

РАЗРАБОТКИ — ПРАКТИКАМ



**А.П. РУСЕЦКИЙ, В.И. БОХОНКО,
В.С. ФИЛИПЕНКО**

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Продуктивность сельскохозяйственных угодий на мелиорированных землях в значительной степени зависит от создаваемого водного режима почвы в течение вегетационного периода. Водный режим почвы поддается управлению через положение уровней воды в проводящей и регулирующей сети относительно поверхности почвы. Наибольшими возможностями управления водным режимом обладают польдерные системы с механическим водоотводом, на них изменение положения уровней в мелиоративной сети достигается откачкой воды насосными станциями, предупредительным или увлажнительным шлюзованием. Особенно важно использовать возможности управления водным режимом в Пинском, Столинском, Лунинецком, Ивановском и других районах Брестской области, где польдерные системы занимают значительный удельный вес в сельскохозяйственных угодьях.

Для управления водным режимом посредством поддержания определенных уровней воды в мелиоративной сети необходимо иметь начало отсчета положения уровней в каналах. Таким началом отсчета должна быть отметка поверхности поля. Однако любое поле, за редким исключением, имеет пониженные и повышенные места, при этом соотношения их площадей может быть любое. Если принять за начало отсчета какую-либо отметку поверхности между минимальной и максимальной и вести оптимальное регулирование относительно ее, то на регулируемой территории можно выделить участок с оптимальным водным режимом, пониженную часть — переувлажненную и повышенную — переосушенную. На пониженном и повышенном участках произойдут потери урожайности из-за неоптимальности водного режима. Если принять другую отметку поверхности поля, относительно которой вести регулирование, то и соотношение площадей переувлажненных и переосушенных участков, а также сумма потерь урожая на них изменятся. Изменится и валовой сбор урожая со всего поля регулирования. Поставив целью получение максимального валового урожая, задача сводится к нахождению такой отметки поверхности поля, относительно которой регулирование водного режима дает минимальные суммарные потери на переувлажненных и переосушенных участках.

Все поле можно представить состоящим из суммы элементарных площадок, имеющих разное высотное положение, в силу которого и потери урожая на них

Алик Павлович РУСЕЦКИЙ, кандидат технических наук, доцент Института БелНИИМил;

Валерий Иванович БОХОНКО, кандидат технических наук, директор Пинского филиала БГЭУ;

Василий Стефанович ФИЛИПЕНКО, кандидат экономических наук, доцент Пинского филиала БГЭУ.

будут разные. В этом случае условие минимизации потерь урожая выразится уравнением

$$\Delta Y_{\min} = \sum_{i=1}^N y_i = \min, \quad (1)$$

где ΔY_{\min} – минимальные потери урожая; y_i – потери продуктивности на i -й элементарной площадке; N – число элементарных площадок.

Для определения потерь урожая на торфяных почвах разработан способ [1, 20], основанный на учете влажности корнеобитаемого слоя почвы по декадам развития культур. По этому способу динамику влажности почвы рекомендуется определять из уравнений водного баланса.

Более простым является способ расчета потерь урожайности [2, 36] по отклонению уровней грунтовых вод от оптимальных пределов. Этот способ может применяться для торфяных и минеральных почв и учитывает условия переувлажнения и переосушения корнеобитаемого слоя. В соответствии с [2, 36] потери урожая определяются уравнениями

$$y_i = a_i f(x_i), \text{ ц/га}, \quad (2)$$

$$f(x_i) = e^{b_i x_i}, \quad (3)$$

где a_i и b_i – эмпирические коэффициенты, зависящие от почвы, сельскохозяйственной культуры и водных условий (переувлажнения или переосушения); e – основание натурального логарифма; x_i – отклонение уровней грунтовых вод от границ оптимальных уровней, м.

Уравнение (2) рекомендуется в пределах $0,1 \leq x_i \leq 0,45$ м. Для $x_i > 0,45$ м потери можно принять не зависящими от положения уравнений грунтовых вод и равными тем, которые по (2) при $x_i = 0,45$ м. При $x_i = 0$ потери продукции будут равны нулю и, используя линейную интерполяцию для интервала $0 < x_i < 0,1$ м, вместо уравнения (3) получено

$$f(x_i) = e^{0,1 b_i} (x_i / 0,1), \text{ ц/га}. \quad (4)$$

В уравнениях (2)–(4) эмпирические коэффициенты a_i и b_i получены при оптимальном уровненом режиме и урожайности, которую обозначим y_{oi} . При оптимальном уровне грунтовых вод, но другой урожайности, вызванной неоптимальностью других факторов (удобрения, сорт, плодородие почвы и др.), потери примем изменяющимися пропорционально урожаю:

$$y_{i\phi} = y_i (y_{\phi} / y_{oi}), \quad (5)$$

где $y_{i\phi}$ – потери урожайности при фактических условиях; y_i – потери урожайности по уравнению (2); y_{ϕ} – урожайность, которую можно получить при оптимальном уровненом режиме и фактических других факторах; y_{oi} – уровень урожайности, использованный при разработке уравнения (2).

