

УДК 626:8:624.131.6

ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИЛЕГАЮЩИХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

К.К. Жибуртович, М.М. Жишкевич

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Под влиянием осушения и сельскохозяйственного использования болот изменяются условия формирования грунтовых вод на прилегающей к ним территории: увеличиваются глубины залегания уровней, возрастают уклоны потоков грунтовых вод, разгружающихся в пределах осушаемых болот, изменяются элементы баланса грунтовых вод (инфильтрация, испарение, отток, взаимосвязь грунтовых вод с нижележащими водоносными горизонтами). Оценка этих изменений представляет не только научный, но и производственный интерес, поскольку в результате их возможны нежелательная для человека смена биоценозов и снижение продуктивности сельскохозяйственных угодий на прилегающей территории, а также изменение дебитов водозаборных скважин и родников.

Эти процессы, особенно в области влияния осушения на уровеньный режим грунтовых вод прилегающих территорий, изучались многими исследователями на различных объектах. По данным Ш.И. Брусиловского, А.Г. Булавко и К.Ф. Янковского, В.В. Дрозда, Б.С. Маслова и др., зона заметного влияния осушительных систем на уровни грунтовых вод (УГВ) прилегающих территорий, сложенных мощной толщей песчаных и песчано-суглинистых отложений, ограничивается 0,5-3,0 км., величина понижения уровней в пределах ее колеблется от 8-20 см. до 60-130 см.

Как следует из вышеизложенного, изменение уровеньного режима грунтовых вод на прилегающих к осушенным массивам землях проявляется многообразно и зависит от ряда факторов. Главными из них являются: существовавший до осушения болота режим УГВ на прилегающих землях, режим УГВ на болоте после осушения, количество инфильтрующихся осадков достигающих УГВ и др. На высоко расположенных по отношению к осушенному болоту прилегающих землях с залеганием грунтовых вод более двух метров от поверхности, влияние осушенного болотного массива на водообеспеченность растительного покрова не отмечено.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

Исследования режима грунтовых вод на территориях, примыкающих к осушенным болотным массивам, дают основание утверждать, что влияние осушения во времени имеет конечную, вполне определенную величину. В большинстве случаев стабилизация уровней грунтовых вод на сопредельных территориях протекает в сравнительно короткое время и редко превышает четыре года [1]. Время стабилизации зависит сугубо от гидрогеологических условий сопре-

дельных территорий и величины понижения УГВ на осушаемом массиве. С практической точки зрения при проектировании мелиоративных систем и разработке природоохранных мероприятий с достаточной степенью точности продолжительность периода, неустановившегося режима грунтовых вод на сопредельной территории, можно оценить по следующей зависимости [1]:

$$T \approx \frac{\mu \Delta H_0^2}{2\pi K h \alpha_g I^2}, \quad (1)$$

где T – продолжительность понижения уровня грунтовых вод, сут.;

ΔH_0 – величина понижения УГВ на границе осушительной системы или по трассе нагорно-ловчего канала, м;

K – среднее значение коэффициента фильтрации грунтов в зоне влияния мелиоративной системы, м/сут.;

h – средняя мощность грунтового потока, м.;

μ – водоотдача грунтов, дол. ед.;

I – среднее значение гидравлического уклона грунтовых вод при естественном режиме УГВ на исследуемой территории;

$\bar{\alpha}_g$ – коэффициент «висячести», учитывающий несовершенство канала по степени вскрытия водоносного горизонта, значение которого определяется по формуле С.Ф. Аверьянова:

$$\alpha_g = \frac{1}{1 + \frac{h}{B} A} \quad A = 1,466 l_g \frac{1}{\sin \frac{IS}{2h}}, \quad (2)$$

где $S = h + a$ (a – ширина канала по дну м; h – глубина воды в канале, м);

B – длина грунтового потока, м;

При $B/h > 20$ значения $\bar{\alpha}_g > 0,85$. Поэтому для случая, когда по границе осушительной системы проходит канал, т.е. грунтовый поток является полуограниченным и имеет большую протяженность, а мощность водоносного горизонта составляет 20 м и более, значениями $\bar{\alpha}_g$ в формуле (1) можно пренебречь.

Время стабилизации T содержит период времени, за которое поток конечной длины в целом (после того как испытал воздействие) в основном достигнет нового, измененного, более или менее «стационарного режима». До истечения времени T в любой из точек пространства, принадлежащего ширине зоны влияния L , режим грунтовых вод не может рассматриваться как «стационарный».

Продолжительность периода T , в течение которого на расстоянии X от осушительной системы на прилегающей территории наблюдается «неустановившийся режим» грунтовых вод, можно рассчитать по формуле:

$$T - t(x) \approx \frac{\mu(\Delta H_0^2 - X^2 I^2)}{2\pi k h \alpha_g I^2} \quad (3)$$

где $t(x)$ – время запаздывания (своего рода «добегание») влияния мелиоративной системы на УГВ сопредельной территории на удалении X от границы осушения.

