



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.421:57.087

© 2018

## МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАЦІЇ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ СТОКУ ВОД ЗЛИВОВИХ ОПАДІВ У СИСТЕМІ БАЛКОВИХ ВОДОЗБОРІВ МАЛИХ РІЧОК

В.О. Белоліпський<sup>1</sup>, М.М. Полулях<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доктор сільськогосподарських наук

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

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: <sup>1</sup> belolipskiy-42@ukr.net, <sup>2</sup> nick\_pol2015@ukr.net

Надійшла 25.04.2018

**Мета.** Оцінка інтенсивності ерозійно-гідрологічних ситуацій за басейновим принципом як наукової основи підвищення протиерозійного захисту ґрунтів. **Методи.** Лабораторно-польовий, математико-статистичний, топометричний, морфологічний. Досліджено еродовані чорноземи звичайні агроландшафтів басейну р. Айдар (лівої притоки р. Сіверський Донець). **Результати.** За базою даних ерозійно-гідрологічних чинників (площа водозборів, км<sup>2</sup>; зливові опади, мм; частка на водозборі поперечних лісосмуг, %; розораність водозборів, %; коефіцієнт екологічної стабільності; вміст гумусу на ключових точках, %) розроблено математико-статистичну модель витрат стоку від зливових опадів у річках. Для характеристики змін водності річок на шляху руху від витoku річки до гирла застосовано коефіцієнт редукації русел і редукації гідрографічної мережі. З урахуванням редукації опадів, русел і гідрографічної мережі для басейну р. Айдар розроблено модель трансформації річкового стоку на схили окремо для правого та лівого берегів. Засобами програмного комплексу Mapinfo оцифровано модель трансформації річкового стоку на схили та отримано картосхему схилового стоку. **Висновки.** Застосування сучасних ГІС-технологій дає змогу отримати векторні характеристики кількісних показників максимальних витрат стоку в басейні малих річок, відобразити їхню трансформацію на схили у вигляді TIN-поверхонь і ізоліній та дати їхню кількісну оцінку в 3-рівневій системі: басейн річки → система балкових водозборів гідропостів → схили. Найвпливовіші ерозійно-гідрологічні чинники — зливові опади, розораність території та площа водозборів. Зменшують їхні показники: вміст гумусу, коефіцієнт екологічної стабілізації та поперечні лісосмуги.

**Ключові слова:** басейн, водозбір, гідропост, схили, гумус, стік, витрати, чинники, коефіцієнт.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-08>

В умовах циклічного характеру прояву зливових опадів у процесі загальних кліматичних змін, зниження вмісту гумусу ґрунтів і, як наслідок, зменшення їхньої протиерозійної стійкості, екологічної сталості сільськогосподарських угідь і застосування спрощених агротехнічних протиерозійних заходів значно підвищилися ризики подальшої ерозійної деградації ґрунтів у басейнах малих річок.

Призначення роботи — розробка моделі та картосхеми трансформації кількісних показників максимальних витрат стоку р. Айдар на схили балкових водозборів. Це дасть змогу, використовуючи просторову оцінку ерозійно-гідрологічних процесів у системі: басейн малої річки → балковий водозбір, обґрунтувати способи мінімізації стоку з урахуванням природного потенціалу ґрунтів водозбору р. Айдар.

За останнє 20-річчя проблему мінімізації ерозії та максимального використання природного ресурсу ґрунтів у агроландшафтному аспекті розв'язують комплексно. Це передбачає формування екологічної організації землеробського блоку та ґрунтоводоохоронної структури сівозмін, формування екосистемних смуг, застосування мінеральних добрив, біогумусу, вивчення впливу на ерозію ґрунтів потенціалу клімату [1–3].

Для території України розроблено кілька схем розрахунку схилового стоку та змиву від злив. Більшість наявних методик ґрунтується на аналізі матеріалів штучного дощування [4] та на інших матеріалах [5]. Практично всі зазначені вище рекомендації та інструкції орієнтовані на визначення забезпечених величин стоку та змиву за кліматичними характеристиками опадів, які останні десятиріччя істотно змінилися. Тому в методах розрахунку стоку для сучасних агроландшафтів потрібно враховувати їхню структуру та ґрунтоводоохоронну роль орних і природних кормових територій [6].

