

## Определение оросительной нормы при поливе по бороздам

С.А. Апальков<sup>1</sup>, А.Ф. Апальков<sup>2</sup>, С.Г. Курень<sup>2</sup>, Ю.В.Марченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИМИ им. А.К. Кортунова Донской ГАУ, г. Новочеркасск,

<sup>2</sup>Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

**Аннотация:** В статье приведены расчеты оросительной нормы, которую необходимо строго соблюдать для экономного расходования воды при поливе по бороздам. Применение перфорированного пленочного полиэтиленового экрана обеспечит необходимую влагоемкость в течение всего сезона. Стабилизация режима орошения обеспечит получение высоких урожаев при соблюдении требований закона об охране окружающей среды. Предложены наиболее эффективные агротехнические условия и даны рекомендации.

**Ключевые слова:** аэрация, орошение, вегетация, оросительная норма, перфорированное полиэтиленовое покрытие, переувлажнение, лужеобразование, влагосодержание, откосы, капилляры, объем воды, борозда.

При поливе сельскохозяйственных культур наблюдаются большие потери оросительной воды, что приводит к негативным последствиям в зоне орошаемого земледелия. Это не только экономические убытки, но и возникающие экологические проблемы с перекосами в применении агрохимии, что наносит непоправимый ущерб природе и здоровью населения [1-3]. Актуальность данной темы подтверждается и тем, что она является одной из составляющих комплекса мер государства по обеспечению граждан страны высококачественным и безопасным продовольствием [4].

Целью данного исследования является разработка агротехнических мероприятий по поддержанию постоянной почвенной влаги в течение всего вегетационного периода с экономным расходованием поливной воды и рациональным применением агрохимических мер.

Оросительная норма — (или дефицит водообеспеченности) это количество воды определенного качества, которое необходимо подать за весь оросительный период на 1 га орошаемой площади дополнительно к естественным запасам ее в почве, чтобы получить запланированную урожайность в конкретных природно-климатических условиях.

Оросительную норму обычно определяют по формуле [5]:

$$J_{n,nt} = d_{wb} + V_{et}$$

где  $J_{n,nt}$  – оросительная норма нетто, м<sup>3</sup>/га;

$d_{wb}$  – дефицит влаги в водном балансе, мм;

$V_{et}$  – технические потери воды на орошаемом поле в результате инфильтрации ниже расчетного слоя, сброса воды за пределы поля, испарения в процессе полива.

Дефицит влаги в водном балансе (мм) рассчитывается по зависимости

$$d_{wb} = ET_{crop} - p_e - (V_{st} - V_{end}) - V_{q.ds}$$

где  $ET_{crop}$  – суммарное водопотребление культуры за расчетный период, м<sup>3</sup>/га;

$p_e$  – эффективные атмосферные осадки за расчетный период заданной обеспеченности, м<sup>3</sup>/га;

$V_{st}, V_{end}$  – соответственно запас влаги на начало и конец вегетационного периода, м<sup>3</sup>/га;

$V_{q.ds}$  – объем воды, используемый растениями из грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, оросительную норму, где учитываются все элементы водного баланса можно записать в виде

$$d_{wb} = ET_{crop} - p_e - (V_{st} - V_{end}) - V_{q.ds} + V_{et}$$

Следовательно, для расчета величины оросительной (нетто) нормы, необходимо знать запас влаги на начало и конец вегетационного периода (м<sup>3</sup>/га), полезно используемые осадки (м<sup>3</sup>/га), подпитывание грунтовых вод и определить величину суммарного водопотребления культур (м<sup>3</sup>/га),  $ET_{crop}$ .

Суммарное водопотребление определяется многими методами [6-7].  
Рассмотрим основные из них.

I. Метод водного баланса ( $m^3/га$ )

$$ET_{crop} = p_e + (V_{st} - V_{end}) + V_{q.ds} + J_{n,nt},$$

II. Метод теплового баланса. Определяется радиационный баланс

$$R = LET_{crop} + B + T,$$

где  $R$  – радиационный баланс, ккал/га;

$L$  – скрытая теплота испарения,  $m^3$ ;

$B$  – количество тепла, идущего на нагрев почвы, ккал/га; Дж/га;

$T$  – турбулентный поток тепла, Дж/га, ккал/га.

$$ET_{crop} = \frac{1}{L}(R - B - T)$$

III. Полуэмпирические методы (опытные)

1. Метод И.А. Шарова. Определяется суммарное водопотребление по следующей зависимости ( $m^3/га$ )

$$ET_{crop} = e \sum t,$$

где  $e$  – модуль испарения, приходящий на 1 градус тепла,  $m^3/гр.$ ;

$\sum t$  – сумма среднесуточных температур воздуха за вегетационный период,  $^{\circ}C$ .

2. Метод А.М. Алпатьева

$$ET_{crop} = K \sum d,$$

где  $K$  – коэффициент биологической кривой, расчетной;

$\sum d$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчетный период, мм.

