

УДК 631.6.02

**Кількісна оцінка вітрової ерозії ґрунту: можливості WEQ****С.Г. Чорний\***

Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, Україна

| ІНФОРМАЦІЯ                                                                                                                                                                                     | АНОТАЦІЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отримано 12.05.2018<br>Отримано після доопрацювання 27.07.2018<br>Затверджено до друку 06.08.2018<br>Доступно онлайн 01.10.2018                                                                | Метою оглядової статті було показати переваги використання математичної моделі вітрової ерозії WEQ для проектування протидефляційних заходів в умовах Степу України. Пропонується виконати процедури адаптації WEQ до місцевих природних та економічних умов, яка буде полягати у перерахунку чинних даних по «грудкуватості» чорноземних та каштанових ґрунтів, кількісної оцінки та картування кліматичного параметра дефляції та переведення всіх складових математичної моделі WEQ у метричну систему вимірювань. Розрахунки за адаптованою моделлю WEQ необхідно буде порівнювати з допустимою нормою ерозії, і така процедура стане ефективним інструментом для створення науково обґрунтованої системи захисту ґрунтів певної території від вітрової ерозії. |
| <i>Ключові слова:</i><br><br>вітрова ерозія;<br>дефляція;<br>податливість ґрунту;<br>кліматичний параметр;<br>шорсткість поверхні ґрунту;<br>ґрунтозахисна ефективність<br>рослинного покриву. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| *E-mail: s.g.chorny@gmail.com                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**1. Вітрова ерозія в Україні**

Вітрова ерозія (дефляція) є одним з головних процесів, який знижує родючість ґрунтів в Україні. Найбільш небезпечним для ґрунтової родючості є екстремальний варіант прояву вітрової ерозії – пилові (або «чорні») бурі, коли дефляцією охоплюються значні площі у сотні квадратних кілометрів.

На території України пилові бурі почали фіксувати з початку XIX сторіччя, коли, поступовим переведенням пасовищ у рілля, стали освоюватися степові землі. В теперішній час, коли розораність території досягла максимального рівня, локальний прояв вітрової ерозії відбувається в українському Степу практично щорічно, а регіональні та трансатерикові пилові бурі спостерігаються раз на 5-10 років. Площа потенційно дефляційно небезпечних сільськогосподарських угідь в Україні оцінюється приблизно у 20 млн га, у тому числі, ріллі – 16-18 млн га [1].

Перші детально описані пилові бурі в українському Степу в XIX столітті були зафіксовані у 1837, 1848, 1876, 1877, 1885, 1886, та 1892 роках. Зокрема, грандіозна пилова буря на землях сучасної України, яка сталася у лютому 1892 року, була детально описана В.В. Докучаєвим. У XX столітті було кілька трансатерикових пилових бур, які охопили євразійські степи від Алтаю до Карпат – у 1928, 1960, 1968, 1969, 1972, 1974 та 1984 роках.

У XXI столітті сталася найбільш катастрофічна пилова буря 23 та 24 березня 2007 року, яка лютувала на значній частині Одеської області, на всій території Миколаївської, Херсонської, Запорізької областей, на півночі Республіки Крим, у південних районах Кіровоградської та Дніпропетровської та західних районах Донецької областей. Загальна площа, яка постраждала від пилової бурі 23-24 березня 2007 року, становила близько 125 тис. км<sup>2</sup>, що дорівнює приблизно 20 % площі України, або 50 % площі всієї степової зони. За нашими оцінками втрати ґрунту за два дні становили приблизно 50-400 т/га [2]. Окремі локальні пилові бурі спостерігалися у 10-х роках XXI століття в районі Олешок та Асканії-Нової Херсонської області [3].

**2. Кількісна оцінка вітрової ерозії**

Очевидно, що ефективне проектування протидефляційних заходів можливе лише на об'єктивній кількісній основі. А саме, необхідно створити математичну модель оцінки величини дефляції, яка б дозволила кількісно визначати потенційні втрати ґрунту. Ці величини необхідно порівнювати з допустимою нормою ерозії, і таке порівняння є інструментом створення для певної території науково обґрунтованої системи захисту ґрунтів, яка повинна включати лісомеліоративні, агротехнічні та організаційно-правові заходи.