Остальные обозначения см. формулу (1).

Оценка продолжительности периода T – формирования зоны влияния осушительной системы по зависимости (1) – хорошо согласуется с натурными данными, полученными при проведении экспериментальных работ в бассейнах р. Припяти [1].

Утверждение, что от границы болота в сторону прилегающих земель фиксируется кривая депрессии, описываемая экспоненциальной зависимостью [2], не учитывает характерные особенности этой кривой [3]. Более того, на некотором удалении от осушаемого болота имеет место прогиб с точкой минимума на многолетней кривой депрессии [4].

В прогнозных расчетах положения кривой депрессии на прилегающих к осушенным массивам землям, не имеющих нагорно-ловчих каналов, исходят из того, что уровень понижения грунтовых вод на осушенном болоте известен и является величиной постоянной [5]. Однако на практике такого фиксированного уровня не существует, поскольку на мелиоративных системах имеет место значительное колебание УГВ в течение года в зависимости от водопотребления сельскохозяйственных культур и метеорологических условий (рис. 1). Неучет этих колебаний, а также инфильтрации осадков к УГВ на прилегающих землях, приводит к значительному завышению размеров зоны влияния мелиорации на смежные территории.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ

В период эксплуатации мелиоративных систем на положение УГВ на сопредельных территориях значительное влияние оказывает осадка и сработка торфяной залежи на самом осушенном болоте.

Для разработки модели влияния осушения на смежные территории использован метод Монте-Карло.

Основной водной артерией изучаемого района является р. Морочь, долина которой, в основном, слабо выражена в рельефе, за исключением верхнего течения, где она суживается и прослеживается более четко. Склоны долины пологие, в северной части – средней крутизны, местами крутые, ширина поймы колеблется от 0,3 до 1,0 км.

Климат территории района умеренно-континентальный. Лето теплое и влажное. Зима облачная, мягкая. Постоянные морозы устанавливаются с начала декабря. Снежный покров устойчив с 9-16 декабря. Самый холодный месяц – январь, со среднемесячной температурой $-6,2^{\circ}\text{C}$, самый теплый месяц – июль со среднемесячной температурой $+18,1^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха $+6,1^{\circ}\text{C}$, минимальная -36°C , максимальная $+35^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков – 601-609 мм, относительная влажность воздуха зимой – 84%, летом – 63%.

Региональным водоупором являются глинистые отложения московско-днепровской морены, залегающей на глубине около 60 м. Водоносный горизонт составляют мелкозернистые пески, коэффициент фильтрации $K = 3,50$ м/сут., коэффициент водоотдачи – $\mu = 0,20$.

Весенний подъем УГВ (рис. 1) вызван повышением температуры воздуха до положительных значений – оттепелью в конце февраля – начале марта, что приводит к интенсивному таянию снега, а также большим количествам осадков в марте. Внутригодовой ход уровней грунтовых вод достаточно полно прослеживается по трем характерным положениям – зимний спад, весенний подъем (максимум) и летний спад (минимум).