Загалом нині в Україні на регіональному рівні та в межах басейнових структур практичне облаштування малих і середніх річок цілеспрямовано не проводиться, тому 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 розв'язання ґрунтово-екологічної проблеми має включати:

- розробку нових методичних підходів до оцінки проявів і мінімізації ризиків ерозійних процесів на сільськогосподарських угіддях;
- регіональні еталони реальної швидкості процесів еродованості, які встановлено не експертним методом, а експериментально, із застосуванням оцінки ерозійно-гідрологічних ситуацій за басейновим принципом [7];
- екологічну організацію території за принципом мінімальних втрат води і змиву ґрунту;
- екологічне обґрунтування ґрунтоводоохоронної структури посівних площ;
- напрацювання природоподібних технологій гармонійного функціонування показників ґрунтоутворення в сучасних агросистемах з урахуванням чинників водно-ерозійних процесів.

**Мета досліджень** — оцінка інтенсивності ерозійно-гідрологічних ситуацій за басейновим принципом як наукової основи підвищення протиерозійного захисту ґрунтів.

**Матеріали і методи досліджень.** Досліджено еродовані чорноземи звичайні агроландшафтів басейну р. Айдар (лівої притоки р. Сіверський Донець) у межах 4-х систем балкових водозборів, приурочених до гідропостів Білолуцьк, Курячівка, Старобільськ, Бахмутівка (рис. 1).

Вивчали ерозійно-гідрологічні ситуації за басейновим принципом на різних ієрархічних рівнях басейну річки (басейн річки → балковий водозбір): витрати стоку та його трансформація на схили.

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

Кліматична характеристика містить інформацію про річний хід опадів за 3 характерних за водністю роки (багатоводний, середній, маловодний), суму опадів за рік



**Рис. 1. Об'єкт досліджень (басейн р. Айдар у межах Луганської обл.):** — райони; ☆ — точки спостережень; ♦ — гідропости; — межі водозборів гідропостів

і дані спостережень гідропостів Білолуцьк, Курячівка, Старобільськ, Бахмутівка.

Рельєф і гідрологічні показники характеризуються крутизною, довжиною та експозицією схилу, а також розчленованістю річковою та яружно-балковою мережею водозборів басейну р. Айдар (картографічні дані топографічних карт М:1:10000, Google Maps, Wikimapia.org, оброблені в Mapinfo).

Дані втрат опадів від стоку за сучасної сільськогосподарської діяльності характеризуються максимальними втратами стоку ріки та прогностичними показниками за моделлю стоку [8] з урахуванням природно-антропогенних даних балкових водозборів річки.

Екологічна організація оцінюється співвідношенням ріллі, лук, лісу в різних природнокліматичних, ґрунтових та антропогенних умовах басейну річки.

**Результати та їх обговорення.** Для побудови математико-статистичної моделі витрат стоку від зливових опадів у річках використано базу даних ерозійно-гідрологічних чинників басейну [9] із диференціацією зливових опадів (мм) за гідропостами:

повноводний рік, середні опади, маловодний рік і відповідні цим періодам максимальні витрати стоку, м³/с (табл. 1).

Графіки рівнянь чинників, порядок їх впливу під час побудови моделей наведено на рис. 2.

Модель можна виразити емпіричною формулою:

$$Q_{\max} = A \cdot F^{0,6248} \cdot X^{1,4659} \cdot F_{\text{лс}}^{-0,0738} \cdot F_{\text{н}}^{0,9243} \times F_{\text{кес}}^{-0,2876} \cdot F_{\text{гум}}^{-0,6419}, \quad (1)$$

де  $A = 4,4 \cdot 10^{-6}$ ;  $F$  — площа водозборів, км²;  $X$  — зливові опади, мм;  $F_{\text{лс}}$  — лісосмуги поперечні, %;  $F_{\text{н}}$  — розораність, %;  $F_{\text{кес}}$  — коефіцієнт екологічної стабільності;  $F_{\text{гум}}$  — уміст гумусу, %.

Визначено характеристику моделі витрат стоку від зливових опадів у річках (табл. 2).