Враховуючи, що створення власної технології кількісного оцінювання вітрової ерозії пов'язано з неабиякими витратами, вважаємо, щов нинішній ситуації, важкій

стосовно фінансових та інтелектуальних ресурсів, слід адаптувати для умов українського Степу напрацювання західних вчених. В цьому плані є досить позитивний досвід науковців Австрії, Угорщини, Канади та Китаю (наприклад, [4]), які використовують адаптоване до своїх природних та антропогенних умов рівняння вітрової ерозії (Wind Erosion Equation, Wind Equation - WEQ), яке було створене в США ще в 50-90-ті роки XX століття, в першу чергу, для умов Великих рівнин США [5, 6, 7, 8]. Модифікований варіант (RWEQ) експлуатувався в США до початку нового тисячоліття, поки не був замінений на нову технологію WEPS (Wind erosion prediction system) [9,10].

### 3. Структура WEQ

Модель WEQ було розроблено з метою прогнозування довгострокових середніх щорічних втрат ґрунту з поверхні конкретного агроландшафту, який має певні рослинні та ґрунтові характеристики, умови шорсткості, специфічний внутрішньорічний розподіл дефляційно-небезпечних вітрів, конкретну агротехніку вирощування сільсько-господарських культур тощо. Пізніше в США було розроблено поліпшений варіант WEQ для розрахунку вітрової ерозії у більш конкретні (критичні, з огляду на реалізацію вітро-ерозійного процесу) періоди року (RWEQ).

Отже, в кінці 80-х років XX століття рівняння WEQ набуло більш-менш закінченого вигляду, що дозволяло розрахувати втрати ґрунту ( $E$ , т/акр в рік) за такою формулою [8]:

$$E = I \cdot K \cdot C \cdot L \cdot V, \quad (1)$$

де  $I$  – показник податливості ґрунту до дефляції (*soil wind erodibility* або « $I$ -індекс»);  $C$  – кліматичний параметр вітрової ерозії;  $K$  – показник шорсткості поверхні ґрунту;  $L$  – величина «незахищеної відстані» [8];  $V$  – показник ґрунтозахисної ефективності рослинного покриття.

Хоча це рівняння має суттєві обмеження для практичного використання, але довгий час воно вважалось найкращим інструментом щодо оцінки вітрової ерозії та проектування протидефляційних заходів.

Розглянемо окремі параметри моделі та можливість їх пристосування до українських реалій.

#### 3.1 Показник податливості ґрунту до вітрової ерозії

$I$ -індекс це показник податливості ґрунту до дефляції, визначається, як величина середніх щорічних дефляційних втрат ґрунту в тоннах на акр з певної ділянки, за умови що вона характеризується такими ознаками [8]:

- ізольована від зовнішніх дефляційних впливів, тобто, відсутня вхідна сальтація (стрибокподібне переміщення вітром) частинок ґрунту ззовні;
- абсолютно вирівняна, тобто на ділянці відсутні пагорби, борозни, гребені та окремі незв'язані агрегати;
- знаходиться на території, де величина  $C$ -індексу (кліматичного параметра) дорівнює 100;
- знаходиться в умовах відсутності бар'єрів, які гальмують вітер (куліси, лісосмуги тощо);
- не має рослинного покриття;
- на поверхні ґрунту немає кірки.

В рамках верифікації рівняння (1) в США було проведено попередню класифікацію всього переліку ґрунтів, які існують на Великих Рівнинах і по кожній групі ґрунтів, щодо стійкості до вітрової ерозії (*wind erodibility groups* - WEG), було визначено  $I$ -індекс. Для доведення значень  $I$ -індексу до широкого кола споживачів визначення WEG було включено, свого часу, до баз даних у Національній ґрунтовій інформаційній системі США.

За методикою ідеолога WEQ В. Чепіла [11], величина  $I$ -індексу тісно пов'язана з умістом в поверхневому шарі ґрунту агрегатів з розміром діаметра більше 0,84 мм (1/3 дюйма) за «сухого» розсівання, що є американським аналогом показника «грудкуватості», який, до речі, широко застосовується у дефляційних дослідженнях в Україні. В тих випадках, коли ґрунт точно не визначено, за думкою американських авторів, можна застосовувати значення вмісту агрегатів більше ніж 0,84 мм для ідентифікації групи WEG та визначення значення  $I$ -індексу. Слід зазначити, що в Україні наразі накопичено значні набори даних щодо «грудкуватості» різних ґрунтів (наприклад, [12]) і перерахунок показників «грудкуватості», тобто, вмісту в ґрунті агрегатів більше як 1 мм, у значення  $I$ -індексу моделі (1) є питанням суто технічним.

