

Коэффициенты вариации (C_V) и асимметрии (C_S) для исследуемых объединенных выборок максимальных расходов воды весеннего половодья

Бассейн реки	Количество членов ряда	C_V	C_S	C_S / C_V
1	2	3	4	5
Западная Двина	470	0,58	1,36	2,5(2,35)
Неман	484	0,72	1,47	2,0(2,03)
Западный Буг	99	0,63	0,79	1,0(1,25)
Днепр	1356	0,68	1,23	2,0(1,80)
Вся территория Беларуси	2409	0,67	1,30	2,0(1,94)

$$C_V = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2 / (n-1)}; \quad (9)$$

$$C_S = n \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3 / [(n-1)(n-2)C_V^3]; \quad (10)$$

Анализ материалов таблицы 3 показывает, что в целом для территории Беларуси коэффициент вариации изменяется в пределах от 0,58 до 0,72, коэффициент асимметрии – от 0,79 до 1,47, а их соотношение – от 1,0 до 2,5. Это свидетельствует о существенном различии условий формирования максимальных расходов воды весеннего половодья малых рек и о необходимости вести расчеты побассейново, а не в целом для территории Беларуси.

Примечание: В графе 5 приведены округленные к ближайшим стандартным значениям соотношения (C_S / C_V), в скобках – их реальные значения.

Для более точного определения значений коэффициентов вариации (C_V) возможно использование зависимости (11), которая получена в результате статистической обработки стокоформирующих параметров 110 водосборов малых рек Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений

$$C_V = \frac{\alpha}{\bar{Q}^{0,003} \cdot (A + 100)^{0,03} \cdot (f_{оз.} + 1)^{0,11}}; \quad (11)$$

где C_V – коэффициент вариации максимальных расходов воды весеннего половодья малых рек Беларуси, определяемый при отсутствии данных гидрометрических наблюдений; α – параметр, определяемый обратным путем по данным реки-аналога; \bar{Q} – норма максимального стока весеннего половодья, определяемая по предлагаемой нами зависимости, м³/с; A – площадь водосбора, км²; $f_{оз.}$ – озерность водосбора, %.

УДК 551.579.001.24

Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П.

ВЗАИМОСВЯЗЬ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННО - ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ КОНСТАНТ

Для обеспечения экологической безопасности территорий, включенных в хозяйственный оборот, стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур, необходим оперативный инструментальный контроль основных количествен-

ных параметров плодородия, в частности, состояния и динамики почвенных влагозапасов. Мы считаем, что оперативно и достаточно полно представить влажностную картину сельскохозяйственных полей, входящих в тот или иной севообо-

$$Q_P = K_P \cdot \bar{Q}, \quad (12)$$

где K_P – ордината кривой трехпараметрического гамма-распределения, определяемая по стандартным таблицам.

Анализ результатов расчетов показывает, что использование предложенной методики позволяет с достаточной точностью (ошибки до 20%) оценить максимальный сток весеннего половодья расчетной вероятности превышения при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гидрология суши. Термины и определения. ГОСТ 19179-73. – М., 1973. – 34 с.
2. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик/ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. –36 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР/ т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. ч.2. Основные гидрологические характеристики. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 720 с.
4. Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 432 с.
5. Основные гидрологические характеристики (за 1971-1975 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 504 с.
6. Алексеев Г.А. Объективные статистические методы расчета обобщения параметров максимального дождевого стока. Материалы международного симпозиума по паводкам.– Л.: Гидрометеиздат, 1967.
7. Исследование и расчеты речного стока./Под ред. В.Д. Быкова. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 228с.

Валуев Владимир Егорович. Профессор каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Волчек Александр Александрович. Доцент каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Мешик Олег Павлович. Старший преподаватель каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.

