

УДК 555.6:504.455:628.

А. О. Піціль

к. с.-г. н.

І. П. Буднік

к. с.-г. н.

О. Є. Поліщук

Житомирський національний агроекологічний університет

ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ З РІЗНИХ ЛАНДШАФТІВ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Стаття присвячена екологічній оцінці поверхневого стоку з водозборів міських та сільських селітебних ландшафтів. Досліджено особливості формування поверхневого стоку різного походження та показники його якості з водозборів в м. Житомир та с. Стрижівка Любарського району, який потрапляє в гідрографічну мережу. Виявлено, що за винятком концентрації зважених речовин забрудненість дощового та талого стоку істотно не відрізняється. Встановлено коефіцієнти поверхневого стоку з різних за структурою в межах населених пунктів. Отримані результати дали можливість провести узагальнення коефіцієнтів стоку та змиву забруднених політантів з різних за структурою територій. Розроблена класифікація екологічного стану меліорованих водозборів за ознаками функціонування поверхневого стоку, на підставі якої визначено шляхи управління міграції політантів при гідрологічно-ерозійних процесах у лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся.

Ключові слова: екологія, забруднення, поверхневий стік, водозбір, ландшафт.

Постановка проблеми

Господарське освоєння ландшафтів Полісся, урбанізація міських та сільських територій, порушує сформований протягом багатьох століть баланс взаємодії природних стокоформуючих комплексів (ліс – річка; поле – річка; болото – річка; і ін.). Це призводить до негативних наслідків: неврегульованості та прискоренню поверхневого стоку і як результат розвитку ерозійних процесів, міграції та виносу з ґрунту і поверхні різноманітних поживних елементів, забруднення та замулення малих річок, на басейнах яких формується 60–70% водних ресурсів України. Питання формування поверхневого стоку, його кількісна та якісна характеристики є складними для дослідження й залежать від багатьох біотичних, абіотичних та антропогенних чинників. До того ж їх кількісні ознаки мають імовірнісний характер. Дослідження гідрологічних процесів на основі вивчення поверхневого стоку з водозборів та його вплив на екологічний стан ландшафтів Житомирського Полісся практично не проводилися. З огляду на це тема є актуальною для подальшого вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

За сучасним уявленням, поверхневий стік відносять до ведучих факторів формування потоків речовин у тому числі й ґрунтової в ландшафтах різних природничих зон [1, 2].

Міграція продуктів ґрунтоутворення, та поллютантів на Поліссі зумовлена водно-ерозійними процесами. Поверхневий стік на території міста та сільськогосподарських угідь забруднюється за рахунок розмиву ґрунтового покриву, пухких підстилаючих шарів з переміщеного ґрунту, що містять різні поллютанти [3, 4]. У роботі [5] вказується на те, що вплив дифузних джерел забруднення на екологічний стан водних екосистем інколи перевищує вплив точкових джерел та є надзвичайно складним, багатоаспектним та різноплановим. Надходження поверхневого стоку, у тому числі і з сільськогосподарських угідь, до водного об'єкта та його вплив на екологічний стан практично неможливо передбачити та спрогнозувати.

Мета, завдання та методика дослідження

Метою і завданням роботи є дослідження особливостей формування та забрудненості поверхневого стоку з селітебних територій (міських та сільських), різних угідь лісоаграрних ландшафтів які зайняті різними агрофонами (озимі, зяблева оранка, багаторічні трави, лісові смуги), лісом (різних порід та повноти). у басейнах малих річок Житомирського Полісся.

Об'єктом дослідження є процес формування поверхневого стоку з селітебних, лісоаграрних ландшафтів та його якісний стан в басейнах малих річок Житомирського Полісся.

Дослідження на селітебних водозборах за поверхневим стоком були зосереджені на території м. Житомира та сільських населених пунктів їх інфраструктурних складових в с. Стрижівка. Відповідно до різних функціональних зон були вибрані водозбори в м. Житомир (міські) та с. Стрижівка (сільські). Облік поверхневого стоку проводили на стокових ділянках і елементарних водозборах шляхом виміру висоти напорів (рівнів струменю) на тонкостінних водозливах із трикутним вирізом.