Найвпливовіші ерозійно-гідрологічні чинники — зливові опади, розораність території та площа водозборів (36,5, 23,0 та 15,6% впливу на модель у бік збільшення витрат стоку); зменшують цей показник уміст гумусу, коефіцієнт екологічної стабілізації та поперечні лісосмуги (відповідно 16, 7,2 та 1,8% впливу). Показники коефіцієнта множинної кореляції ( $R$ ) 0,85 і відносна помилка моделі ( $E$ ) свідчать про високу достовірність отриманих розрахунків.

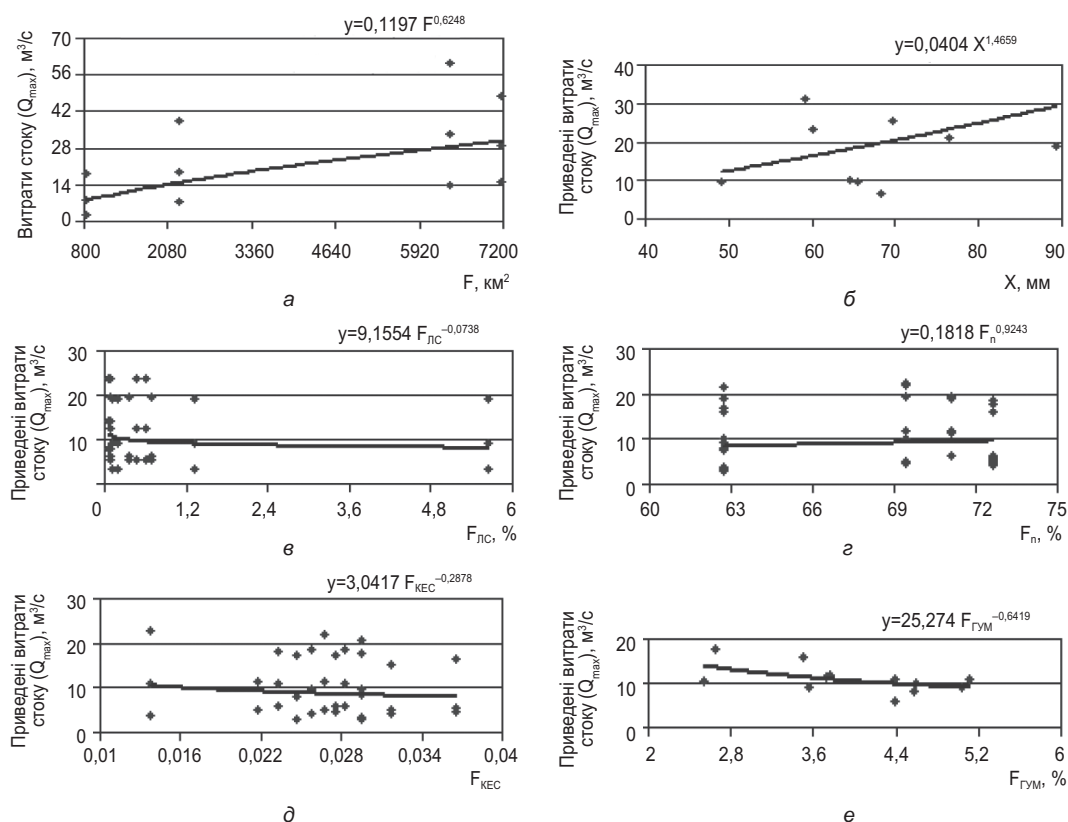
**Модель трансформації річкового стоку на схили.** Визначення стокорегулювальної здатності в таких великих агроландшафтах, як річковий басейн, не дає змоги прогнозувати можливий прояв водно-ерозійних процесів на конкретній ділянці агроландшафту. Стік у створі, що замикає річкову систему, є багато разів редукованим на шляху руху від вододілу річкової системи до гирла.