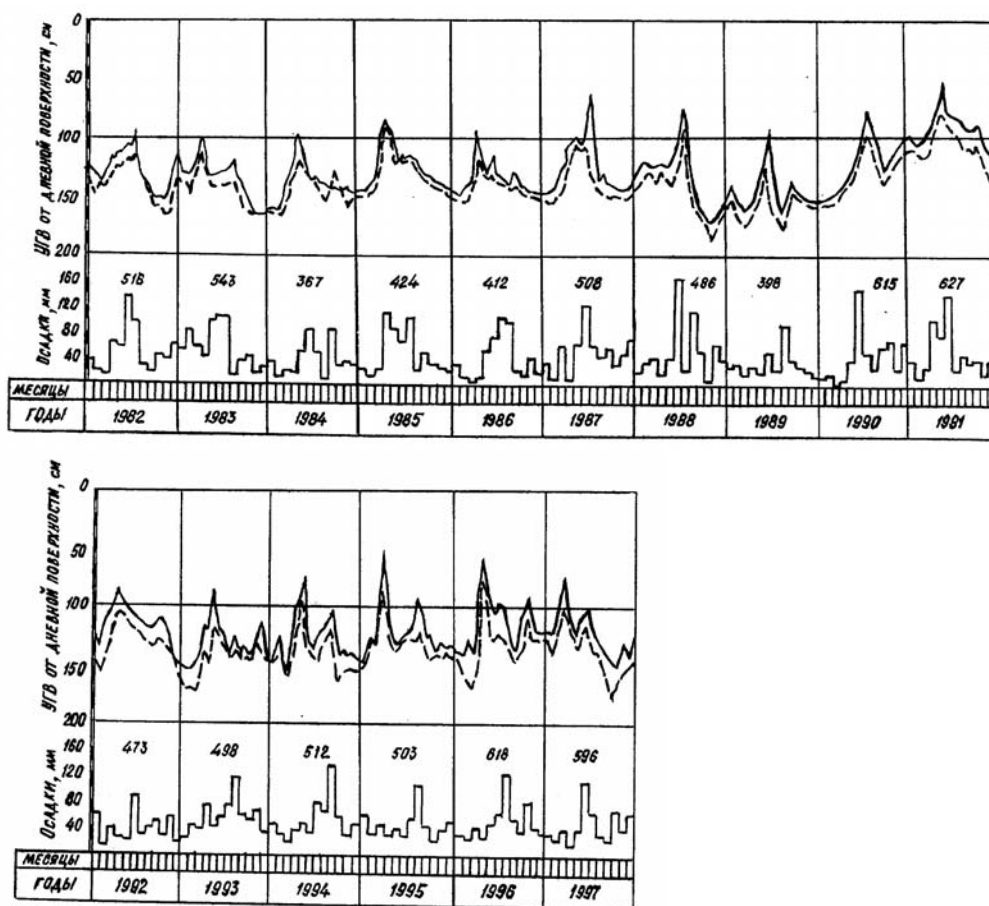


Рис. 1. Колебания УГВ на мелиоративной системе «Средняя Морочь»

Величина сезонных и годовых амплитуд колебания уровней грунтовых вод зависит, прежде всего, от мощности зоны аэрации и, в меньшей степени, от геоморфологической принадлежности участка. Зимний спад уровня происходит с января по февраль включительно, прерываемый локальными повышениями с очень незначительными амплитудами до 0,3 м. Продолжительность зимнего спада 25-50 дней.

Начало весеннего подъема приходится на конец февраля начало марта. Максимум весеннего подъема – с 30 марта по 10 апреля. Следующий за весенним подъемом – летний спад уровней – начинается в основном во второй половине апреля и продолжается до конца периода наблюдений. Амплитуда летнего спада колеблется от 0,36 м до 1,53 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали исследования (объект «Средняя Морочь»), снижение УГВ на прилегающих землях на расстоянии 1427 м от границы мелиоративной системы составило, в среднем, 21 см. Приведенные данные по снижению уровней грунтовых вод под влиянием осушения, хорошо согласуются с данными других авто-

ров, полученными ими в условиях Украинского Полесья [6, 7] и при исследованиях на Мещерской низменности [8].

На рис. 2 установленные нами значения величин снижения УГВ сопоставлены с данными других авторов. Установленные разными исследователями точки размещены в пределах одной зоны, ограниченной двумя кривыми. Большой разброс точек от средних значений вполне объясним различием в геолого-гидрогеологических условиях осушаемых массивов.

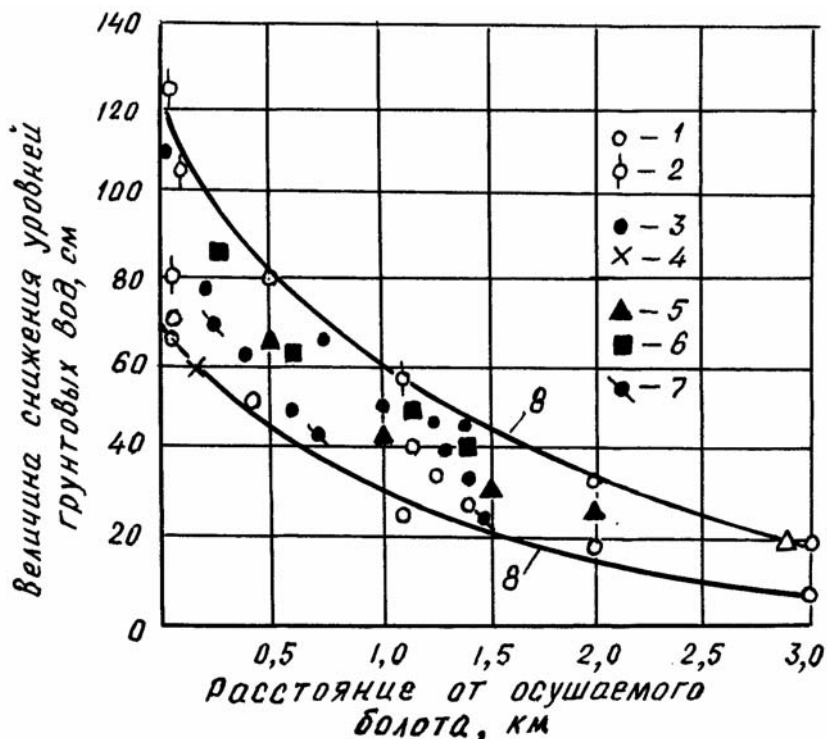


Рис. 2. Связь величины понижения уровней грунтовых вод на прилегающих к осушительным системам землях с расстояниями от осушаемых болот по данным различных авторов:

1 – Б. С. Маслов, начало и первая половина вегетационного периода; 2 – Б. С. Маслов, конец вегетационного периода; 3 – А. Г. Булавко и К. Ф. Янковский; 4 – Ш. И. Брусиловский; 5 – А. П. Лавров и др. (болото Лунинецкое); 6 – В. В. Дрозд; 7 – К. К. Жибуртович; 8 – предельные

Наблюдения за уровнями грунтовых вод первоначально проводились Полесской гидрогеолого-мелиоративной экспедицией (Оресская, а с 1980 г. – Солигорская партии). Окончательное осушение массива «Средняя Морочь» произведено в 1977-1978 гг.

