

СПОСОБЫ НАЗНАЧЕНИЯ СРОКОВ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССИИ

В Белоруссии во все возрастающих масштабах строятся оросительные системы. В процессе эксплуатации этих систем сроки и нормы полива необходимо корректировать с учетом конкретных погодных, почвенных и других условий, характерных для конкретного года и объекта. При этом самым важным является правильное установление сроков полива сельскохозяйственных культур.

Одним из наиболее общепринятых способов является назначение сроков полива по средней влажности расчетного слоя почвы. Однако этот метод весьма трудоемок и не всегда можно применить его не только в производственных, но и в опытных условиях. При этом результаты исследований получаются с опозданием (при весовом способе). В то же время этот наиболее надежный способ назначения сроков полива можно упростить или заменить. Приведем некоторые возможные рекомендации упрощения способов назначения сроков полива сельскохозяйственных культур применительно к условиям Белоруссии.

Назначение сроков полива сельскохозяйственных культур по влажности одного горизонта почвы. На почвах с однородным механическим составом по профилю влажность на глубине 30 и 40 см практически совпадает со средней влажностью расчетного метрового слоя. Для других территорий это наглядно показано многими авторами [1,2].

Нами был проведен также анализ многочисленных данных влажности почвы под некоторыми сельскохозяйственными культурами в условиях Белоруссии. В обработку включались данные о влажности, когда она не опускалась ниже 70% по сравнению с полевой влагоемкостью и не поднималась выше значения полевой влагоемкости. Механический состав почв подбирался также сравнительно однородным по профилю. Кроме этого, были использованы данные о влажности, полученные нами в опытах по орошению картофеля. Анализировались почвы, средние по механическому составу (суглинистые и супесчаные). Результаты расчетов коэффициентов корреляции приведены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между влажностью почвы на глубинах 30, 40, 30—40 см и в слоях 0—50, 0—100 см

| Культура | Количество определений влажности почвы | 0—50 см | | | 0—100 см | | |
|-----------------|----------------------------------------|---------|------|------|----------|------|------|
| | | 30 | 40 | 35 | 30 | 40 | 35 |
| Сахарная свекла | 60 | 0,90 | 0,91 | 0,94 | 0,80 | 0,93 | 0,91 |
| Капуста | 20 | 0,90 | 0,98 | 0,99 | 0,89 | 0,97 | 0,86 |
| Клевер | 60 | 0,97 | 0,95 | 0,98 | 0,87 | 0,86 | 0,83 |
| Картофель | 97 | 0,79 | 0,89 | 0,84 | 0,83 | 0,95 | 0,93 |
| Ячмень | 55 | 0,94 | 0,96 | 0,91 | 0,95 | 0,96 | 0,95 |

Как видно из табл. 1, в большинстве случаев коэффициент корреляции выше 0,90. Минимальное значение коэффициента корреляции 0,79. Лучше всего влажность почвы в слое 0—50 см коррелируется с влажностью на глубине 35 см, а в слое 0—100 см — с влажностью на глубине 40 см, при этом отклонения в 70% случаев не будут превышать 1% от веса сухой почвы, что может привести к ошибке при определении сроков полива в 1—2 суток [2]. Такая точность установления сроков полива вполне устраивает запросы производства.

Таким образом, наши исследования подтверждают возможность установления сроков полива сельскохозяйственных культур в условиях БССР по влажности почвы одного горизонта. Это положение справедливо для минеральных почв с однородными водно-физическими свойствами и механическим составом.

Для торфяных почв Белоруссии, как это показано в работе [3], также можно определять влажность отдельных слоев по известной влажности в одном горизонте.

Приведенные соображения представляют практический интерес и в связи с тем, что в настоящее время серийно выпускается простой прибор для измерения влажности почвы "Днестр-1", который позволяет производить замеры в одной точке до глубины 0,4 м.

