

УДК 631.459:631.61

Определение допустимых эрозионных потерь почвы

Ф. Н. ЛИСЕЦКИЙ,
кандидат географических наук.
Одесский государственный университет
имени И. И. Мечникова

Разрушение почв под действием водной и ветровой эрозии приводит к таким потерям, которые в экономически приемлемые сроки не могут быть восполнены почвообразовательным процессом. Ежегодно на земном шаре от эрозионных процессов теряется сверх допустимого уровня (принятого в США) 25,7 млрд т почвы [1].

Результаты инвентаризации природных ресурсов в США (1982) показали, что в среднем по стране потери почвы от водной и ветровой эрозии на пашне, лугах, пастбищах, в лесах выпасаемых и невыпасаемых составляют соответственно 20,2; 3,5; 7,2; 6,0 и 1,8 т/га в год [2]. На 23 % площади сельско-

хозяйственных земель годовые потери превышают 11 т/га (при допустимых — 4,5—11 т), в «кукурузном поясе» (около 75 млн га) средние потери — 18 т/га (при средних допустимых 8 т).

По данным 1975 года, ежегодные эрозионные потери почвы на сельскохозяйственных угодьях Индии составляют $6,6 \cdot 10^9$ т, причем на 60 % земель теряется более 12 т/га [1]. В Мексике почти 80 % возделываемых земель подвержено эрозии, на значительной площади ежегодный смыв почвы составляет 30—40 т/га [3].

По установлению допустимых эрозионных потерь почвы наиболее обширные исследования проведены в США. Критического анализа требует базисный показатель — максимальная допустимая величина смыва и выдувания почвы, или Т-уровень, обоснование которого было проведено в 30-х

годах на основе оценки скорости почвообразования для Среднего Запада США, а затем (с 1973 года) значения допустимых потерь детализировались для почв каждого штата. По мнению многих специалистов, научные основы Т-уровня остаются спорными, отмечается необходимость пересмотра его значений.

Принятый в США диапазон допустимых потерь почвы (2,2—11,2 т/га в год) конкретизируется для отдельных почвенных разностей в зависимости от мощности горизонта А, наличия благоприятной и значительной корнеобитаемой зоны, строения почвенного профиля, водопроницаемости, других физических и химических свойств почв.

Наиболее четко разработана дифференциация допустимых потерь почвы в зависимости от мощности корнеобитаемого слоя. Для рыхлого субстрата, на котором почва может восстанавливаться с помощью обработки, удобрений и других факторов управления, разработаны следующие показатели критерия Т [4]:

Мощность почвенного профиля (см)	Допустимые потери почвы (т/га в год)
0—25	2,2
25—50	4,5
50—100	6,7
100—150	9,0
>150	11,2

Аналогичный подход реализован и в ФРГ для почв Баварии [5]:

Мощность почвенного профиля (см)	Допустимый смыл (т/га в год)
<30	1,0
30—60	5,0
60—100	10,0
>100	15,0

Для почв Бельгии допустимым принят ежегодный смыл в 11 т/га [6], для опесчаненных суглинков Великобритании — 0,2—2 т/га [7].

В настоящее время под допустимыми потерями почвы понимается максимальная скорость ежегодных эрозионных потерь, которая позволяет сохранить неограниченно долго высокий уровень плодородия, обоснованный экономически.

По оценкам американских исследователей [8], в штате Вашингтон при ежегодной скорости эрозии 11,2 т/га только через 128 лет почва перейдет в нижеследующий эрозионный подкласс земель по ее производительной способности, но это на мощных лёссовых почвах с однородным строением профиля.

Уменьшение мощности корнеобитаемого слоя под воздействием эрозии приводит к сокращению запаса почвенной влаги. Даже при годовой норме атмосферных осадков более 1260 мм в 90 % лет основная причина снижения урожайности — дефицит влаги [9]. Важно отметить, что в выводах об относительной стабильности продуктивности почв не вычлняется роль технологических достижений в земледелии, которые значительно маскируют эрозионное воздействие на почву.

