

УДК 631.616:631.621:631.559

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ПЕРЕЗИМОВКУ  
КУЛЬТУР И ЗАТРАТЫ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ С МАШИННЫМ ВОДООТВОДОМ**

**А.П.Русецкий**, доктор технических наук  
**Е.А. Лукьянова**, старший научный сотрудник  
РУП «Институт мелиорации»

**Ключевые слова:** *польдер, перезимовка культур, уровни грунтовых вод, урожайность, откачка воды, электроэнергия*

**Введение**

Во вневегетационный (зимний) период в условиях Республики Беларусь на сельскохозяйственных полях остаются многолетние травы и озимые зерновые культуры: рожь, пшеница и рапс. Условия перезимовки этих культур сказываются в дальнейшем на их развитии и формировании урожайности. В числе факторов, влияющих на условия перезимовки, немаловажную роль играют мелиоративные системы. Поэтому к ним в зимний период предъявляется требование – сохранить сельскохозяйственные культуры без гибели и ослабления с минимальными эксплуатационными затратами.

**Влияние различных факторов на перезимовку культур**

Повреждение и гибель сельскохозяйственных культур во вневегетационный период вызывает комплекс неблагоприятных факторов [1,2]: вымерзание, выпревание, вымокание, образование притертой к почве ледяной корки, выпирание (пучение) почвы, выдувание, высыхание. Из перечисленных факторов не поддаются практическому воздействию вымерзание, выпревание и образование притертой к почве ледяной корки.

Вымокание растений наиболее часто происходит на тяжелых и торфяных почвах в результате их затопления весной талыми водами. Кратковременное затопление растений осенью и зимой на 5-10 суток не вызывает их гибели. Прорастающие семена зерновых культур осенью гибнут при затоплении на 18-20 суток. В ранневесенний период ослабленные посеы изреживаются и погибают при повышении температуры воды до +5°C, если затопление длится более 20 суток. Основной причиной гибели растений при затоплении является нарушение процессов дыхания и фотосинтеза. Согласно инвентаризации, в Брестской области вымокание наблюдается в пониженных и замкнутых элементах рельефа на площади 6,7%. На мелиоративных системах мерами борьбы с вымоканием зерновых культур являются: раскрытие замкнутых понижений, эксплуатационная планировка поверхности почвы, поддержание колодцев-поглотителей в исправном состоянии, поддержание уровней грунтовых вод на глубине, обеспечивающей отвод по-

верхностных вод из замкнутых понижений за 20 суток.

Выдувание озимых культур зимой происходит в результате сильных (более 10-15 м/с) и длительных ветров, когда снежный покров отсутствует, а верхний слой почвы сухой и на песчаных почвах слабо связный. Сильные ветры уносят частицы верхнего слоя почвы, оголяя узлы кущения и корневую систему. Слабо раскутившиеся растения отрываются от корневой системы или быстро засыхают.

Мерами борьбы с выдуванием является устройство лесополос для снижения скорости ветра и поддержания уровней грунтовых вод на глубине, обеспечивающей эффективное капиллярное подпитывание поверхности почвы. В этом случае при положительной температуре капиллярное подпитывание будет смачивать верхний слой почвы, при отрицательной температуре наличие влаги в почве позволит более прочно скрепить между собой частицы почвы и предотвратить их выдувание.

С целью предотвращения ветровой эрозии песчаных почв, имеющих высокий коэффициент фильтрации, особенно в пахотном горизонте, уровни грунтовых вод должны находиться на глубине 30-40 см от поверхности и обеспечивать увлажнение поверхностного слоя почвы за счет капиллярного подпитывания.

Высыхание растений возникает при замерзшей почве и отсутствии снежного покрова. В этом случае при ясной погоде солнечные лучи прогревают растения, что вызывает усиленное испарение воды листьями и высыхание их, так как вода из мерзлой почвы не может поступать в надземную часть растений. Постепенно высыхание распространяется и на узел кущения, в результате которого растения погибают. При сильном ветре высыхание усиливается. Устройство лесополос, снижающих скорость ветра, способствует снижению ущерба от высыхания.