Назначение сроков полива сельскохозяйственных культур на основании расчетов влагозапасов почвы. Назначение сроков полива по влажности является наиболее надежным способом. Однако этот метод определения влажности довольно громоздок и трудоемок. В связи с этим были предложены методы расчета и прогнозирования запасов

почвенной влаги по эмпирическим уравнениям связи, полученным в результате статистической обработки массовых сопряженных наблюдений за влажностью почвы, метеорологическими элементами и состоянием растений. Эти же уравнения связи рекомендуются некоторыми исследователями [4--7] и для установления сроков полива сельскохозяйственных культур. Однако полученные уравнения регрессии могут быть применены лишь в тех почвенно-климатических зонах, где они устанавливались.

В связи с этим нами была предпринята попытка получения уравнений связи запасов почвенной влаги с основными метеорологическими данными для картофеля и клевера в условиях Белоруссии. Для других культур, которые у нас нуждаются больше всего в орошении, таких уравнений получить не удалось ввиду отсутствия данных о наблюдаемых значениях влажности почвы.

Общий вид уравнений следующий:

$$W_k = a W_n + bP + ct + d, \quad (1)$$

где W_k , W_n — запасы влаги в расчетном слое почвы на конец и начало декады, мм; P — сумма осадков за декаду мм; t — среднесуточная за декаду температура воздуха, °C; a , b , c , d — числовые параметры.

Для установления связи наиболее важных факторов была предпринята попытка искать зависимость W_k с другими переменными (совместно с указанными выше): K — среднедекадный дефицит влажности воздуха, количество дней с осадками, число дней без осадков в конце декады и т.д. Однако, как показали расчеты, дальнейшее увеличение числа переменных не привело к существенному уменьшению среднеквадратической ошибки уравнения регрессии. Незначительно повысилась точность и в случае нелинейного характера связи, что подтверждается в работе [4].

Результаты расчетов по фазам развития параметров a , b , c , d и оценка их точности для картофеля приведены в работе [8], а для трав — в табл. 2.

Достаточно высокие коэффициенты корреляции и незначительные ошибки уравнений регрессии позволяют рекомендовать полученные уравнения для практического использования, в том числе и для назначения сроков полива путем последовательного расчета режима влагозапасов и их сравнения с оптимальными. Достаточно убедительно возможность применения подоб-

Таблица 2. Значение параметров а, b, c, d в уравнении (1)

| Культура | Фазы развития | Слой почвы, см | Число случаев | Пара- | |
|----------|----------------------------------------|----------------|---------------|-------|------|
| | | | | а | б |
| Клевер | Возобновление вегетации -- первый укос | 0-50 | 75 | 0,90 | 0,96 |
| | Первый укос -- второй укос | 0-50 | 68 | 0,44 | 1,46 |

Таблица 3. Значения биологических коэффициентов водопот-

| Культура | Декады | | | | | |
|------------------------------------------------------------|--------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Овощи (капуста), начиная от посадки | 0,44 | 0,50 | 0,57 | 0,63 | 0,70 | 0,74 |
| Картофель, начиная от всходов | 0,38 | 0,42 | 0,49 | 0,58 | 0,65 | 0,64 |
| Травы (клевер), начиная от периода возобновления вегетации | 0,22 | 0,28 | 0,36 | 0,45 | 0,55 | 0,59 |

ного рода уравнений расчета влагозапасов, полученных для соответствующих почвенно-климатических условий, показана также в работах [4-7].

Полученные уравнения являются эмпирическими, поэтому не могут рассматриваться как воднобалансовые. В целом они характерны для почв среднего механического состава (супесчаных и суглинистых).

