

УДК 551.58:626.8(476.7)

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ В РЕЖИМАХ ГИДРОМЕЛИОРАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Е. Валувев, кандидат технических наук

О.П. Мешик, доцент

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»
Брест, Республика Беларусь*

Приводятся результаты оценки современных режимов гидромелиораций в условиях изменяющегося климата. Установлена статистическая значимость изменения естественной тепловлагообеспеченности за последний тридцатилетний период. Обоснована целесообразность учета происходящих изменений в ходе инженерного проектирования мелиоративных и водохозяйственных объектов.

На рубеже XX и XXI веков в научных кругах широкое обсуждение приобрело глобальное потепление климата, которое увязывается, в первую очередь, с антропогенными выбросами в атмосферу «парниковых» газов. За последнее столетие в Северном полушарии отмечается рост среднегодовой температуры приземного слоя воздуха на 0,6°C, а к середине XXI века ожидается ее увеличение еще на 2,5°C и более. Для территории Беларуси такие трансформации весьма значимы и способны оказать серьезное влияние на экономику. В частности, повышение теплообеспеченности приведет к адекватному увеличению продолжительности вегетационного периода, что позволит, на фоне оптимальной влагообеспеченности получать более высокие и стабильные урожаи сельхозкультур. Рост температур воздуха неизбежно влечет за собой структурные изменения в режиме естественного увлажнения, и, прежде всего, - увеличение суммарного испарения / водопотребления, асимметричные трансформации режима атмосферных осадков. Прогнозируемые изменения тепловлагообеспеченности территорий повлекут за собой необходимость их учета при планировании размещения сельхозкультур, проектировании водохозяйственных и мелиоративных мероприятий.

Основной целью работы является оценка режимов гидромелиораций в условиях изменяющегося климата. Объектом исследования являются дефициты / избытки водопотребления основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в юго – западной, наиболее мелиорированной части Беларуси. В качестве исходных данных использовались материалы шести метеостанций, расположенных на исследуемой территории: Брест, Пружаны, Пинск, Ивацевичи, Ганцевичи, Барановичи. В качестве основного принят тепловоднобалансовый метод исследований.

Для оценки современных трансформаций, учитываемых в расчетах климатических характеристик и получаемых на их основе гидромелиоративных норм, нами приняты в исследованиях шестидесятилетние ряды наблюдений (1945 по 2004 гг.). Исходные ряды разбиты на две части по тридцать лет: с 1945 по 1974 гг. и с 1975 по 2004 гг. В таблице 1 приведены средние многолетние суммы атмосферных осадков и их разности для рассматриваемых периодов по ряду пунктов Брестской области.

Как видно из таблицы 1, годовые суммы атмосферных осадков на исследуемой территории повсеместно увеличились от 1,5 % в районе Бреста до 7,2 % в районе Пинска. Для теплого периода увеличение еще более значимо, соответственно - 2,2 и 9,5 %, соответственно. Исключение наблюдается в районе Ивацевичей, где увеличение сумм осадков за теплый период составило 1,2 %. Данные таблицы 1 количественно отражают значимость в формировании режима атмосферных осадков антропогенного фактора – крупномасштабных мелиораций. Исходя из того, что на мелиорированных угодьях интенсивно идет процесс суммарного испарения в первой половине теплого периода, достигая своего пика в июле, атмосферные осадки в этот период должны увеличиваться, чему есть подтверждение в материалах таблицы 1. В основном имеет место увеличение атмосферных осадков с начала вегетационного периода. В июле осадки увеличились везде, от минимума в Бресте (на 0,5%), до 20,1 % в районе Барановичей. В августе, после уборки урожая, с уменьшением суммарного испарения осадки должны снижаться, и это подтверждается данными таблицы 1 – совсем незначительно в Бресте (на 0,2 %) и на 24,1 % в районе Ивацевичей. В районе Бреста фактор мелиорированности земель проявляется в режиме естественной увлажненности незначительно. Площадь мелиорированных земель Брестского района составляет 15,8% от всей площади, что значительно ниже среднего показателя по области 22,7%.