Выпирание растений происходит в результате неоднократного оттаивания и замерзания верхнего увлажненного слоя почвы. При замерзании почва выпучивается и поднимает слабо укоренившиеся растения, что иногда вызывает разрыв корневой системы. При последующем оттаивании почвы происходит ее оседание и обнажение узла кущения и корневой шейки. При очередном похолодании узел кущения подвергается воздействию низких температур, ледяной корки, высыханию. Наиболее часто выпирание растений наблюдается на тяжелых бесструктурных почвах, а также при неустойчивой зиме с длительными оттепелями и морозами. Одним из условий возникновения выпирания является избыточное увлажнение, которое может быть результатом двух причин: высокого стояния грунтовых вод и длительной оттепели.

В работах [3,4] для озимых зерновых и многолетних трав в целях предотвращения повреждения корневой системы морозным пучением даются рекомендации по поддержанию уровней грунтовых вод в зимний период. Согласно [3,4], уровень грунтовых вод в малоразложившихся торфах следует поддерживать на глубине не менее 100-120 см от поверхности почвы, в хорошо разложившихся плотных торфах – не менее 80-100

см. В условиях польдерных систем Полесья, расположенных в поймах рек, подстилаемых хорошо водопроницаемыми грунтами, для поддержания УГВ на такой глубине от поверхности требуются большие затраты электроэнергии на откачку воды в зимний период. На наш взгляд, с целью снижения затрат энергетических ресурсов может рассматриваться возможность поддержания более высокого положения уровней грунтовых вод на польдерных системах.

**Результаты и обсуждение**

В рекомендациях [5] приводится формула для определения оптимального положения уровней грунтовых вод в зимний период исходя из условия исключения выпирания растений из почвы следующего вида:

$$H = \frac{1}{B} \ln \left( \frac{K_0 \cdot \tau_3 + 1}{a \cdot h_3} \right) + \frac{h_3}{2}, \quad (1)$$

где  $H$  – оптимальное положение УГВ в зимний период, см;

$B, K_0$  – параметры, определяемые по приложению 1 [8];

$t_3$  – длительность зимнего периода в сутках ( $t_3 = 100$  суток);

$\alpha$  – доля свободных пор в верхней части корнеобитаемого слоя почвы до начала зимы ( $\alpha = 0,3$ );

$h_3$  – глубина промерзания ( $h_3 = 25,0$  см).

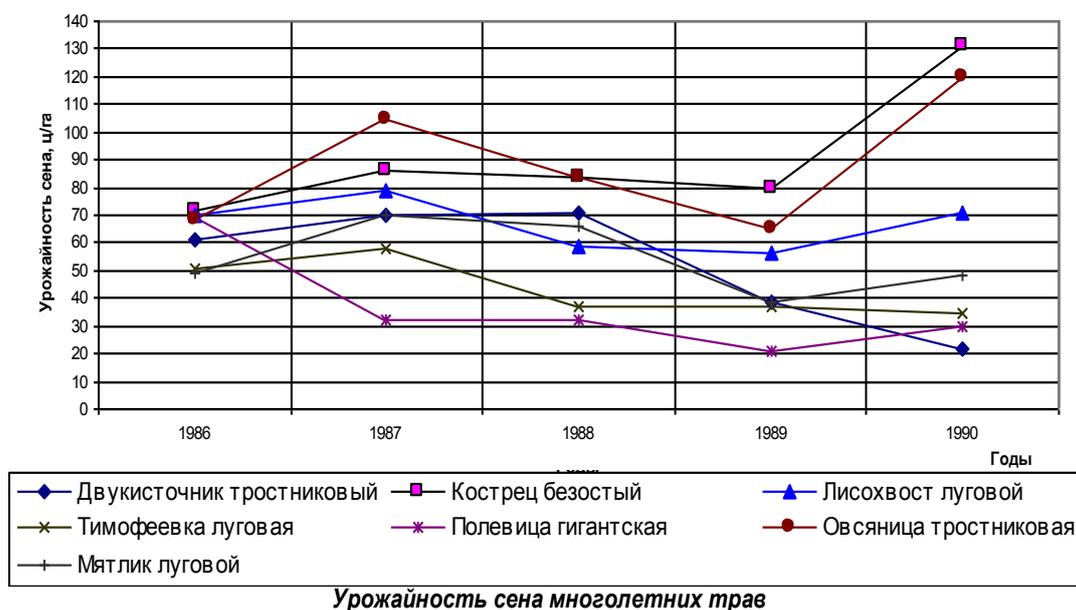
Значения параметров  $K_0$  и  $B$  зависят от вида почвы и ее структуры. Для различных почв подсчитаны значения оптимального положения УГВ по формуле (1) и приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Оптимальные положения УГВ для зимнего периода, полученные по формуле (1)**