Водозбори на селітебних територіях м. Житомир:

Водозбір № 1 житлова забудова з високим благоустроєм та регулярним прибиранням покриттів (площа 17,2 га);

Водозбори № 2–3 житлова забудова з приватним сектором (площа 3,2 га);

Водозбір № 4 територія промислових районів міста з інтенсивним рухом автотранспорту (площа 6,2 га);

Водозбори на сільських селітебних територіях с. Стрижівка:

Водозбір № 5 території сільських селітебних поселень. (приватна забудова з присадибними ділянками, дороги з твердим і ущільненим покриттям у межах села);

Водозбір № 6 тваринницький комплекс (внутрішні дороги ферм з щебеневим покриттям, вигульні площадки для тварин).

Дослідження за поверхневим стоком з лісоаграрних ландшафтів проведено на території Житомирського Полісся на стокових ділянках та трьох елементарних водозборах із різним складом угідь:

Водозбір № 7 «Отруби» у Народицькому районі – (площа 267 га) басейн р. Норин;

Водозбір № 8 «Радча» у Народицькому районі – (площа 261 га), у межах Норинської осушувальної системи басейн р. Норин;

Водозбір № 9 «Кмитів» Коростишівський район – (площа 107 га) водозбір у басейні р. Тетерів.

Результати досліджень

Найбільш високий рівень стоку характерний для селітебних територій районів міста з інтенсивним рухом автотранспорту по дорогах з різним покриттям, (табл. 1). Він класифікується як надто сильний (коефіцієнти стоку більше 0,83) при незначній інфільтрації – 4–8 мм на внутрішніх територіях підприємств. Найменший стік спостерігався з житлової забудови з приватним сектором та безпосередньо з присадибних ділянок при коефіцієнтах 0,38–0,56.

Таблиця 1. Елементи водного балансу та коефіцієнти стоку талих вод на водозборах міських територій м. Житомир

Запас води в снігу + опади під час сніготанення, мм				Інфільтрація + випарування (сублімація), мм				Стік, мм				Коефіцієнт стоку			
Житлова забудова з високим благоустроєм															
51	67	55	43	11	8	11	9	25	33	31	22	0,68	0,73	0,72	0,67
Територія промислових районів міста з інтенсивним рухом автотранспорту															
43	72	64	54	4	6	6	8	38	68	52	41	0,83	0,88	0,85	0,84
Житлова забудова з приватним сектором															
37	63	49	32	12	9	10	12	21	32	25	19	0,38	0,42	0,56	0,45

Винос забруднювачів в річки м. Житомир обумовлений, в основному, процесами водного (рідкого) і твердого стоку, які формуються атмосферними опадами, що випадають на території водозбірного басейну.

У період наших досліджень на селітебних сільських територіях поверхневий стік спостерігався на усіх досліджених водозборах. Початок весняного стоку з доріг починається раніше, ніж в межах сільських приватних забудов інших водозборів. У приватному секторі через відсутність хімічного впливу на сніг і наявності деревно-чагарникової рослинності сніг тоне значно повільніше.

Елементи водного балансу і розміри, викликаного поверхневим стоком талих вод, змиву в межах елементарних водозборів із сільських селітебних територій наглядно відображені в таблиці 2.

Найбільш високий рівень стоку характерний для доріг з різним покриттям. Він класифікується як надто сильний (коефіцієнти стоку більші 0,8) при незначній інфільтрації 3–7 мм на вуличних дорогах і 7–13 мм на внутрішніх дорогах ферм. Найменший стік спостерігався з вигульних ділянок та присадибних ділянок при коефіцієнтах 0,28–0,34.

Винос забруднювачів в річки м. Житомира обумовлений, в основному, процесами водного (рідкого) і твердого стоку, які формуються атмосферними опадами, що випадають на території водозбірного басейну.