У результаті шар стоку, розрахований на певну площу басейну річок, виявляється значно заниженим порівняно з фактичним, через ряд чинників [10]:

- нерівномірність випадання опадів на водозборі;
- різну стокорегулювальну здатність компонентів природно-антропогенних ландшафтів;
- редукцію стоку, що утворився на схилах у тимчасових водотоках на шляху руху від верхніх ланок гідрографічної мережі (балкові ставки, фільтрація в тальвегах ярів і балок) до русла річки;

1. Ерозійно-гідрологічні чинники моделі витрат стоку від зливових опадів у річках

Гідропост	Витрати стоку ( $Q_{\max}$ ), м <sup>3</sup> /с	Зливові опадів максимальні (X), мм	Площа водозборів (F), км <sup>2</sup>	Уміст гумусу ( $F_{\text{гум}}$ ), %	Розораність ( $F_n$ ), %	Коефіцієнт екологічної стабільності ( $F_{\text{кес}}$ )	Лісосмуги поперечні ( $F_{\text{лс}}$ ), %
<i>Повноводний рік</i>							
Білолуцьк	38,3	72,9	2250	5,11	69,4	0,022	0,46
	38,3	72,9	2250	4,59	69,4	0,026	0,08
	38,3	72,9	2250	3,75	69,4	0,027	0,60
Курячівка	18,4	78,7	820	5,04	62,7	0,014	5,65
	18,4	78,7	820	4,58	62,7	0,025	0,12
	18,4	78,7	820	3,56	62,7	0,030	0,20
Старобільськ	18,4	78,7	820	2,53	62,7	0,029	1,33
	60,6	63,7	6370	4,38	71,1	0,023	0,07
	60,6	63,7	6370	3,72	71,1	0,028	0,08
Бахмутівка	47,9	93,5	7160	4,39	72,6	0,036	0,36
	47,9	93,5	7160	3,50	72,6	0,032	0,09
	47,9	93,5	7160	2,65	72,6	0,028	0,68
<i>Середні опади</i>							
Білолуцьк	18,9	69,6	2250	5,11	69,4	0,022	0,46
	18,9	69,6	2250	4,59	69,4	0,026	0,08
	18,9	69,6	2250	3,75	69,4	0,027	0,60
Курячівка	8,4	76,5	820	5,04	62,7	0,014	5,65
	8,4	76,5	820	4,58	62,7	0,025	0,12
	8,4	76,5	820	3,56	62,7	0,030	0,20
Старобільськ	8,4	76,5	820	2,53	62,7	0,029	1,33
	33,2	60,0	6370	4,38	71,1	0,023	0,07
	33,2	60,0	6370	3,72	71,1	0,028	0,08
Бахмутівка	28,8	89,2	7160	4,39	72,6	0,036	0,36
	28,8	89,2	7160	3,50	72,6	0,032	0,09
	28,8	89,2	7160	2,65	72,6	0,028	0,68
<i>Маловодний рік</i>							
Білолуцьк	7,5	64,6	2250	5,11	69,4	0,022	0,46
	7,5	64,6	2250	4,59	69,4	0,026	0,08
	7,5	64,6	2250	3,75	69,4	0,027	0,60
Курячівка	2,6	68,2	820	5,04	62,7	0,014	5,65
	2,6	68,2	820	4,58	62,7	0,025	0,12
	2,6	68,2	820	3,56	62,7	0,030	0,20
Старобільськ	2,6	68,2	820	2,53	62,7	0,029	1,33
	13,6	49,1	6370	4,38	71,1	0,023	0,07
	13,6	49,1	6370	3,72	71,1	0,028	0,08
Бахмутівка	14,9	65,5	7160	4,39	72,6	0,036	0,36
	14,9	65,5	7160	3,50	72,6	0,032	0,09
	14,9	65,5	7160	2,65	72,6	0,028	0,68



**Рис. 2. Залежність витрат стоку ( $Q_{\max}$ ) від ерозійно-гідрологічних чинників: а — площа водозборів; б — зливові опади; в — поперечні лісосмуги; г — розораність; д — коефіцієнт екологічної стабільності; е — уміст гумусу**

• руслове регулювання стоку (передбачає витрату води в період піку паводка на поповнення рівня ґрунтових вод, зволоження затоплюваних заплавл, заповнення водосховищ, різного роду водозабори для промислових і сільськогосподарських потреб).

Модель трансформації річкового стоку на схили містить 4 блоки підмоделей (рис. 3) [1].

