

Ф. Н. ЛИСЕЦКИЙ, кандидат географических наук
Одесский госуниверситет
С. Г. ЧЕРНЫЙ, кандидат технических наук
Украинский НИИ орошаемого земледелия

ПОЧВОЗАЩИТНАЯ И ПОЧВОВОССТАНАВЛИВАЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ

У статті викладені результати розрахунків за математичними моделями, що адекватно відображують як водно-ерозійний процес, так і процес утворення гумусового горизонту змитих ґрунтів. В основі математичних моделей лежать численні експериментальні дані, одержані авторами в результаті натурних спостережень. Розрахунки показують, що збиткова вологість ґрунту різко змінила характер функціонування агроєкосистем з точки зору ерозійної проблематики. Безсмічне зрошення як спосіб боротьби з ерозією природними опадами особливо ефективно при контурно-меліоративній організації території.

Висновки авторів про значну ґрунтозахисну і ґрунтовідновлюючу ефективність зрошення мають практичне значення і дозволяють говорити про нову для півдня України систему рільництва.

Основной целью систем земледелия, помимо получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, является сохранение и увеличение плодородия почв. В эрозивноопасных районах решение этой задачи заключается в максимизации разности между скоростями формирования гумусового горизонта (V_n , т/га в год) и поверхностно-склоновой эрозии (W , т/га в год):

$$V_n - W \rightarrow \max. \quad (1)$$

Составляющие выражения (1), применительно к склоновым орошаемым землям, имеют свою специфическую реализацию, что и будет рассмотрено в настоящей работе.

Среди специалистов преобладает мнение, что оросительная мелiorация интенсифицирует эрозийные процессы в степных и сухостепных районах. Это мотивируется, прежде всего, увеличением поверхностного стока при выпадении естественных осадков из-за высокой влажности орошаемых почв и эрозий при поливах. Существуют также экспериментальные данные, свидетельствующие о росте ливневого стока и стока при снеготаянии на орошаемых водосборах (Н. В. Корбутяк, Н. Б. Зу-

занский, 1984; С. И. Харченко, 1975). С. И. Харченко при этом отмечает, что влияние орошения на составляющие водного баланса слабое из-за наличия каналов, дрен, оросителей.

Что касается поливной эрозии, то при дождевании, а именно этот способ преобладает в степных и сухостепных районах Украины, возможна практическая реализация бесстоковых технологий полива, позволяющих в любых природных и производственных условиях предотвратить ирригационный смыв почвы (Н. С. Ерхов, 1981).

Влияние орошения на процесс эрозии нельзя свести только к увеличению влажности корнеобитаемого слоя или развитию поливного смыва почвы. Формирующиеся на орошаемых массивах новые агроэкосистемы обладают рядом специфических свойств. Так, влияние оросительной мелiorации на физико-химические (прежде всего физико-коллоидные) и микробиологические свойства почв неизбежно приводит к изменению их способности противостоять разрушающему действию водного потока и падающих капель. Действительно, исследования противоэрозийной стойкости орошаемых почв и их суходольных аналогов, проведенные на юге Украины, показали значительное увеличение этого показателя у мелiorированных черноземных и темно-каштановых почв. Так, на орошении противоэрозийная стойкость слабосмытых типичных черноземов была в 7 раз, а слабосмытых южных черноземов и темно-каштановых почв в 1,1—2,7 раза выше, чем у неорошаемых аналогов.

Эти экспериментальные данные объясняются прежде всего усилением стягивающего действия мениска капилляров и слипанием почвенных агрегатов при набухании орошаемой почвы в пределах 80—100% наименьшей влагоемкости. В работе М. С. Кузнецова (1981) отмечается также, что противоэрозийная стойкость почв с объемной массой более 1,3 г/см³ определяется скорее межагрегатным сцеплением почвенных частиц, чем, например, показателями структуры. И это в полной мере относится к орошаемым почвам юга Украины, где развиваются процессы слитизации. Оптимальное соотношение тепла и влаги в орошаемых почвах стимулирует рост численности микроорганизмов, мицелий которых связует почвенные частицы. Исследования, проведенные нами на слабосмытых темно-каштановых почвах, показали, что численность грибов в орошаемых почвах в 1,1—1,5 раза больше, чем в неорошаемых, а олигонитрофилов, целлюлозоразрушающих анаэробных микроорганизмов и водорослей, соответственно, в 1,2—1,4, 2—2,4 и 1,4—1,5 раза.

Оросительная мелiorация существенно изменила противоэрозийную эффективность агрофитоценозов. Мощная растительность, более высокие нормы удобрений и высева семян

значительно усиливают почвозащитную роль севооборотов. К этому следует добавить появившуюся с применением орошения возможность отказаться от чистых паров и широко использовать промежуточные посевы, что позволяет в течение всего вегетационного периода относительно надежно защищать склоновые земли от высокоинтенсивных ливней.