Таблиця 2. Елементи водного балансу і ерозія під час стоку талих вод на різних водозборах сільських територій с. Стрижівка Любарського району

Запас води в снігу + опади під час сніготанення, мм			Інфільтрація + випарування (сублімація), мм			Стік, мм			Коефіцієнт стоку			Змив т/га		
Приватна забудова з присадибними ділянками														
38	53	82	27	37	56	11	16	26	0,29	0,31	0,32	0,6	0,7	1,2
Дороги з твердим і ущільненим покриттям у межах села														
42	48	78	6	3	7	36	45	71	0,87	0,94	0,91	2,6	1,3	3,7
Територія свиногокомплексу														
37	48	64	23	29	38	14	19	26	0,39	0,40	0,42	0,9	1,7	2,4
Внутрішні дороги ферм з щебеним покриттям														
39	44	66	7	10	13	32	34	53	0,83	0,78	0,81	1,8	0,34	2,9
Вигульні площадки для тварин														
34	52	61	24	36	42	10	16	19	0,28	0,31	0,34	0,09	0,11	0,16

Забрудненість поверхневого стоку включає дві складові: основна забрудненість, яка визначається зливом накопичених на поверхні забруднювачів, і фонові, яка виникає через ерозію (розмив) самих поверхонь.

Рівень забруднення поверхневого стоку з території м. Житомира дуже високий, і надходить він у водні об'єкти нерівномірно, переважно під час дощу або танення снігу.

Виявлено, що за винятком концентрації зважених речовин забрудненість дощового та талого стоку істотно не відрізняється: у талому стоці вона в

середньому в 2,2 раза вища, ніж у дощовому (330,0 мг/л та 150,0 мг/л відповідно). Гідрохімічні показники талого стоку з середніми значеннями за 5 років перевищують ГДК: для водойм культурно-побутового призначення за ХСК (ГДК = 30 мг О₂/л), за нафтопродуктами (ГДК = 0,3мг/л) та завислими речовинами (ГДК = +0,75 мг/л до фону).

Гідрохімічні показники дощового стоку не перевищують ГДК для водойм культурно-побутового призначення лише за нафтопродуктами (ГДК=0,3 мг/л) та завислими речовинами (ГДК = +0,75 мг/л до фону) на 1 водозборі (житлова забудова з високим благоустроєм та регулярним прибиранням покриттів доріг.

Таблиця 3. Середні концентрації забруднюючих речовин у період сніготанення/та при дощових опадах у поверхневому стоці 2010–2012 рр., мг/л

Показники	Приватна забудова з присадибними ділянками	Дороги з твердим і ущільненим покриттям в межах села	Територія свиногомплеку	Житлова забудова з високим благоустроєм	Промислові райони міста з інтенсивним рухом автотранспорту	Житлова забудова з приватним сектором	ГДК
Азот амонійний	1,47/4,56	1,65/6,04	3,91/12,67	1,05/0,6	2,3/1,20	1,1/	0,5
Азот нітритний	0,12/0,16	0,09/0,12	0,92/3,42	1,55/0,23	1,1/0,9	0,55/	0,08(3,3)
Азот нітратний	29/36	18/21	84/97	0,35/1,4	2,0/1,70	1,77/	40(45)
Фосфати	0,93/0,88	0,35/0,28	0,8/0,62	0,20/0,37	0,6/0,45	0,25/	0,2
БПК ₅	11/13	7/9	16/22	12,8/10,8	44,1/27,8	22,6/	2(≤ 6(при t=20)
ХСК	29/24	12/18	44/47	27,2/45,7	65,6/67,7	60,1/	20(30)
Зважені речовини	532/617	1135/543	323/647	80,3/35,6	80,5/56,7	59,6/	20(0,75+ ФОН)
Нафтопродукти	1,2/0,12	11,4/4,4	7,2/2,4	0,34/	1,55/1,45	0,65/1,45	5,0 (3,0)
Залізо загальне	61,3/23,6	45,1/57,7	31,3/56,3	0,60/	2,80/	1,35/1,54	5(100)
Хлориди	367/125	134/98	86/73	–	–	–	300(350)

Встановлено, що коефіцієнти поверхневого стоку зі схилів крутизною 2–3° на дерново-підзолистих ґрунтах складають: на ріллі 0,29±0,01; у лісі і лісовій смузі відповідно 0,61 ± 0,1 – 0,40 ± 0,04 при коефіцієнтах мінливості від 18 до 24 %. (табл. 4).