3. Метод А.Н. Костякова, основанный на знании коэффициента водопотребления

$$ET_{crop} = K_v \cdot Y,$$

где  $K_v$  – коэффициент водопотребления, м<sup>3</sup>/га;

$Y$  – плановая урожайность основной продукции, т/га.

В наших условиях суммарное водопотребление будет определено по формуле А.Н. Костякова. Если запасы влаги на начало и конец вегетационного периода неизвестны, то величину оросительной нормы можно определить по зависимости [7]:

$$J_{n,nt} = ET_{crop} - \mu_1 P_1 - \mu_2 P_2 - \mu_3 P_3 - V_{q.ds},$$

где  $\mu_1 P_1; \mu_2 P_2; \mu_3 P_3$  – полезно используемые осадки заданной обеспеченности за вегетационный, невегетационный тепловой и невегетационный холодный периоды, м<sup>3</sup>/га.

Для разработки полива по проточным бороздам необходимо провести следующие расчеты. К элементам техники полива относятся:  $Dir$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;  $i$  – продольный уклон;  $l_f$  – длина поливной борозды, м;  $q_f$  – расход борозды, м<sup>3</sup>/с;  $t$  – время добегания, час;  $K_0$  – скорость впитывания, м/ч;  $a$  – коэффициент, учитывающий затухание скорости впитывания. Имея эти параметры и используя формулы гидравлики для установившегося процесса движения воды, можно определить расход борозды ( $q_f$ ), длину борозды ( $l_f$ ), продолжительность подачи в борозду ( $t$ ).

В соответствии с расчетом, задаваясь поливной нормой ( $Dir$ ), можно найти длину борозды, объем воды, поглощаемый почвой и время полива.

Для определения длины борозды можно воспользоваться формулой

$$l_f = \frac{10000 \cdot q_f \cdot t}{Dir \cdot a},$$

где  $q_f$  – расход борозды, м<sup>3</sup>/с;

$t$  – продолжительность подачи воды в борозду, с.

По уравнению А.Н. Костякова определяется объем воды, подаваемой в борозду при поливе без сброса: это уравнение учитывает объем воды, который поглощается почвой [6]:

$$V_1 = \frac{Dir \cdot a \cdot l_f}{10000} = w_{cp} \cdot \beta \cdot t,$$

где  $w_{cp}$  – средняя скорость впитывания, м/ч;

$\beta$  – активный смоченный периметр.

$$\beta = v \cdot d_f \sqrt{1 + m^2},$$

где  $v$  – коэффициент, учитывающий боковое поглощение почвы в откосы борозды капиллярным путем (принимается в зависимости от состава почв: для тяжелых почв  $v = 2,5$ ; средних – 2,0; легких – 1,5).

$$V_1 = w_{cp} \cdot \beta \cdot t^{1-a}$$

Время, в течение которого продолжается подача воды в борозду, определяется по формуле:

$$t = \left( \frac{Dir \cdot a}{10000 \cdot w_o \cdot \beta} \right)^{1/1-a}$$

Приведенная методика определения параметров техники по бороздам хорошо согласуется с обработкой результатов, полученных при исследовании в натуральных условиях [7-10]. Полив по проточным бороздам нуждается в совершенстве, так как увлажнение почвы по длине борозды неравномерное, что приводит к негативным последствиям. Не всегда удается определить оросительную норму с тем, чтобы обеспечить режим орошения сельскохозяйственных культур. Поэтому в период развития растений

необходимо обеспечить постоянное влагосодержание. При любом поливе в условиях орошаемого земледелия всегда требуется экономно расходовать поливную воду. В систему агротехнических мероприятий входят задачи по поддержанию постоянной почвенной влаги в течение всего вегетационного периода. По проведенным исследованиям, можно заключить, что применение перфорированного пленочного полиэтиленового экрана обеспечивает необходимую влагоемкость в течение всего сезона. Режим орошения в этом случае стабилизируется, что обеспечивает получение высоких урожаев.

Для этого необходимо выполнять следующие агротехнические условия:

- постоянно поддерживать в почве оптимальную для роста и развития растений влажность, что способствует сохранению структуры, водно-физических свойств и плодородия почвы;
- при поверхностном поливе не допускать процесса лужеобразования, поверхностного стока и водной эрозии почвы;
- не допускать переувлажнения почвы, исключив сброс воды за пределы зоны аэрации, которой является причиной пополнения и подъема грунтовых вод, и, как правило, засоления и заболачивания земель.

Чтобы выполнить эти агротехнические требования, необходимо в течение всего вегетационного периода принять строго расчетные оросительные нормы в зависимости от влажности. И что касается сохранения влажности в активном слое почвы, то по рекомендациям [8] в производственных условиях необходимо ее контролировать систематически через каждые 5-10 дней. Установлено, что очередной вегетационный полив назначают тогда, когда влажность приближается к нижнему порогу (0,6-08НВ).

### **Выводы**

1. Рассчитанную оросительную норму необходимо строго соблюдать для экономного расходования воды при поливе по бороздам для поддержания постоянной почвенной влаги в течение всего вегетационного периода.
-



2. За счёт применения перфорированного пленочного полиэтиленового экрана обеспечивается необходимая влагоемкость в течение всего сезона.
3. При соблюдении всего комплекса указанных агротехнических требований можно обеспечить получение высоких урожаев.