рот, можно лишь, используя материалы тепловоднобалансовых и полевых исследований совместно с методами математического моделирования и аналитических расчетов. При таком подходе, необходимо: установить количество опытных точек в фактических границах сельскохозяйственного поля (севооборотного участка), требуемое для математического моделирования почвенных влагозапасов; определить координаты точек, в которых оперативно рассчитываемые (измеряемые) влажности почвы будут репрезентативными или характерными, исходя из наиболее полного учета совокупности свойств рассматриваемого поля (участка); принять оптимальную для возделываемой сельскохозяйственной культуры (угодья) и временного интервала влажность почвы или гидромелиоративную норму (поливную, норму осушения), представительную в целом для поля; обосновать репрезентативную глубину установки датчика (взятия проб) с целью оценки влажности расчетного почвенного профиля. Кроме того, для формирования оптимального водно-воздушного режима деятельного (испаряющего) слоя почв, требуется знать, широко используемые, почвенно-гидрологические константы (W_{jhi}), которые также неоднородны в границах реального сельскохозяйственного поля. В сельскохозяйственной практике, включая земледелие на мелиорированных землях Беларуси широко используются такие почвенно-гидрологические константы (W_{jhk}) как: полная влагоемкость (W_{ne}), капиллярная влагоемкость ($W_{ка}$), наименьшая влагоемкость ($W_{не}$), влажность разрыва капиллярных связей ($W_{прк}$), влажность устойчивого завядания ($W_{вз}$), максимальная гигроскопичность ($W_{мг}$). Количественная оценка почвенно-гидрологических констант весовыми методами трудоемка, дорогостояща, требует специальной подготовки исполнителей, большого количества приборов и оборудования. Кроме того, очень сложно получить необходимую и достоверную информацию о почвенно-гидрологических константах (W_{jhi}) из-за большой пестроты почвенного покрова на территории Беларуси, особенностей строения вертикального профиля и неизбежной деградации во времени почв при крупномасштабном мелиоративном освоении земель. В этих условиях, наиболее доступны методы математического моделирования и аналитических расчетов, использование которых позволяет существенно снизить затраты и оперативно получать значения (W_{jhi}) и (W_{hi}) с ошибками, не более допускаемых для термостатно-весовых методов. Имеется ряд теоретических работ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 и др.], посвященных послойной оценке почвенных влагозапасов и их корреляционным связям с влагозапасами на репрезентативной глубине. Результаты исследований на темно-каштановых почвах приведены в работах [1, 2], на черноземах обыкновенных, южных и каштановых почвах - в работе [4], на дерново-глеевых оподзоленных суглинистых почвах - в работах [3, 5]. Авторы данных исследований установили практически функциональные зависимости фактических почвенных влагозапасов на глубинах 20; 30...40 см с влагозапасами расчетных слоев - W_{hi} (0...50; 0...70; 0...100; 0...200 см). Однако, в цитируемых работах не рассмотрены подобные взаимосвязи почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}). Нами это исследование осуществлено применительно к дерново-подзолистым почвам Беларуси (70% пахотных угодий). Для составления матриц почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}) использованы материалы агрометеорологических наблюдений по 51 характерному почвенному разрезу. Однометровый (деятельный для Беларуси) почвенный профиль, при этом, дифференцировался на 10 - сантиметровые слои. Репрезентативная глубина взятия проб для конкретных почвенных разностей определена эталонным способом по максимальному числу характерных разрезов. С использованием матриц послойных (10 см) значений почвенно-гидрологиче-

ских констант ($W_{мг}$, $W_{вз}$, $W_{не}$, $W_{ка}$, $W_{не}$) получены соответствующие матрицы коэффициентов парной корреляции.

Для дерново-подзолистых почв Беларуси репрезентативным (h_p) при оценке практически всех почвенно-гидрологических констант является слой 40...50 см. Лишь для полной влагоемкости (W_{ne}) репрезентативным оказался слой 70...80 см. Эта почвенно-гидрологическая константа имеет наименьшую послойную связность, о чем свидетельствуют более низкие коэффициенты парной корреляции. Наибольшая связность между послойными величинами отмечается у максимальной гигроскопичности ($W_{мг}$) и влажности устойчивого завядания ($W_{вз}$). Однако, ошибка вычисления значений ($W_{не}$) в целом для метрового (деятельного) почвенного профиля по известному значению ($W_{не}$) в слое 40...50 см не превышает $\pm 10\%$, по сравнению со значением ($W_{не}$), найденным по репрезентативному (70...80 см) слою. Поэтому, для всех почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}) репрезентативным (h_p) на исследуемой территории можно считать слой 40...50 см. Связи между величинами почвенно-гидрологических констант репрезентативного (h_p) - слоя (40...50 см) и других (h_i) слоев можно аппроксимировать простыми уравнениями линейной регрессии вида

$$W_{jhi} = a + b W_{jhp}, \quad (1)$$

где W_{jhi} - значение (j) - той почвенно-гидрологической константы в любом (h_i) - слое; W_{jhp} - значение (j) - той почвенно-гидрологической константы в репрезентативном (h_p) слое (40...50 см); a , b - эмпирические коэффициенты, значения которых приведены в таблице 1.