№ пп	Вид почвы	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	$K_0$ , см/сут	$B_0$ , 1/см	$H$ , см
1	Торф гипново-осоковый	200	15	0,0405	143
2	Торф тростниково-осоковый	250	1,0	0,0204	143
3	Торф древесно-тростниковый	280	8,0	0,074	76
4	То же	200	0,41	0,0181	115
5	»	160	3,5	0,096	53
6	Торф древесно-осоковый	260	0,23	0,026	66
7	Гумусированный переходный песчаный слой	700	0,23	0,020	82
8	То же	1110	7,8	0,0815	70
9	»	1440	0,23	0,0116	121
10	Песок мелкозернистый	1780	82	0,118	91
11	Глинистый песок		1,0	0,021	127
12	Легкий суглинок		10,0	0,0366	146
13	Пылеватый тяжелый суглинок		0,063	0,0173	48
14	Глина		0,14	0,046	35

Из табл. 1 видно, что для наиболее распространенных в Полесье почв – торфяных и песчаных, по формуле (1) оптимальное положение УГВ составляет 53-143 см от поверхности, что существенно отличается от рекомендаций [4]. Для суглинков и глин оно находится в пределах 35-146 см.

В этой связи представляют интерес материалы исследований А.И.Медведского по урожайности различных видов трав, полученные в 1986-1990 гг. По этим материалам нами построены графические зависимости (рисунок). Все виды трав располагались на одном участке (чеке), поэтому положение уровней грунтовых вод у них было одинаковым.



Метеорологические факторы, а также содержание питательных веществ в почве также были одинаковыми. По годам исследований все факторы изменялись в соответствии с метеорологическими и гидрологическими условиями рассматриваемых лет. В зимний период уровни грунтовых вод по годам также изменялись.

В табл. 2 показано положение УГВ в период с декабря по март (зимний период) и средние их значения за этот период в рассматриваемые годы. Из табл. 2 видно, что самые высокие УГВ были зимой 1985/1986 г., самые низкие – в 1986/1987 г., в зимний период следующих лет их средние значения находились в пределах 45-51 см. Динамика же урожайности трав не зависела от динамики уровней грунтовых вод зимнего периода.

Закономерности влияния высоких зимних УГВ на урожайность трав не обнаружено. При положении УГВ на глубине 45-51 см урожайность ряда видов трав была как весьма высокой (60-80 и даже более 120 ц/га), так и низкой – 20-40 ц/га (см.рисунок). Понятно, что урожайность культур зависит от ряда других факторов.

Таблица 2. Положение уровней грунтовых вод от поверхности почвы, см

Год	05.XII	15.XII	25.XII	05.I	15.I	25.I	5.II	15.II	25.II	5.III	15.III	25.III	Среднее
1985/86	14	22	16	21	13	8	39	41	35	40	20	22	26
1986/87	78	97	103	97	90	92	94	84	55	59	61	46	80
1987/88	65	73	52	20	51	38	51	25	41	53	50	22	45
1988/89	74	46	22	29	25	51	69	76	68	84	15	51	51
1989/90	17	25	33	54	42	35	50	66	78	64	77	9	46

Аналитический обзор литературных источников по агрометеорологии показал отсутствие каких-либо требований к положению уровней грунтовых вод во вневегетационный период на землях, занятых озимыми зерновыми и многолетними травами, если они не затопливаются на недопустимый срок. Скорее всего, это вызвано тем, что фактор пучения почвы, развитие которого определяется положением УГВ, в итоге в многолетнем периоде несущественно сказывается на урожайности зимующих на полях культур.