На основании приведенных соображений можно сделать вывод о значительной противозерозионной эффективности бессточковой оросительной мелиорации на юге Украины. Подтвердить его можно либо натурными наблюдениями на стоковых площадках, сравнивая потери почвы с орошаемых и неорошаемых участков, находящихся в идентичных природных и агротехнических условиях, либо произвести расчеты с помощью математических моделей, адекватно описывающих водно-эрозионный процесс. Поскольку стационарные наблюдения за поверхностным стоком и смывом имеют довольно высокую трудоемкость, мы избрали второй путь.

Для расчетов нами была проведена корректировка логико-математических моделей поверхностного смыва почвы при ливнях и снеготаянии Г. И. Швобса (1974). В общем виде эти модели после необходимых преобразований имеют следующий вид:

$$W_{\lambda} = 2,6 \cdot 10^{-6} \cdot j_{R_0} \cdot f(m_1 \lambda_p) \cdot \Phi(L_1 I) \cdot \bar{K}_{ГМ}, \quad (2)$$

$$W_c = 5,8 \cdot 10^{-5} \cdot j_{\Sigma 0} \cdot \lambda_p \cdot C_3 \cdot \Phi_c(L_1 I) \cdot \bar{y}. \quad (3)$$

В формулах (2, 3) W_{λ} и W_c — величины поверхностного смыва почвы при ливневой эрозии и снеготаянии (т/га); j_{R_0} и $j_{\Sigma 0}$ — параметры противозерозионной стойкости почвы; $\Phi(L_1 I)$, $\Phi_c(L_1 I)$, $f(m_1 \lambda_p)$, λ_{pc} — функции рельефа растительности (рассчитываются по Швобсу);

$\bar{K}_{ГМ}$ — норма гидрометеорологического фактора ливневой эрозии;

\bar{y} — норма поверхностного стока при снеготаянии (мм);

C_3 — фактор экспозиции склона.

В результате корректировки получена возможность учитывать избыточную влажность почвы орошаемых склонов и изменившуюся под влиянием ирригации противозерозионную стойкость почв.

В табл. 1 и 2 приведены результаты расчетов по моделям (2 и 3) для смытых южных черноземов и темно-каштановых почв, занятых звеньями наиболее часто встречающихся на юге Украины севооборотов. Расчеты показывают, что при бессточковом поливе без специальных противозерозионных мероприятий потери почв с орошаемых склонов в среднем в 2 раза меньше, чем с суходольных.

Вероятные потери почвы при эрозионных процессах на орошаемых склонах юга Украины, т/га

Звенья севооборотов	Южные черноземы			Темно-каштановые		
	слабосмытые	среднесмытые	сильносмытые	слабосмытые	среднесмытые	сильносмытые
Ячмень + люцерна						
Люцерна	1.2	6.0	29.6	1.5	3.8	10.8
Оз. пшеница + + пожнив.						
Кукуруза (МВС)						
Оз. пшен. + + пожнив.	3.5	25.1	141.9	8.7	39.4	91.2
Кукуруза (зерно)						
Корм. св.						
Соя						
Кукуруза (зерно)	4.6	34.8	201.3	12.1	59.7	151.5
Кукуруза (з/к) + л.						
Люцерна	1.8	8.5	59.3	3.6	13.5	67.7
Люцерна						
Оз. пшен. + пожнив.						
Корм. св.						
Кукуруза (зерно)	4.6	34.8	201.3	12.1	59.7	151.5
Кукуруза (МВС)						
Оз. рожь + поукосн.	3.0	25.1	185.1	6.8	41.2	208.5
Овощи						
Овощи						

Если вернуться к выражению (1), то средняя скорость формирования гумусового горизонта смытых почв (V_n , т/га) может быть определена исходя из мощности гумусового горизонта смежных категорий смытости (H_r , мм), времени образования этих значений мощности (t_i , лет) и объемной массы почвы (γ , г/см³):

$$V_n = 10 \gamma \frac{H_{r1} - H_{r1-1}}{t_1 - t_{1+1}}. \quad (4)$$

Значения t_i и t_{i+1} могут быть рассчитаны по формуле:

$$t_i = 2941,2 [\ln 0,00044 - \ln (0,00051 - \frac{H_r}{Q^{2,1}})], \quad (5)$$

где Q — величина годовых энергетических затрат на почвообразование (МДж/м² в год).