По сравнению с более ранними работами, в которых допустимые потери определялись с учетом мощности гумусового горизонта, сейчас в расчеты включается вся мощность корнеобитаемого слоя [4]. Это существенно завышает величину допустимых потерь.

Необходимость учета косвенных последствий использования высоких значений допустимых потерь почвы обусловила разработку ряда ограничений. Рекомендуется [4] установление значения T в 11,2 т/га согласовывать с образованием оврагов, накоплением наносов в каналах, прудах и других водорегулирующих устройствах, компенсацией потерь питательных веществ вносимыми удобрениями. Пока недостаточно увязываются значения T с ухудшением агрофизических свойств почвы, потерей гумуса.

Представление о более широких последствиях эрозионных процессов

вызвало появление новых подходов к определению допустимых потерь почвы. В. Ларсон [10] предложил комбинированную оценку T , состоящую из T_1 , основанной на стабильности продуктивности почвы, и T_2 , ориентированной на социальные цели (контроль загрязнения воды, возможность использования почвенных ресурсов в будущем и т. п.). Значение T_1 определяется путем деления величины возможного уменьшения индекса продуктивности на плановый интервал времени (по закону охраны ресурсов в США он определяется в 50 лет). Однако составляющие этого соотношения не имеют надежного научно обоснования.

В США разработан также оригинальный расчетный метод [8] определения допустимых потерь почвы (T). Главное его достоинство заключается в планировании постепенного снижения значения T во времени в зависимости от меняющейся мощности корнеобитаемого слоя. Расчет допустимых почвенных потерь в точке (x, y) на момент времени t ведется по формуле

$$T_{(x, y, t)} = \frac{T_1 + T_2^0}{2} - \frac{T_2 - T_1}{2} \times \cos \left[\frac{\pi(Z - Z_1)}{Z_2 - Z_1} \right],$$

где $T_{(x, y, t)}$ — допустимые потери почвы (мм/год); T_1 — скорость почвообразования (мм/год); T_2 — верхний предел эрозионных потерь почвы (мм/год); число $\pi = 3,14$ при расчете косинуса в радианах или может быть представлено значением 180° при определении косинуса в градусной мере; Z — фактическая мощность почвы (м), Z_2 — оптимальная (плановая), Z_1 — минимально допустимая.

В расчетах принимается значение $T_1 = 0,2$ мм/год, $Z_1 = 0,5$ м. Например, для почвы с мощностью корнеобитаемого слоя $Z = 1,4$ м при $T_2 = 2$ мм/год и $Z_2 = 2$ м допустимые потери составят 1,38 мм/год, или 14 т/га в год.

Использование этого метода требует оценки изменения скорости почвообразования по мере уменьшения мощности почвы.

Устанавливаемые в ряде работ различия скоростей почвообразовательного процесса на отдельных этапах становления почвенного профиля указывают на нелинейную зависимость мощности почвы от времени ее формирования. Это позволяет заключить, что осредненные оценки по мере учета все более длительных этапов эволюции будут все в меньшей степени отражать сформированную почву. Однако применение оценок по начальным этапам почвообразования к полнопрофильным почвам также противоречит закономерности формирования гумусового горизонта почв. Все это подтверждает необходимость разработки математических моделей зонального почвообразовательного процесса. Не менее важная задача — выявление

тенденций и оценка темпов культурного почвообразования.

В условиях США для образования 25 мм гумусового горизонта почвы требуется 300—1000 лет (скорость 0,08—0,025 мм/год) [11]. При обычном сельскохозяйственном использовании почв 25 мм формируются за 100 лет (0,25 мм/год), а в условиях оптимальной обработки и за 30 лет (0,8 мм/год) [8]. Таким образом, при культурном почвообразовании возможно ускорение процесса формирования гумусового горизонта в 10 раз.

Важно отметить, что именно единственная оценка скорости почвообразования — 1 дюйм (25 мм) за 30 лет, введенная Х. Беннетом, послужила основой установления верхнего предела допустимых потерь почвы. Так как на акре почвы слой в 1 дюйм весит 150 т, за 1 год прирост составит 5 т/акр, или 11,2 т/га [4].

