Эрозионно-безопасные и водосберегающие технологии с учетом почвозащитных характеристик агрофитоценозов на орошаемых землях

Абрамов А.М.,[1] Микулец Ю.И.[2], Тухина Н.Ю.[3]

Формирование информационной базы блока массива почвенно-гидрологических показателей кроме традиционных характеристик [2, 4, 7, и др.] включает приоритетные: энергетические показатели искусственных осадков, допустимые нормы полива с учетом их пространственно-временной неоднородности для конкретного орошаемого участка. Для основных зонально-провинциальных типов почв России предложена и апробирована зависимость, позволяющая рассчитывать допустимые нормы полива для эрозионно-безопасной и водосберегающей технологии орошения сельскохозяйственных культур при дождевании.

$$m_g = z \ln \frac{N_* - N_0}{N_y - N_0} e^{-Ci} \frac{(ПВ_2 - W_{н2})}{(ПВ_1 - W_{н1})} \frac{(ПВ_2)^2}{(ПВ_1)^2} k_p \qquad (1)$$

где m_g – допустимая норма полива, мм; z – параметр, учитывающий группу почвенных факторов впитывания (гранулометрический состав, агрегированность, водопрочность агрегатов и тд.) и отображающий реакцию почвы на энергетическое воздействие искусственного дождя и характеризующий изменение впитывающей способности почвы (процессы кольматации, дезагрегирования и тд.), мм; N_* -удельная мощность дождя, при которой водообразование начинается в момент времени $t_0=0$, Вт/м^2; N_0 – удельная мощность дождя, при которой водообразование на поверхности почвы, не происходит вовсе; Вт/м^2; С – параметр, характеризующий для определенных почвенно-агротехнических условий степень влияния уклона поверхности на допустимые нормы полива; i – уклон поверхности, %; $ПВ_1$ – и $W_{н1}$ – полная влагоемкость и предполивная влажность почвы при проведении серии опытов, в долях единицы; $ПВ_2$ и $W_{н2}$ – полная влагоемкость и предполивная влажность почвы в изменившемся агротехническом состоянии, в долях единицы; k_p –коэффициент влияния растительного покрова.

В многочисленных публикациях, отображающих почвозащитную роль тех или иных характеристик агрофитоценозов при выпадении естественных и искусственных осадков, основное внимание уделяется таким показателям растительного покрова, как проективное покрытие, густота посевов, площадь листовой поверхности, высота растений и количество надземной фитомассы [3, 5, 6, 8 и др.]. При этом оценку эффективности почвозащитных свойств

[1] Микулец Ю.И. д.б.н., профессор кафедры почвоведения, экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»;
[2] Абрамов А.М. к.т.н., доцент кафедры почвоведения, экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»;
[3] Тухина Н.Ю. н.с. ФГБНУ ЦНСХБ РАСХН.

сельскохозяйственных культур проводят в основном по проявлению эрозионных процессов или по снижению энергетических характеристик дождя. Методом экспериментального дождевания в полевых условиях установлено, что для корректирования поливных норм в течение оросительного периода при эрозионно-безопасного режима наилучшим усредненным показателем является коэффициент влияния растительного покрова k_p:

$$k_p = m_{gp}/m_g \qquad (2)$$

где m_{gp} и m_g – допустимые нормы на участках соответственно с растительным покровом и открытой почвой, мм.

Исследование почвозащитных свойств ряда сельскохозяйственных культур (яровая пшеница, кукуруза, люцерна, картофель и соя) проводили в ОПХ «Орошаемое» ВНИИОЗа (Волгоградская область) на светло-каштановых почвах, ОПХ «Горки» ВНИИМиТП (Московская область), ГПЗ «Червленные Буруны», Ногайский район Дагестана и ОПХ «Каясулинское» СтавНИИГиМ на светло-каштановых почвах. Коэффициенты влияния растительного покрова на впитывание искусственного дождя определяли в течение вегетационного периода при поливе передвижной дождевальной установкой ПДУ и дождевальными машинами: «Кубань N», «Днепр», «Волжанка», ДДА – 100М и «Фрегат». В полевых условиях параллельно определяли допустимые нормы для одних и тех же агротехнических условий на двух опытных делянках с растениями и без них. На делянках без растений определение допустимых поливных норм проводили с учетом удельной мощности искусственного дождя.