Таблиця 4. Елементи водного балансу (мм) і ерозія ґрунту за зливових опадів на різних угіддях, (Народицький район, стокові ділянки, дерново-середньопідзолисті ґрунти, схил 2–3°)

Показники	Рілля		Ліс		Лісова смуга	
	М ± m	C _v , %	М ± m	C _v , %	М ± m	C _v , %
Інтенсивність зливи, мм·хв ⁻¹	1,3 ± 0,2	38	1,35 ± 0,1	41	1,5 ± 0,1	21
Опади, мм	37,6 ± 3,1	29	34,0 ± 2,9	29	31,5 ± 2,5	21
Стік, мм	10,3 ± 1,0	34	21,3 ± 2,8	47	12,3 ± 0,7	17
Інфільтрація, мм	26,3 ± 2,5	33	12,9 ± 1,4	38	19,3 ± 2,7	38
Коефіцієнт стоку	0,29 ± 0,01	20	0,61 ± 0,1	18	0,40 ± 0,04	24

Отримані результати дають нам підґрунтя для узагальнення показників та коефіцієнтів стоку, змиву, по трьох структурних одиницях лісоаграрних ландшафтів: ріллі, лісових масивах та лісових смугах.

Дослідження показали, що змив твердої частини ґрунту складає: на ріллі – 2,84±0,34; у лісі – 0,31±0,09; у лісовій смузі – 0,14±0,04 т га⁻¹ (табл. 5).

Таблиця 5. Ерозія ґрунту за зливових опадів на різних агрофонах (Народицький район, стокові ділянки, дерново-середньопідзолисті ґрунти, схил 2–3°) середнє мм

Показники	Рілля		Ліс		Лісова смуга	
	М ± m	C _v , %	М ± m	C _v , %	М ± m	C _v , %
Інтенсивність зливи, мм·хв ⁻¹	1,3 ± 0,2	34	1,35 ± 0,1	39	1,5 ± 0,1	23
Коефіцієнт стоку	0,28 ± 0,02	19	0,59 ± 0,1	20	0,40 ± 0,04	24
Змив, т·га ⁻¹	2,84 ± 0,34	45	0,31 ± 0,09	36	0,14 ± 0,04	31
Каламутність, г·л ⁻¹	12,1 ± 2,2	78	1,5 ± 0,3	84	0,98 ± 0,3	79

Каламутність стоку, як основний фактор кількісної оцінки ерозії ґрунту, на ріллі має величину (12,1 г·л⁻¹) на порядок вище ніж у лісових насадженнях (1,5 г·л⁻¹) і на два порядки вище, ніж у лісовій смузі – 0,14 г·л⁻¹. Надто високий коефіцієнт варіації мають середні значення каламутності стоку (78–84 %).

Ерозійно-гідрологічні процеси пов'язані з поверхневим стоком за зливових опадів у літній період, супроводжуються транспортуванням і перерозподілом у ландшафті ґрунтової речовини. Формують твердий стік часточки ґрунту, уламковий матеріал гірських порід, рослинні рештки. Їх вміст у зливовому стоці і характеризує інтенсивність змиву, який досить диференційований на різних агрофонах. За вищенаведеними нормами дощування інтенсивність змиву для ріллі складає 62,2±2,2 г·хв⁻¹ з 1м², а для лісу і лісової смуги, відповідно 1,43±0,2 і 3,21±0,7 г·хв⁻¹ з 1м². Подібна диференціація спостерігається і з каламутністю стоку.

Отримані і проаналізовані експериментальні дані вказують на те, що об'єктивним кількісним виразом водної ерозії може бути показник у вигляді каламутності стоку або модуля ерозії (стоку наносів) тобто кількість ґрунту, змитого з одиниці площі за певний інтервал часу.

На сільськогосподарських угіддях вихідним продуктом формування каламутності стоку, є часточки ґрунту, дрібний і крупний уламковий матеріал

гірських порід, рослинні залишки. Живлення ними потоку характеризує інтенсивність змиву.

Дослідження показують, що даний параметр, як за своїм середнім значенням, так і за динамікою, значно диференційований по фонах. Для ріллі і озимих він близький, середні значення якого відповідно рівні $62,6 \pm 22,2$ і $52,0 \pm 39,8$ г·хв⁻¹ з 1м². Лісові насадження за протиерозійною стійкістю рівнозначні, де інтенсивність змиву за годинний період суцільного стікання була рівна $1,43 \pm 0,2 \dots 3,21 \pm 0,7$ г·хв⁻¹ з 1м².