Возможности расчета эрозионных почвенных потерь, значительно расширившиеся в результате применения уравнения почвенной эрозии, позволили провести количественную оценку эффективности противозерозионных мероприятий, необходимых для уменьшения величин смыва до уровня допустимых потерь. Поэтому, формулируя выводы о применимости использования почвозащитных агротехнических мероприятий в тех или иных странах, почвенно-климатических зонах, важно четко представлять абсолютную величину достигаемого снижения почвенных потерь и принятый допустимый уровень.

Установлено, что сбалансированные скорости смыва и естественного почвообразовательного процесса достигаются при проективном покрытии растительностью от 50 до 75 % [12]. Растительные остатки в количестве 2—3 т/га полностью предотвращают водную эрозию при выпадении дождей менее 25 мм и уменьшают сток и смыл при большей сумме осадков [13]. Количество растительных остатков, необходимое для уменьшения смыва до допустимого уровня, может быть рассчитано по соотношению величины смыва (определяемой по универсальному уравнению почвенных потерь) к значению критерия T [9].

Моделирование посредством линейного программирования [14] показало, что при ограничении водно-эрозионных потерь почвы до допустимой величины к 2000 году на территории США больше половины земель необходимо обрабатывать по контурам. Контурное земледелие на склонах крутизной 2—7 % уменьшает смыл в 2 раза [15]. Помимо почвозащитной функции, контурная организация территории обеспечивает повышение урожайности на 5—15 %.

Под почвозащитной принято понимать такую обработку, при которой после проведения посева не менее 20 % поверхности почвы покрыто растительными остатками. При возделывании кукурузы и сорго чизелование

позволяет оставить 50—75 % растительных остатков на поверхности почвы. Система нулевой обработки способна уменьшить эрозию на 90 % по сравнению с традиционной — это перспективный путь пополнения запасов почвенной влаги [9]. Только при такой обработке отмечаются компенсация и даже превышение запасов питательных веществ (N и P), потерянных в результате эрозии, за счет послеуборочных растительных остатков [16].

Исследователями университета штата Миннесота (США) проведена экономическая оценка мероприятий по сокращению потерь почвы в «курузном поясе» (зона сильного проявления водной эрозии) с современного уровня (22,4 т/га в год) до допустимого (11,2 т/га в год). Установлено, что по сравнению с традиционным возделыванием культур нулевая обработка требует примерно таких же затрат средств, при введении контурного размещения посевов затраты повышаются на 12,5 долл/га, почвозащитного севооборота вместо пропашного — на 75 долл/га, а террасирования — на 150 долл/га [17].

В отличие от краткосрочной программы ограничения почвенных потерь, по которой не планируется использование таких почвозащитных мероприятий, как контурная обработка, полосное земледелие, террасирование, в долгосрочной программе применение этих мероприятий будет экономически выгодным [14].

ЛИТЕРАТУРА

1. Brown L. R. The global loss of topsoil.— *J. soil water* 1984, v. 39, N 3, p. 162—165.
2. Lee L. K. Land use and soil loss: A 1982 update.— *J. soil and water conserv.*, 1984, v. 39, N 4, p. 226—228.
3. Erosion amenaza silenciosa.— *Agro-sintesis*, 1982, v. 13, N 9, p. 42—46.
4. McCormack D. E., Young K. K. Technical and societal implications of soil loss tolerance.— *Soil conserv. probl. and prosp. proc. int. conf.*, 1981, p. 365—376.
5. Schwertmann U. Bodenerosion durch Wasser-Ursachen, Ausma B, Vorhersage.— *Landwirt. Forsch*, 1981, v. 37, s. 117—121.
6. Bollinne A. La vitesse de l'érosion sous culture en région limoneuse.— *Pidologie*, 1977, v. 27, N 2, p. 191—206.
7. Morgan R. P. S. Soil erosion and conservation in Britain.— *Progr. Phys. Geogr.*, 1980, v. 4, p. 24—27.
8. A special publication. 1982, N 45, 153 p.
9. Southeastern soil erosion control water quality workshop, 1980, p. 43—56, 60—63.
10. Pierce F. J., Larson W. E., Dowdy R. H. Soil loss tolerance: Maintenance of long-term soil productivity.— *J. soil and water conserv.*, 1984, v. 39, N 2, p. 136—138.

