

**Summary:** As a result of the studies, it was revealed that the use of the microbiological preparation "Baikal EM 1" had a significant impact on the formation of the yield of potato tubers. The maximum increase in the yield of potatoes was provided by the option in which

pre-sowing soil cultivation + three-time cultivation of vegetative plants was carried out – 18.1 centners / ha.

The most effective improvement of the phytosanitary situation in potato plantings is pre-sowing soil cultivation combined with three-fold cultivation of vegetative plants.

**УДК 551.579.001.24**

## **ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ КОНСТАНТ**

*Волчек А.А., доктор географических наук, профессор  
Мешик О.П., кандидат технических наук, доцент*

*Брестский государственный технический университет  
ул. Московская, 267, 224017, г. Брест  
E-mail: [omeshik@mail.ru](mailto:omeshik@mail.ru)*

В статье приведены результаты исследования почвенно-гидрологических констант дерново-подзолистых почв Беларуси. Предложен метод аналитической оценки почвенных влагоемкостей, основанный на их взаимосвязях. Обоснована репрезентативная глубина установки датчиков для оценки влажности почвы.

**Ключевые слова:** почвенно-гидрологические константы, наименьшая влагоемкость, репрезентативная глубина

Известно, что сельскохозяйственное поле по комплексу своих свойств, как правило, чрезвычайно неоднородно. Для обеспечения водосберегающих режимов гидромелиораций, необходим оперативный инструментальный контроль, динамики почвенных влагозапасов [1]. Однако, реализовать эту задачу с малыми затратами с учетом фактической пестроты свойств поля, очень затруднительно. Оперативно и достаточно полно представить влажностную картину сельскохозяйственного поля, можно лишь, используя материалы полевых исследований совместно с методами математического моделирования [2]. При таком подходе, необходимо: установить количество опытных точек в фактических границах сельскохозяйственного поля; определить координаты точек, в которых следует измерять влажности почвы и которые, в свою очередь, будут репрезентативными; обосновать репрезентативную глубину установки датчика (взятия проб) с целью оценки

влажности расчетного почвенного профиля.

В сельскохозяйственной практике, включая земледелие на мелиорированных землях широко используются такие почвенно-гидрологические константы (ПГК) как [3]: полная влагоемкость ( $W_{пв}$ ), капиллярная влагоемкость ( $W_{кв}$ ), наименьшая влагоемкость ( $W_{нв}$ ), влажность устойчивого завядания ( $W_{вз}$ ). Отдельно следует отметить необходимость определения в мелиоративной практике влажности разрыва капиллярных связей ( $W_{ерк}$ ) как нижней границы оптимальных почвенных влагозапасов, а также максимальной гигроскопичности ( $W_{мг}$ ). Количественная оценка ПГК весовыми методами трудоемка, дорогостояща, требует специальной подготовки исполнителей, большого количества инвентаря. Кроме того, очень сложно получить необходимую и достоверную информацию о ПГК из-за большой пестроты почвенного покрова, особенностей строения вертикального

профиля и неизбежной деградации во времени почв при мелиоративном освоении земель. В этих условиях, наиболее доступны методы математического моделирования и аналитических расчетов, использование которых позволяет существенно снизить затраты и оперативно получать значения влагоемкостей с ошибками, не более допускаемых для термостатно-весовых методов [4, 5]. Нами предлагается принципиально новый экспресс-анализ ПГК, основанный на их взаимосвязи [6].

Исследование осуществлено применительно к дерново-подзолистым почвам Беларуси (70 % пахотных угодий).

Использованы материалы агрометеорологических наблюдений по 51 характерному почвенному разрезу. Однометровый почвенный профиль дифференцировался на 10-ти 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 ПГК ( $W_{мз}$ ,  $W_{вз}$ ,  $W_{нв}$ ,  $W_{кв}$ ,  $W_{пв}$ ) получены соответствующие матрицы коэффициентов парной корреляции. В таблице 1 приведен пример для ( $W_{нв}$ ).