Таблица 1. Средние многолетние суммы атмосферных осадков и их разности на исследуемой территории, мм

	Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4-10	Год
Брест	1975-2004	36	31	30	41	56	68	80	71	55	40	39	41	411	588
	1945-1974	30	36	27	35	50	76	76	73	48	44	45	38	402	579
	разность	6	-5	3	6	6	-8	4	-2	7	-4	-6	3	9	9
Пружаны	1975-2004	35	29	33	38	59	74	85	64	58	40	40	42	418	596
	1945-1974	29	31	25	35	53	81	70	76	48	43	45	38	406	572
	разность	6	-2	8	3	6	-7	5	-12	10	-3	-5	4	12	24
Пинск	1975-2004	35	28	32	39	53	80	81	56	59	44	41	41	412	587
	1945-1974	30	30	29	32	52	65	71	64	40	49	45	39	373	545
	разность	5	-1	3	7	1	15	10	-8	18	-5	-5	2	39	42
Ивацевичи	1975-2004	41	33	38	43	57	71	87	54	60	40	44	50	412	618
	1945-1974	32	33	27	38	61	68	78	67	46	49	47	39	407	584
	разность	9	0	11	5	-4	4	9	-13	14	-9	-3	11	5	34
Ганцевичи	1975-2004	42	33	39	43	53	85	87	64	59	45	47	49	436	645
	1945-1974	36	36	31	38	59	70	74	73	49	54	53	43	417	616
	разность	5	-4	9	6	-6	15	13	-8	10	-10	-6	5	19	30
Барановичи	1975-2004	38	30	37	37	54	83	92	62	59	41	40	47	428	620
	1945-1974	29	29	29	39	57	74	73	65	49	48	51	39	405	581
	разность	9	1	8	-1	-3	9	19	-3	11	-7	-12	8	23	39

В итоге, можно говорить о том, что общепланетарные процессы, связанные с потеплением климата, оказывают существенное влияние на режимы формирования атмосферных осадков в пределах Беларуси. Происходящие изменения носят сложный характер и имеют статистическую значимость, что необходимо учитывать в практических расчетах. Установлены общие закономерности трансформации режима выпадения атмосферных осадков в отдельных регионах, подверженных влиянию антропогенных факторов, например, крупномасштабных мелиораций, в дополнение к общепланетарным факторам, в совокупности повлиявшим на изменение регионального климата. В то же время следует отметить, что число дней в году с осадками $\geq 0,1$ мм остается практически неизменным. Во внутригодовом ходе лишь для холодного периода имеют место незначительные изменения числа дней с осадками ($\pm 1 - 2$ дня), хорошо согласующиеся с данными таблицы 1.

Как отмечено выше, существенные изменения наблюдаются в термическом режиме. В таблице 2 приведены данные по температурам воздуха для рассматриваемых периодов и их разности на исследуемой территории. Имеет место факт потепления климата на всей территории Беларуси в первой половине года (январь – май), причем потепление в январе столь значительно, что этот месяц перестает быть самым холодным в году. Увеличение температуры воздуха в марте связано с большим количеством малоснежных зим (1975 – 2004 гг.) и, соответственно, снижением затрат тепла на таяние снега. Большая часть тепла стала расходоваться на нагревание воздуха. Безусловно, эта тенденция должна быть учтена при разработке хозяйственных мероприятий на сельскохозяйственных землях. Рост зимних и весенних температур воздуха приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода сельхозкультур, вследствие чего земли юго – западной части Беларуси получают выгодные термические ресурсы, необходимые для интенсификации сельхозпроизводства. В целом, имеет место рост сумм температур воздуха за теплый период (апрель – октябрь). Особую значимость в сельском хозяйстве приобретает увеличение накопленных температур воздуха $>10^{\circ}\text{C}$. На рисунке 1 отражается существующая тенденция. Подобно району Бреста, такая же ситуация характерна для остальной части юго – западной части Беларуси. Наибольший прирост за последнее тридцатилетие характерен для района Пинска ($96,3^{\circ}\text{C}$, 3,8%). Учитывая, что суммы накопленных температур $>10^{\circ}\text{C}$ возрастают по направлению северо – восток –

юго-запад, за последнее тридцатилетие произошло аналогичное смещение границ агроклиматических районов на расстояние около 40 – 50 км.

