (б) областей

При сравнении повторяемости лет с почвенными засухами продолжительностью месяца и более периода 1989–2018 гг. с данными периода до потепления (1951–1980), взятыми из [7], значительный рост повторяемости сильных засух в обеих областях отмечен в течение всего периода вегетации за период потепления. Особенно существенной эта разность наблюдается в мае–августе. В июне повторяемость сильных почвенных засух в Брестской области выросла в 4,4 раза, в Гомельской – в 2,9 раза. В августе повторяемость сильных засух в обеих областях выросла примерно в 3 раза. Повторяемость сильных засух в Брестской области за период потепления во все месяцы, за исключением августа, выше чем в Гомельской, хотя до потепления повторяемость сильных засух была выше в Гомельской области (табл. 4).

Таблица 4. Изменение повторяемости (%) лет с сильными засухами в слое 0–20 см продолжительностью три декады и более в Белорусском Полесье

Период	Область	V	VI	VII	VIII	IX	X	V–VIII	IX–X
1951–1980	Брестская		13	18	10	2	1	–	–
	Гомельская	5	14	15	16	4	2	–	–
1989–2018	Брестская	16,7	57,0	36,7	26,7	20,0	6,7	76,7	23,3
	Гомельская	3,0	40,0	20,0	43,0	6,7	0,0	73,3	10,0
Разность	Брестская	17	44	19	17	18	6	–	–
	Гомельская	-3	26	5	27	4	-2	–	–

При анализе динамики изменения числа случаев с сильными засухами по годам за период май–октябрь 1989–2018 гг., аналогично данным, приведенным в [1], отмечена цикличность их изменений. Цикличность изменений числа сильных почвенных засух на территории Белорусского Полесья с периодом 9–12 лет может быть вызвана цикличностью глобальных

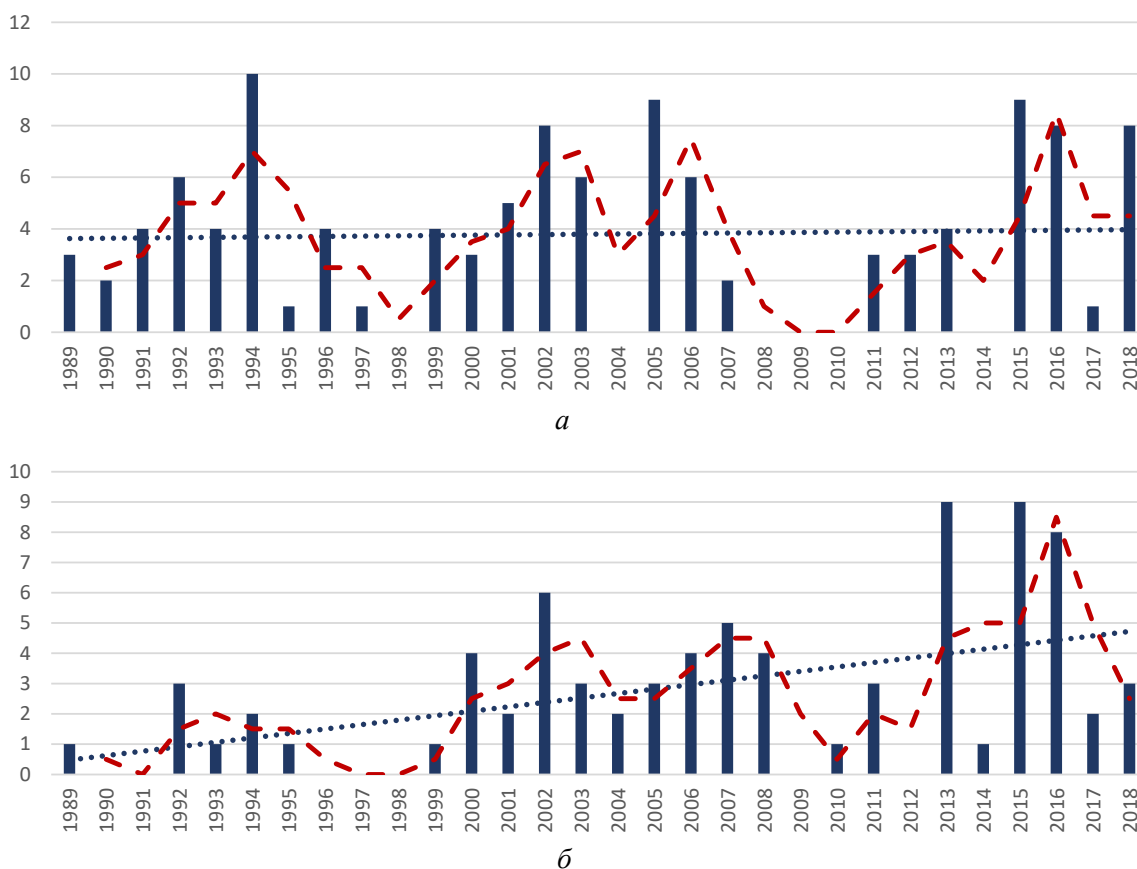


Рис. 2. Динамика изменения суммарного числа случаев с сильными почвенными засухами по пунктам наблюдений Брестской (а) и Гомельской (б) областей по годам за период май–октябрь 1989–2018 гг.