Подставив потери урожайности (2) в уравнение (5), получим

$$y_{i\phi} = a_i f(x_i) (y_{\phi} / y_{oi}). \quad (6)$$

Потери продукции на всем поле, состоящем из N элементарных площадок, будут определяться уравнением

$$\Delta y_1 = \sum_{i=1}^N [a_i f(x_i) (y_{\phi} / y_{oi}) F_i K_e], \quad (7)$$

где Δy_1 – потери продукции на всем поле, занятом одной культурой, ц к.е.; F_i – площадь i -й элементарной площадки, га; K_e – коэффициент перевода урожайности в кормовые единицы.

Введем обозначение:

$$\alpha_i = a_i / y_{oi}, \quad (8)$$

где α_i – эмпирический коэффициент.

Уравнение (7) с учетом (8) принимает вид

$$\Delta y_1 = y_{\phi} K_e \sum_{i=1}^N \alpha_i f(x_i) F_i. \quad (9)$$

Значения коэффициентов α_i , b_i и K_e для различных сельскохозяйственных культур приведены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициенты α_i , b_i и K_e

Сельскохозяйственная культура	Для переувлажнения				Для переосушения				K_e
	почвы торфяные		почвы минеральные		почвы торфяные		почвы минеральные		
	b_i	b_i	b_i	b_i	b_i	b_i	b_i	b_i	
Пшеница	0,167	3,52	0,167	3,86	0,035	6,69	0,055	4,88	1,28
Рожь озимая	0,144	3,52	0,143	3,86	0,030	6,69	0,047	4,88	1,15
Ячмень	0,148	3,52	0,147	3,86	0,031	6,69	0,048	4,88	1,15
Овес	0,148	3,52	0,143	3,86	0,031	6,69	0,047	4,88	1,00
Многолетние травы (сено)	0,028	6,10	0,062	3,57	0,015	7,85	0,041	5,53	0,48
Однолетние травы (сено)	0,034	6,10	0,075	3,57	0,018	7,85	0,049	5,53	0,20
Улучшенные сенокосы (сено)	0,028	6,10	0,062	3,57	0,015	7,85	0,041	5,53	0,20
Культурные пастбища	0,034	6,10	0,075	3,57	0,018	7,85	0,049	5,53	0,20
Кукуруза на силос	0,028	6,10	0,062	3,57	0,015	7,85	0,041	5,53	0,20
Силосные	0,034	6,10	0,075	3,57	0,018	7,85	0,049	5,53	0,20
Картофель	0,019	7,72	0,069	5,76	0,017	5,45	0,018	3,62	0,30
Свекла сахарная	0,033	5,64	0,134	4,06	0,014	4,88	0,017	3,62	0,14
Кормовые корнеплоды	0,045	5,64	0,162	4,06	0,017	4,88	0,020	3,62	0,13
Свекла столовая	0,040	5,64	0,134	4,06	0,017	4,88	0,017	3,62	0,14

При размещении на поле n культур потери продукции выражаются уравнением

$$\begin{aligned} \Delta Y = & Y_{\phi 1} K_{e1} \sum_{i=1}^{N_1} \alpha_{i1} f(x_{i1}) F_{i1} + Y_{\phi 2} K_{e2} \sum_{i=1}^{N_2} \alpha_{i2} f(x_{i2}) F_{i2} + \dots + \\ & + Y_{\phi n} K_{en} \sum_{i=1}^{N_n} \alpha_{in} f(x_{in}) F_{in}, \end{aligned} \quad (10)$$

где N_1, N_2, \dots, N_n – число элементарных площадок на участках под каждой культурой; n – число размещенных культур (участков) на поле; $Y_{\phi 1}, Y_{\phi 2}, \dots, Y_{\phi n}$ – урожайность 1-й, 2-й, n -й культуры при оптимальных водных условиях.

