

УДК 551.57(476)

**ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И  
УВЛАЖНЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА ПО АТМОСФЕРНЫМ  
ФАКТОРАМ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

**В.И. Вихров**, кандидат технических наук  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Неблагоприятные погодные условия приводят к существенным потерям в народном хозяйстве Беларуси, из которых около 70% приходится на сельскохозяйственное производство [1]. Между тем, одной из специфических функций сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций является нейтрализация неблагоприятных водных явлений, эффективное выполнение которой требует объективной оценки вероятности наступления последних [2].

Неблагоприятные водные явления (НВЯ) на почвах сельскохозяйственного использования относятся к частным видам опасных для сельского хозяйства явлений погоды (ОЯ). По факторам оценки водного режима почвы НВЯ можно разделить на прямые (почвенные) и косвенные (атмосферные). Очевидно, что анализ первого вида НВЯ является наиболее объективным для сельскохозяйственных угодий, однако при этом он предполагает индивидуальный (локальный) подход по отдельным культурам, почвам и т.п. Кроме того, достаточно продолжительные однородные ряды наблюдений за водным режимом почвы, как правило, отсутствуют, что вынуждает прибегать к его ретроспективному моделированию.

Атмосферные показатели НВЯ, несмотря на их опосредованный характер, могут достаточно достоверно отражать общие закономерности формирования водного режима почв в целом на значительной территории. Наиболее последовательный и полный анализ атмосферных НВЯ выполнен в работе [1] и базируется на данных наблюдений метеорологических станций республики за период 1946-1980 гг. С точки зрения влияния на водный режим почвы и урожай в [1] выделяются такие ОЯ, как бездождные периоды, засушливые явления, высокая температура воздуха, продолжительные дождливые периоды и обильные дожди.

В связи с происходящим в настоящее время региональным изменением климата возникает необходимость уточнения вероятности наступления НВЯ с учетом гидрометеорологических условий последних лет.

Исходным материалом данных исследований явилась база многолетних метеорологических параметров в виде декадных сумм атмосферных осадков ( $P$ , мм), температуры ( $t$ , °C) и дефицита влажности воздуха ( $d$ , мб) теплого периода (апрель-сентябрь) за период 1945-2003 гг. по двадцати пяти опорным метеостанциям Беларуси.

С учетом состава указанных метеопараметров и их декадной дискретизации выполнялся расчет вероятности следующих показателей атмосферных НВЯ вегетационного периода:

- а) общей и непрерывной продолжительности декадных периодов с малой и большой величиной осадков;
- б) общей и непрерывной продолжительности декадных периодов с большими значениями дефицита влажности воздуха;
- в) значений гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова;
- г) значений климатического коэффициента увлажнения.

Исследования указанных показателей проводились с использованием компьютерной обработки данных.

Для оценки вероятности продолжительности указанных декадных периодов в течение апреля-сентября за отдельные годы многолетнего ряда выбирались декады с определенной величиной среднесуточных осадков (0; <1; <2; <3; <4; >5; >7,5; >10 мм) и дефицита влажности воздуха (>5; >7,5; >10 мб). Среднесуточные величины приняты вместо декадных сумм в связи с неодинаковой длительностью декад. При анализе общей продолжительности данных периодов однородные по указанным градациям декады суммировались в пределах апреля-сентября, а для вычисления максимальной непрерывной продолжительности выбирался наибольший в каждом году отдельный интервал.

Построение эмпирических кривых обеспеченности (вероятности превышения) исследуемых периодов выполнялось с использованием формулы Н.Н. Чебодаева:

$$P = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100, \quad (1)$$

где P – эмпирическая обеспеченность, %;