процессов в атмосфере [9]. Исходя из цикличности изменений числа сильных засух, можно прогнозировать их уменьшение в вегетационный период 2019–2022 гг. и максимальный рост примерно к 2025–2026 гг. (рис. 2).

Пространственно-временные изменения повторяемости засух и их продолжительность, выявленные циклы изменения числа почвенных засух необходимо учитывать на ближайшую перспективу при планировании и обосновании рациональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на территории Белорусского Полесья.

Заключение. На территории Белорусского Полесья почвенные засухи наблюдаются практически ежегодно. Отмечен значительный рост повторяемости засух в обеих областях в течение всего периода вегетации в условиях современного изменения климата за 1989–2018 гг. В мае повторяемость засух за период потепления в Брестской области выросла в пять раз, в Гомельской – примерно в два раза. В июне увеличение повторяемости почвенных засух выросло соответственно в 1,7 и 1,3 раза. В среднем за вегетационный период (IV–X) увеличение повторяемости засух составило 18 % в Брестской и 15 % в Гомельской областях по сравнению с периодом 1951–1980 гг. Отмечены более ранние сроки наступления весенних почвенных засух. За 1989–2018 гг. повторяемость засух в Брестской области в апреле выросла до 20 %, а в Гомельской – до 27 % по сравнению с 1951–1980 гг.

Повторяемость сильных почвенных засух в Брестской области за период потепления во все месяцы, за исключением августа, выше чем в Гомельской, хотя до потепления повторяемость сильных засух была выше в Гомельской области. В июне повторяемость сильных засух за период 1989–2019 гг. по сравнению с периодом 1951–1980 гг. в Брестской области выросла в 4,4 раза, в Гомельской – в 2,9 раза; в августе повторяемость сильных засух в обеих областях выросла примерно в 3 раза.

Выявлена цикличность изменений числа сильных почвенных засух на территории Белорусского Полесья с периодом 9–12 лет, которая может быть вызвана цикличностью глобальных процессов в атмосфере. Исходя из цикличности изменений числа сильных засух, можно ожидать уменьшение сильных засух в вегетационный период 2019–2022 гг. и их максимальный рост примерно к 2025–2026 гг.

Пространственно-временные изменения повторяемости засух и их продолжительности, выявленные циклы изменения числа почвенных засух необходимо учитывать на ближайшую перспективу при планировании и обосновании рациональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на территории Белорусского Полесья.

Список использованных источников

1. Оценка влагозапасов и повторяемости почвенных засух на территории Белорусского Полесья в условиях современного изменения климата / В. И. Мельник [и др.] // Природные ресурсы. – 2020. – № 2. – С. 104–115.
2. Данилович, И. С. Современные изменения климата Белорусского Полесья: причины, следствия, прогнозы / И. С. Данилович, В. И. Мельник, Б. Гейер // Журн. Бел. гос. ун-та. Сер. География. Геология. – 2020. – № 1. – С. 3–13.
3. Мельник В. И. Основные результаты мониторинга изменения климата на территории Республики Беларусь / Фитосанитарная ситуация в Беларуси в условиях изменения климата // Институт защиты растений; под ред. С. В. Соколки, Е. А. Якимович. – Минск: Колорград, 2019. – С. 5–13.
4. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник: 2-е изд. доп. – Минск: Энциклопедикс, 2020. – 264 с.
5. Логинов, В. Ф. Особенности изменения осадков в Белорусском Полесье в современный период / В. Ф. Логинов, В. И. Мельник // Природные ресурсы. – 2019. – № 2. – С. 108–116.
6. О реализации закона Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности» [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 янв. 2007 г., № 75 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2007.
7. Агроклиматические ресурсы Белорусской ССР / Госком. СССР по гидромет. и контролю природ. среды. Бел. респ. упр. по гидромет. и контролю природ. среды. Гидромет. центр; под ред. М. А. Гольберга, В. И. Мельника. – Минск, 1985. – 451 с.
8. Вихров В. И. Климатическое сокращение сроков наступления почвенной засухи в Беларуси / В. И. Вихров // Вестн. Белорус. с/х академии. – 2012. – № 4. – С. 111–115.
9. Логинов, В. Ф. Космические факторы климатических изменений / В. Ф. Логинов. – Минск: Беларус. навука, 2020. – 168 с.

Поступила 29.01.2021