Валовой объем продукции, который можно получить со всего поля с различными культурами при оптимальном водном режиме, определяется формулой

$$B = Y_{\phi 1} F_1 K_{e1} + Y_{\phi 2} F_2 K_{e2} + \dots + Y_{\phi n} F_n K_{en}, \quad (11)$$

где B – валовой объем продукции со всего поля; F_1, F_2, \dots, F_n – площади, занятые под культуры.

Относительные потери продукции со всего поля, выраженные в доле от той, которую можно получить при условии создания на всей территории оптимального положения уровней грунтовых вод, определяются уравнением

$$\begin{aligned} \phi = & (1 / B) [Y_{\phi 1} K_{e1} \sum_{i=1}^{N_1} \alpha_{i1} f(x_{i1}) F_{i1} + Y_{\phi 2} K_{e2} \sum_{i=1}^{N_2} \alpha_{i2} f(x_{i2}) F_{i2} + \dots + \\ & + Y_{\phi n} K_{en} \sum_{i=1}^{N_n} \alpha_{in} f(x_{in}) F_{in}]. \end{aligned} \quad (12)$$

Для расчетов потерь продукции по уравнениям (10) и (12) необходимо иметь в качестве исходной информации отклонения уровней грунтовых вод x_i на элемен-

тарных площадках F_i от границ оптимальных глубин. Эти отклонения вычисляются по формулам:

для переосушения ($Z_i > Z_{\max}$):

$$x_i = Z_i - Z_{\max}; \quad (13)$$

для переувлажнения ($Z_i < Z_{\min}$):

$$x_i = Z_{\min} - Z_i, \quad (14)$$

где Z_i — отметка поверхности почвы i -й элементарной площадки; Z_{\max} — отметка поверхности почвы, соответствующая нижней границе диапазона оптимальных положений уровней грунтовых вод; Z_{\min} — отметка поверхности, соответствующая верхней границе оптимальных положений уровней грунтовых вод.

При размещении на одном поле нескольких культур следует выбрать одну из них, для которой вести регулирование уровней грунтовых вод в соответствии с развитием ее корневой системы. Для других культур будут создаваться дополнительные отклонения уровней грунтовых вод от оптимальных, вызванные этим регулированием. Кроме этого, следует принять и алгоритм регулирования уровней грунтовых вод. По оценке авторов удовлетворительным является алгоритм, по которому УГВ будут поддерживаться на глубине, соответствующей минимально допустимой, определяемой состоянием развития корневой системы. Исходя из этих условий минимальная Z_{\min} и максимальная Z_{\max} отметки поверхности, в пределах которых на территории будет создаваться оптимальный водный режим, определяются формулами

$$Z_{\min} = Z_p + (h'_{\text{кк}} - h^{\circ}_{\text{кк}}), \quad (15)$$

$$Z_{\max} = Z_p + 0,5h_{\text{кп}} + (h'_{\text{кк}} - h^{\circ}_{\text{кк}}), \quad (16)$$

где Z_p — расчетная отметка поверхности поля; $h'_{\text{кк}}$ — средняя мощность корнеобитаемого слоя почвы культуры, для которой определяется потеря продуктивности, м; $h^{\circ}_{\text{кк}}$ — средняя мощность корнеобитаемого слоя почвы культуры регулирования, м; $h_{\text{кп}}$ — высота активного капиллярного поднятия, м.

Средние мощности корнеобитаемого слоя сельскохозяйственных культур для использования в формулах (15) и (16) приведены в табл. 2. Высота активного капиллярного поднятия определяется в зависимости от коэффициента фильтрации почвогрунтов [4].

Таблица 2. Средняя мощность корнеобитаемого слоя

Сельскохозяйственная культура	Почва	Средняя мощность, $h_{\text{кк}}$, м
Зерновые	Торфяная	0,68
	Минеральная	0,78
Картофель	Торфяная	0,55
	Минеральная	0,65
Многолетние травы	Торфяная	0,30
	Минеральная	0,40
Кукуруза, подсолнечник	Торфяная	0,52
	Минеральная	0,69
Свекла сахарная и кормовая, капуста	Торфяная	0,51
	Минеральная	0,64

Приведенная методика расчета позволяет, последовательно задаваясь расчетными отметками поверхности поля, определять потери продукции и в итоге выбрать тот вариант регулирования, при котором потери будут минимальными.