Таблица 2. Средние многолетние значения температур воздуха и их разности на исследуемой территории, °С

	Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год	Σ_{4-10}	$\Sigma_{>10^{\circ}\text{C}}$
Брест	1975-2004	-2,7	-2,1	1,9	8,2	14,1	16,8	18,6	18,1	13,1	8,1	2,5	-1,5	7,9	97,0	2595
	1945-1974	-4,7	-3,6	0,0	7,7	13,5	17,1	18,5	17,6	13,2	7,5	2,6	-1,6	7,3	95,0	2530
	разность	2,0	1,5	1,9	0,4	0,6	-0,2	0,1	0,5	-0,1	0,7	-0,1	0,0	0,6	2,0	65,3
Пружаны	1975-2004	-3,6	-3,2	0,9	7,4	13,3	16,2	17,5	17,3	12,4	7,3	1,7	-2,3	7,1	91,4	2412
	1945-1974	-5,9	-4,7	-0,6	6,9	12,8	16,6	17,9	16,9	12,6	6,8	1,9	-2,2	6,6	90,5	2382
	разность	2,3	1,5	1,5	0,4	0,5	-0,4	-0,4	0,4	-0,2	0,5	-0,1	-0,1	0,5	0,9	30,2
Пинск	1975-2004	-3,7	-3,2	1,2	8,0	14,1	16,8	18,4	17,7	12,7	7,4	1,7	-2,5	7,4	95,1	2532
	1945-1974	-6,3	-4,8	-0,8	7,0	13,3	17,0	18,1	17,0	12,5	7,3	1,9	-2,6	6,6	92,1	2436
	разность	2,6	1,6	2,0	1,0	0,8	-0,2	0,3	0,7	0,2	0,1	-0,2	0,1	0,7	2,9	96,3
Ивацевичи	1975-2004	-3,8	-3,3	1,0	7,5	13,7	16,6	18,1	17,2	12,4	7,3	1,6	-2,4	7,1	92,7	2455
	1945-1974	-6,1	-4,8	-0,8	7,0	13,1	16,8	18,0	17,0	12,5	6,6	1,7	-2,3	6,5	91,0	2398
	разность	2,3	1,5	1,8	0,5	0,6	-0,3	0,1	0,2	-0,1	0,6	-0,1	-0,1	0,6	1,7	57,3
Ганцевичи	1975-2004	-4,2	-3,8	0,6	7,3	13,4	16,3	17,9	17,0	12,0	6,9	1,4	-3,0	6,8	90,8	2394
	1945-1974	-6,6	-5,1	-1,1	6,8	12,8	16,5	17,7	16,5	11,9	6,3	1,5	-2,7	6,2	88,4	2314
	разность	2,4	1,3	1,7	0,6	0,6	-0,2	0,2	0,4	0,2	0,6	-0,1	-0,3	0,6	2,4	80,0
Барановичи	1975-2004	-4,4	-4,0	0,3	7,1	13,2	16,1	17,4	17,0	12,0	6,8	1,1	-3,0	6,6	89,7	2355
	1945-1974	-6,6	-5,4	-1,5	6,5	12,8	16,5	17,8	16,9	12,4	6,5	1,2	-2,9	6,2	89,4	2346
	разность	2,2	1,4	1,8	0,6	0,4	-0,4	-0,4	0,2	-0,3	0,4	-0,1	-0,1	0,5	0,3	9,2

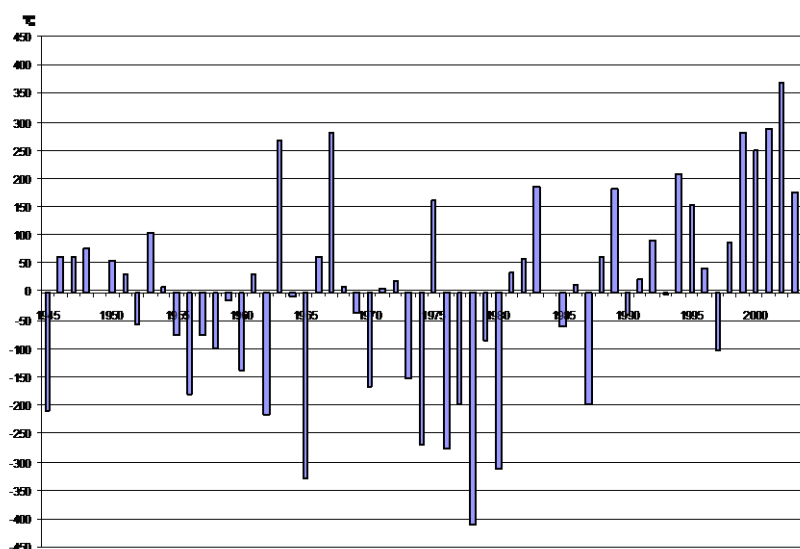


Рис. 1. Отклонение сумм температур воздуха >10°C от средней многолетней за 1945 – 2004 гг. в Бресте

Тепловоднобалансовые расчеты выполнены дифференцированно для различных тридцатилетних периодов при однотипных почвенно – гидрогеологических условиях (режим уровней грунтовых вод, водно-физические свойства почв, соответствующие типу почвы: дерново - подзолистая супесчаная). В таблице 3 приведены рассчитанные значения суммарного испарения.