С точки зрения физического процесса пучения, поддержание УГВ на расстоянии 80-120 см от поверхности сводит к минимуму перенос влаги из талой зоны в мерзлую [6], тем самым не допускается пучение почвы. И в тех случаях, где без дополнительных затрат можно зимой поддерживать УГВ в указанных пределах, следует руководствоваться приведенными рекомендациями. Однако оптимальный УГВ по условию предотвращения пучения почвы не может быть экономически оптимальным.

На польдерных системах постоянного подтопления, когда со стороны прилегающих водохранилищ, болот или рек наблюдается непрерывный приток грунтовых вод, поддержание глубоких уровней возможно при периодической откачке воды насосными станциями. Это влечет значительные затраты средств и электроэнергии. Например, на польдере "Песчанка" Березовского района при поддержании УГВ в пределах 0,7-1,0 м в зимние месяцы (ноябрь – февраль 1991/92 г.) было затрачено 67,4, в 1992/93 – 63,9, в 1993/94 – 76,2 тыс. кВт·ч электроэнергии. При поддержании УГВ близко к поверхности (0,3-0,5 м) в 1994/95 – 28,4, в 1995/96 – 33,0, в 1996/97 – 28,6 тыс. кВт·ч, т.е. в два раза меньше. Снижение затрат в среднем составило 26,1 кВт·ч/га. Уменьшение затрат электроэнергии на откачку воды произошло из-за снижения объема фильтрации грунтовых вод на польдер из водоприемника при более высоких положениях УГВ на осушаемой территории.

### **Заключение**

Учитывая сложность поддержания глубокого положения УГВ, повышенные эксплуатационные затраты электроэнергии, отсутствие явной зависимости урожайности от зимнего положения УГВ на польдерах во вневегетационный период (ноябрь – февраль), следует принимать минимальное положение уровней грунтовых вод: для многолетних

трав на глубине 40 см от поверхности почвы; для озимых зерновых, как более требовательных к водному режиму, на глубине 50 см.

#### Литература

1. Лосев, А.П. Агрометеорология / А.П.Лосев, Л.Л.Журина. – М.: Колос, 2004. – 300 с.
2. Грингоф, И.Г. Агрометеорология / И.Г.Грингоф, В.В.Попова, В.Н.Страшный. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 312 с.
3. Афанасик, Г.И. Регулирование условий произрастания растений на мелиорированных торфяных почвах / Г.И.Афанасик, В.Н.Пятницкий, В.П.Трибис, Н.С.Шабан // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. тр. – Минск: Ураджай, 1976. – Т. XXIV. – С. 45 – 52.
4. Рекомендации по оперативному регулированию уровней грунтовых вод / Сост.: Г.И. Афанасик, В.Н. Пятницкий, В.М. Гончарик, А.С. Судас. – Минск: БелНИИМВХ, 1984. – 8 с.
5. Проектирование и расчеты регулирующей сети осушительно-увлажнительных систем на торфяных почвах: рекомендации / Сост.: А.И. Ивицкий, Г.И. Афанасик, А.И. Михальцевич; под ред. А.И. Ивицкого. – Минск: Ураджай, 1979. – 80 с.
6. Вериго, С.А. Почвенная влага / С.А. Вериго, Л.А. Разумова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 328 с.

#### Summary

##### **Rusetsky A., Lukyanova E. Effect of Ground Water Table on Crops Hibernation and Energy Consumption While Operating Polder Systems with Pump Water Drain**

Analysis of functioning conditions of ameliorative systems, which effect the hibernation of winter crops and perennial grasses, was carried out. Possibility of ground water table control in polder systems with pump water drain closer to the surface, than it is required according to condition of preventing heaving of soil, was considered. It was demonstrated that higher position of ground water tables during no vegetation period, from one side, aggravates hibernation conditions and results in increasing the danger of soil heaving, from the other side it reduces the danger of crops losses from blowout and enables saving of energy, required for pumping out of water.

Поступила 1 апреля 2009 г.