Растительность на опытных делянках размером 10-15 $м^2$ при необходимости скашивали без нарушения поверхности почвы. Делянки с растительным покровом разбивали на учетные площадки размером 1 Х 1 или 0,8 Х 0,8 м, в центре которых устанавливали дождемерный сосуд на высоте растений. За расчетный момент (t_0) принимали начало общего стока воды за пределы учетной площадки, с наступлением которого дождемерный сосуд выносили из зоны дождя. Отбор фильтров с отпечатками диаметров капель проводили во время опытов. Над дождемером, который располагали на одном уровне с растительным покровом в результате опытов для каждого фиксированного дождемера на каждой площадке установили t_0 продолжительность полива до начала стока (мин); m_g - слой осадков, впитавшихся в почву за время t_0 (мм); ρ – среднюю интенсивность дождя, $\rho = m_g/t_0$, мм/мин; d_{cp} – осредненную крупность капель дождя (мм); коэффициенты влияния растительного покрова; k_p – определяли по графикам зависимости допустимой нормы полива от удельной мощности дождя. Осредненные показатели коэффициентов влияния растительного покрова для изучаемых сельскохозяйственных культур приведены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты влияния растительного покрова (k_p), определенные при поливе передвижной дождевальной установкой ПДУ.

Фаза развития	Проективное покрытие, %	Высота растений, (м)	k_p
Картофель			
Всходы	10-20	0,15-0,25	1,02-1,05
Появление соцветий	30-50	0,3-0,4	1,20-1,50
Цветение	50-60	0,4-0,45	1,60-1,80
Созревание	60-70	0,4-0,45	1,60-1,80
Соя			
Всходы	5-10	0,10-0,20	1,02-1,05
Начало цветения	10-25	0,20-0,30	1,05-1,10
Конец цветения	30-40	0,30-0,40	1,20-1,30
Образование бобов	35-45	0,30-0,40	1,30-1,50
Молочная спелость	40-50	0,40-0,45	1,50-1,60
Созревание	50-60	0,40-0,45	1,50-1,70
Яровая пшеница			
Всходы	80-100	0,10-0,15	1,05-1,20
Кущение	85-95	0,30-0,45	1,40-1,50
Выход в трубку	85-95	0,30-0,45	1,50-1,70
Цветение	85-95	0,40-0,45	1,50-1,70
Начало налива зерна	80-90	0,40-0,45	1,60-2,00
Молочная спелость	60-85	0,40-0,50	1,60-1,80
Восковая спелость	60-80	0,40-0,50	1,60-2,00
Стерня	30-50	0,15-0,20	1,20-1,30
Кукуруза			
5 лист	10-20	0,30-0,40	1,05-1,10
8 лист (выметывание метелки)	20-30	0,70-1,00	1,10-1,20
Образование початков	40-60	1,20-1,40	1,30-1,60
Созревание	70-90	1,50-1,90	1,70-1,90

Кукуруза с культивацией			
2-4 листьев	10-20	0,30-0,35	1,05-1,10
4-5 листьев (1 я культивация)	10-20	0,30-0,450,	1,05-1,10
8-10 листьев (2 культивация)	20-40	70-1,00	1,20-1,40
Образование початков	40-60	1,20-1,40	1,30-1,60
Созревание	70-85	1,40-170	1,60 -1.90

Сельскохозяйственные растения уменьшают эрозионные процессы при выпадении искусственных осадков, предотвращают уплотнение почв и нормообразование. На ранних стадиях развития почвозащитная роль изучаемых агрофитоценозов незначительна и, практически одинакова. Наибольшее влияние оказывает яровая пшеница и высоким проективным покрытием и большой биомассой. К концу вегетационного периода наилучшими почвозащитными своцствами обладает кукуруза. Проведение культиваций снижают интенсивность эрозионных процессов.