Виходячи з експериментальних даних і теоретичних уявлень про фізичну суть потоків речовин в агроландшафті та екологічний стан на досліджуваних водозборах, нами було виділено 5 класів за ознаками прояву міграції речовин у лісоаграрних ландшафтах (табл. 6).

Дана класифікація дає змогу визначити шляхи управління процесом міграції поллютантів при гідрологічно-ерозійних процесах на меліорованих водозборах лісоаграрних ландшафтів Житомирського Полісся.

Як показали дослідження, енергією поверхневого стоку транспортується основна маса твердого стоку й сорбованих елементів на дрібноземі ґрунтів тимчасовими водотоками (мікрострумкова мережа) і гідрографічною мережею (долини, улоговини, суходоли). Осушувальні меліорації зумовили також істотні зміни рельєфу та трансформацію структури гідрографічної мережі водозбору.

Таблиця 6. Класифікація стану меліорованих водозборів лісоаграрних ландшафтів за ознаками прояву поверхневого стоку

Клас	Елемент ландшафту	Функціонування	Процес, який визначає стан (забруднення) та міграцію	Ознаки стану ландшафту
1	Ліс, вододіллі зі схилами 1^0 та орними угіддями, в т. ч. осушеними дренажем	Автономне	Техногенне навантаження, інфільтрація	Природний фон поллютантів на рівні кларків
2	Меліоровані сільськогосподарські угіддя зі схилами >math>1^0</math> та ті, які прилягають до гідрографічної мережі	Транзитне	Поверхневий стік, інфільтрація, ерозія	Наявність забруднення, еродованих ґрунтів
3	Лісомеліоративні насадження, днища балок, долин і улоговин	Транзитно акумулятивне	Поверхневий стік, відкладення	Наявність відкладень за лініями стоку
4	Нижні частини долин, улоговин і їх тальвеги з лісовими насадженнями	Акумулятивне	Акумуляція, седиментація, відкладення	Наявність пошарового делювію у ґрунті
5	Долини та улоговини за лісовими насадженнями в замикаючому створі, верхні узлісся лісових смуг	Акумулятивно-транзитне	Відкладення, поверхневий стік	Наявність продуктів акумуляції (дрібнозему)

На підставі досліджень обґрунтовані меліоративні методи і способи управління поверхневим стоком з меліорованих водозборів лісоаграрних ландшафтів.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Положення і результати досліджень, що висвітлені в статті, дали змогу встановити закономірності формування та механізми виносу забруднення з поверхневим стоком на міських та сільських селитебних територіях, що в

подальшому на підставі досліджень буде пропонуватися система заходів, спрямованих на зменшення надходження забруднюючих речовин.

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні шляхів зменшення надходження забруднюючих речовин із антропогенних та природних ландшафтів Полісся України.

Література

-
1. *Коронкевич Н. И.* Характеристика водных ресурсов / Н. И. Коронкевич // Природные ресурсы Русской равнины в прошлом, настоящем и будущем. – М., 1976. – С 235–236.
 2. *Будник С. В.* Гидродинамика и гидрохимия склоновых водотоков / С. В. Будник, В. К. Хильчевский. – К. : ИГЛ., Обрії, 2005. – 367 с.
 3. *Васенков Г. І.* Поверхневий стік і ерозія в лісоаграрних ландшафтах Полісся / Г. І. Васенков, І. П. Буднік, О. Є. Поліщук // Наук. доп. Нац. аграр. ун-ту: електронний журнал. – 2006. № 6. –
 4. Техногенное загрязнение речных экосистем / В. Н. Новосельцев, И. Б. Бесфамильный, Б. М. Киязев [и др.]. – М. : Науч. мир, 2002 – 140 с.
 5. *Васенко О. Г.* Національна програма «Дніпро», першочергові проблеми охорони вод басейну р. Дніпро / О. Г. Васенко, О. О. Дмитрієва, В. О. Калашиников // Проблемы охраны окружающей природной среды: сб. науч. тр. / УкрНЦОВ. – Х., 1996. – С. 122–134.
-