

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. Чегодаева:

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

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.

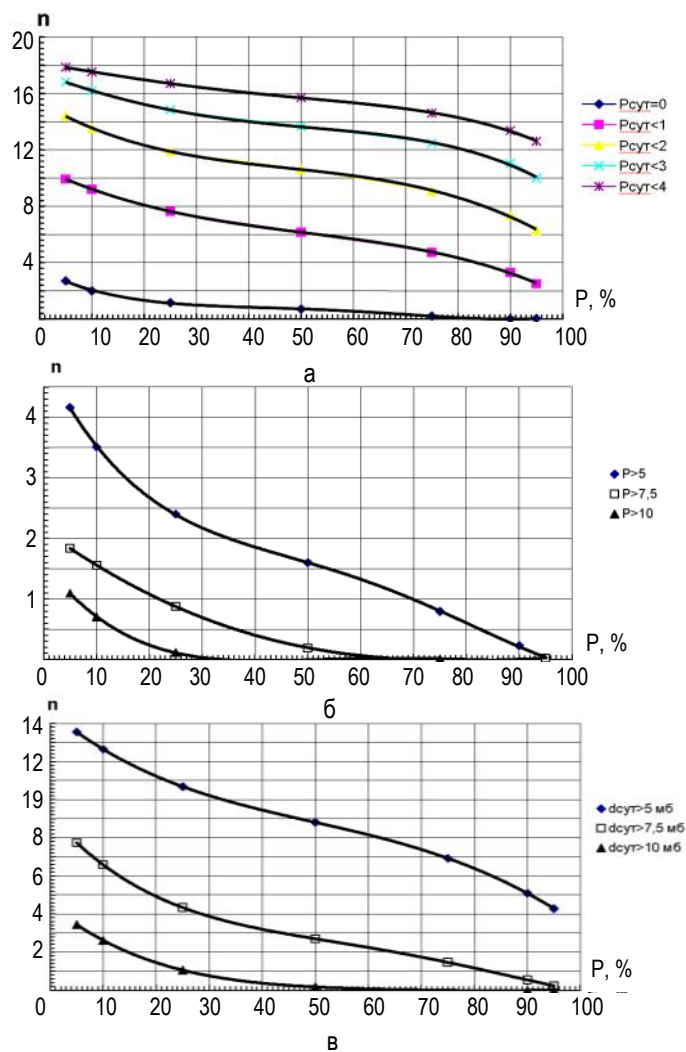


Рис. 1. Кривые обеспеченности общего числа декад за апрель-сентябрь по центральной зоне Республики Беларусь: а – с малой; б – с большой величиной осадков; в – с большим дефицитом влажности воздуха

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.

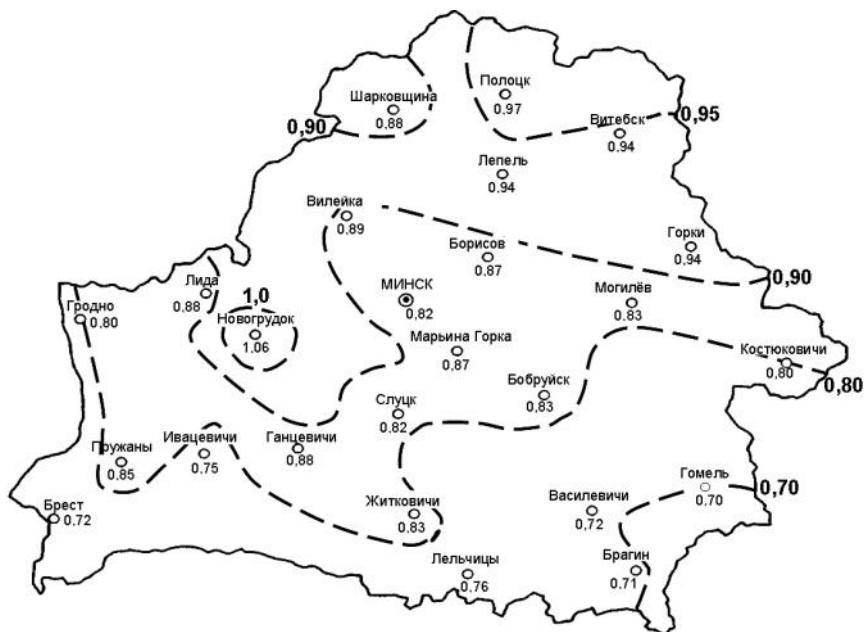


Рис. 2. Среднеголетний коэффициент климатической увлажненности за май-август

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 – возрастет 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.