Как видно, суммарное испарение возросло за последнее тридцатилетие практически во все месяцы теплого периода. Наибольший рост составил в первой половине лета (июнь, июль), около 7% в районе Пинска. Эти данные хорошо согласуются с мелиорированностью исследуемой территории, увязываются с атмосферными осадками, формирующимися и возрастающими в это время за счет местного испарения, а также с температурами воздуха. В этот период формируются наибольшие затраты тепла на процесс суммарного испарения и температура приземного воздуха практически повсеместно понижается (таблица 2). В целом, за теплый период рост суммарного испарения составил от 1,2% в Бресте до 5,5% в Пинске.

В таблице 3 представлены полученные тепловоднобалансовым методом дефициты водопотребления 75% – ной обеспеченности основных сельхозкультур (многолетних трав), при уровне оптимальности $V_0=1,0$ (по наименьшей влагоемкости почвенного слоя). Принятый уровень оптимальности соответствует максимальному количеству воды, необходимой для увлажнения сельхозкультур, при поддержании почвенных влагозапасов в критические их фазы на верхнем пределе оптимальной влажности - наименьшей влагоемкости ($W_{нв}$).

Таблица 3. Средние многолетние значения суммарного испарения и дефицитов водопотребления 75% - ной обеспеченности и их разности на исследуемой территории, мм

Пункты	Периоды	Суммарное испарение и его разности									Дефициты водопотребления 75% - ной обеспеченности и их разности							
		4	5	6	7	8	9	10	4-10	Год	4	5	6	7	8	9	10	4-10
Брест	1975-2004	54	64	68	71	63	46	31	397	516	44	50	47	41	37	25	16	260
	1945-1974	53	62	68	71	63	45	30	392	510	50	56	39	45	35	32	12	269
	разность	1	2	-	-	-	1	1	5	6	-6	-6	8	-4	2	-7	4	-9
Пружаны	1975-2004	52	66	71	75	60	44	28	395	505	40	41	37	33	32	15	9	207
	1945-1974	51	63	69	72	59	43	28	384	493	43	47	30	48	20	25	6	219
	разность	1	3	2	3	1	1	-	11	12	-3	-6	7	-15	12	-10	3	-12
Пинск	1975-2004	55	64	72	72	59	45	31	398	508	44	50	35	36	44	18	10	237
	1945-1974	53	62	67	67	56	42	29	376	482	51	51	50	46	36	37	5	276
	разность	2	2	5	5	3	3	2	22	26	-7	-1	-15	-10	8	-19	5	-39
Ивацевичи	1975-2004	58	69	73	75	60	44	30	409	521	40	47	44	32	46	14	12	235
	1945-1974	55	67	71	72	59	43	29	396	504	45	43	47	41	33	28	3	240
	разность	3	2	2	3	1	1	1	13	17	-5	4	-3	-9	13	-14	9	-5
Ганцевичи	1975-2004	57	68	73	72	57	42	31	401	525	38	48	25	20	25	7	+6	169
	1945-1974	56	67	70	67	56	41	31	387	510	43	42	40	33	16	17	+3	188
	разность	2	2	3	5	1	1	-	14	15	-5	6	-15	-13	9	-10	+3	-19
Барановичи	1975-2004	55	70	75	77	63	45	29	413	515	41	50	31	25	38	14	8	207
	1945-1974	53	68	72	72	60	42	28	394	495	39	47	40	44	35	24	1	230
	разность	2	2	3	5	3	3	1	19	20	2	3	-9	-19	3	-10	7	-23

В последнее тридцатилетие произошло снижение дефицитов водопотребления (в среднем около 8% за вегетацию; минимум 2,1 % в Ивацевичах, максимум 14,1% в Пинске), что подтверждается данными таблицы 3. Наибольшую значимость представляет снижение дефицитов в активной фазе вегетации сельхозкультур (май – июль). В сумме за этот период дефициты водопотребления уменьшились в среднем на исследуемой территории на 16 мм (от 2 мм - в Бресте до 26 мм - в Пинске), что свидетельствует о сокращении оросительных норм примерно на 18 %. В августе имеет место рост дефицитов водопотребления, в то же время для большинства

сельскохозяйственных культур потребность в оросительных мероприятиях отпадает. Анализ, выполненный для других обеспеченностей и уровней оптимальности почвенных влагозапасов, в целом, отражает ситуацию, аналогичную представленной в таблице 3.