Нами были проанализированы колебания УГВ по скважине (Полесская экспедиция), расположенной на расстоянии 1427 м от границы болотного массива «Средняя Морочь», и отмечены максимальные и минимальные отметки УГВ до осушения (1973-1976 гг.) и после осушения с 1979 по 1983 годы (рис. 3).

Положение уровней грунтовых вод в пределах болота (объект «Средняя Морочь») изменялось в летний период (май-сентябрь) в пределах 0-40 см до осу-

шения и 50-160 см после осушения. Максимальная глубина залегания уровней наблюдалась в конце и в середине лета, минимальная – в начале вегетационного периода.

Полученные данные позволили разработать вероятностно-стахостическую модель влияния мелиоративных систем на урочный режим смежных территорий. Модель разработана на основе метода Монте-Карло [9, 10]. Граница болотного массива изображена вертикальной прямой I-I (рис. 3). Прямая II-II проходит по скважине, отстоящей на расстоянии 1427 м от границы болотного массива. Вертикаль I-I разделена на пять участков 0-1, 0-1¹, 1¹-2, 2-3, 3-4, 4-5. Участок 0-1 представляет собой интервал колебаний УГВ на болоте до осушения. Участок 0-1¹ – осадка и сработка торфяной залежи за исследуемый период. Участок 1¹-2 представляет почвенный горизонт, в котором располагается корневая система сельскохозяйственных культур и УГВ стоят ниже этого горизонта. Участок 2-3 – слой водоносного грунта, который (при подъеме и опускании) проходит УГВ, а максимальный и минимальный уровни фиксируются на участках 2-3 и 4-5. Поскольку речь идет о прогнозе УГВ, то отметки максимального его положения (при подъеме) и минимального (при понижении) рассматриваются как случайные числа.

На вертикали II-II выделено два участка 6-7 и 6¹-7¹, внутри которых зафиксированы положения среднегодового УГВ в наблюдаемой скважине до осушения (6-7) и после осушения (6¹-7¹) в соответствии с отмеченными наиболее низким и наиболее высоким уровнями. Отметки УГВ на участках 6-7 и 6¹-7¹ рассматриваются как случайные числа при выборке их из многолетних данных.

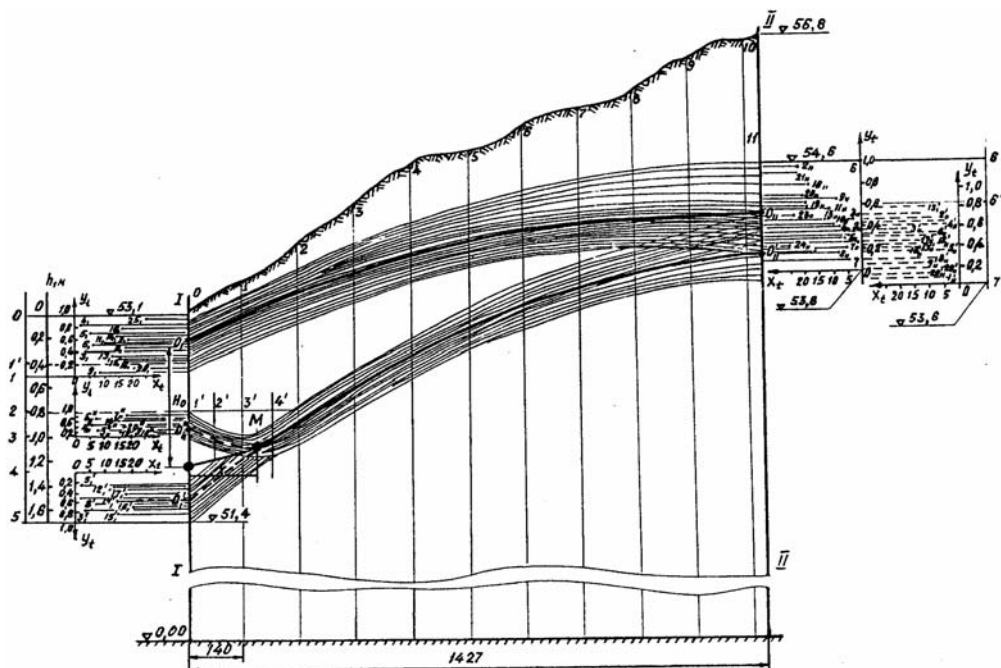


Рис. 3. Многолетние кривые депрессии уровней грунтовых вод

По оси абсцисс Xt отложены периоды наблюдений в годах (t), на оси ординат – среднегодовые колебания УГВ на участках 0-1, 2-3, 4-5, 6-7 и 6¹-7¹. Распреде-