Общее уравнение (1) и данные таблицы 1 можно использовать при послойном (10 см) определении значений почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}) в границах одно-метрового почвенного профиля. Оценку пороговых значений влагозапасов в характерных (h_k) расчетных слоях почвы (0...30 см, пахотном; 0...50 см, корнеобитаемом - зона аэрации; 0...100 см, деятельном - испаряющем) и на уровне основных почвенно-гидрологических констант предлагается осуществлять по схеме

$$W_{jh_k} = \sum_{i=1}^n W_{jhi}, \quad (2)$$

где W_{jh_k} - значение (j) - той почвенно-гидрологической константы в характерном слое почвы (h_k); W_{jhi} - послойные значения (j) - той почвенно-гидрологической константы в границах характерного слоя (h_k); n - количество десяти-сантиметровых слоев в рассматриваемом слое почвы (h_k).

Используя уравнения (1), (2) и данные таблицы 1, величины (W_{jh_k}) можно определять через значения (W_{jhi}), полученные для репрезентативного (40...50 см) слоя почвы, но при большом объеме вычислений. Для упрощения расчетов величин (W_{jh_k}) нами установлены репрезентативные 10-сантиметровые слои (h_p) непосредственно для выделенных характерных почвенных слоев (h_k), представление о которых дают материалы таблицы 2. В этом случае, в качестве критерия выбора репрезентативных слоев (таблица 2) использовался коэффициент парной корреляции (r). Но при максимальном значении (r) положение слоя (h_p) непостоянно для различных почвенно-гидрологических констант по почвенным профилям - (h_k). Наименьшее перемещение слоя (h_p) внутри вертикального профиля почвы (h_k) имеет место для корнеобитаемого (0...50 см) - слоя, наибольшее - для деятельного (0...100 см) - слоя.

С целью минимизации затрат, при исследованиях водно-физических свойств характерных профилей (h_k), мы предлагаем в качестве репрезентативных (h_p) использовать слои:

Таблица 1

Значения параметров (*a*, *b*) уравнения вида (1) и коэффициенты корреляции (*r*) связей для соответствующих почвенно-гидрологических констант (*W_{jhi}*)

Константа (<i>W_{jhi}</i>)	Параметры ур-я (1)	Значения параметров для расчетных слоев (<i>h_i</i>), см									
		0	10	20	30	50	60	70	80	90	
		
<i>W_{мз}</i>	<i>a</i>	1,964	1,884	1,517	1,629	1,856	2,039	2,386	2,551	2,424	
	<i>b</i>	0,086	0,110	0,157	0,191	0,214	0,208	0,187	0,192	0,190	
	<i>r</i>	0,93	0,93	0,94	0,92	0,95	0,92	0,89	0,88	0,88	
<i>W_{вз}</i>	<i>a</i>	2,826	2,658	2,123	2,178	2,413	3,032	2,981	3,241	3,133	
	<i>b</i>	0,068	0,091	0,130	0,166	0,198	0,188	0,174	0,177	0,168	
	<i>r</i>	0,89	0,91	0,91	0,92	0,95	0,88	0,89	0,87	0,87	
<i>W_{не}</i>	<i>a</i>	17,27	17,10	13,65	8,888	4,993	5,132	5,746	9,551	12,89	
	<i>b</i>	0,089	0,100	0,094	0,137	0,157	0,140	0,162	0,128	0,098	
	<i>r</i>	0,83	0,82	0,53	0,94	0,98	0,75	0,96	0,86	0,71	
<i>W_{кв}</i>	<i>a</i>	24,46	19,98	19,55	12,92	13,18	11,73	11,76	11,83	14,02	
	<i>b</i>	0,073	0,083	0,065	0,108	0,099	0,100	0,103	0,102	0,089	
	<i>r</i>	0,66	0,66	0,35	0,87	0,78	0,52	0,82	0,82	0,74	
<i>W_{не}</i>	<i>a</i>	30,53	26,18	22,50	19,62	15,48	15,96	16,36	18,04	16,64	
	<i>b</i>	0,068	0,068	0,069	0,082	0,093	0,090	0,085	0,076	0,080	
	<i>r</i>	0,56	0,56	0,70	0,83	0,87	0,79	0,78	0,68	0,65	