Таблица 1

Матрица коэффициентов парной корреляции послойных величин ( $W_{нв}$ ), для дерново-подзолистых почв Беларуси

Слой почвы, см	0...10	10...20	20...30	30...40	40...50	50...60	60...70	70...80	80...90	90...100	$\Sigma r$
0...10	1,00	0,93	0,91	0,86	0,83	0,77	0,73	0,74	0,63	0,47	7,87
10...20	0,93	1,00	0,94	0,90	0,84	0,78	0,74	0,73	0,63	0,52	8,01
20...30	0,91	0,94	1,00	0,93	0,84	0,77	0,74	0,75	0,68	0,55	8,11
30...40	0,86	0,90	0,93	1,00	0,94	0,89	0,88	0,86	0,78	0,68	8,72
<b>40...50</b>	<b>0,83</b>	<b>0,84</b>	<b>0,84</b>	<b>0,94</b>	<b>1,00</b>	<b>0,98</b>	<b>0,96</b>	<b>0,95</b>	<b>0,85</b>	<b>0,71</b>	<b>8,90</b>
50...60	0,77	0,78	0,77	0,89	0,98	1,00	0,99	0,97	0,90	0,78	8,83
60...70	0,73	0,74	0,74	0,88	0,96	0,99	1,00	0,99	0,93	0,81	8,77
70...80	0,74	0,73	0,75	0,86	0,95	0,97	0,99	1,00	0,96	0,85	8,80
80...90	0,63	0,63	0,68	0,78	0,85	0,90	0,93	0,96	1,00	0,94	8,30
90...100	0,47	0,52	0,55	0,66	0,71	0,78	0,81	0,85	0,94	1,00	7,29

По положению максимума ( $\Sigma r$ ) установлено, что для дерново-подзолистых почв Беларуси репрезентативным при оценке практически всех ПГК является слой 40...50 см. В данном слое мы предлагаем производить закладку датчиков влажности почвы (влагомеров) для анализа всего однометрового почвенного слоя. Следует отметить большое количество публикаций, например [7], в которых исследуется работа почвенных влагомеров, однако не всегда имеет место обоснование глубины их закладки. Связи между величинами ПГК репрезентативного ( $h_p$ ) слоя (40...50 см) и других ( $h_i$ ) слоев можно аппроксимировать простыми уравнениями линейной регрессии вида

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

где  $W_{jhi}$  – значение ( $j$ )-той ПГК в любом ( $h_i$ ) слое;  $W_{jhp}$  – значение ( $j$ )-той ПГК в репрезентативном ( $h_p$ ) слое (40...50 см);  $a$ ,  $b$  – эмпирические коэффициенты, значения которых приведены в таблице 2.

Общее уравнение (1) и данные таблицы 2 можно использовать при послойном (10 см) определении значений ПГК ( $W_{jhi}$ ) в границах однометрового почвенного профиля.

Помимо послойной оценки, нами предложены способы анализа ПГК в характерных расчетных слоях почвы: 0...30 см – пахотном, 0...50 см – корнеобитаемом, 0...100 см – деятельном (испаряющем). Здесь также в основу положено искомое значение ПГК в

репрезентативном ( $h_p$ ) слое (40...50 см). Разработаны номограммы, позволяющие оперативно оценивать ПГК по параметрам, характеризующим гранулометрический состав почв, а также физические свойства – плотность сложения почвы и плотность твердой фазы.

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 – ПГК. В силу различных обстоятельств, сведения о водно-физических свойствах почв часто являются неполными. Массовые данные по ( $W_{врк}$ ) вообще отсутствуют, так как нет эффективных методик определения этого параметра в полевых условиях.

Таблица 2

Значения параметров ( $a$ ,  $b$ ) уравнения вида (1) и коэффициенты корреляции ( $r$ ) связей для соответствующих ПГК ( $W_{jhi}$ )