Для характеристики змін водності річок на шляху руху від витoku річки до гирла, що об'єднуються поняттям руслового

## 2. Характеристика моделі витрат стоку від зливових опадів у річках

Ерозійно-гідрологічні показники	Рівняння моделі	Провідні чинники, їх вплив на модель, %	Характеристика моделі	
			Е, %	R
Площа водозборів, км²	$y = 0,1197 F^{0,6248}$	15,55	2,35	0,8474
Зливові опади, мм	$y = 0,0404 X^{1,4659}$	36,48		
Лісосмуги поперечні, %	$y = 9,1554 F_{\text{лс}}^{-0,0738}$	1,84		
Розораність, %	$y = 0,1818 F_{\text{р}}^{0,9243}$	23,00		
Коефіцієнт екологічної стабілізації	$y = 3,0417 F_{\text{кек}}^{-0,2876}$	7,16		
Уміст гумусу, %	$y = 25,274 F_{\text{гум}}^{-0,6419}$	15,97		



**Рис. 3. Структура моделі трансформації річкового стоку**

регулювання, застосовано коефіцієнт редукції русел і редукції гідрографічної мережі. З цією метою протягом тривалого періоду в басейні р. Айдар на 4-х гідропостах визначено паводкові показники витрати стоку.

Одним із основних каналів втрат стоку є вбирання вологи на схилі і на шляху руху у руслі її гідрографічною мережею до русла річки. Коефіцієнт редукції в гідрографічній мережі ( $K_{p,руч}$ ,  $K_{p,г.м}$ ) визначається як величина перевищення шару потенційного стоку ( $Q_n$ ) схилу над стоком у верхньому створі річки (найближчому до витоків)  $Q_b$ :

$$K_{p,руч(п.г.м)} = \frac{Q_n}{Q_b} \quad (2)$$

де  $Q_b$  і  $Q_n$  — максимальні витрати стоку ( $m^3/c$ ) у верхньому і нижньому гідростворах відповідно.

Первинні дані визначення потенційного стоку ( $Q_{cx}$ ), розрахунку коефіцієнта редукції гідрографічної мережі ( $K_{p,г.м}$ ) наведено в табл. 3.

У загальному вигляді рівняння трансформації стоку на схили має вигляд:

$$Q_{cx} = Q_{p,ст} \cdot K_{p,оп} \cdot K_{p,руч} \cdot K_{p,г.м} \quad (3)$$

де  $Q_{cx}$  — максимальні витрати схилового стоку певної забезпеченості,  $m^3/c$ ;  $Q_{p,ст}$  — максимальні витрати стоку в замикаючому створі річки,  $m^3/c$ ;  $K_{p,оп}$ ,  $K_{p,руч}$

$K_{p,г.м}$  — коефіцієнти редукції опадів, русел і гідрографічної мережі.

Для зручності роботи з коефіцієнтами проведений аналіз парних зв'язків коефіцієнтів редукції з основними геоморфологічними ознаками басейнів (довжина річки, розчленованість водозбору) (рис. 4, 5).

Криві зв'язки можна описати такими рівняннями для коефіцієнтів редукції:

$$\text{опадів} — K_{p,оп} = 3,86 \cdot F^{-0,13}, \quad (4)$$

$$\text{русел} — K_{p,руч} = 0,1815 \cdot L^{0,4569}, \quad (5)$$

$$\text{гідрографічної мережі:} \quad (6)$$

$$\text{правий берег} — K_{p,г.м} = 1,2944 \cdot R^{2,181},$$

$$\text{лівий берег} — K_{p,г.м} = 1,1116 \cdot R^{-0,5226}, \quad (7)$$

де  $F$  — площа водозбору, для якого зроблено розрахунок,  $km^2$ ;  $L$  — довжина русла для замикаючого створу від витоків,  $km^2$ ;  $R$  — розчленованість гідрографічної мережі (яружно-балкової безулоговинної),  $km/km^2$ .