Показник І-індексу коректується на нерівності поля, наявності (відсутності) щільної кірки та зрошення. Автори моделі (1) розробили детальні алгоритми поправок на ці всі фактори [8, 13, 14, 15], які можна використовувати і для українських умов. Зокрема, розроблено так звані «пагорбові» поправкові коефіцієнти для І-індексу, поправки на податливість поверхні ґрунту до вітрової ерозії, залежно від потужності поверхневої кірки, яка формується під впливом процесів змочування, а потім висушування ґрунту. Корекцію для зрошення застосовують лише тоді, коли І-індекс має величину у 180 одиниць і менше. Водночас, автори методики вважають, що найточніше коригування на зрошення можливо отримати лише через процедуру «сухого» просівання ґрунту та визначення вмісту агрегатів менших 0,84 мм.

### 3.2. Показник шорсткості поверхні ґрунту

К-параметр є показником впливу борозен, які створюються на поверхні ґрунту ґрунтообробними знаряддями та посівними агрегатами, на величину вітрової ерозії і має вираз у вигляді десяткового дробу в діапазоні 0,1-1,0. В основу методики визначення К-параметру були покладені розробки американських вчених 60-90 років XX століття [8, 16, 17]. Очевидно, що борозни поглинають і відхиляють енергію вітру, а також стають акумулятивними пастками для частинок ґрунту, які рухаються потоками вітру. Значення К-параметру засновані на стандартному відношенні висоти борозни до її основи як 1 до 4, і були отримані в результаті фізичного моделювання процедури руйнації штучних борозн вітром в аеродинамічній трубці.

У доведених до практичного використання моделі (1) К-параметр визначається за спеціальними номограмами як функція від значення індексу податливості ґрунту до дефляції (І-індексу) та параметру  $K_r$ . Останній показник є змінною, яка враховує вплив на шорсткість поверхні власне параметрів борозни і розраховується таким чином:

$$K_r = 4 \cdot (h^2/s), \quad (2)$$

де  $h$  – висота борозни в дюймах, а  $s$  – ширина борозни в дюймах. Зв'язок між протидефляційною стійкістю ґрунту і параметром  $K_r$  такий: на ґрунтах з високою протидефляційною стійкістю, як правило, це важкосуглинкові, глинисті і солонцюваті ґрунти, вплив борозен, що були сформовані на поверхні ґрунту ґрунтообробними та посівними агрегатами, на вітрову ерозію буде мінімальним, але на піщаних та супіщаних ґрунтах – досить помітним.

Отриманий параметр  $K$  ще коректується на величину кута між напрямками дії енергії вітру і напрямком борозен. Процедура такого коректування розглядається у спеціальних довідниках у вигляді номограм та (або) таблиць з урахуванням типів ґрунтів та видів ґрунтообробних знарядь [8].

Важливою також є корекція К-параметру на так звану «неорієнтовану» або «випадкову» шорсткість (*ridgeroughness*), що є шорсткістю, яка утворюється ґрунтообробними знаряддями під час обробки ґрунту на зяб і не змінюється певний час з осені до весни, у тому числі, і в дефляційно-небезпечний період, до передпосівної культивування та посіву ярової культури [8]. Кожен з видів шорсткості, і «орієнтована», і «неорієнтована» («випадкова»), може бути присутнім на поверхні ґрунту в певний період року і доповнюватися один другим, зменшуючи, таким чином, вітрову ерозію. Наявність такого ґрунтозахисного ефекту, особливо в дефляційно-небезпечний період, робить процедури створення поверхонь ґрунту з певними, заздалегідь заданими, і правильно зорієнтованими у просторі і часі параметрами, досить ефективним протидефляційним заходом. Але використання лише «випадкової» шорсткості як ґрунтозахисного заходу має певні особливості. Зокрема, її високий ґрунтозахисний ефект може проявитися під час оранки цілинних земель, коли на поверхню вивертаються корені рослин разом з ґрунтовими агрегатами. Водночас, слід мати на увазі, що «випадкова» шорсткість може швидко зменшити свій ґрунтозахисний потенціал, наприклад, після сильного дощу. Напрацювання американських вчених щодо розрахунку К-параметра та його корекції на величину кута між напрямками дії енергії вітру і напрямком борозен та «неорієнтовану» шорсткість поверхні можна легко застосувати до умов степових агроландшафтів України.

### 3.3. Кліматичний індекс вітрової ерозії

Показник  $C$  є кліматичним індексом потенційних вітро-ерозійних втрат ґрунту, який враховує швидкість вітру та вміст вологи в поверхневому шарі ґрунту. Параметр розраховується на основі даних про поточне географічне положення та довгострокових кліматичних показників і має вираз у вигляді частки від значення  $C$  для метеорологічної

станції Гарден-сіті (Garden City), штат Канзас, якій було присвоєно величину в 100 одиниць. Кліматичний параметр вітрової ерозії розраховується як:

$$C = 34.48 \cdot V^3 / (PE)^2, \quad (3)$$

де  $C$  – середнє багаторічне річне значення кліматичного індексу;  $V$  – середньорічна швидкості вітру, у милях (1,6 км) за годину на висоті 30 фунтів (9,1 м);  $PE$  – індекс ефективності опадів за Торнсвайтом [8]; 34.48 – постійна величина, яка використовується для корекції локальних значень показника  $C$  відносно базового, яким є кліматичний індекс вітрової ерозії у Гарден-сіті [8]. Структура показника (3) пов'язана з тим загальновідомим фактом, що, при всіх інших однакових умовах, з одного боку, втрати ґрунту в процесі вітрової ерозії є пропорційними кубічній швидкості вітру [7], а, з іншого – обернено пропорційними запасам вологи у поверхневому шарі ґрунту. Автори WEQ вважали, що останній показник можна визначити через річний індекс «ефективності опадів» ( $PE$ ) відомого американського кліматолога Ч. Торнсвайта, який розраховується, як сума таких помісячних оцінок:

$$PE = \sum_{i=1}^{12} \{115 \cdot [P_i / (T_i - 10)]^{10/9}\}, \quad (4)$$

де  $P_i$  – середня багаторічна кількість опадів у кожному місяці, дюйми;  $T_i$  – середня багаторічна температура кожного місяця, градуси, за Фаренгейтом;  $i$  – номер місяця ( $i = 1-12$ ) [8].

Кліматичний параметр вітрової ерозії, був розрахований для всієї території Великих Рівнин США [8, 18, 19]. Для умов України адаптація кліматичного показника буде пов'язана з адаптацією рівнянь (3 і 4) до метричної системи вимірювання та з обробкою багаторічних помісячних даних за опадами та температурами по метеостанціях Степу України.

#### 3.4. Показник «незахищеної відстані»

Показник  $L$  (величина «незахищеної відстані») показує вплив на величину вітрової ерозії рослинних бар'єрів – посівів багаторічних трав, пасовищ, лісосмуг, куліс, гаїв тощо. Він визначається за наявності такого бар'єру, розташованого упоперек напрямку вітру, що викликає вітрову ерозію (особливо у критичний період) на поверхні конкретного поля або іншої площі, яка оцінюється. Показник  $L$  вимірюється в футах.

Якщо дефляційно небезпечний вітер проходить через рослинний бар'єр, то завжди буде існувати певна зона, де ще немає крипу (повзання ґрунтових часток під дією вітру) та сальтації (стрибоподібного руху ґрунтових часток). Ця зона в термінології WEQ має назву «стабільна зона» (*stable area*) [5, 8]. Стабільна зона є тією територією, яка здатна уловлювати і зберігати всі ґрунтові часточки, які потрапляють на поле з навітряного боку (у більшості випадків це, як мінімум, 12-15 футів (3-5 м) на відстані від площ, зайнятих травостоєм, пасовищами або відстань у 10 висот лісосмуги від її початку тощо). Величина  $L$  вимірюється від закінчення стабільної зони до кінця поля.

Фактор «незахищеної» відстані є важливим інструментом при застосуванні моделі (1) у процедурах проектування систем смугового землеробства, куліс, ґрунтозахисних лісосмуг тощо. Якщо в критичний період для певної території  $L=0$ , то це означає, що ця ділянка знаходиться у «стабільній» зоні і вона повністю захищена від вітрової ерозії. Для того, щоб отримати саме такий показник «незахищеної відстані», необхідно певним чином спроектувати рослинні бар'єри, зокрема, лісосмуги упоперек напрямку вітру, який переважає на границях поля, або розташувати ґрунтозахисні агрофони (багаторічні трави, куліси) у середині конкретного поля. У випадках, коли рослинний бар'єр виявився розташованим не під прямим кутом, а якимось іншим кутом до напрямку ерозійно-небезпечних вітрів у критичний період, оцінка «незахищеної відстані» ( $L$ ) буде коригуватися певними коефіцієнтами. Якщо рослинний бар'єр буде розташований вздовж напрямку ерозійно-небезпечних вітрів, то тоді параметр  $L$  буде дорівнювати довжині поля [5, 8].

#### 3.5. Показник ґрунтозахисної ефективності рослинності та рослинних решток

Вплив рослинного покриву та рослинних решток на вітрову ерозію (показник  $V$ ) в моделі WEQ (1) залежить від виду, кількості та просторової орієнтації рослинного матеріалу і визначається через універсальний показник  $SGe$  (*Small Grain Equivalent* – Малий зерновий еквівалент), який вимірюється в фунтах на акр. Еталонне значення  $SGe$  еквівалентне поверхні ґрунту, на якому знаходяться 10-дюймові стебла колосових зернових культур, які розташовані перпендикулярно панівним вітрам на відстані 10 дюймів

один від іншого. Експерименти за допомогою аеродинамічних труб показали, що величина  $SGe$  для рослин та залишків різних видів рослинності є функцією від питомої ваги рослин та кількості залишків на одиницю площі, середнього діаметра стебел, орієнтації стебел відносно поверхні землі (вертикальне розташування або горизонтальне) та їх просторового розподілу [5, 20, 21].

Експерименти в аеродинамічних трубах допомогли американським вченим отримати серію залежностей між параметрами рослинного покриву і рослинних залишків та значеннями  $SGe$ . Для практичного визначення певного  $SGe$  для кожної сільськогосподарської культури були побудовані спеціальні номограми [8], якими враховано не тільки вид сільськогосподарської культури, але фазу вегетації, стан посівів, їх щільність і розташування відносно панівних дефляційно-небезпечних вітрів тощо. Слід зазначити, що опубліковані дані щодо  $SGe$  можуть бути легко адаптовані для умов сучасного українського Степу, тому що перелік сільськогосподарських культур, які вирощуються в преріях Великих Рівнин США та технології їх збирання практично ідентичні місцевим культурам і технологіям. Адаптація цього показника повинна бути пов'язана, головним чином, з переведенням параметрів, що вивчаються, у метричну систему.

### 3.6. Недоліки моделі WEQ

Водночас, за думкою експертів [8], модель WEQ (1) має певні недоліки, а саме:

- вона не оцінює величину дефляції окремої пилової бурі;
- не розраховує величину вітрової ерозії у ситуації, коли на поверхні ґрунту існує сніговий покрив;
- показник  $L$  «незахищена відстань», ігнорує у загальному балансі прихід в агроландшафт ґрунтового матеріалу у вигляді суспензії в процесі її випадання з повітря;
- $I$ -індекс не враховує здатність до дефляції щебенуватих ґрунтів.

Саме ці недоліки привели до створення «поліпшеного» варіанту моделі – RWEQ. А потім і до моделювання процесів дефляції вже на нових теоретичних засадах. Вважається, що цих недоліків немає у новій технології оцінювання вітрової ерозії, яка розроблена в США вже в новому столітті – WEPS (*Wind erosion prediction system*).

## 4. Висновок

Ефективне проектування протидефляційних заходів можливе лише на об'єктивній кількісній основі, у порівнянні потенційних втрат ґрунту з допустимою нормою ерозії. Саме таке порівняння є ефективним інструментом для створення науково обґрунтованої системи захисту ґрунтів, яка повинна включати лісомеліоративні, агротехнічні та організаційно-правові заходи на певній території. Враховуючи, що зараз створення власної технології кількісної оцінки вітрової ерозії є неможливим в силу фінансових та інтелектуальних обмежень, на наш погляд, слід адаптувати для умов, зокрема, українського Степу американське рівняння вітрової ерозії (*Wind Erosion Equation, Wind Equation – WEQ*). Процедура адаптації буде пов'язана, головним чином, з перерахунком чинних даних щодо «грудкуватості» чорноземних та каштанових ґрунтів, розрахунку і картування кліматичного параметра дефляції та переведення всіх складових математичної моделі WEQ в метричну систему вимірювань.

### Список цитованої літератури

1. *Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні*: монографія. За ред. С.А. Балюка та Л.Л. Товажнянського. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 460 с.
2. *Пилова буря 23-24 березня 2007 року на Півдні України*: поширення, метеорологічні та ґрунтові чинники, втрати ґрунту/ С.Г. Чорний, О.М. Хотиненко, О.В. Письменний, Т.М. Чорна. Вісник аграрної науки. 2008. № 9. С.46-51.
3. Чорний С.Г., Волощенко А.В. Оцінка протидефляційної ефективності технології No-till в умовах Південного Степу України. *Ґрунтознавство*. 2017. Вип. 17. № 3-4. С. 50-63.
4. Klik A. Wind erosion assessment in Austria using wind erosion equation and GIS /Agricultural Impacts on Soil Erosion and Soil Biodiversity: Developing Indicators for Policy Analysis edited by R. Francaviglia. Rome: Proceedings from an OECD Expert Meeting, 2004.P. 145-154.
5. Woodruff N.P., Siddoway F.H. A wind erosion equation. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 1965. № 29(5). P. 602-608.
6. Skidmore E.L. Woodruff N.P. Wind erosion forces in the United States and their use in predicting soil loss. *Agricultural Research Service, Agriculture Handbook*. №346. USDA, 1968.42 p.
7. Skidmore E.L. A wind erosion equation: development, application and limitations ERDA Symposium Series 38, Atmosphere-Surface Exchange of Particulate and Gaseous Pollutants.1976. P. 452-465.
8. *National Agronomy Manual*. Part 502. Wind Erosion. USDA. NRCS. 2002. 227 p.

9. Wagner L.E. A history of Wind Erosion Prediction Models in the United States Department of Agriculture: The Wind Erosion Prediction System (WEPS). Aeolian Research. 2013. №10. P. 9-24.

10. *Wind Erosion (WEPS)*

[Electronic resource] URL: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/technical/tools/weps/> Last accessed: 02.05.2018. Title from the screen.

11. *Chepil W.S.* Soil conditions that influence wind erosion. USDA Tech. Bul. № 1185. USDA, 1958. 40 p.

12. Чорний С.Г., Хотиненко О.М., Письменний О.В. Вітростійкість ґрунтів у степових агроландшафтах України залежно від їх властивостей та погодних умов зимового періоду. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2008. Вип. 4(47). С. 150-160.

13. *Zobeck T.M., Popham T.W.* Dry aggregate size distribution of sandy soils as influenced by tillage and precipitation. Soil Sci. Soc. Am. J. 1990. № 54(1). P. 197-204.

14. *Hagen L.J., Skidmore E.L., Saleh A.* Wind erosion: Predictions of aggregate abrasion coefficients. Trans. Amer. Soc. Agric. Engin. 1992. №35(6). P. 1847-1850.

15. *Skidmore E.L., Layton J.* Dry Soil Aggregate Stability as Influenced by Selected Soil Properties. Soil Sci. Soc. Amer. J. 1992. № 56. P. 557-561.

16. *Zobeck T.M., Onstad C.A.* Tillage and rainfall effects on random roughness: a review. *Soil and Tillage Research*. 1987. №9. — P. 1-20.

18. *Potter K.N.* Soil properties effect on random roughness decay by rainfall. *Trans. Amer. Soc. Agric. Engin.* 1990. №33(6). P. 1889-1892.

18. *Chepil W.S., Siddoway F.H., Armbrust D.V.* Climatic Factor for estimating wind erodibility of farm fields. *Jour. Soil and Water Conserv.* 1962. № 17(4). P. 162-165.

19. *Lyles L.* Erosive wind energy distributions and climatic factors for the West. *Jour. Soil and Water Conserv.* 1983. № 38(2). P. 106-109.

20. *Lyles L., Allison B.* Range grasses and their Small Grain Equivalents for wind erosion control. *Jour. of range management*, 1980. № 33(2). P. 143-146.

21. *Skidmore E.L., Nelson R.G.* Small-Grain Equivalent of mixed vegetation for wind erosion control and prediction. *Agron. J.* 1992. № 84. P. 98-101.

UDC 631.6.02

## Quantitative estimation of soil wind erosion: possibilities of WEQ

S.G. Chorny\*<sup>\*</sup>

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

\*E-mail: [s.g.chorny@gmail.com](mailto:s.g.chorny@gmail.com)

Advantages of using a wind erosion mathematical model (WEQ) for the design for wind erosion control in the conditions of the Ukrainian Steppe was the purpose of the article. The procedures for adapting WEQ to local natural and economic conditions, which will consist in the recalculation of current data on "lumpness" of chernozem and chestnut soils, quantification and mapping of the climatic deflation parameter, and the transfer of all components of the WEQ mathematical model to the metric measuring system is proposed. Calculations for the adapted model WEQ will need to be compared with soil loss tolerance and in a certain territory such a procedure will be an effective tool for the creation of a scientifically grounded system of soil protection from erosion.

**Keywords:** wind erosion; soil wind erodibility; climatic parameter of wind erosion; soil surface roughness; soil protection; vegetation cover.