ние случайных величин соответствует нормальному закону распределения, поскольку более вероятная отметка УГВ находится на середине участков 0-1; 2-3; 4-5; 6-7; 6¹-7¹ и равновозможны отметки как выше, так и ниже средней. Далее выписывается 21 случайное двузначное число (по числу рассматриваемых лет), и перед каждым числом ставится нуль целых. Случайные числа для нормального закона распределения выписываются из специальных таблиц [11] или генерируются на ЭВМ. Полученные таким образом отметки уровней грунтовых вод всех участков перенесены (спроектированы) на вертикали I-I и II-II. Начальный (исходный) уровень, от которого произведен расчет снижения УГВ на прилегающих землях, соответствует среднемноголетнему УГВ на осушенном болоте (точка O_1 в сечении I-I и точка O_{11} в сечении II-II).

От начального произошло понижение УГВ до отметки O_1^{11} . Эта точка соединена с проекцией точки O_{11}^{11} на вертикаль II-II (сечение 6¹-7¹). Затем на болоте происходит поднятие УГВ до отметки O_{11}^{11} в сечении 2-3 и т. д. При поднятии УГВ на болоте фильтрация направлена в сторону прилегающих земель. Проекция точки O_{11}^{11} на вертикаль I-I соединена кривой депрессии с кривой $O_1 - O_{11}$. Аналогично строится множество возможных кривых депрессии.

Ежегодные колебания УГВ на осушенном болоте происходят значительно быстрее, чем на прилегающих землях, в результате действия мелиоративной сети. Кривая депрессии, отражающая годовой цикл колебания УГВ, в таком случае приобретает сложное очертание с точкой перегиба на некотором удалении от болота. В наших исследованиях это расстояние составило 148 м. Это обусловлено также и тем, что инфильтрация влаги до УГВ на осушенном болоте и прилегающих землях не адекватна из-за различия слагаемых почв, зон аэрации, растительности и других условий. Кривые депрессии в сторону болота построены по ординатам, вычисленным по формулам установившегося движения грунтовых вод [12]:

$$H_x = \sqrt{H_1^2 + \frac{H_2^2 - H_1^2}{L_{1-11}} X + \frac{\varepsilon_0}{K} (L_{1-11} - X) X}, \quad (4)$$

Для расчета кривых депрессии расстояние от вертикали I-I до вертикали II-II разбито на ряд сечений (0, 1, 2, ..., 10). Время, в течение которого происходит снижение УГВ на осушенном болоте, взято средним статистическим. Продолжительность снижения УГВ от отметок на участке 2-3 до отметки (существующего года) на участке 4-5 составило 45 суток. При таком понижении УГВ положение кривой депрессии рассчитано по формулам неуставившегося движения [13]:

$$\bar{Z} = 1 - T(\tau, x) \quad (5)$$

Для расчета кривых депрессии от болота в сторону прилегающих территорий расстояние от болота L_{1-11} разбито на сечения 11, 21, 31, 41. Точки пересечения кривых соединены плавной линией. Все кривые в совокупности рассматриваются как случайная функция [14]. Для этой функции в сечениях вычислена средняя арифметическая величина и несмещенная оценка. Определено также среднеквадратическое отклонение. По расчетным ординатам строится среднемноголетняя кривая депрессии (рис. 3). Кривая имеет точку минимума, отстоящую на расстоянии X от болота. Существование перегиба с точкой минимума на многолетней кривой депрессии подтверждается исследованиями Ш.И. Брусиловского

[6] (рис. 4), Е. Д. Орлова [15, 16], Н. А. Красильникова [17] и др. Очевидно, что точка минимума и должна считаться начальной для построения кривой депрессии снижения УГВ на прилегающих землях.

При наличии нагорно-ловчего канала определение начальной точки для построения кривой депрессии снижения УГВ на прилегающих территориях имеет несколько другой подход в отличие от систем, не имеющих ловчих каналов. При отсутствии подпорных сооружений на нагорно-ловчем канале поводковые и ливневые воды сходят, и поступление воды в канал идет только за счет фильтрации грунтовых вод. Если уровень воды не поднимается от выпадающих осадков, то в канале наблюдается незначительный слой воды. Фиксированного, сплошного уровня в канале нет. Фильтрация воды в канал не прекращается, но расход уменьшается со временем, никогда не достигая нулевых значений.