Годовые энергетические затраты на почвообразование являются функцией величин радиационного баланса территории (R , ккал/м²) и среднегодовой суммы осадков (P , мм) (В. Р. Волбуев, 1959):

2. Вероятные потери почвы при эрозионных процессах на суходольных склонах юга Украины, т/га

Звенья севооборотов	Южные черноземы			Темно-каштановые		
	слабо-смывые	средне-смывые	сильно-смывые	слабо-смывые	средне-смывые	сильно-смывые
Черный пар						
Оз. пшен.	11.4	45.6	122.4	13.4	68.0	132.1
Кукуруза (зерно)						
Ячмень + эспарцет						
Эспарцет	1.7	8.3	17.2	1.3	16.3	26.2
Оз. пшен.						
Кукуруза (МВС)						
Оз. пшен.	5.4	36.0	88.9	7.0	57.8	151.7
Подсолнечник						
Занятый пар						
Оз. пшен.	10.9	40.5	106.8	11.2	60.3	204.5
Сахарная свекла						
Горох						
Кукуруза (МВС)	11.0	26.8	48.8	4.5	35.4	98.3
Оз. пшен.						
Яр. смесн (з/к)						
Оз. пшен.	11.0	26.8	48.8	4.5	35.4	98.3
Кормовая свекла						

$$Q = 41,9 \cdot R \cdot \exp\left(-18,8 \frac{R^{0,73}}{P}\right). \quad (6)$$

Усредненные значения скорости формирования гумусового горизонта для южных черноземов и темно-каштановых почв различной степени смывости, рассчитанные по формулам (4—6), приведены в табл. 3. Для орошаемых южных черноземов количество дополнительных осадков принято равным 250 мм, а для темно-каштановых почв — 300 мм, что соответствует средним ориентировочным оросительным нормам в среднесухие годы

3. Средние многолетние потери почвы при эрозионных процессах (в числителе) и потенциальные скорости формирования гумусового горизонта (в знаменателе) почв юга Украины, т/га

Характер увлажнения	Южные черноземы			Темно-каштановые		
	слабо-смывые	средне-смывые	сильно-смывые	слабо-смывые	средне-смывые	сильно-смывые
Орошение	0,7—1,2	6,2—9,0	31,9—41,7	1,1—1,9	6,4—11,5	23,1—43,0
	4,3	4,8	5,3	5,4	6,1	7,1
Суходол	2,1—2,6	11,7—16,4	38,2—45,8	2,6—2,9	16,7—20,2	54,8—60,0
	0,9	1,4	2,0	0,6	1,1	1,7

(75% обеспеченности). Полученные данные показывают, что теоретически дополнительное увлажнение способно значительно (в 3—5 раз) увеличить скорость воспроизводства гумусового горизонта смытых почв. Это объясняется более интенсивным в условиях орошения процессом биохимической трансформации растительных остатков и органических удобрений, повышением коэффициентов гумификации. Следует, однако, отметить, что почвовосстанавливающая эффективность оросительной мелиорации может проявиться только при поступлении в почву оптимального количества органического вещества. Поэтому при выращивании сельскохозяйственных культур на склоновых орошаемых землях необходимо внесение повышенных норм органических удобрений. Это, в свою очередь, требует разработки надежных способов их заделки в почву, особенно при поверхностной ее обработке.

Вывод. Разница между скоростью формирования гумусового горизонта и темпами поверхностного смыва почвы на склоновых землях при бесстоковой оросительной мелиорации и оптимальном количестве органических удобрений в степной и сухостепной зоне Украины значительно благоприятнее, чем в условиях суходола. Полученные нами данные свидетельствуют о необходимости более взвешенного и дифференцированного подхода к оценке влияния орошения на плодородие почв. Бытующее ныне мнение о негативном воздействии оросительной мелиорации на почвенное плодородие прежде всего связано с тем, что исследования по этой проблеме обычно проводятся на площадных участках, в них не учитывают всего многообразия процессов в орошаемых почвах, а также специфику почвообразования на склонах.

Отметим также, что с помощью только оросительной мелиорации добиться положительного баланса между скоростью почвообразования и эрозией, особенно для средне- и сильносмывых почв, сложно. Почвозащитная и почвовосстанавливающая способность орошения лучше проявится на фоне эффективных противоэрозионных мероприятий, прежде всего при организации территории, основанной на принципах контурно-мелиоративного земледелия. Только в этом случае возможно регулирование избыточного поверхностного стока при выпадении естественных осадков, орошении, а также стоке поливных вод, связанном с несправностью поливной техники. Появляется также проблема «вписывания» серийной широкозахватной техники в контуры рабочих участков. Для решения этих задач необходимы совместные исследования специалистов по землеустройству, эрозиоведов, инженеров-мелиораторов.