Таблица 2

Характерные (*h_к*) и репрезентативные для них (*h_р*) почвенные слои по соответствующим почвенно-гидрологическим константам (*W_{jhk}*)

Константа, (<i>W_{jhk}</i>)	Характерные слои (<i>h_к</i>), см		
	пахотный, 0...30	корнеобитаемый, 0...50	деятельный, 0...100
	репрезентативные слои (<i>h_р</i>), см / коэффициент корреляции (<i>r</i>)		
<i>W_{мз}</i>	20...30 / 0,99	20...30 / 0,98	40...50 / 0,97
<i>W_{вз}</i>	10...20 / 0,98	30...40 / 0,97	40...50 / 0,97
<i>W_{не}</i>	0...10 / 0,93	30...40 / 0,94	70...80 / 0,96
<i>W_{кв}</i>	10...20 / 0,83	30...40 / 0,91	30...40 / 0,88
<i>W_{не}</i>	10...20 / 0,92	30...40 / 0,87	70...80 / 0,92

30...40 см, пахотный горизонт; 30...40 см, корнеобитаемый слой; 40...50 см, деятельный слой. Приняв в качестве репрезентативного (*h_р*) для корнеобитаемого и деятельного слоев, по всем константам (*W_{jhk}*), (30...40) см – слой или (40...50) см - слой, можно снизить коэффициент корреляции (*r*) соответствующих связей не более чем на ($\Delta r = -0,01...0,04$). Назначение для пахотного слоя в качестве репрезентативного (30...40) см - слоя дает возможность использования более совершенных способов оценки почвенных влагозапасов с закладкой датчиков на глубину, исключаящую их повреждение при механизированной обработке почвы. Оценку почвенно-гидрологических констант (*W_{jhi}*) для характерных слоев (*h_к*) можно производить также по двум измерениям в репрезентативных точках (30...40 и 40...50) см - слоях с привлечением перспективных технических средств и технологий.

Уравнения связи величин почвенно-гидрологических констант в характерных (0...30, 0...50, 0...100) см - слоях с их значениями в репрезентативных (30...40 и 40...50) см - слоях имеют вид

$$W_{jhk} = a + bW_{jhp}, \quad (3)$$

где *W_{jhk}* - значение (*j*) - той почвенно-гидрологической константы в характерном почвенном слое (*h_к*); *W_{jhp}* - значение (*j*)

- той почвенно-гидрологической константы в соответствующем ему репрезентативном почвенном слое (*h_р*); *a*, *b* - эмпирические коэффициенты, значения которых приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значения параметров (*a*, *b*) уравнения вида (3) и коэффициенты корреляции (*r*) связей для соответствующих почвенно-гидрологических констант (*W_{jhk}*)

Константа, (<i>W_{jhk}</i>)	Параметры ур-я (3)	Значения параметров для характерных слоев (<i>h_к</i>), см		
		0...30	0...50	0...100
<i>W_{мз}</i>	<i>a</i>	2,981	3,375	7,101
	<i>b</i>	1,691	3,667	8,068
	<i>r</i>	0,93	0,97	0,97
<i>W_{вз}</i>	<i>a</i>	4,614	5,102	9,598
	<i>b</i>	1,586	3,585	7,986
	<i>r</i>	0,91	0,97	0,97
<i>W_{не}</i>	<i>a</i>	30,780	29,293	54,447
	<i>b</i>	2,004	3,977	8,254
	<i>r</i>	0,81	0,94	0,95
<i>W_{кв}</i>	<i>a</i>	36,245	41,298	66,165
	<i>b</i>	2,090	3,903	7,985
	<i>r</i>	0,78	0,91	0,87
<i>W_{не}</i>	<i>a</i>	42,860	45,952	94,607
	<i>b</i>	2,180	4,082	7,684
	<i>r</i>	0,72	0,87	0,88

Оперативная количественная оценка почвенно-гидрологических констант для характерных почвенных горизонтов (*W_{jhk}*) с использованием соответствующих им величин (*W_{jhp}*) по репрезентативным (30...40 и 40...50) см - слоям осуществляется по комплексным рабочим графикам, приведенным в нашей методической разработке [12], где константы представлены на фоне физико-механического состава конкретных почвогрунтов.