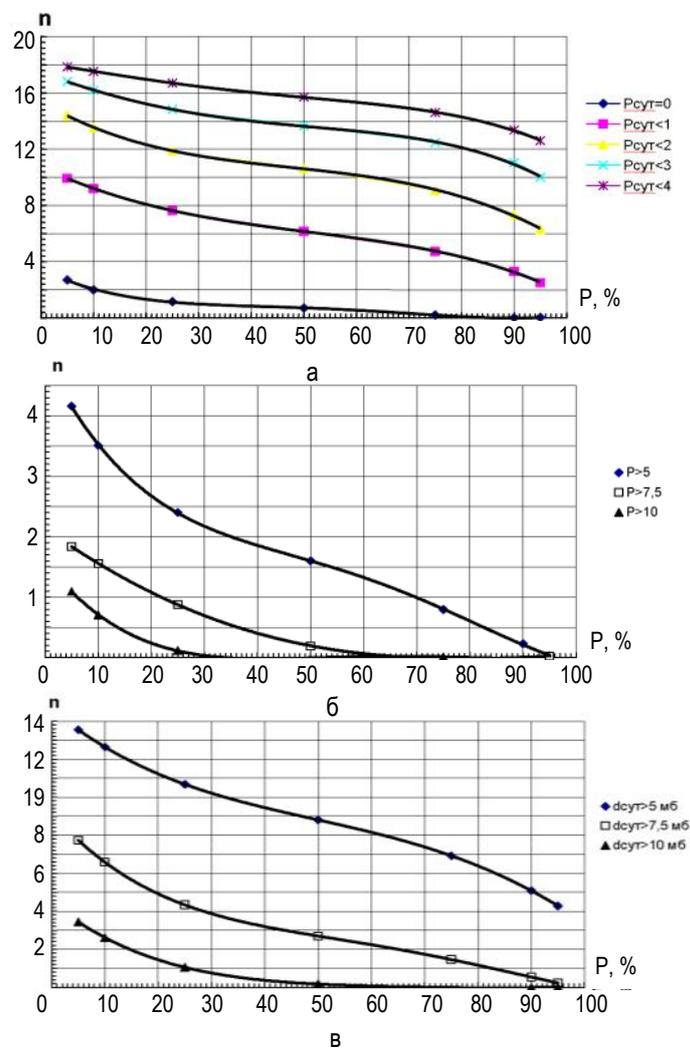
m, n – порядковый номер и общее число членов убывающего ряда.

Исследования показали, что рассчитанные по отдельным метеостанциям кривые обеспеченности имеют ступенчатый характер, обусловленный декадной дискретизацией данных. С целью предварительного сглаживания эмпирических кривых и получения более закономерных результатов нами применен метод годостанций [3], т.е. пространственное обобщение данных отдельных метеостанций по северной, центральной и южной природно-климатическим зонам Беларуси. Дополнительно обобщенные кривые сглаживались с помощью полиномов.

Примеры обобщенных для центральной зоны графиков показаны на рис. 1. Обеспеченные величины продолжительности декад с исследуемыми показателями НВЯ, полученные путем обработки этих графиков, приведены в табл. 1.

Анализ полученных данных показывает наличие на территории республики значительного общего и непрерывного числа декад с экстремальными величинами осадков. Например, для года 50%-ной обеспеченности (повторяемость 1 раз в 2 года) общее число

декад со среднесуточными осадками менее 1 мм составляет 5,7; 6,2 и 6,7 соответственно для северной, центральной и южной зон. Графики позволяют также оценить вероятность продолжительности периода с определенной величиной среднесуточных осадков.



**Рис. 1. Кривые обеспеченности общего числа декад за апрель-сентябрь по центральной зоне Республики Беларусь: а – с малой; б – с большой величиной осадков; в – с большим дефицитом влажности воздуха**

Так, вероятность наступления в южной зоне республики непрерывного периода со среднесуточными осадками менее 1 мм продолжительностью не менее 30 суток составляет 25%.

На основе 59-летних данных по осадкам и температуре воздуха выполнены расчеты гидротермического коэффициента (ГТК) за период со среднедекадной температурой выше

**Таблица 1. Общее (числитель) и максимальное непрерывное (знаменатель) число декад за апрель-сентябрь различной обеспеченности с неблагоприятной величиной среднесуточных осадков (P, мм) и дефицитов влажности воздуха (d, мб)**

Среднесуточные значения метеозлементов	Обеспеченность, %				
	5	25	50	75	95
Северная зона					
P = 0	2,5/1,5	1,1/0,9	0,6/0,5	0,1/0,1	0/0
P < 1 мм	9,5/4,3	7,2/2,6	5,7/2,0	4,3/1,2	2,2/0,5
P < 3 мм	16,3/11,1	14,6/7,8	13,4/6,1	12,0/4,7	9,5/2,4
P > 5 мм	4,4/2,4	2,5/1,3	1,7/1,1	0,9/0,9	0,1/0,1
P > 10 мм	1,1/1,0	0,1/0,1	0/0	0/0	0/0
d > 5 мб	13,0/11,0	9,5/6,4	7,4/4,4	5,7/2,8	3,2/1,7
d > 10 мб	2,1/2,1	0,5/0,5	0,1/0,1	0/0	0/0
Центральная зона					
P = 0	2,7/1,6	1,2/1,0	0,7/0,6	0,2/0,2	0/0
P < 1 мм	9,9/4,5	7,6/2,7	6,2/2,1	4,7/1,4	2,5/0,6
P < 3 мм	16,8/11,9	14,8/8,1	13,7/6,3	12,5/4,9	10,0/2,6
P > 5 мм	4,2/2,3	2,4/1,2	1,6/1,0	0,8/0,8	0/0
P > 10 мм	1,0/0,9	0,1/0,1	0/0	0/0	0/0
d > 5 мб	13,6/12,4	10,7/7,5	8,8/5,5	6,9/3,6	4,3/2,1
d > 10 мб	3,4/2,7	1,1/0,9	0,2/0,2	0/0	0/0
Южная зона					
P = 0	2,9/1,8	1,3/1,2	0,8/0,7	0,3/0,3	0/0
P < 1 мм	10,4/4,7	8,0/2,9	6,7/2,2	5,1/1,5	2,8/0,7
P < 3 мм	17,0/12,6	15,3/8,4	14,1/6,6	12,8/5,2	10,4/2,8
P > 5 мм	4,0/2,2	2,3/1,1	1,5/0,9	0,6/0,6	0/0
P > 10 мм	0,9/0,8	0/0	0/0	0/0	0/0
d > 5 мб	13,9/12,9	11,5/8,5	9,8/6,0	8,0/4,4	5,1/2,3
d > 10 мб	3,9/3,3	1,4/1,0	0,4/0,3	0,1/0,1	0/0