ПГК ( $W_{jhi}$ )	Параметры ур-я (1)	Значения параметров для расчетных слоев ( $h_i$ ), см								
		0 ... 10	10... 20	20... 30	30... 40	50... 60	60... 70	70... 80	80... 90	90... 100
$W_{мг}$	a	1,96	1,88	1,52	1,63	1,86	2,04	2,39	2,55	2,42
	b	0,09	0,11	0,16	0,19	0,21	0,21	0,19	0,19	0,19
	r	0,93	0,93	0,94	0,92	0,95	0,92	0,89	0,88	0,88
$W_{вз}$	a	2,83	2,66	2,12	2,18	2,41	3,03	2,98	3,24	3,13
	b	0,07	0,09	0,13	0,17	0,20	0,19	0,17	0,18	0,17
	r	0,89	0,91	0,91	0,92	0,95	0,88	0,89	0,87	0,87
$W_{нв}$	a	17,27	17,10	13,65	8,89	4,99	5,13	5,75	9,55	12,89
	b	0,09	0,10	0,09	0,14	0,16	0,14	0,16	0,13	0,10
	r	0,83	0,82	0,53	0,94	0,98	0,75	0,96	0,86	0,71
$W_{кв}$	a	24,46	19,98	19,55	12,92	13,18	11,73	11,76	11,83	14,02
	b	0,07	0,08	0,07	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
	r	0,66	0,66	0,35	0,87	0,78	0,52	0,82	0,82	0,74
$W_{пв}$	a	30,53	26,18	22,50	19,62	15,48	15,96	16,36	18,04	16,64
	b	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
	r	0,56	0,56	0,70	0,83	0,87	0,79	0,78	0,68	0,65

Одним из путей получения недостающей информации при аналитических расчетах является установление корреляционных зависимостей между основными характеристиками водно-физических свойств почв. Например, для количественного определения ( $W_{врк}$ )

можно использовать ее связь с наименьшей влагоемкостью ( $W_{нв}$ ) [6]

$$W_{врк} = W_{нв} (0,38 \lg W_{нв} - 0,13) \quad (2)$$

Подобные связи статистически значимы и имеют место между основными ПГК ( $W_{jhk}$ ), о чем свидетельствуют приведенные в матрице (таблица 3) величины парных коэффициентов корреляции ( $r$ ).

Таблица 3 .Матрица коэффициентов парной корреляции ( $r$ ) основных ПГК ( $W_{jhk}$ ) дерново-подзолистых почв Беларуси

ПГК	Значения коэффициентов парной корреляции ( $r$ ) для основных ПГК ( $W_{jhk}$ )				
	$W_{мг}$	$W_{вз}$	$W_{нв}$	$W_{кв}$	$W_{пв}$
$W_{мг}$	1,00	0,99	0,60	0,32	0,24
$W_{вз}$	0,99	1,00	0,58	0,31	0,22
$W_{нв}$	0,60	0,58	1,00	0,49	0,37
$W_{кв}$	0,32	0,31	0,49	1,00	0,79
$W_{пв}$	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 ( $W_{me}$ ) до ( $W_{ez}$ ), выявлена наивысшая скоррелированность пределов ( $r=0,99$ ). Связи наименьшей влагоемкости ( $W_{нв}$ ) с остальными константами ( $W_{jhk} = f(W_{нв})$ ) отличает наименьшая амплитуда и самое высокое среди минимальных значение ( $r$ ):

$$W_{me} = 0,13W_{нв}^{1,02} ; \quad (3)$$

$$W_{ez} = 0,22W_{нв}^{0,95} ; \quad (4)$$

$$W_{кв} = W_{нв} + 4,93W_{нв}(exp(-0,02W_{нв})) ; \quad (5)$$

$$W_{нв} = 173,78 + 0,25W_{нв} . \quad (6)$$

Использование, изложенного выше, качественно нового экспресс-анализа ПГК, различных категорий влагозапасов, их изменчивости во времени, в пространстве и по вертикальному профилю позволяет наиболее полно исследовать естественную динамику почвенных влагозапасов за различные интервалы времени и осуществить на данной основе моделирование оптимальных режимов гидромелиораций [2]. В результате комплексного исследования ПГК 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 почвы из репрезентативного ( $h_p$ ) слоя (40...50 см) 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. Фактически, достаточно определение ( $W_{нв}$ ) в репрезентативном ( $h_p$ ) слое (40...50 см), чтобы вскрыть влажностную картину всего метрового почвенного профиля.