Известно, что физические, водно-физические и технологические свойства почвогрунтов зависят от их механического состава. Используя материалы экспериментальных наблюдений за основными свойствами почвенного покрова [11], мы исследовали связи характеристик механического состава и водно-физических свойств дерново-подзолистых почв Беларуси. В частности, получены количественные зависимости почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}) от процентного содержания фракций различных размеров (U_d , %) в рассматриваемом почвенном слое (h_i). Наибольшей теснотой отличаются связи для констант: ($W_{м2}$); (W_{63}); ($W_{н6}$), имеющие общий вид

$$W_{jhi} = a + bU_d. \quad (4)$$

В зависимости (4) в качестве основного аргумента (U_d) выступают: ил, с диаметром частиц ($d < 0,001$ мм) %, пыль мелкая – ($d = 0,005 \dots 0,001$ мм) %, песок средний и мелкий – ($d = 1 \dots 0,05$ мм) %. Коэффициенты корреляции подобных связей составляют, соответственно, ($r = 0,94 \dots 0,96$), ($r = 0,81 \dots 0,83$) и ($r = -0,72 \dots -0,76$). По результатам исследований построены и опубликованы номограммы для послойного (h_i) определения почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}) в пределах метровых почвенных профилей. В зависимости от процентного содержания (U_d) в образце почвы ила, пыли и песка диаметром частиц (d) мм по номограммам определяются для любого почвенного слоя (h_i) искомые величины (W_{jhi}).

Кроме того, ряд почвенно-гидрологических констант может, с достаточной точностью, оцениваться по связям, послойно учитывающим объемный ($P_{об}$) и удельный ($P_{уд}$) вес почвы. Для практических расчетов, в связи с этим, нами предлагаются регрессионные уравнения двух видов:

$$W_{jhi} = a + bP_{об}; \quad (5)$$

$$W_{jhi} = a + bP_{уд}; \quad (6)$$

где W_{jhi} - послойное значение (j) - той почвенно-гидрологической константы, мм; $P_{об}$, $P_{уд}$ - соответственно, объемный и удельный вес образца почвы в слое (h_i), г/см³; a , b - эмпирические коэффициенты.

Объемный вес ($P_{об}$) представляет собой массу единицы объема образца почвы с ненарушенной структурой, и наилучшие связи, типа (5), имеют место по категориям доступной для растений влаги ($W_{н6}$), ($W_{к6}$), ($W_{н6}$), находящейся в порах. Удельный вес ($P_{уд}$) характеризует твердую фазу почвы, его оценка, в свою очередь, производится без учета пористости, и статистически значимые связи доступных для растений категорий влаги с удельным весом отсутствуют. Величина ($P_{уд}$) значима для констант ($W_{м2}$) и (W_{63}), которые относятся к категории недоступной для растений влаги, мало зависящей от пористости почвы. Количество влаги в пределах от ($W_{м2}$) до (W_{63}) недостаточно для заполнения почвенных пор и она, фактически, лишь тонким слоем обволакивает твердые частицы. Значения соответствующих коэффициентов (a , b) уравнений (5), (6) и степень тесноты соответствующих связей (r) даны в таблице 4.

Таблица 4

Значения параметров (a , b) уравнений вида (5), (6) и коэффициенты корреляции (r) связей для основных почвенно-гидрологических констант (W_{jhi})

Параметры	Значения параметров при послойной оценке констант (W_{jhi})				
	в уравнении (5)		в уравнении (6)		
	$W_{м2}$	W_{63}	$W_{н6}$	$W_{к6}$	$W_{н6}$
a	-229,280	-283,742	50,151	76,078	97,792
b	87,782	108,765	-17,619	-27,266	-36,165
r	0,75	0,75	-0,34	-0,74	-0,97

В результате комплексного исследования почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}), (W_{jhk}) дерново-подзолистых почв Беларуси, нами обоснована репрезентативная глубина взятия проб (образцов) или установки соответствующих датчиков. За счет рационального пространственного распределения почвенных разрезов для взятия проб (отбора образцов) почвы из репрезентативных (h_p) - (30...40) и (40...50) см - слоев существенно уменьшаются объем и затраты на экспериментальные работы. При исследовании на предпроектной стадии водно-физических свойств метрового почвенного слоя, объем земляных работ сокращается на 50%, а количество взятых образцов почвы с одного разреза уменьшается в 5 раз.