10°С, а также за отдельные месяцы (май-август). Изменчивость сезонного ГТК оценивается коэффициентом вариации  $C_v=0,25-0,36$  для отдельных метеостанций. По отдельным месяцам изменчивость ГТК существенно выше и коэффициент вариации для них находится в пределах: май – 0,44-0,82; июнь – 0,40-0,57; июль – 0,51-0,69; август – 0,50-0,72. Обеспеченные величины ГТК по областным метеостанциям приведены в табл. 2.

Характеризуя ГТК, как комплексный, широко используемый в агроклиматологии показатель теплолагообеспеченности территории [2], следует тем не менее отметить, что в нем недостаточно надежно и пропорционально осадкам учитывается величина суммарного испарения, выражаемая суммой среднесуточных температур воздуха с коэффициентом 0,1. Это приводит к некоторой неопределенности и различиям в интерпретации его значений разными авторами. В этом отношении более приемлемыми показателями влагообеспеченности следует считать коэффициенты увлажнения, выражающие соотношение величин осадков и расчетного испарения рассматриваемой территории.

**Таблица 2. Гидротермические коэффициенты (ГТК) и коэффициенты климатической увлажненности ( $K_y$ ), рассчитанные за 1945-2003 гг. по областным метеостанциям**

Метеостанция	Показатель	Обеспеченность, %					$C_v$
		5	25	50	75	95	
Брест	ГТК	2,06	1,65	1,34	1,11	0,79	0,27
	$K_y$	1,25	0,89	0,66	0,52	0,31	0,39
Витебск	ГТК	2,39	1,83	1,60	1,29	0,83	0,28
	$K_y$	1,55	1,13	0,92	0,70	0,42	0,35
Гомель	ГТК	2,11	1,60	1,29	1,01	0,71	0,31
	$K_y$	1,28	0,84	0,69	0,48	0,28	0,41
Гродно	ГТК	2,09	1,67	1,37	1,12	0,80	0,27
	$K_y$	1,28	0,98	0,80	0,59	0,36	0,34
Минск	ГТК	2,30	1,75	1,46	1,19	0,84	0,28
	$K_y$	1,47	0,98	0,81	0,60	0,33	0,39
Могилев	ГТК	2,25	1,63	1,46	1,14	0,88	0,28
	$K_y$	1,42	1,02	0,81	0,58	0,40	0,38

Для приближенной оценки атмосферного увлажнения сельскохозяйственных угодий за период активной вегетации (май-август) выполнены расчеты коэффициента климатической увлажненности по следующей зависимости

$$K_y = \frac{\sum_v^{VIII} P}{\sum_v^{VIII} K_d^i \sum d_m^i} \quad (2)$$

где  $\sum_v^{VIII}$  – символ суммы показателя за май-август;

$P$  – атмосферные осадки, мм;

$K_d^i$  – осредненный для сельскохозяйственных культур биологический коэффициент водопотребления конкретного месяца;

$\sum d_m^i$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за месяц, мб.

С учетом обобщения литературных данных значения биологических коэффициентов приняты по месяцам следующими: май – 0,40; июнь – 0,50; июль – 0,55; август – 0,50. Следует отметить, что данные величины коэффициентов  $K_d^i$  соответствуют водопотреблению сельскохозяйственных культур при влагозапасах, близких к оптимальным.