Определить дальность действия ловчего канала можно, например, по формуле С. Ф. Аверьянова [13], однако, как и по формулам других авторов, для расчета необходимо указать фиксированный уровень воды в нагорно-ловчем канале. На практике же имеет место колебание уровней воды. Границы колебания уровней в канале определяются гидрографом уровней воды.

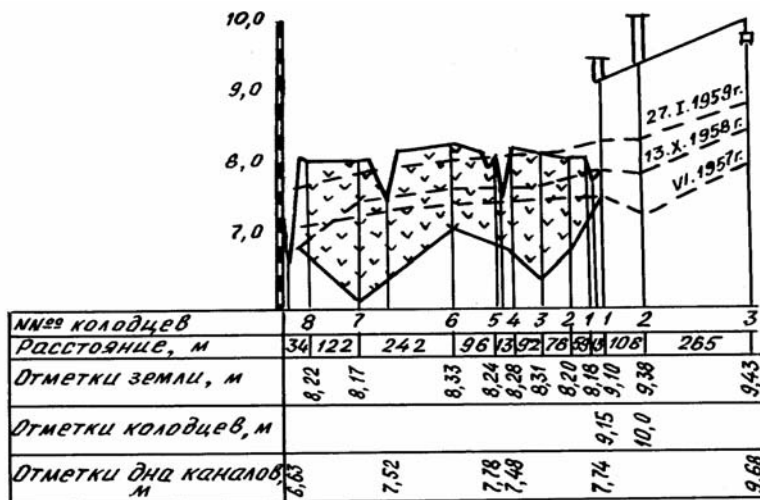


Рис. 4. Продольный профиль по оси наблюдательных колодцев на Яриновской осушительной системе (по Ш.И. Брусиловскому) [6]

Ординаты кривой депрессии соответствующие глубине воды в канале вычисляются по формулам [10, 13]:

$$S = S_0 \operatorname{erfc}(\lambda), \quad (6)$$

где S_0 – понижение УГВ от первоначального, м;

$\operatorname{erfc}(\lambda)$ – функция, значения которой следует находить по таблицам приложений 1 и 2 [10] в зависимости от величины λ .

$$\lambda = \frac{X}{2\sqrt{at}}, \quad (7)$$

где X – расстояние от канала в сторону прилегающей территории, м;

a – коэффициент уровнепроводности;

$$a = \frac{Kh}{\mu}, \quad (8)$$

где K – коэффициент фильтрации грунта, м/сут.;
 μ – коэффициент водоотдачи грунта, дол. ед;
 h – глубина водоупора, м;
 t – время понижения уровня воды в канале, начиная от наивысшего уровня, сут.

Таким же образом, используя формулы (6, 7, 8), можно построить кривую депрессии, соответствующую критической глубине воды в канале – нижнему предельному положению (расход воды формируется только за счет фильтрационных вод). Верхняя предельная граница определяется в зависимости от гидрографа уровней воды в нагорно-ловчем канале. Наиболее часто гидрограф уровней воды в нагорно-ловчем канале имеет два пика: весенний и осенний подъемы на проектную отметку заполнения канала. Тогда, воспользовавшись формулами (7, 8), можно построить кривую депрессии на прилегающей территории для предельного верхнего положения, определяемого отрезком времени между двумя пиками.

Как показали результаты исследований [13], на форму кривой депрессии большое влияние оказывает скорость подъема воды в канале, реке. При малых скоростях подъема уровня, грунтовые воды могут фильтроваться в канал, реку и питать их, при этом кривая депрессии повышается. При большой скорости подъема уровня появляется обратный уклон кривой депрессии, то есть река или ловчий канал питает грунтовые воды. Существует промежуточная скорость подъема уровня (критическая), при которой ни канал, ни река не питает грунтовые воды, и грунтовые воды не поступают в реку или канал.

При наступлении второго пика в сторону прилегающих земель будет идти фильтрация, при этом вся кривая депрессии переместится вверх. По формулам, приведенным в [5, 9], имея данные о времени стояния уровня воды на некоторой отметке, строится кривая подпора в сторону прилегающей территории. С прекращением поверхностного стока в канал уровень воды в нем падает, одновременно начинает подступать фильтрационная вода, и образуется бугор растекания. Поскольку наинизшим положением мы считаем положение кривой депрессии перед началом второго подъема, то в последующее время она не может опуститься до наинизшего. Следовательно, дальнейшее перемещение кривой депрессии будет наблюдаться выше наинизшего.

При достаточно частом повторении промежуточных подъемов растекание бугров грунтовых вод будет способствовать некоторому постоянному превышению положения кривой депрессии над наинизшим уровнем. Из этого следует, что кривая депрессии у канала будет иметь затухающие бугры растекания в виде некоторой волнистой линии. Бугры растекания создают подпор фильтрующейся в канале воде. Однако установить очертание кривой депрессии в пределах определенного расстояния не представляется возможным из-за многообразия гидрографов уровней для одного и того же канала в различные годы. Как показали наши исследования, более надежным методом определения положения многолетней кривой депрессии (III), будет среднее значение нижнего предельного положения (VI) и верхнего предельного положения (VII) (рис. 5).