Влияние рельефа местности на продуктивность сельскохозяйственных культур покажем на примере строящейся мелиоративной системы “Советская Морочь” Солнгорского района. На этом объекте выбран участок площадью 8,17 га с торфяными и минеральными почвами, на котором перепад отметок поверхности составляет 1,6 м. Торфяные почвы занимают площадь 0,77 га, их степень разложения 33 %,

зольность 26 %, коэффициент фильтрации 0,9 м/сут. Минеральные почвы занимают площадь 7,4 га и представлены песками пылеватыми и мелкозернистыми с коэффициентом фильтрации 2,7–3,1 м/сут. Площади отдельных контуров, почва и высотные отметки поверхности приведены в табл. 3.

Таблица 3. Условные отметки поверхности почвы и площади, занимаемые контурами

№ контура	Условная отметка поверхности, м			Почва	Площадь, га
	минимальная	максимальная	средняя		
1	120,0	120,25	120,12	Торфяная	0,77
2	120,0	120,25	120,12	Минеральная	0,48
3	120,25	120,5	120,37	– " –	1,244
4	120,50	120,75	120,62	– " –	1,872
5	120,75	121,00	120,87	– " –	0,368
6	121,00	121,15	121,08	– " –	0,14
7	120,50	120,75	120,62	– " –	1,02
8	120,75	121,00	120,87	– " –	0,800
9	121,00	121,02	121,01	– " –	0,052
10	121,00	121,25	121,12	– " –	0,272
11	121,00	121,28	121,14	– " –	0,164
12	121,25	121,50	121,37	– " –	0,802
13	121,25	121,60	121,42	– " –	0,188

Использование участка по проекту мелиорации предусмотрено под многолетние травы. Регулирование уровней грунтовых вод намечено осуществлять поддержанием требуемых уровней в проводящей сети с помощью насосной станции. Если для какого-то контура, характеризующегося определенной отметкой поверхности почвы (табл. 3), создать оптимальный уровневый режим, то для других контуров, значительно отличающихся высотным положением, водный режим будет не оптимальным, за счет этого на них снизится урожай. Рассчитанные по вышеприведенной методике потери урожая многолетних трав на всем участке, в зависимости от высотного положения (отметки) контура, для которого будут создаваться оптимальные водные условия, показаны на рисунке. Из рисунка видно, что функция потерь урожая от отметки поверхности, относительно которой ведется регулирование, при неровном рельефе имеет минимум. В приведенном примере минимальные потери составляют 13 % от урожая, который можно было бы получить при оптимальных водных условиях на всем участке. При этом устанавливается расчетная отметка поверхности поля (в примере 120,48 м), относительно которой следует вести регулирование уровней грунтовых вод.

Приведенные исследования показывают, что при неровном рельефе территории и регулировании уровневого режима одним горизонтом в канале избежать потерь урожая невозможно, однако можно свести их к минимуму при установлении обоснованных расчетом отметок регулирования.

В случаях, когда на поле располагается не одна, а несколько сельскохозяйственных культур, предъявляющих разные требования к положению уровней грунтовых вод, задача определения расчетной отметки поверхности почвы, относительно которой необходимо вести регулирование, также решается по приведен-

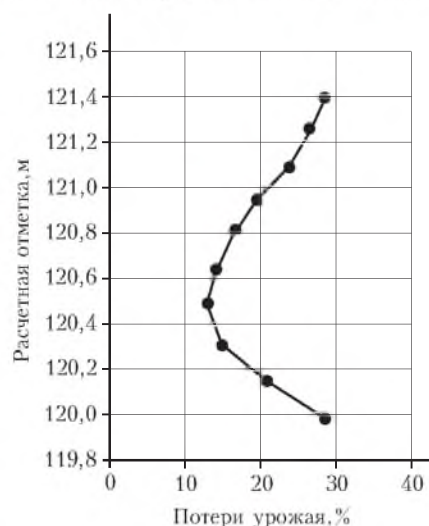


Рис. Зависимость потерь урожая от расчетной отметки поля регулирования

ной методике. Возможно решение и такой задачи, как поиск по минимуму потерь продукции наиболее рационального размещения сельскохозяйственных культур на одном поле.

Литература

1. Временные методические указания по учету влияния водного режима мелиорированных торфяников на урожай сельскохозяйственных культур. Мн., 1976.
2. Методика экономического обоснования увлажнительных мероприятий сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях. Мн., 1992.
3. Указания. Регулирование водно-воздушного режима почв на осушительно-увлажнительных системах при выращивании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям РД 33 БССР 2-87. Минмелиоводхоз БССР. Мн., 1987.