Підставляючи рівняння 4, 5, 7 у 3, отримуємо модель визначення витрат схилового стоку (для умов басейну р. Айдар — окремо для правого та лівого берегів) у вигляді:

правий берег —

$$Q_{cx,п.б} = Q \cdot 0,91 \cdot F^{-0,13} \cdot L^{0,4569} \cdot R^{2,181}, \quad (8)$$

лівий берег —

$$Q_{cx,л.б} = Q \cdot 0,78 \cdot F^{-0,13} \cdot L^{0,4569} \cdot R^{-0,5226}, \quad (9)$$

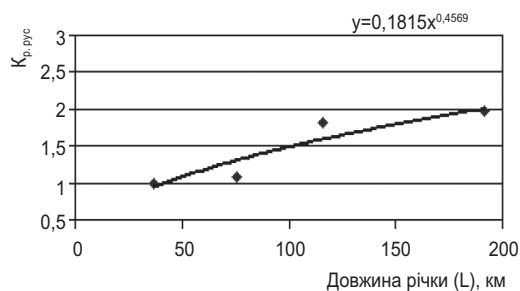
де  $Q$  — розрахункові витрати стоку 10%-ї забезпеченості в замикаючому створі басейну.

Отримані за формулами (8, 9) показники схилового стоку оцифровано засобами програмного комплексу MapInfo за проекцією Меркатора (WGS 84), UTM-зона 37 північна півкуля, утворюються TIN-поверхні з IDW-інтерполяцією з налаштуванням (розмір ланки — 0,1–0,5, ступінь — 1–3, радіус

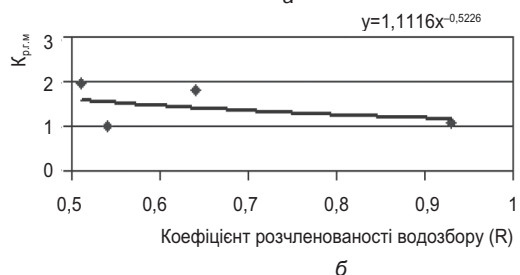
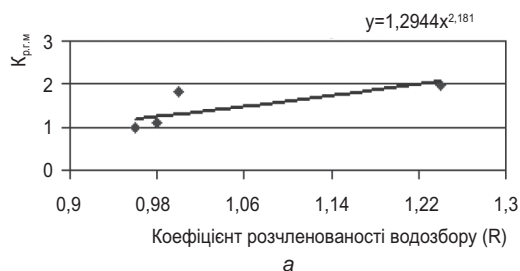
### 3. Коефіцієнт редукції русел і гідрографічної мережі

Гідропост	Витрати стоку в створах, $m^3/c$		Довжина річки (L), км	Коефіцієнт розчленованості водозбору (R)		Коефіцієнт редукції ( $K_{p,руч}$ , $K_{p,г.м}$ )
	$Q_n$	$Q_b$		Правий берег	Лівий берег	
Білолуцьк	16,0	16,0	36,53	0,96	0,54	1,00
Старобільськ	29,1	16,0	115,99	1,00	0,64	1,82
Бахмутівка	31,7	16,0	191,82	1,24	0,51	1,98
Курячівка	31,7	29,1	75,83	0,98	0,93	1,09



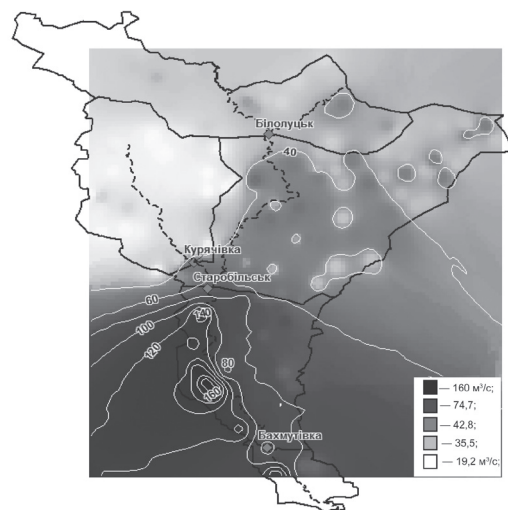


**Рис. 4. Редукція стоку ( $K_{p, р.с.}$ ) залежно від довжини річки (L)**



**Рис. 5. Редукція стоку гідрографічної мережі ( $K_{p, г.м.}$ ) залежно від розчленованості водозбору (R): а — правий берег; б — лівий берег**

пошуку — 50–70 км) і методом однакових інтервалів (5–8). За TIN-поверхнями



**Рис. 6. Картошхема трансформованого схилового стоку в басейні р. Айдар: — межі водозборів гідропостів; ♦ — гідропости**

додатком MapBasic для 3-D-моделювання isoline\_cont\_line.MBX будуються ізолінії методом поліліній з кроком 10 м³/с у Merinfo, побудовано поверхні схилового стоку, ізолінії — отримано картошхему схилового стоку (рис. 6).