Значения рассчитанного по формуле (2) коэффициента  $K_y$  различной обеспеченности приведены в табл. 2, а изменение его среднемноголетних значений по территории Беларуси представлено на рис. 2. Как видно, минимальные среднемноголетние величины  $K_y$  наблюдаются на крайнем юго-востоке, а максимальные – на севере республики и особенно в районе Новогрудской возвышенности.

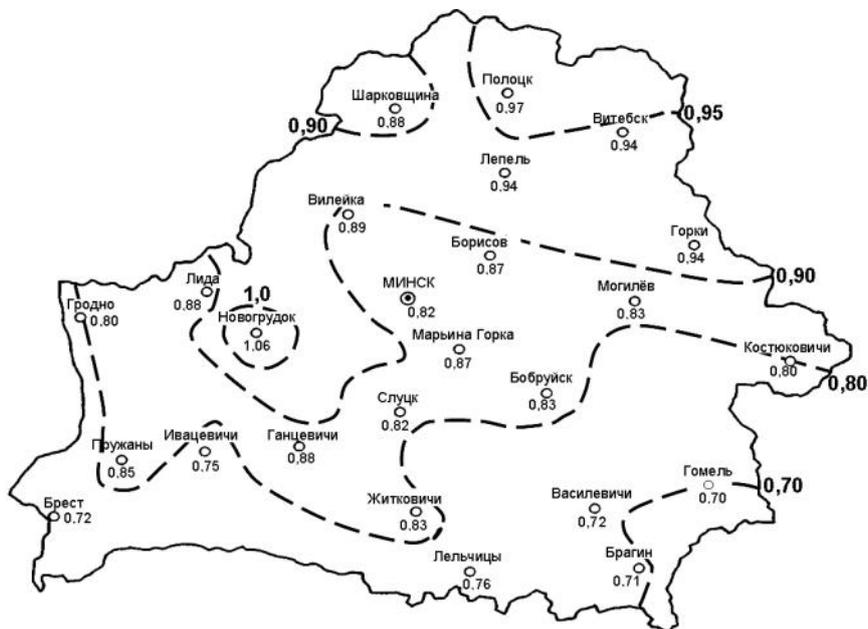


Рис. 2. Среднеголетний коэффициент климатической увлажненности за май-август

В целом территориальная изменчивость  $K_y$  сходна с изменчивостью осадков теплового периода, однако имеет и отличительные особенности.

Данные расчетов показывают, что для года 50%-ной обеспеченности (повторяемость 1 раз в 2 года) значения  $K_y$  не превышают единицы по всей территории республики (за исключением зоны Новогрудка). В сухой год повторяемостью 1 раз в 10 лет коэффициент увлажнения может уменьшаться до значения 0,35 (метеостанция Брагин), а во влажный год такой же повторяемости – возрасти до величины 1,62 (метеостанция Новогрудок). Коэффициент вариации  $K_y$  находится в пределах 0,34-0,44.

Полученные в результате исследований количественные оценки вероятности неблагоприятных водных явлений по атмосферным факторам могут учитываться при принятии управленческих решений по снижению ущерба от потерь урожая сельскохозяйственных культур и при гидрометеорологическом обосновании мелиораций.

#### Литература

1. Гольберг М.А., Волобуева Г.В., Фалей А.А. Опасные явления погоды и урожай. – Минск: Ураджай, 1988. – 120 с.
2. Лихацевич А.П., Стельмах Е.А. Оценка факторов, формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне (на примере Беларуси, Центрального и Волго-Вятского регионов Российской Федерации). – Минск: ООО «Белпринт», 2002. – 212 с.
3. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 424 с.

**Резюме**

Изложена методика эмпирической оценки вероятности неблагоприятных водных явлений на основе многолетних декадных метеорологических данных. Представлены обобщенные по природно-климатическим зонам Беларуси количественные показатели атмосферных НВЯ.

Приведены результаты расчетов гидротермического коэффициента и коэффициента климатической увлажненности вегетационного периода для лет различной обеспеченности.

**Ключевые слова:** неблагоприятные водные явления, гидрометеорологические факторы, вероятность, коэффициент увлажненности.

**Summary**

***Vikhrov V. Estimation of probability of unfavorable water phenomena and humidity in the growing period according to atmospheric factors in the conditions of Belarus***

The procedure of an empirical estimation of probability of unfavorable water phenomena on the basis of long-term of decade meteorological data is stated. Quantitative indices of the unfavorable water phenomena atmospheric generalized over natural-climatic zones of Belarus are represented.

The outcomes of calculations of a hydrothermic factor and factor of climatic humidity in the growing period for years of different provision are indicated.

**Keywords:** unfavorable water phenomena, hydrometeorological factors, probability, humidity factor.