11. Schertz D. L. The basis for loss tolerances.— *J. Soil and water conserv.*, 1983, v. 38, N 1, p. 10—14.
12. Lang R. D., McCaffrey L. A. H. Ground cover — its effects on soil loss from grazed runoff plois, Gunnedah.— *J. soil conserv. serv. N. S. W.*, 1984, v. 40, N 1, p. 56—61.
13. Onstad C. A., Offerby M. A. Crop residue effects on runoff.— *J. soil and water conserv.*, 1979, v. 34, N 2, p. 94—96.
14. English B. C., Heady E. O. An analysis of short — and long-term impact of several soil-loss control measures.—

- J. environ. qual., 1982, v. 11, N 3, p. 333—340.
15. Settle C. Agronomic and engineering approaches to the reduction of soil erosion for water quality improvement.— *Southeastern soil erosion control water quality workshop*, 1980, p. 73—78.
16. Holt R. F. Crop residue, soil erosion and plant nutrient relationships.— *J. soil and water conserv.*, 1979, v. 34, N 2, p. 96—98.
17. Menz K., Sundquist W. Targeting soil erosion control technologies in the corn belt.— *North Central J. Agr. Econ.*, 1983, v. 5, N 1, p. 65—72.

Памяти профессора А. П. Тинджюлиса

Ушел из жизни Антанас Пранович Тинджюлис, заслуженный деятель науки Литовской ССР, заслуженный агроном республики, заведующий отделом агротехники Литовского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института земледелия, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

А. П. Тинджюлис родился в 1922 году в крестьянской семье. В 1947 году он окончил агрономический факультет Литовской сельскохозяйственной академии, затем учился в аспирантуре. Вся его дальнейшая научная деятельность проходила в Дотнуве, сначала на Дотнувской опытной станции (в 1953 году стал ее директором), а с 1956 года заведующим отделом земледелия (агротехники) в Литовском НИИ земледелия. В 1972 году Антанас Пранович защитил докторскую диссертацию на тему: «Теория и практика обработки почвы в Литве». В 1976 году ему было присуждено ученое звание профессора.

Профессор А. П. Тинджюлис проявил себя не только талантливым, тонким исследователем, но и энергичным организатором научной работы, активным проводником научных достижений в колхозах и совхозах Литовской ССР.

За монографию «Обработка почвы» ученый был удостоен республиканской государственной премии. В научной работе ему были свойственны методическая скрупулезность и комплексность. Он щедро делился своими обширными глубокими знаниями с многочисленными учениками.

А. П. Тинджюлис очень тесно сотрудничал с производством. Без преувеличения можно сказать, что его лично знали и глубоко уважали агрономы и руководители большинства хозяйств Литвы. Особенно велик вклад ученого в развитие зернового хозяйства республики.

А. П. Тинджюлис был экспертом ВАК, членом бюро секции земледелия и химизации ВАСХНИЛ, председателем секции земледелия Западного отделения ВАСХНИЛ, членом нескольких координационных советов ВАСХНИЛ. За трудовые заслуги он был награжден орденом «Знак Почета» и медалями.

Светлая память об Антанасе Прановиче Тинджюлисе — крупном ученом и прекрасном человеке — навсегда останется в памяти всех, кто его знал.

Группа товарищей

Сдано в набор 08.2.88

Подписано в печать 09.03.88 Т-03469

Формат 84×108^{1/16}

Бумага тип. № 2. Печать высокая. Усл. печ. л. 6,72 Усл.-кр.-отт. 7,98 Уч.-изд. л. 10,40

Тираж 50 330 экз. Заказ 303. Цена 40 к.

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат ВО «Союзполиграфпром» Государственного комитета СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли 142300, г. Чехов Московской обл.