За характеристиками  $Q_{\max}$  аномального прояву величини витрат стоку збільшуються з 19–35 і 35–42 (водозбори Курячівського та Білолуцького гідропостів) до 42–74 і 74–160 м³/с (відповідно водозбори гідропостів Старобільськ і Бахмутівка). Це визначає потребу розробки диференційованих систем ґрунтоводоохоронних заходів для мінімізації ерозійно-гідрологічних процесів.

## Висновки

За результатами досліджень побудовано математико-статистичну модель витрат стоку від зливових опадів у річках. Найвпливовіші ерозійно-гідрологічні чинники — зливові опади, розораність території та площа водозборів (36,5, 23,0 та 15,6% впливу на модель у бік збільшення витрат стоку); зменшують ці показники вміст гумусу, коефіцієнт екологічної стабілізації

та поперечні лісосмуги (відповідно 16, 7,2 та 1,8% впливу). Для басейну р. Айдар розроблено модель трансформації річкового стоку на схили, яка враховує редукцію опадів, русел, гідрографічної мережі окремо для правого та лівого берегів. Застосування сучасних ГІС-технологій дає змогу отримати векторні характеристики кількісних показників максимальних

витрат стоку в басейні малих річок, відобразити їхню трансформацію на схилу у вигляді TIN-поверхонь і ізоліній та дати

кількісну оцінку в 3-рівневій системі: басейн річки → система балкових водозборів гідропостів → схили.

Белоліпський В.А.<sup>1</sup>, Полулях Н.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доктор сільськогосподарських наук, ННЦ «Інститут почвознавства і агрохімії імені А.Н. Соколовського», ул. Чайковська, 4, г. Харків, 61024, Україна; e-mail: <sup>1</sup> belolipskiy-42@ukr.net, <sup>2</sup> nick\_pol2015@ukr.net

**Модель трансформации количественных показателей максимальных расходов стока вод ливневых осадков в системе балочных водосборов малых рек**

**Цель.** Оценка интенсивности эрозионно-гидрологических ситуаций по бассейновому принципу как научной основы повышения противозерозионной защиты почв. **Методы.** Лабораторно-полевой, математико-статистический, топометрический, морфологический. Исследованы эродированные черноземы обычные агроландшафтов бассейна р. Айдар (левой притоки р. Северский Донец). **Результаты.** По базе данных эрозионно-гидрологических факторов (площадь водосборов, км<sup>2</sup>; ливневые осадки, мм; доля на водосборе поперечных лесополос, %; распаханность водосборов, %; коэффициент экологической стабильности; содержание гумуса на ключевых точках; %) разработана математико-статистическая модель расходов стока от ливневых осадков в реках. Для характеристики изменений водности рек на пути движения от истока реки к устью применяли коэффициент редукции русел и редукции гидрографической сети. С учетом редукции осадков, русел и гидрографической сети бассейна р. Айдар разработана модель трансформации речного стока на склоны отдельно для правого и левого берегов. Средствами программного комплекса MapInfo оцифрована модель трансформации речного стока на склоны и получена картосхема склонового стока. **Выводы.** Применение современных ГИС-технологий дает возможность получить векторные характеристики количественных показателей максимальных расходов стока в бассейне малых рек, отобразить их трансформацию на склоны в виде TIN-поверхностей и изолиний и дать их количественную оценку в 3-уровневой системе: бассейн реки → система балочных водосборов гидростов → склоны. Самые влиятельные эрозионно-гидролитические факторы — ливневые осадки, распаханность территории и площадь водосборов. Уменьшают их показатели: содержание гумуса, коэффициент экологической стабилизации и поперечные лесополосы.

**Ключевые слова:** бассейн, водосбор, гидрост, склоны, гумус, сток, расходы,

факторы, коэффициент.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-08>

Belolipskyi V. I., Poluliakh M. I.