При выпадении искусственных осадков часть поверхности почв остается постоянно подвержены действию капель дождя и впитывание определяется энергетическими характеристиками непреобразованного дождя, падающего на открытую поверхность и преобразованного на участках, защищенных растениями. На участках под растениями допустимые нормы полива формируют преобразованными осадками, выпадающими с листьев и поступающими по стеблевой части. Тогда выражение для количественной оценки допустимых поливных норм в течение вегетационного периода без учета испарения капель в воздухе и растений можно записать в виде:

$$m_{gp} = (1 - m)\, m_{go} + n(m_{gл} + m_з) + m_{ст}, \qquad (3)$$

где n – проективное покрытие (в долях единицы); m_{go} – допустимая норма полива при поливе почв без растений, мм; $m_{gл}$ – допустимая норма полива, преобразованная листовым покровом, при орошении почвы со 100 % -ным проективным покрытием, мм; $m_з$ – слой осадков задержанных листовым покровом, мм; $m_{ст}$ – допустимая норма полива поступающая на почву по стеблевой части растений, мм. Результаты расчётов коэффициентов влияния растительного покрова для сои и кукурузы по зависимости (3) и опытные данные сведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2 результаты Кр и опытные данные практически совпадали, что свидетельствует о справедливости предложенного подхода.

Таким образом, Кр является косвенным осредненным показателем почвозащитных характеристик агрофитоценозов при дождевании в течение вегетационного периода для различных сельскохозяйственных культур.

Таблица 2

Результаты расчетов допустимых норм полива по зависимости (3) и опытные данные для сои (ОПХ ВНИИОЗа) и кукурузы (ГПЗ «Червленные Буруны»)

Фаза развития	Проек-тивное покры-тие, %	Высота растений, м	Ср. диаметр преобразованных капель, мм	Слой осадков задержанных растениями, 100% покрытие, мм	Допустимые нормы полива, мм			Кр расчетный	По данным опыта
					Без растений	Со 100%-ным проективным покрытием	По формуле (3)		
Соя									
Всходы	5-10	0,15	3,0	0,5	30,0	51,0	31,47	1,05	1,02-1,05
Цветение	50	0,40	3,0	1,0	24,0	39,5	32,75	1,36	1,50-1,60
Образование бобов	60-70	0,50	3,0	1,2	25,0	40,0	35,53	1,42	1,80-1,90
Кукуруза									
Всходы	2-5	0,15	2,0	0,05	32,5	76,5	33,2	1,04	1,0-1,05
6-7 лист	25-35	0,6-0,8	2,5-3,0	1,5	34,0	53,2	42,5	1,29	11,3-1,5
Созревание	70-80	1,4-1,6	2,5-3,5	2,0-2,5	17,5	36,7	36,8	2,1	1,8-2,0

Литература

1. Абрамов А.М. Определение параметров впитывания воды в почву с учетом энергетических характеристик дождя. Почвоведение, 1985, № 6.
2. Голованов А.И. Оптимизация режимов дождевания черноземов. Почвоведение, 1993, № 6 , с. 79-84.
3. Груздев В.С., Груздева А.П., Бойценюк Л.И. Агроландшафтное земледелие. – М. ГУЗ. 2012.. – 242 с.
4. Дубенок Н.М. Ресурсосберегающие и ландшафтноулучшающие технологии орошения склоновых земель/. Н.М. Дубенок. – М. : Агробизнесцентр. – 2006. – 312 с.
5. Дубенок Н.М., Сухарев В.И. Водный баланс агроландшафтов Центрального Черноземья и его регулирование. – М.: Колос. – 2010. – 188 с.
6. Кирейчева Л.В., Карпенко Н.П. Оценка эффективности оросительных мелиораций в зональном ряду почв. Почвоведение. – 2015., № 5., с. 587-596.
7. Муромцев Н.А. Мелиоративная гидрофизика почв./ Н.А. Муромцев. – Л.:Гидрометеоиздат. – 1991. – 272 с.
8. Природообустройство./ А.И. Голованов., Ф.М. Зимин., Д.В. Козлов и др. /Под ред. А.И. Голованова. – М.: КолосС. – 2008. – 552 с.