### Литература

1. Курень С.Г., Рябых Г.Ю., Фролова Н.В., Кулиничева А.Е. Исследование влияния загрязнения воды на сельское хозяйство / Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2018 года. Часть 2. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2018. С. 63-64.
2. Елисеева Т.П., Ежова И.М., Лакирбая И.Д. Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361).
3. Манжилевская С.Е., Шилов А.В., Чубарова К.В. Организационный инжиниринг // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155)
4. Курень С.Г., Рябых Г.Ю., Кулиничева А.Е. Статистические методы исследования влияния состояния окружающей среды на продовольственную проблему / Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2018): материалы VI Международной научно-практической конференции (с. Дивноморское, 05-09 сентября 2018 г.) / Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2018. С. 414 – 418.
5. Сенчуков Г.А., Шкура В.Н., Бондаренко О.Е. и др. Сборник лекций по мелиорации земель. – Новочеркасск: НГМА, 2002. – Ч.1.– С. 62-64, 178-181.

6. Степанов П.М., Овчаренко И.Х., Скобельцин Ю.А. Справочник по гидравлике для мелиораторов. – М.: Колос, 1989. – 207 с.
7. Ильинская И.И. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе: Монография. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – С. 92-105, 137-141.
8. С.А. Апальков, А.Ф. Апальков, Н.П. Погорелов. Теория водопроницаемости пленочного перфорированного покрытия борозды при поверхностных способах полива. Инновационные технологии в науке и образовании. ИТНО-2016: Сборник научных трудов научно-методической конференции, посвященной проблемам импортозамещения в АПК РФ (г. Ростов-на-Дону - г. Черноград - п. Дивноморское, 11-17 сентября, 2016 г.).- Ростов-на-Дону.- Черноград: СКНИИМЭСХ.- 2016.- С. 156-162
9. Moskovsky, M.N., Kovaleva, A.V., Kuren, S.G. Using of the pneumatic blow method at the contactless threshing of grains / 2017 ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 12 (22), pp.6414
10. Allen R.R., Musick J.T. Deep ripping and blocked furrow effects on lower 1/3 furrow irrigation infiltration // Appl. Engg in Agr. 2001. - Vol. 17, №1.- pp.41 -48.

### References

1. Kuren S.G., Ryabikh G.Yu., Frolova N.V., Kulnicheva A.E. Issledovanie vlijaniya zagryaznenija vody na selskoje hozjajstvo. Nauka i obrazovanije w XXI veke: sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoj konferencii 31 oktjabrja 2018 goda. P. 2. Tambov: Konsaltingovaja kompanija Yukom. 2018, pp. 63-64.
  2. Eliseeva T.P., Ezhova I.M., Lakirbaja I.D. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361).
  3. Manzhilevskaja S.E., Shilov A.V., Chubarova K.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155)
-





4. Kuren S.G., Ryabykh G.Yu., Kulinicheva A.E. Statisticheskije metody issledovaniya vlijaniya sostojaniya okruzhajushhey sredy na prodovolstvennuju problem. Innovatsionnyje tehnologii v nauke i obrazovanii (ITNO-2018): Materialy Mezhdunarodnoj VI nauchno-prakticheskoy konferencii (p. Divnomorskoje, 05-09 sentjabrja 2018 g.). Donskoy gos. techn. Univ. Rostov-na-Donu: DGTU-Print, 2018, pp. 414–418.
5. Senchukov G.A., Shkura V.N., Bondarenko O.E. et al. Sbornik lektsyj po melioratsii zemel [Collection of lectures on land reclamation]. Novochoerkassk: NGMA, 2002. P 1, pp. 62-64, 178-181.
6. Stepanov P.M., Ovcharenko I.Ch., Scobeltsin Yu.A. Spravochnik po gidravlike dlja melioratorov [Handbook of hydraulics for irrigators]. M.: Kolos, 1989. 207 p.
7. Iljinskaja I.I. Normirovanie vodopotrebnosti dlja oroshenija selskochozjajstvennykh kultur na Severnom Kavkaze [Rationing water to irrigate crops in the Northern Caucasus]: Monografija. Novochoerkassk: YuRGTU, 2001, pp. 92-105, 137-141.
8. Apalkov S.A., Apalkov A.F., Pogorelov N.P. Innovatsionnyje tehnologii v nauke i obrazovanii (ITNO-2016): Sbornik nauchnykh trudov nauchno-metodicheskoy konferencii, posvjaschjonnoj problemam importozameschenija v APK RF (p. Divnomorskoje, 11-17 sentjabrja 2016 g.). Rostov-na-Donu - Zernograd - p. Divnomorskoje: SKNIIMESH, 2016. pp. 156-162.
9. Moskovsky M.N., Kovaleva A.V., Kuren S.G. 2017 ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 12 (22), pp.6414.
10. Allen R.R., Musick J.T. Appl. Engg in Agr. 2001. - Vol. 17, №1. pp.41-48.