### Литература

1. Валуев, В. Е. Моделирование динамики почвенных влагозапасов на стадии управления сооружениями мелиоративных систем / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, О. П. Мешик // Вестник Брестского политехнического института. – 2000. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – С. 30–35.
2. Volchak, A. Modeling Dynamics of Stored Soil Moisture at Stage of Control of Structures of Amelioration Systems / A. Volchak, A. Meshyk, Yu. Mazhayskiy, O. Chernikova // Engineering for Rural Development : 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings, Jelgava, 20–22.05.2020. – Jelgava (Latvia) : Latvia University of Life Science and Technologies, 2020 – P. 114–120.  
<https://doi.org/10.22616/erdev.2020.19.tf026>.
3. Зинченко, С. И. Характеристика отдельных физических и почвенно-гидрологических свойств метрового профиля серой лесной почвы / С. И. Зинченко // Владимирский земледелец. – № 1 (83). – 2018. – С. 2–5.
4. Валуев, В. Е. Аналитическая оценка почвенно-гидрологических констант дерново-подзолистых почв Беларуси / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, О. П. Мешик // Современные проблемы землеустройства и земельного кадастра : материалы Междунар. науч.-произв. конф., посвящ. 160-летию БГСХА, Горки, 21–23 сент. 2000 г. / Белорус. гос. с.-х. академия. – Горки, 2000. – С. 181–184.
5. Гасанов, Г. Н. Определение наименьшей влагоемкости почв ускоренным методом в полевых условиях / Г. Н. Гасанов, К. М. Гаджиев, Н. З. Ахмедова и др. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 11-15.
6. Валуев, В. Е. Взаимосвязь и аналитическая оценка почвенно-гидрологических констант / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, О. П. Мешик // Вестник Брестского политехнического института. – 2000. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – С. 26–30.
7. Касьянов, А. Е. Градиентный влагомер влажности почвы / А. Е. Касьянов, Д. Д. Кобозев, Исмаил Хеба // Природообустройство. – 2020. – № 4. – С. 44–47. DOI 10.26897/1997-6011/2020-4-44-47.

### EXPRESS ANALYSIS OF SOIL WATER CONSTANTS

**Keywords: soil water constants, the lowest moisture capacity, representative depth**

In this paper, the authors present the results of their research of soil water constants in sod

podzol soils in Belarus. They propose a method for analytical assessment of moisture capacity on the basis of some interrelations. They estimate a representative depth appropriate to set soil moisture sensors.

УДК 627.532

## О ВОЗМОЖНОСТИ ОСУШЕНИЯ БОЛЬШИХ ТЕРРИТОРИЙ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРНЫЙ СТОК НА ПРИМЕРЕ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

*Волчек А.А.<sup>1</sup>, Борушко В.В.<sup>2</sup>, Сидак С. В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> доктор географических наук РФ и РБ, <sup>2</sup> магистр физ.-мат. наук  
Брестский Государственный технический Университет,  
224017, Брест, ул. Московская, 267  
E-mail: bstu.by

**Резюме.** В процессе осушения избыточная вода отводится через мелиоративную сеть каналов в русловой сток, что решает проблему сброса воды с болота. В статье производится оценка роли атмосферного стока в осушении болот Полесья. Рассмотрена реализация перевода этих вод в атмосферный сток, что частично решает проблему увлажнения засушливых восточных территорий центрально – Европейской части России.

**Ключевые слова:** болота, осушение, атмосферный сток.

Попытки осушения некоторых болот Полесья были предприняты князьями литовскими ещё в XIII – XV веке и польскими королями в XVI – XVII, а после присоединения Полесья к России в XIX веке начаты планомерные и технически обоснованные для своего времени осушительные работы. Однако, несмотря на широкомасштабные работы и привлечение к ним лучших технических сил того времени, результаты оказались весьма скромными. Крупномасштабные мелиорации Полесья во второй половине XX века привели к более существенным результатам.

Сброс вековых запасов грунтовых вод с осушенных территорий привел к снижению уровня грунтовых вод, изменению водного и теплового режимов этих и прилегающих к ним земель. Одной

из основных проблем является неустойчивое увлажнение этих территорий, что проявляется в участвовавших засушливых периодах летом, которые сменяются периодами обильных осадков.

Регулирование водного режима в большинстве случаев осуществляется путём сброса избыточных вод через мелиоративную сеть каналов, что решает проблему сброса воды с болота, а проблему увлажнения – нет. В такой ситуации избыточную влагу в определённые месяцы необходимо отправить в атмосферу через испарение и использовать для орошения [1].

Такой метод осушения называется атмосферным стоком. Между речным и атмосферным стоками существует важное в хозяйственном отношении различие: