

УДК 631.421:57.087

Імовірнісна оцінка ерозійно-гідрологічних процесів і формування ґрунтоохоронної структури агроландшафтів на басейновій основі

В.О. Белоліпський*, Д.О. Тімченко

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 04.06.2018 Отримано після доопрацювання 08.07.2018 Затверджено до друку 06.08.2018 Доступно онлайн 01.10.2018	У статті представлено огляд результатів багаторічних досліджень лабораторії охорони ґрунтів та раціонального використання земель, спрямованих на розробку шляхів застосування басейнового підходу до формування ґрунтоводоохоронних заходів. Дослідження виконано протягом 2015-2018 років на території Луганської області в межах території басейнів малих річок Сіверського Донця. Методичні особливості роботи базувалися на просторово-часовому аналізі факторів впливу на ерозійно-гідрологічні процеси на основі басейнкової концепції в системі "басейн малої річки балковий водозбір", його математичного моделювання, оцифровування отриманих моделей засобами ГІС-технологій у вигляді TIN - поверхонь. За результатами польових робіт та аналітичною оцінкою архівних матеріалів ґрунтового обстеження за даними 1970 та 2011 рр. було створено базу даних за показниками: групування земель за вмістом гумусу (до 3,3-4,4-5, та більше 5 %); геоморфологічного групування земель басейна малих річок; складу основних сільгоспугідь (рілля-кормові угіддя-лісосмуги); матеріалів водного кадастру на території степового регіону. Розроблено моделі середньо-максимальних витрат стоку в басейні р. Сіверський Донець, побудовано картосхеми середньо-максимальних витрат стоку в системі балкових водозборів в басейні р. Айдар різної забезпеченості. З метою формування ґрунтоохоронної структури балкових водозборів запропоновано рекомендації щодо оцінювання ерозійно-гідрологічних ситуацій в агроландшафтах і позначено рівні впливу провідних факторів: рілля (61-69 %), зливові опади (19-21 %), схили більше 1° (3,7-7,3 %), вміст гумусу (3,8-5,3 %).
<i>Ключові слова:</i> <i>агроландшафт;</i> <i>басейн річки;</i> <i>водозбір;</i> <i>гумус;</i> <i>витрати стоку;</i> <i>імовірність.</i>	

*E-mail: belolipskiy-42@ukr.net

1. Вступ

У результаті циклічного характеру прояву зливових опадів у процесі загальних кліматичних змін, зниження вмісту гумусу в ґрунтах і, як наслідок, зменшення їх стійкості до ерозії, зниження екологічної стійкості сільгоспугідь та призупинення застосування протиерозійних заходів значно підвищились ризики подальшої інтенсифікації ерозійної деградації ґрунтів в басейнах малих річок.

Результати виконання цілеспрямованого аналізу (SWOT) і аналізу прогалин (GAP-аналіз проблем) наукових досліджень і програм в рамках проекту ПРООН/ГЕФ «Інтеграція положень Конвенцій РІО у національну політику України» свідчать про ряд невирішених проблем з формування екологічно стійкої структури агроландшафтів [1] і ґрунтоводоохоронних систем для досягнення ерозійно безпечних водозбірних територій в басейнах малих річок [2,3].

Задовільне вирішення цього питання можливо лише шляхом взаємопов'язаної системи протиерозійних заходів на принципах формування ґрунтоводоохоронних агроландшафтів, які були розроблені протягом 1980-2000 рр. Українським інститутом охорони ґрунтів Національної академії аграрних наук та у 2011-2015 рр. – ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського».

Запроєктовані інститутом Укрземпроект (Луганська область) зональні моделі такої організації території землекористування на практиці показали високу ґрунтозахисну ефективність, позитивний вплив на екологічний стан агроландшафтів, у т. ч. їх ерозійно-гідрологічну складову, збереження біорізноманіття та підвищення продуктивності агроєкосистем [4].

Але нові сучасні земельні відносини, децентралізація управління земельними ресурсами визначили актуальність питання адаптації агроєкосистем до циклічних змін клімату, збереження природного потенціалу ґрунтових і водних ресурсів, удосконалення параметричного оцінювання ерозійно-гідрологічних ситуацій в агроландшафтах [5].

Такий підхід можливо реалізувати лише з урахуванням комплексу природних та антропогенних факторів (геоморфологічна типізація території, особливості рельєфу, ґрунтового покриву та ведення сільськогосподарської діяльності) в системі: басейн річки - система балкових водозборів - елементарний схил. Площа таких систем у степових агроландшафтах України становить близько 80-90 % загальної площі сільськогосподарських угідь.

2. Проблема мінімізації ерозії ґрунтів

За останнє 20-річчя в Україні комплексне вирішення проблеми мінімізації ерозії та максимально ефективного використання природного потенціалу ґрунтових ресурсів у агроландшафтному аспекті передбачає формування екологічної організації землеробського блоку та ґрунтоводоохоронної структури сівозмін, формування екосистемних смуг, застосування мінеральних добрив, біогумусу, вивчення впливу на ерозію ґрунтів потенціалу клімату [4,5].

Для території України розроблено декілька схем розрахунку схилового стоку та змиву від злив. Більшість існуючих методик базується на аналізі матеріалів штучного дощування [6] та матеріалів «Наблюдений на малых реках и стоковых станциях» [7]. Практично усі вище означені рекомендації та інструкції орієнтовано на визначення забезпечених величин стоку та змиву за забезпеченими кліматичними характеристиками опадів, які останніми десятиріччями суттєво змінилися. Тому в методах розрахунку стоку для сучасних агроландшафтів потрібно враховувати їх структуру та ґрунтоводоохоронну роль орних і природних кормових територій [4].

Загалом в наш час в Україні на регіональному рівні та в межах басейнових структур практичне облаштування малих та середніх річок цілеспрямовано не проводиться та актуальність досліджень полягає в тому, що вперше на новій технологічній основі виконується протиерозійне облаштування басейнів малих річок на системному рівні.

Аналіз матеріалів досліджень свідчить, що програма вирішення ґрунтово-ерозійної проблеми повинна включати такі позиції:

- розробка нових методичних підходів до оцінювання проявів і мінімізації ризиків ерозійних процесів на с.–г. угіддях;
- регіональні еталони реальної швидкості процесів ерозії, які встановлені не експертним шляхом, а експериментально, з застосуванням оцінки ерозійно-гідрологічних ситуацій за басейновим принципом;
- екологічна організація території за принципом гарантування мінімальних втрат води і змиву ґрунту;
- екологічне обґрунтування ґрунтоводоохоронної структури посівних площ;
- напрацювання природоподібних технологій гармонійного функціонування показників ґрунтоутворення в сучасних агросистемах з урахуванням водно-ерозійних чинників.

3. Результати досліджень проблемного питання на басейновій основі

Різні аспекти басейнового природокористування розглянуто в роботах вчених – Ф.Н. Мількова, Г.І. Швєбса, Ф.М. Лісецького, Л.М. Коритного, В.А. Трифонова, В.О. Белоліпського; іноземних – D. Charley, B. Kennedy, R. Hortal та ін.

У наш час в Україні на регіональному рівні та в межах басейнових структур з метою практичного облаштування малих річок проведено дослідження природного потенціалу ґрунтів басейну р. Айдар [8], а також розроблено картосхеми імовірнісних ерозійно-гідрологічних характеристик витрат стоку $Q_{\max}$ [3].

Незважаючи на значні успіхи у дослідженнях механізму ерозійно-гідрологічних процесів, їх прогнозування та кількісна оцінка в практиці землевпорядних робіт проводиться з урахуванням рельєфу (довжина та крутість схилів) на обмеженій частині водозбору з диференціацією на агротехнологічні групи.

Спробу вирішити це завдання більш надійним способом зроблено [9,10] через використання індексу ерозійної небезпеки земель (I_e), як співвідношення між прогнозною та розмивною швидкостями потоків:

$$I_e = \frac{v}{v_p} \text{ де: } v - \text{швидкість водного потоку (середня або донна);}$$

v_p – розмивна швидкість водного потоку (середня або донна).

Це також не приводить до точних характеристик ерозійного процесу, оскільки базується на нормативних показниках (коефіцієнт безпеки агрофонів та ерозійні якості земель), які характеризують обмежені території (ділянки) водозбору. Використання даного підходу до великих водозборів балкових систем з обмеженням лише за технологічним блоком агроландшафтів не приводить до вирішення поставленої мети. Тому ця методика не може претендувати на універсальність у проектних роботах землеустрою.

Розглядати суть природного механізму прояву ерозії (змиву) у взаємодії

рельєфних факторів (довжина та крутість) недостатньо. Перед усім, природний захисний механізм зумовлюється групою взаємопов'язаних факторів, з яких основними є рослинний покрив та фізична структура ґрунту, які зумовлюють поглинальну здатність ґрунту та формування стоку. Тому у просторі водозборів формування стоку за антропогенного використання підкорюється системі взаємопов'язаної ієрархії водозборів: басейн – балковий водозбір – схил [2].

Об'єднання природних та антропогенних чинників виникнення стоку у визначеній системі зумовлюється, перед усім, екологічною організацією території (співвідношення компонентів рілля – ліси – кормові угіддя), а на другому рівні – структурою посівних площ ріллі з диференціацією технологічних приймів з вирощування с.-г. культур. При цьому вплив технологічних прийомів на формування мікрорельєфу та ґрунтові властивості, за словами І.П. Герасимова та М.А. Глазовської [11] "... в отличие от других факторов, выражается, прежде всего, в том, что он способствует чрезвычайно большей дифференциации наземной поверхности всех явлений составляющих сущность почвообразования ...". А за В.М. Фрідландом [12] "... чем более интенсивно рельеф перераспределяет влагу, тем более дифференцирован почвенный покров ...". Це визначає актуальність вирішення проблеми з вивчення ерозійно-гідрологічних показників у басейнових системах.

На наш погляд, вище означені підходи мають деякі недоліки:

- не використовують басейнові підходи у вирішенні оцінки ерозійної безпеки земель з урахуванням геоморфологічних відмінностей різних ієрархічних рівнів водозборів;
- не враховують ймовірності характеристики прояву ерозійно-гідрологічних процесів;
- вихідні дані розрахунків не містять показників екологічної організації території (розораність, співвідношення складових частин АЛ: рілля – лісові угіддя – кормові угіддя), геоморфологічної типізації (плато, схили, балки, плато, яружно-балкова мережа).

4. Спосіб вирішення проблеми

4.1. Методичні особливості

Аналіз матеріалів показав, що програма вирішення ґрунтово-екологічних та ерозійно-гідрологічних проблем повинна включати такі питання та напрями з використанням ГІС-технологій:

- 1) ймовірнісні характеристики максимальних витрат стоку як в цілому за басейнами малих річок, так і за системою балкових водозборів, приурочених до гідропостів багаторічних спостережень;
- 2) геоморфологічна типізація агроландшафтів басейну з урахуванням просторово-часової динаміки вмісту гумусу в ґрунтах;
- 3) системна взаємодія фактичних та припустимих рівнів розвитку ерозійно-гідрологічних процесів на різних ієрархічних рівнях басейну.

Мета басейнового напрямку – визначення ерозійно-гідрологічного стану агроландшафтів, структури землекористування, ступеня їх ерозійної деградації і необхідності застосування комплексу протиерозійних заходів різної складності з урахуванням таких завдань:

- сформувати базу даних за факторами прояву ерозійно-гідрологічних процесів у системі: басейн річки → балковий водозбір;
- визначити ймовірність показників середньо-максимального розходу стоку для балкових водозборів басейнів малих річок;
- розробити картосхему ймовірності прояву ерозійно-гідрологічних процесів за характером прояву стокових показників басейну малих річок.

Перелічені завдання є системою екологічно взаємопов'язаних етапів вирішення проблеми мінімізації ерозії ґрунту.

Методологічною основою розробки є просторово-часовий аналіз факторів впливу на ерозійно-гідрологічні процеси на основі басейнкової концепції в системі: басейн малої річки → балковий водозбір, його математичне моделювання, оцифровування отриманих моделей засобами ГІС-технологій у вигляді TIN-поверхонь.

Кліматична характеристика містить інформацію про річний хід опадів за три характерних за водністю роки (багатоводний, середній, маловодний) та суму опадів за рік.

Рельєф та гідрологічні показники характеризуються крутістю, довжиною та експозицією схилу, а також розчленованістю річкової та яружно-балкової мережі

водозборів басейну малих річок (картографічні дані топографічних карт М : 1 : 100000, Google Maps, Wikimapia.org, оброблені в Mapinfo 9.5.1).

Дані втрат опадів від стоку за сучасної сільськогосподарської діяльності характеризуються максимальними втратами стоку ріки та прогностичними показниками за моделлю стоку [3] з урахуванням природних і антропогенних характеристик балкових водозборів річки.

Екологічно орієнтована організація території оцінюється співвідношенням площі ріллі, лук та лісу в різних природно-кліматичних, ґрунтових та антропогенних умовах басейну річки та екологічною стабілізацією водозборів.

4.2. База даних

Базу даних за факторами прояву ерозійно-гідрологічних процесів в системі «басейн річки → балковий водозбір» сформовано за показниками середньо-максимальних витрат стоку в басейні р. Айдар за гідропостами (Білолуцьк, Курячівка, Старобільськ, Бахмутівка) з використанням [3] таких матеріалів:

- 1) групування земель за вмістом гумусу (до 3,3–4,4–5 та більше 5%);
- 2) геоморфологічне групування земель за крутістю схилів (плато, схили, балки; перша призаплавна тераса, заплава; схили до 3°, та більше 3°);
- 3) групування земель за структурою основних сільськогосподарських угідь (рілля, кормові угіддя, лісосмуги);
- 4) площі полезахисних та прибалкових лісосмуг; коефіцієнт їх захисної дії у ключових точках спостережень;
- 5) архівні матеріали водного кадастру по території аридної зони України – степовий регіон (р. Айдар).

4.3 Криві забезпеченості $Q_{\max}$ (імовірність перевищення)

Оцінювання ерозійних процесів проведено за емпіричними показниками 4-х кривих розподілу максимальних витрат р. Айдар на гідропостах: Старобільський, Білолуцький (статистична вибірка 51–52); Курячівка, Бахмутівка (відповідно 11–26), та теоретичними (аналітичними) кривими розподілу Пірсона III типу (Рис. 1) шляхом підбору відношення $C_S/C_V \geq 2$ розрахунками трьох параметрів:

1. Розподіл середнього арифметичного значення типів ряду Q ;
2. Коефіцієнт варіації C_V ;
3. Коефіцієнт асиметрії C_S .

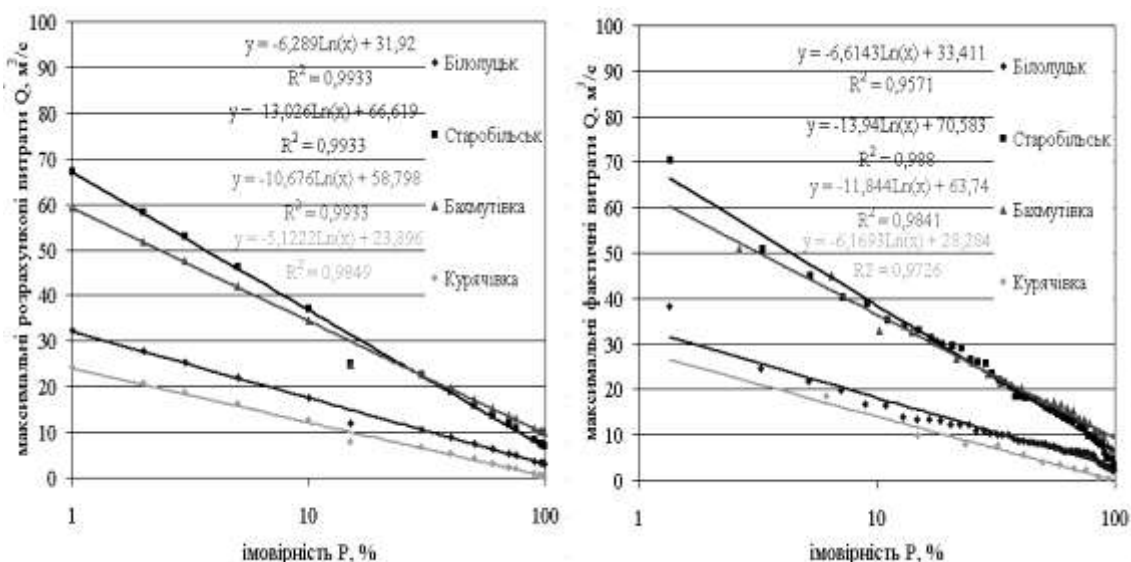


Рис. 1. Максимальні витрати стоку за гідропостами

Для обчислення параметрів кривих забезпеченості $Q_{\max}$ проаналізовано ряди спостережень (1949–2010 рр.) в інтервалі: Білолуцьк – 1949–2010; Старобільськ – 1950–2010; Бахмутівка – 1960–2010; Курячівка – 1958–1968 рр.

Отримана інформація (Табл. 1) свідчить, що використання басейнового методу

аналізу дозволило диференціювати розподіл за гідропостами басейну р. Айдар. Так, показники кривих розподілу ймовірності, які перевищують 50 % $Q_{\max}$ на водозборах гідро постів Білолуцьк та Курячівка ($8-5 \text{ м}^3/\text{с}$) були в 2,39–3,83 рази менше, ніж на гідро постах Старобільськ та Бахмутівка – відповідно 19,16 – 19,42 $\text{м}^3/\text{с}$. Ця витрата стоку характеризується повторюваністю 1 раз за 2 роки.

В екстремальних умовах показники максимального стоку 10 % рівня ймовірності $Q_{\max}$ збільшувались в 1,94–2,20 та 1,77–1,99 рази відповідно за Старобільським та Бахмутівським гідропостами. Стік, який перевищував 10, 5 та 1 % забезпеченість, характеризується повторюваністю 1 раз за 10–51 рік. Ці показники свідчать, що басейновий метод аналізу дозволяє отримати більш точну інформацію.

Диференційований аналіз параметрів збільшення $Q_{\max}$ (Рис. 1) в багатоводні роки на 1 % ймовірності за кутовим коефіцієнтом у графіках зв'язку становив 13,03 (гідропост Старобільськ) та 11,84 $\text{м}^3/\text{с}$ (гідропост Бахмутівка) проти 6,61–6,17 $\text{м}^3/\text{с}$ з тією ж ймовірністю (водозбори гідропостів Білолуцьк та Курячівка).

Таблиця 1

Ймовірнісні показники витрат стоку за гідропостами

Гідропост басейну р. Айдар	Витрати стоку, $\text{м}^3/\text{с}$ з ймовірністю, %			
	< 10	20-30	40-50	>50
Білолуцьк	> 17,44	13,10 – 10,53	8,50 - 7,32	< 7,32
Старобільськ	> 38,48	28,82 – 23,17	19,16 – 16,05	< 16,05
Курячівка	> 12,10	8,55 – 6,47	5,00 - 3,86	< 3,86
Бахмутівка	> 32,22	26,82 – 22,49	19,42 - 17,03	< 17,03

Диференційована оцінка витрат стоку по гідропостах басейну річки зумовлює необхідність розробки різних систем мінімізації ерозійних процесів [2] на основі просторових характеристик ерозійно-гідрологічних ситуацій.

4.4. Оцінка ерозійно-гідрологічних ситуацій в агроландшафтах

В основу оцінки ерозійно-гідрологічних ситуацій було покладено картосхеми середньо-максимальної витрати стоку ($Q_{\max}$) у басейні р. Айдар. Для розробки проведено розрахунок математико-статистичної моделі $Q_{\max}$ як функції $Q_{\max}$ різної ймовірності прояву (за теоретичною кривою забезпеченості) залежно від факторів, що впливають на прояви витрат стоку в різних умовах водозборів гідропостів Білолуцьк, Курячівка, Старобільськ, Бахмутівка.

Для обчислення параметрів кривих забезпеченості $Q_{\max}$ проаналізовано ряди спостережень (1949-2010 рр.) та сформовано базу даних факторів, що впливають на ерозійно-гідрологічні процеси, за такими показниками:

- площа водозборів;
- групування земель за геоморфологією та крутістю (плато, схили до 1° та більше 1° , яружно-балкова мережа, перша призаплавна тераса, заплава);
- групування ґрунтів за вмістом гумусу (до 3,3-4,4-5 та більше 5 %);
- склад основних с-г. угідь: рілля, кормові угіддя, лісосмуги (полезахисні та прибалкові з диференціацією їх розташування щодо ліній – поперечні та повздовжні);
- витрати стоку різного ступеня забезпеченості (1, 5, 10, 25, 50 %) за гідропостами;
- дані зливових опадів за гідропостами, мм: повноводний рік – 63,7-93,5; середні роки – 60,0-89,2; маловодний рік – 49,1-68,2.

Згідно з алгоритмом, що використовується для розробки моделі середньо-максимальних витрат стоку по басейну р. Айдар, з використанням бази даних визначено рівняння витрат стоку (y) різної забезпеченості (1, 5, 10, 25, 50 %) з позиціонуванням розрахунків по ключових точках з конкретним набором показників факторів впливу на ерозійно-гідрологічні процеси (Табл. 2).

За всіма моделями, коефіцієнт множинної кореляції (R) становить 0,88–0,91, відносна помилка моделей (E) 2,0–2,7, що свідчить про їх високу достовірність.

Провідними факторами впливу є такі:

- рілля, % (вплив 61,66–69,06 %);
- зливові опади, мм (вплив 19,47–21,14 %);
- схили $> 1^\circ$, % (вплив 3,73–7,26 %);
- вміст гумусу, % (вплив 3,82–5,11 %);
- площа водозборів, км^2 (вплив 2,79–3,13 %).

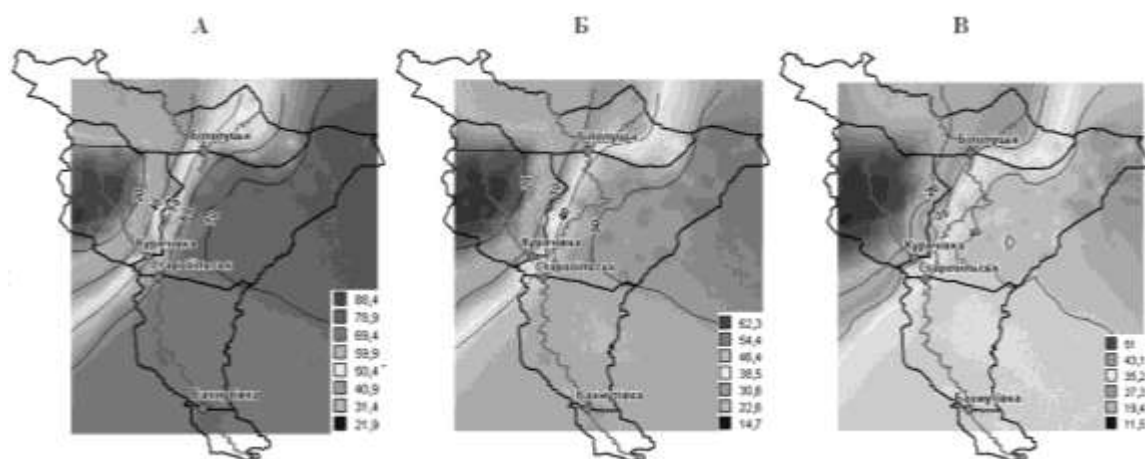
Таблиця 2

Характеристика моделі середньо-максимальних витрат стоку різної забезпеченості в системі балкових водозборів по гідропостах в басейні р. Айдар

Ерозійно-гідрологічні фактори	Рівняння моделі	Вплив на модель, %	Характеристика моделі	
			Е, %	Р
Площа водозборів F, км ²	$y = 32,05x^{0,2485}$	2,97	2,170	0,904
Зливові опади X, мм	$y = 0,0108x^{1,7422}$	20,81		
Рілля f _п , %	$y = 3E-09x^{5,3333}$	63,71		
Схили > 1° Схил, %	$y = 2,0575x^{0,5194}$	6,20		
Вміст гумусу Нгум, %	$y = 22,461x^{-0,402}$	4,80		
Яружно-балкова мережа Sбал, %	$y = 14,475x^{-0,087}$	1,04		
Перша тераса річки до 1° Стер, %	$y = 9,7603x^{-0,009}$	0,11		
Лісосмуги поперечні, ФЛС%	$y = 7,7916x^{-0,022}$	0,26		
Плато - схили до 1° Спл, %	$y = 7,707x^{0,008}$	0,10		
$Q = K^* \cdot F^{0,2485} \cdot X^{1,7422} \cdot f_p^{5,3333} \cdot \text{Схил}^{0,5194} \cdot \text{Нгум}^{-0,402} \cdot \text{Сбал}^{-0,087} \cdot \text{Стер}^{-0,009} \cdot \text{ФЛС}^{-0,022} \cdot \text{Спл}^{-0,008}$				

* К - коефіцієнт переведення на задану ймовірність витрати стоку: $K_1 = 4,99 \cdot 10^{11}$; $K_5 = 5,41 \cdot 10^{12}$; $K_{10} = 8,79 \cdot 10^{13}$

Згідно з імовірнісними моделями проведено розрахунки витрат стоку різної забезпеченості по 170 ключових точках басейну р. Айдар і отримані дані оцифровано засобами програмного комплексу Mapinfo 9.5.1 у вигляді TIN поверхонь та ізоліній (Рис. 2). Просторовий аналіз басейнового розподілу Q_{max}, який перевищує 10 % рівень забезпеченості, показав, що в межах 10 % імовірності перевищення мінімальні показники Q_{max} спостерігаються в межах Курячівського і Білолуцького гідропостів – відповідно 15-30 і 10-25 м³/с (верхня частина басейну) з подальшим збільшенням значень до 15-40 і 25-45 м³/с відповідно у системах балкових водозборів Старобільського та Бахмутівського гідропостів (середня і нижня частини басейну) (Табл. 2).



А – 1% забезпеченості; Б – 5% забезпеченості; В – 10% забезпеченості

Рис. 2. Картосхеми середньо-максимального стоку в системі балкових водозборів (м³/с) по гідропостах в басейні р. Айдар:

Таблиця 3

Розподіл Q_{max} за системою водозборів гідропостів басейну р. Айдар

Q різної ймовірності	Гідропости			
	Білолуцьк	Курячівка	Старобільськ	Бахмутівка
Q ₁	30–55	20–45	35–60	50–70
Q ₅	20–35	15–30	20–40	40–50
Q ₁₀	15–30	10–25	15–30	25–45
Q ₂₅	10–20	5–15	15–25	20–30
Q ₅₀	5–15	< 10	5–20	15–25

За характеристиками Q_{max} аномального прояву (1% забезпеченості) виявлена вище закономірність зберігається, а величини Q_{max} збільшуються з 20-45 і 30-55 (водозбори Курячівського і Білолуцького гідропостів) до 35-60 і 50-70 м³/с (водозбори Старобільського та Бахмутівського гідропостів відповідно). Це визначає необхідність розробки диференційованих систем ґрунтоводоохоронних заходів [5].

5. Висновок

Методологія формування сталих ґрунтоводоохоронних агроландшафтів знаходиться у стадії наукових дискусій. Мова йде про часткову (або й повну) трансформацію існуючої системи охорони ґрунтів від ерозії, і використання адаптивно-ландшафтного землеробства в системі «басейн малих річок → система балкових водозборів». Така трансформація потребує створення новітніх методик імовірнісної оцінки ерозійно-гідрологічних процесів та визначення співвідношення фактичних та припустимих показників з метою мінімізації та адаптації комплексів протиерозійних заходів.

Цитована література

1. *Формування протиерозійної структури агроландшафтів* водозбірних басейнів малих річок / О.Г. Тараріко Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма, О.А. Білокінь. Матеріали Міжнародної конференції "Природа для води", присв. всесвітн. дню водних ресурсів. 22 березня 2018 р. Київ, 2018. С. 76-77.
2. *Белоліпський В.О.* Оцінка розвитку ерозійних процесів на басейновій основі. Матеріали Міжнародної конференції "Природа для води", присв. всесвітн. дню водних ресурсів. 22 березня 2018 р. Київ, 2018. С. 228-229.
3. *Оцінка інтенсивності ерозійно-гідрологічних ситуацій* за басейновим принципом (методичні рекомендації та аналіз) / В.О. Белоліпський, С.А. Балюк, М.М. Полулях, Д.О. Тімченко. За наук. ред. доктора с.-г. наук В.О. Белоліпського. Харків, 2017. 72 с.
4. *Бульгин С.Ю., Белоліпський В.А.* Почвоводоохранный оптимизация агроландшафтов: монография. К.: Аграрна наука, 2012. 352 с.
5. *Белоліпський В.О., Полулях М.М.* Система охорони від водної ерозії ґрунтів схилих територій степових агроландшафтів (науково-методичний посібник). За наук. ред. доктора с.-г. наук В.О. Белоліпського і канд. с.-г. наук Т.М. Лактіонової. Харків, 2016. 169 с.
6. *Рекомендации по определению максимальных расходов воды* дождевых паводков с малых водосборов (площадью до 2,0 км²) при проектировании противозерозионных гидротехнических сооружений на равнинной территории Укр. ССР. Киев, 1985. 25 с.
7. *Правила по определению максимальных расходов воды* дождевых паводков с малых водосборов (площадью до 2,0 км²) при проектировании противозерозионных гидротехнических сооружений на равнинной территории Украинской ССР (ВСН 10.15 УССР 1–87). К.: Госагропром УССР, 1987. 25 с.
8. *Белоліпський В.О., Лактіонова Т.М., Полулях М.М.* Імовірнісна природа вмісту гумусу та оцінка його неоднорідності у картуванні ґрунтів на басейновій основі. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. зб. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2017. Вип. 86. С. 24-34.
9. *Куценко М.В.* Геосистемні основи регулювання ерозійно-аккумулятивних процесів: геоморфосистемний аспект: монографія. Харків: КП "Міська друкарня", 2012. 320 с.
10. *Куценко М.В., Тімченко Д.О.* Теоретичні основи організації системи охорони ґрунтів від ерозії в Україні: Монографія. Харків: Смуґаста типографія, 2016. 240 с.
11. *Герасимов И.П., Глазовская М.А.* Основы почвоведения и географии. Москва: Географиз, 1960. 490 с.
12. *Фридланд В.М.* Структура почвенного покрова мира. Москва: Мысль, 1984. 235 с.

UDC 631.421:57.087

Probabilistic evaluation of erosive-hydrological processes and formation of soil protection structure of agrolandscapes on a basin basis

V.O. Belolipskyi *, D.O. Timchenko

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

*E-mail: belolipskiy-42@ukr.net

The article presents the review of the results of long-term studies of the Laboratory of Soil Protection and Rational Use of Lands, aimed at developing ways to apply the basin approach to the formation of soil protection measures. The research was carried out during 2015-2018 on the territory of Luhansk region within the territory of the basins of the small rivers of the Siverskyi Donets. The methodological features of the work were based on the spatial and temporal analysis of the factors of influence on the erosion and hydrological processes on the basis of the basin concept in the system "small river basin → bilge water catchment", its mathematical modeling, digitization of the obtained models by means of GIS technologies in the form of TIN-surfaces. According to the results of field work and analytical assessment of archival materials of soil survey according to the data of 1970 and 2011, a database was created with indicators: grouping of land by content of humus (up to 3,3-4,4-5, and more than 5 %); geomorphological grouping of lands of the basin of small rivers; composition of the main agricultural lands (arable land-forage lands-forest bands); materials of the water cadaster in the steppe region. Models of average-maximum run-off flow rate in the Siverskyi Donets River were developed, and there were constructed the average-maximum flow rate chart schemes in the system of gutter catchments in the basin of the Aidar River of various availability. In order to form the soil protection structure of the balconies, we propose recommendations for estimating erosion and hydrological situations in agrolandscapes and the level of influence of the leading factors: arable land (61-69 %), storm rainfall (19-21 %), slopes more than 1 (3,7- 7,3 %), humus content (3,8-5,3 %).

Keywords: agrolandscape; river basin; water catchment; humus; runoff; probabilistic evaluation.