Биоклиматический метод. В основу положен известный биоклиматический метод С.М. Алпатьева, нашедший широкое распространение как у нас в стране, так и за рубежом. Этот метод уже применен при проектировании орошения в Европейской части СССР на площади более 4000 тыс. га. Согласно этой методике, водопотребление за определенный период рассчитывается по формуле

$$E = k \sum d, \quad (2)$$

| метры | | Коэффициент корреляции и его ошибка | Ошибка уравнения регрессии, мм | Пределы применения уравнений, мм |
|-------|-------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| с | d | | | |
| -0,32 | -7,79 | 0,93±0,015 | ± 6,9 | 20-160 |
| -2,07 | 47,33 | 0,78±0,045 | ±14,2 | 10-130 |

ребления для условий Белоруссии

| ребления для условий Белоруссии | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 0,72 | 0,67 | 0,61 | 0,57 | 0,52 | 0,49 | - |
| 0,58 | 0,50 | 0,43 | - | - | - | - |
| 0,44 | 0,40 | 0,45 | 0,48 | 0,52 | 0,55 | 0,56 |

где k — биологический коэффициент водопотребления за расчетный период, изменяющийся в онтогенезе по характерной для каждого вида растений кривой, мм/мб; $\sum d$ — сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за рассматриваемый период, мб.

Для минеральных почв БССР нами были получены биологические коэффициенты водопотребления овощей, картофеля и трав, которые и рекомендуются для использования (табл. 3). Методика получения этих коэффициентов изложена в работе [9].

Расчеты по биоклиматическому методу выполняются на основе уравнения водного баланса, имеющего вид:

$$W_k = W_H + m + P - \Delta P - k_1 E, \quad (3)$$

где W_k , W_H — полезные запасы влаги, мм, в конце и начале декады. В начале расчетного периода W_H определяется

непосредственно один раз в поле. В дальнейшем W_n принимается равным W_k за предыдущую декаду; m — поливная норма, если за расчетный период производился полив, мм; P — осадки, выпавшие за расчетный период, мм; ΔP — сброс избытка осадков, мм, над полевой влагоемкостью расчетного слоя, определяемый из равенства $\Delta P = W + P - E - W_{п.в.}$ в котором $W_{п.в.}$ — влагозапасы в расчетном слое при полевой влагоемкости; k_1 — коэффициент, учитывающий капиллярный приток и изъятие корнями растений влаги из горизонтов, подстилающих расчетный слой почвы; для условий глубокого залегания грунтовых вод в первую четверть вегетации k_1 принимают равным 1,0, во вторую — 0,95, в третью — 0,90 и в последнюю четверть — 0,85 [10]; E — водопотребление рассматриваемой культуры за расчетный период, определяемое по формуле (2), мм.

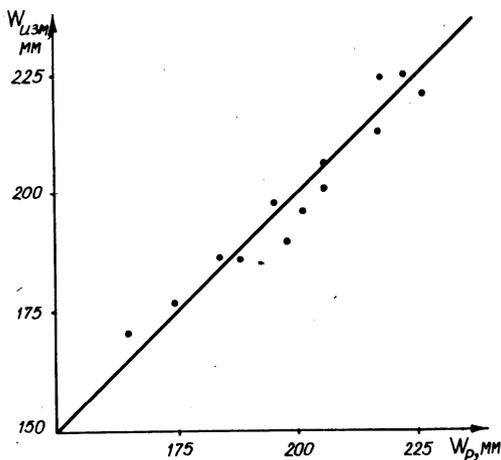
Полив следует назначать тогда, когда полезные влагозапасы согласно расчету будут составлять величину менее 5 мм, что составляет $50 \text{ м}^3/\text{га}$.

Для назначения сроков полива по биоклиматическому методу (формулы (2) и (3)) необходимо производить систематические наблюдения за осадками и дефицитом влажности воздуха, а также знать биологические коэффициенты водопотребления культуры, характерные для данных почвенно-климатических условий.

Нами проводилась экспериментальная проверка биоклиматического метода в полевых условиях (в ордене Ленина колхозе "Рассвет" им. К.П. Орловского Могилевской области). Почвы участка дерновоподзолистые среднесуглинистые. На опытном участке выращивалась среднепоздняя капуста. Велись наблюдения за осадками, температурой и дефицитом влажности воздуха. В одном из вариантов проводились наблюдения за влажностью почвы весовым методом (методика общепринятая) с целью назначения сроков полива капусты, а на другом осуществлялся расчет режима влагозапасов по описанному биоклиматическому методу. При этом необходимо отметить, что в целом метеорологические условия вегетационного периода 1973 г. были благоприятны и полив не потребовался, влагозапасы не опускались ниже 75% от предельной полевой влагоемкости, за исключением посадочного. Это положение подтвердилось для обоих вариантов, т.е. там, где влажность почвы рассчитывалась, и там, где она измерялась.