На рисунке 2 приведено распределение на исследуемой территории дефицитов водопотребления за теплый период (75 % - ной обеспеченности при уровне оптимальности $V_0=1,0$). Как видно, смещение изолиний, фиксирующих одинаковые значения, произошло на 30 – 50 км, аналогично трансформации сумм накопленных температур воздуха $>10^{\circ}\text{C}$.

В результате выполненных исследований установлена статистическая значимость изменения режима климатических характеристик за последнее тридцатилетие (1975-2004 гг.). Помимо глобальных, общепланетарных процессов, связанных с потеплением климата, установлен вклад антропогенных факторов, в частности, - широкомасштабных осушительных мелиораций.

Территория Беларуси стала получать дополнительные термические ресурсы, предопределяющие возможность интенсификации сельхозпроизводства (введение в оборот новых, более влаголюбивых и высокопродуктивных видов сельхозкультур).

Климатические условия Беларуси утрачивают черты континентальности за счет сглаживания годовых амплитуд исследуемых характеристик (температур воздуха, атмосферных осадков). Условия естественного увлажнения земель, наряду с термическими ресурсами, в комплексе становятся более адекватными и благоприятными, что приводит к снижению дефицитов водопотребления сельхозкультур. Экономия оросительной воды за вегетационный период составляет порядка 150 – 200 м³/га, что является значимой величиной и может повлиять на снижение сельхозиздержек.

Анализ трендов исследуемых характеристик показывает, что отмеченная динамика естественной тепловлагообеспеченности сохранится как минимум на ближайшее тридцатилетие. В этой связи, должны быть скорректированы методики проектирования основных элементов и сооружений мелиоративных и водохозяйственных объектов. Требуется внесение изменений и дополнений в соответствующую нормативную документацию, в частности, РПИ – 82, Часть III «Оросительные системы» и др.

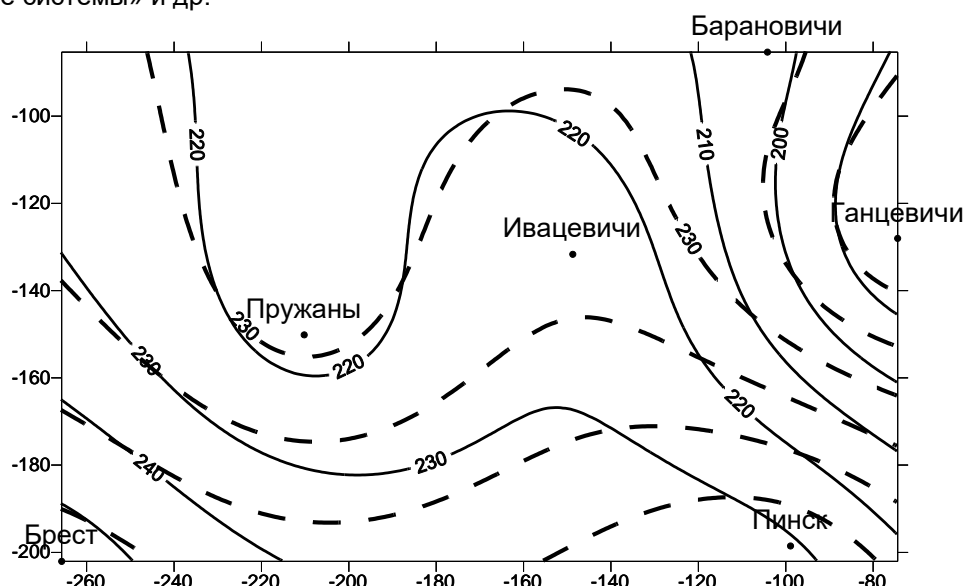


Рис. 2. Распределение дефицитов водопотребления теплого периода 75 % - ной обеспеченности ($V_0=1,0$) на исследуемой территории, мм: сплошная линия – результаты расчета за 1975-2004 гг., пунктирная линия – за 1945 – 1974 гг.

Summary

Valuev V., Meshik O. Climatic changes and their influence on hydromelioration rates on the territory of the Brest region

Estimation of modern hydromelioration rates under conditions of a changing climate have been done. The results of estimation are shown in the research work. Statistical importance of changes of natural heat – and – moisture provision for the last thirty - year period is established. It is expedient to take into account climatic changes. The expediency has been proved in the course of engineering projection of meliorative and water - economic objects.