Известно, что в зависимости от количества воды и физических свойств почвы меняется степень подвижности и доступности влаги для растений, особенно при переходе через, рассмотренные выше, узловые точки (почвенно-гидрологические константы – W_{jhk}). Основными узловыми точками для растений как раз и являются: максимальная гигроскопичность; влажность устойчивого завядания; влажность разрыва капиллярных связей; наименьшая влагоемкость; капиллярная влагоемкость; полная влагоемкость. В силу различных обстоятельств, сведения о водно-физических свойствах почв часто являются неполными. Ряд характеристик в массовом порядке не определяется из-за трудности экспериментов. Массовые данные по ($W_{опк}$) вообще отсутствуют, так как нет эффективных методик определения этого параметра в производственных условиях. Одним из путей получения недостающей информации при тепловодобалансовых расчетах является установление корреляционных зависимостей между основными характеристиками водно-физических свойств почв. Например, для количественного определения ($W_{опк}$) можно использовать ее связь с наименьшей влагоемкостью ($W_{н6}$) [13]

$$W_{опк} = W_{н6} (0,38 \lg W_{н6} - 0,13). \quad (7)$$

Подобные связи статистически значимы и имеют место между основными почвенно-гидрологическими константами (W_{jhk}), о чем свидетельствуют приведенные в матрице (таблица 5) величины парных коэффициентов корреляции (r).

Таблица 5

Матрица коэффициентов парной корреляции (r) основных почвенно-гидрологических констант (W_{jhk}) дерново-подзолистых почв Беларуси

Почвенно-гидрологические константы	Значения коэффициентов парной корреляции (r) для основных (W_{jhk}) констант				
	$W_{м2}$	W_{63}	$W_{н6}$	$W_{к6}$	$W_{н6}$
	$W_{м2}$	1,00	0,99	0,60	0,32
W_{63}	0,99	1,00	0,58	0,31	0,22
$W_{н6}$	0,60	0,58	1,00	0,49	0,37
$W_{к6}$	0,32	0,31	0,49	1,00	0,79
$W_{н6}$	0,24	0,22	0,37	0,79	1,00

Наибольшей теснотой отличаются связи констант, относящихся к одной и той же категории влагозапасов. Например, для недоступной растениям почвенной влаги, находящейся в диапазоне от ($W_{м2}$) до (W_{63}), выявлена наивысшая скоррелированность пределов ($r = 0,99$). Связи наименьшей влагоемкости ($W_{н6}$) с остальными константами ($W_{jhk} = f(W_{н6})$) отличает наименьшая амплитуда и самое высокое среди минимальных значение (r):

$$W_{м2} = 0,13 W_{н6}^{1,02}; \quad (8)$$

$$W_{63} = 0,22 W_{н6}^{0,95}; \quad (9)$$

$$W_{к6} = W_{н6} + 4,93 W_{н6} (\exp(-0,02 W_{н6})); \quad (10)$$

$$W_{нв} = 173,78 + 0,25W_{нв} \quad (11)$$

Кроме того, для оперативной количественной оценки почвенно-гидрологических констант (W_{jkh}), влагозапасов по всем основным категориям почвенной влаги на территории Беларуси, нами разработаны комплексные графики [13].

Использование качественно нового подхода в деле оценки почвенно-гидрологических констант (W_{jhi}), различных категорий влагозапасов на водосборах, изменчивости собственно почвенных влагозапасов (W_{hi}) во времени, в пространстве и по вертикальному профилю позволяет наиболее полно исследовать их естественную динамику за короткие интервалы времени (декады) в реальный или характерный (расчетной обеспеченности) год и осуществить на данной основе моделирование оптимальных для возделываемых культур, экологически безопасных режимов гидромелиораций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горянский М.М. Методика полевых опытов на орошаемых землях. - Киев: Урожай, 1970.-84с.
2. Филиппов Л.А. Определение сроков полива по влажности одного горизонта почвы. - Почвоведение, 1959, №7.- С.99-102.
3. Шаткаускас Г.И. Оптимальные глубины взятия проб при определении влажности почв весовым методом// Вопросы мелиораций. - Вильнюс: 1972. Вып. VII(XV).-С.12-16.
4. Валуев В.Е. Режим влажности почв юга Красноярского края// Гидротехника и гидролого-климатические расчеты для Сибири и Казахстана / Научные труды Омского СХИ, 1976. Том 151.-С.38-42.
5. Шаткаускас Г.И. К методике расчета влажности почвы// Метеорология и гидрология, 1976, №11.-С.86-90.