NSC «A.N. Sokolovsky Institute of soil science and agrochemistry», street Chaikovska Str., 4, Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup> belolipskiy-42@ukr.net, <sup>2</sup> nick\_pol2015@ukr.net

**Model of transformation of quantitative indicators of the maximum expenditures of drainage of waters of showers in the system of clough drainage areas of the small rivers**

**The purpose.** To assess intensity of erosion-hydrological situations according to basin principle as scientific basis of heightening anti-erosion protection of soils. **Methods.** Laboratory-field, mathematical-statistical, topometric, morphological. They studied ordinary eroded chernozems of agrolandscapes of the basin of river Aidar (the left-handed inflow of river Siverskyi Donets). **Results.** On the database of erosion-hydrological factors (drainage area, km<sup>2</sup>; showers, mm; share on drainage area of cross woodland belts, %; ploughness of drainage areas, %; quotient of ecological integrity; content of humus on key points; %) mathematical-statistical model of expenditures of drainage from showers in the rivers is developed. To characterize changes of hydraulicity of the river on the path from river head to mouth they applied quotient of reduction of river beds and reduction of hydrographic network. In view of reduction of rainfalls, river beds and hydrographic network of basin of river Aidar they elaborated the model of transformation of a river flow on downslopes separately for right- and left-handed shores. By means of program complex MapInfo they digitized model of transformation of river flow on downslopes and the skeleton map of slope runoff. **Conclusions.** Application of state-of-the-art GIS-TECHNIQUES enables to gain vector characteristics of quantitative indicators of the maximum expenditures of drainage in basin of the small rivers, to map their transformation on downslopes in the form of TIN-surfaces and isolines and to make their quantitative assessment in 3-level system: river basin → system of clough drainage areas of hydroposts → downslopes. The most influential erosion-hydrolytical factors are: showers, ploughness up of terrains and area of drainage areas. Diminishing indexes are: content of humus, quotient of ecological stabilization and cross woodland belts.

**Key words:** basin, drainage area, hydropost, downslopes, humus, drainage, expenditures, factors, quotient.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-08>



## **Бібліографія**

1. Булыгин С.Ю., Белолипский В.А. Почво-водоохранная оптимизация агроландшафтов: монография. Київ: Аграрна наука, 2012. 352 с.
2. Тарарико О.Г., Греков В.О., Панасенко В.М. Охорона та відновлення деградованих ґрунтів відповідно проекту Ґрунтової Директиви Євросоюзу. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 5. С. 9–13.
3. Костріков С.В. Геоінформаційне моделювання природно-антропогенного довкілля: монографія. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. 484 с.
4. *Рекомендации по определению максимальных расходов воды дождевых паводков с малых водосборов (площадью до 2 км<sup>2</sup>) при проектировании противоэрозионных гидротехнических сооружений на равнинной территории Укр. ССР*. Киев, 1985. 25 с.
5. *Правила по определению максимальных расходов воды дождевых паводков с малых водосборов (площадью до 2 км<sup>2</sup>) при проектировании противоэрозионных гидротехнических сооружений на равнинной территории Украинской ССР (ВСН 10.15 УССР 1–87)*. Киев: Госагропром УССР. 1987. 25 с.
6. Будник С.В. Ливневый сток со склонов: монография. Житомир: Изд-во ЖГУ им. Франко, 2007. 184 с.
7. Медведєв В.В. Про деякі дискусійні і невирішені проблеми у дослідженнях ґрунтів. Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. 188 с.
8. Белолипський В.О., Белослудцева В.М., Другов О.Н. та ін. Охорона і відновлення родючості еродованих ґрунтів: метод. рекомен.; за наук. ред. В.О. Белолипського. Луганськ: СПД Резніков В.С., 2012. 116 с.
9. Белолипський В.О., Балюк С.А., Полулях М.М., Тімченко Д.О. Оцінка інтенсивності ерозійно-гідрологічних ситуацій за басейновим принципом (методичні рекомендації та аналіз); за наук. ред. В.О. Белолипського. Харків, 2017. 72 с.
10. Белолипський В.О., Полулях М.М. Система охорони від водної ерозії ґрунтів схилих територій степових агроландшафтів: наук.-метод. посіб.; за наук. ред. В.О. Белолипського, Т.М. Лактіонової. Харків, 2016. 169 с.