На рис. 1 приводятся результаты сравнения измеренных и рассчитанных общих влагозапасов в метровом слое почвы за вегетационный период при выращивании капусты.

Рис. 1. Сравнение измеренных ($W_{изм}$) и рассчитанных ($W_{и}$) влагозапасов метрового слоя почвы.



Приведенная характеристика, а также значительная апробированность метода в других почвенно-климатических условиях [10] позволяет рассматривать его как наиболее надежный и практически приемлемый способ назначения сроков полива. При этом, как показано в работах [9, 11], расчет водопотребления и дефицита водного баланса по этому методу соответствует урожайности примерно на уровне государственных сортоиспытательных участков.

В дальнейшем предполагается продолжить экспериментальную проверку приведенных способов назначения сроков полива, в результате которой возможно некоторое уточнение отдельных положений. Это касается, например, установления нижнего предела оптимальных влагозапасов, соответствующих наиболее высоким урожаям сельскохозяйственных культур, уточнения коэффициентов влагообмена с ниже расположенными слоями и использования осадков и т.д. Однако уже на данном этапе разработки в условиях большого строительства оросительных систем в Белоруссии эти методы могут быть рекомендованы для практического использования.

Л и т е р а т у р а

1. Горянский М.М. Диагностика сроков полива культур по влажности почвы на глубине 30—40 см. — "Вестник сельскохозяйственной науки", 1968, №9.
2. Филиппов Л.А. Опреде-

ление сроков полива по влажности одного горизонта почвы. — "Почвоведение", 1959, № 7. 3. Михальцевич А.И., Терехов Л.Н. Приближенное определение влажности корнеобитаемого слоя. — "Мелиорация и водное хозяйство", 1973, №9. 4. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага. Л., 1973. 5. Клещенко А.Д. Уточнение методики расчета влагозапасов на посевах пропашных культур. — "Труды института экспериментальной метеорологии", 1969, вып. 8. 6. Мастинская С.Б., Методика составления агрометеорологического прогноза сроков и норм полива яровой пшеницы. — В сб.: Методические указания по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических прогнозов. Л., 1957. 7. Мещанинова Н.Б. Учет агрометеорологических условий при расчете оптимальных режимов орошения зерновых культур. Л., 1969. 8. Голченко М.Г., Стельмах Е.А. О расчете и прогнозировании запасов продуктивной влаги под картофелем. — "Сб. науч. трудов БСХА", 1971, т. 81. 9. Голченко М.Г. Определение водопотребления и норм орошения некоторых сельскохозяйственных культур в условиях Белоруссии. — "Сб. науч. трудов БСХА", т. 81. 10. Алпатьев С.М. Формирование поливного режима сельскохозяйственных культур на основе оперативного учета суммарного испарения. — В сб.: Водное хозяйство. Вып. 4 Киев, 1966. 11. Стельмах Е.А., Голченко М.Г. Влияние погодных условий на урожайность картофеля. "Труды БСХА", 1973, т. 105.

Е.М. Левкевич, В.Н. Юхновец

ДЛИНА И ПЕРИОД ВЕТРОВЫХ ВОЛН НА МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

При определении волновых воздействий на гидротехнические сооружения и берега необходимы данные о высоте волны (h), ее длине (λ) и периоде (τ). Для нахождения параметров ветровых волн известно большое количество формул и методик.

Необходимо отметить, что все они разработаны по данным для условий морей и крупных водохранилищ. В связи с этим встает необходимость проверки возможности применения существующих методик для условий небольших водохранилищ, где волнение имеет некоторые особенности [1,2].