УДК 551.579+631.6

Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЧВЕННЫХ ВЛАГОЗАПАСОВ НА СТАДИИ УПРАВЛЕНИЯ СООРУЖЕНИЯМИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Максимальная урожайность сельскохозяйственных культур достигается при максимальной интенсивности эвапотранспирации, которая является, прежде всего, продуктом благоприятного воздушного режима почв, достаточного притока влаги к корневой системе и тепла к испаряющей поверхности. Как известно, нижняя граница влагозапасов, при которых эвапотранспирация еще может поддерживаться на максимальном уровне, определяется подвижностью почвенной влаги и составляет, примерно, 60...80% от наименьшей влагоемкости ($W_{нв}$, W_{max}) (рисунок 1, линия 1). А.А. Роде [1] определил эту границу как влажность разрыва водных капиллярных связей ($W_{врк}$, W_{min}) (рисунок 1, линия 2). С другой стороны, наименьшая влагоемкость ($W_{нв}$) здесь выступает как верхняя граница оптимальной увлажненности деятельного почвенного слоя (рисунок 1, линия 1). Таким образом, если динамика текущих почвенных влагозапасов (W_{oi}) будет отвечать максимальному водопотреблению (рисунок 1, линия 7- для многолетних трав), при условии

$$W_{врк} \leq W_{oi} \leq W_{нв}, \quad (1)$$

то урожай сельскохозяйственных культур, при прочих равных условиях, будет максимальным. В критические периоды (фазы развития растений) влажность почвы должна быть близкой

6. Аверьянов А.П. Возможности прогнозирования запасов влаги в почве по влажности верхних почвенных горизонтов// Эксплуатация гидромелиоративных систем и сельскохозяйственное водоснабжение/ Тр. МГМИ. Том 67, 1980.-С.81-94.
7. Олейник Р.Н., Мельничук С.И., Рогатенко А.Д. О возможности определения влагозапасов почвы в расчетных слоях по влагозапасам на репрезентативной глубине// Тр. Укр. НИИ Госкомгидромета, 1980. Вып. 182.- С.89-94.
8. Кузьмичев Д.С. О глубине и оптимальном количестве точек измерения влажности почвы на орошаемых объектах// НТИ по мелиорации и водному хозяйству, 1980, №1.-С.20-24.
9. Емельянов В.А., Маслов В.П. Исследование распределения влагозапасов по профилю орошаемых почв// Почвоведение. - 1984, №10.-С.108-112.
10. Когутотов С.Г. Контроль влагозапасов в почве и использование датчиков влажности// Гидротехника и мелиорация.- 1987, №2.-С.55-59.
11. Материалы гидрометеорологических наблюдений. Агрогидрологические свойства почв Белорусской ССР.- Мн.: 1977.- 333с.
12. Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Цилиндь В.Ю. Методические указания по аналитической оценке почвенно-гидрологических констант в эколого-мелиоративных целях. - Брест: БПИ, 1996.-31с.
13. Волчек А.А., Макаревич В.А. Определение водно-физических свойств почв при ограниченности информации // Научно - техническая информация по мелиорации и водному хозяйству (Минводхоз БССР), 1986, №9.-С.15-17.

к ($W_{нв}$), но в отдельные стадии вегетации возможно снижение текущей влажности почвы (W_{oi}) до значений, близких к ($W_{врк}$). Влажность корнеобитаемого слоя почвы на практике удерживается в некотором среднем (для данной фазы развития культуры) диапазоне (рисунок 1, линия 3), который может быть определен как

$$V_{oi} = \frac{W_{max_i} + W_{min_i}}{2 \cdot W_{max}} \approx \frac{W_{нв} + W_{врк}}{2 \cdot W_{нв}} \quad (2)$$

Для управления водно-воздушным режимом почв необходимо иметь фактический (рассчитанный) гидрограф влажности почвы корнеобитаемого слоя. Так как влажность почвы имеет стохастическую природу и зависит от целого ряда случайных факторов, можно с достаточной степенью достоверности при построении гидрографа использовать методы математической статистики. Как известно, наиболее точно рассчитывается гидрограф естественной влажности почвы для среднего многолетнего периода (рисунок 1, кривая 4), который может служить основой в процессе моделирования динамики почвенных влагозапасов и разработки, с использованием статистических методов, типовых (обеспеченных) гидрографов влагозапасов расчетного почвенного слоя (рисунок 1,

Валуев Владимир Егорович. Профессор каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Волчек Александр Александрович. Доцент каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Мешик Олег Павлович. Старший преподаватель каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.