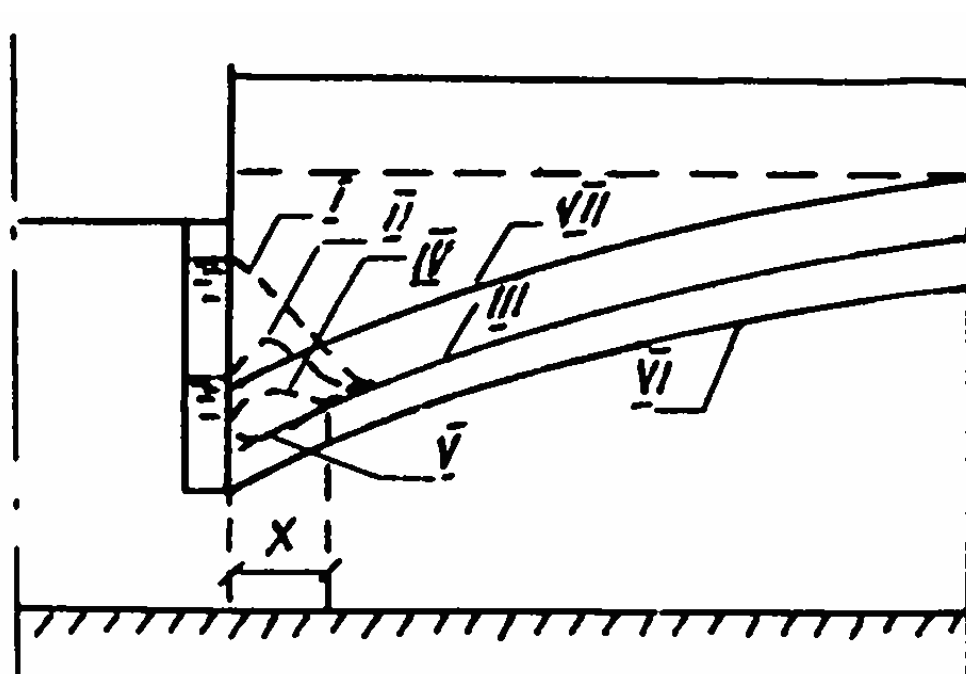


Рис. 5. Гидрограф колебаний уровней в канале
 I – максимальный пик; II, IV, V – промежуточные пики;
 III – многолетняя кривая депрессии;
 VI – понижение предельного положения кривой депрессии;
 VII – верхнее предельное положение депрессии

ВЫВОДЫ

Для оценки суммарного эффекта влияния мелиорации на прилегающие территории необходимы сведения о пространственном распределении зон влияния. Такие материалы получены в результате натуральных наблюдений за глубиной залегания грунтовых вод за периоды до и после осушения на мелиорированном и естественном водосборах (объект «Верховье р. Ясельды») [18]. Представляется целесообразным увязывать фактическую величину понижения УГВ на смежных площадях с исходным их положением для того, чтобы определить границы зон положительного, отрицательного и нейтрального влияния сниженного УГВ на продуктивность угодий.

Исследования показали, что до проведения мелиоративных работ 7,4-9,8% прилегающих к болотам территорий были переувлажнены [18]. За счет краевого эффекта осушения их водный режим изменился в благоприятную сторону без дополнительных материальных затрат увеличились площади земель с уровнями грунтовых вод от 1,1 до 2,0 м, в разряд которых перешли и ранее переувлажненные участки. В зависимости от физико-географических условий, зоны положительного и отрицательного влияния мелиорации могут достигать соответственно до 26,1 и 22,3% прилегающей территории [18]. Однако во всех случаях наибольший удельный вес падает на земли, не изменяющие своего водного режима. К ним относятся участки, УГВ которых до осушения находился на глубине более 2 м от поверхности.

В практике сельскохозяйственного производства представляется важным определение реакции возделываемых культур на изменение водного режима. Проведенные специальные исследования различными методами (лизиметрические, полевые опыты, производственные посевы) показали, что в целом суммарный эффект влияния осушения на прилегающие земли с учетом зон положительного, отрицательного и нейтрального его проявления складывается положительным (рис. 6) [18,19]. Имеющиеся отрицательные последствия чаще всего перекрываются положительным эффектом. Отмечено, что во влажные годы в целом по прилегающим территориям, подверженным влиянию мелиорации, урожай полевых культур заметно выше, чем на суходольных землях.

Таким образом, возможное влияние осушения болот в зоне Белорусского Полесья на водный режим и продуктивность прилегающих территорий сельскохозяйственного назначения не приводит к суммарному отрицательному эффекту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бовтрамович, Ф.Б. Продолжительность понижения уровня грунтовых вод осушительной системой на прилегающей территории / Ф.Б. Бовтрамович // Мелиорация и водное хозяйство. – 1986. – № 5. – С. 23-25.
2. Методические рекомендации по определению размеров зоны влияния мелиоративных систем на уровень грунтовых вод прилегающих земель / А.Г. Булавко [и др.]; под ред. А.Г. Булавко. – Минск: ЦНИИКИВР, 1977. – 30 с.
3. Минаев, И. В. Прогноз уровней грунтовых вод вблизи осушительных систем / И.В. Минаев, К.К. Жибуртович // Мелиорация и водное хозяйство. – 1981. – Сер. 2. – № 5 – С. 10-17.
4. Жибуртович, К.К. Оценка влияния осушительно-увлажнительных систем на уровеньный режим прилегающих территорий: материалы X Республ. гидрометеор. конф., Вильнюс, 1983. – с. 82-83.
5. Кривецкая, Т.Д. Методы оценки изменения режима грунтовых вод на прилегающих к осушительным системам территориях (в условиях Белорусского Полесья) / Т.Д. Кривецкая // Гидрогеология и инженерная геология Белоруссии. – Минск, 1975. – с. 61-73.
6. Брусиловский, Ш. И. Влияние осушения болот на водный режим прилегающих минеральных земель / Ш.И. Брусиловский // Мелиорация и использование осушенных земель. Т. 14. – Минск: Ураджай, 1966. – с. 123-134.
7. Майборода, В.О. Определение зоны влияния осушительных систем на уровень грунтовых вод прилегающих территорий / В.О. Майборода // Тезисы докладов V Всесоюзного совещания по мелиоративной гидрогеологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению. Ч. 1. – М., 1984. – с. 142-148.
8. Маслов, Б.С. Влияние осушения болот на уровни грунтовых вод прилегающих земель и водопитоки к болотам / Б.С.Маслов, В.К. Седова // Осушение, орошение и освоение земель. Вып. 2. – ВНИИГиМ, 1973. – с. 11-25.
9. Минаев И.В., К методу расчета кривых депрессии на прилегающих к осушенным болотам землях. И.В. Минаев, К.К. Жибуртович // Мелиорация переувлажненных земель. Вып. 30. – Минск: Ураджай, 1982. – с. 60-69.
10. Жибуртович, К.К. Методология расчета водно-воздушного режима мелиорированных и сопредельных земель: монография / К.К. Жибуртович; Институт энергетики АПК НАН Беларуси. – Мн., 2005. – 242 с.

11. Соболев, И.М. Метод Монте-Карло / И.М. Соболев. – М.: Наука, 1968. – 480 с.
12. Силин-Бекчурин, И.М. Динамика подземных вод (с основами гидравлики) / И.М. Силин-Бекчурин. М.: изд. МГУ, 1965. – 380 с.
13. Веригина, Н.Н. Методы фильтрационных расчетов гидромелиоративных систем / под ред. Н.Н. Веригина. – М.: изд. МГУ, 1965 – 356 с.
14. Виленкин, С.Я. Статистическая обработка результатов исследования случайных функций / С.Я. Виленкин. – М.: Энергия, 1979 – 469 с.
15. Орлов, Е.Д. Опыт осушения окраек болот в условиях Вологодской области / Е.Д. Орлов // Осушение и восстановления леса на заболоченных землях Северо-запада.- Л., ЛенНИИЛХ, 1973,. – с. 39-48.
16. Орлов, Е.Д. Типологические основы лесосушения болот / Е.Д.Орлов // Вопросы комплексного изучения болот – Петрозаводск, 1973. – с. 160-164.
17. Красильников, Н.А. Режим грунтовых вод периферийных зон болот / Н.А. Красильников // Межвузовский сб. науч. тр. Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л., 1979. – Вып.8 – с. 90-99.
18. Окулик, Н.В. Оценка влияния осушения болот на водный режим прилегающих земель сельскохозяйственного назначения / Н.В. Окулик // Тезисы докладов V Всесоюзного совещания по мелиоративной гидрогеологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению. Ч. 1. – М., 1984 – с. 166-169.
19. Шведовский, П.В. Усовершенствование способа расчета характеристик влияния осушительных мелиораций на водный режим грунтовых вод прилегающих территорий / П.В. Шведовский. – Брест: Белгипроторф, 1975. – 152 с.

TO A METHOD OF DEFINITION OF EFFICIENCY OF THE EARTHS OF AN AGRICULTURAL PURPOSE ADJOINING TO A DRAINED BOG

K.K. Zhiburtovich, M.M. Zhishevich

Summary

The stochastic model of influence of drainage on a mode of adjacent territories is stated. The estimation of total effect of influence of drainage on efficiency of agricultural crops on the adjoining grounds is given, in view of zones of positive, negative and his neutral display.

Поступила 30 сентября 2009 г.