

Sterenon - 2<sup>nd</sup> Edition. – New York : John Wiley, 1994. – 512 p. **26.** Tan K. H. Humic matter in Soil and the Environment. Principles and Controversies / K. H. Tan. - NY, Basel : Marcel Dekker, 1998. - 521 p.-

### **Вертикальний розподіл гумусових речовин у донних відкладах дніпровських водосховищ**

**Осадча Н.М., Білецька С.В.**

Досліджено кількісний вміст і вертикальний розподіл гумусових речовин – гумінових і фульвокислот у донних відкладах дніпровських водосховищ. Показано, що середні концентрації гумусових речовин зменшуються від Київського до Каховського водосховища. Встановлено, що Київське водосховище відіграє основну роль у перехваті стоку гумусових речовин, що надходять з території водозбору верхнього Дніпра і Прип'яті, з наступним депонуванням їх в донних відкладах.

**Вертикальное распределение гумусовых веществ в донных отложениях днепровских водохранилищ**

**Осадчая Н.Н., Билецкая С.В.**

Исследовано количественное содержание и вертикальное распределение гумусовых веществ – гуминовых и фульвокислот в донных отложениях днепровских водохранилищ. Показано, что средние концентрации гумусовых веществ уменьшаются от Киевского до Каховского водохранилища. Установлено, что Киевское водохранилище играет основную роль в перехвате стока гумусовых веществ, поступающих с территории водозбора верхнего Днепра и Припяти, с последующим депонированием их в донных отложениях.

**Vertical distribution of humic acids in the sediments of Dnipro reservoirs**

**Osadcha N., Bilets'ka S.**

The content and vertical distribution of humic substances – humic and fulvic acids in sediments of Dnipro reservoirs is investigated. It is shown, that average concentration of humic substances decrease from the Kyyivske to the Kahovske reservoir. It has been established, that Kyyivske reservoir plays the basic role in capture of upper Dnipro and Pripyat humic discharge and later deposits it in sediments

УДК 556.56.3.4

### **ОСОБЛИВОСТІ НАДХОДЖЕННЯ ГУМУСОВИХ РЕЧОВИН З ПОВЕРХНІ ВОДОЗБОРУ**

**Осадча Н.М., Білецька С.В., Саливон-Пескова В.Я., Литвин М.Ю.**

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут,  
м. Київ

**Ключові слова:** гумінові кислоти, фульвокислоти, гумус, стік гумусових речовин, водозбір

**Вступ.** Роль ґрунтового покриву у формуванні хімічного складу поверхневих вод відзначалася ще у роботах В.І. Вернадського [3], Б.Б. Полинова [12], який, зокрема, відзначав, що живлення річок розчиненими речовинами прямо залежить від процесів утворення, розвитку і режиму ґрунтів.

Головним і найбільш реакційно-активним компонентом ґрутового профілю є гумус, який впливає на широкий спектр процесів у зоні гіпергенезу.

Гумус є об'єктом постійної взаємодії великого й малого геохімічного кругообігів речовин [15, 16]. Згідно з концепцією М.А. Глазовської стосовно ландшафтно-геохімічних систем, обмін речовин реалізується у формі міграційних потоків, які складаються із речовининносія та геохімічного навантаження, тобто тих речовин, що визначають специфіку потоку [4]. У наших попередніх роботах було показано залежність надходження гумусових речовин (ГР) у річки від гідрологічних показників [8-11], проте параметрів масообміну до цього часу не встановлено.

З огляду на вищесказане основним завданням даної роботи було дослідження особливостей та визначення основних параметрів міграційних потоків гумусових речовин з поверхні ґрунту.

**Експериментальна частина.** Експериментальні роботи проведено на стоковій ділянці, розміщений у басейні р. Рось на території Богуславської експериментальної бази УкрНДГМІ. Площадка загальною площею 400 м<sup>2</sup> обладнана системою для збору поверхневого стоку та підповерхневого стоку на глибину промочування 10 см. Місткість водовимірювального баку становить 414 л, об'єм стоку визначали за крюковою рейкою.

Грутовий покрив ділянки складений сірими лісовими ґрунтами, а поверхня вкрита різnotрав'ям. Протягом холодного періоду року на ділянці накопичили сніговий покрив заввишки 11 см із запасами вологи 37,2 мм. Після підвищення температури повітря утворився водний стік, який збиралі в безперервному режимі й аналізували на вміст розчинених гумусових речовин (гумінових (ГК) та фульвокислот (ФК) за методиками, викладеними у [6].

**Результати та їх обговорення.** Результати експериментального дослідження виносу гумусових речовин на стоковій ділянці, що спостерігався протягом однієї доби, представлено на рис. 1.

Як показали результати вимірювання, концентрації розчинених у воді ГК і ФК істотно відрізняються. Вміст розчинених ФК змінювався в межах 1,6 – 6,6 мг/дм<sup>3</sup>, а ГК був значно меншим – 0,2 – 1,4 мг/дм<sup>3</sup>. Динаміка зміни витрат води мала куполоподібний характер, а концентрації розчинених у воді ГК і ФК не повторювали її ходу. На етапі збільшення витрат води зростали й концентрації ГР, а між указаними параметрами спостерігався тісний кореляційний зв'язок. Концентрації ГР швидко зростали вже в разі початкового збільшення витрат води, практично досягаючи рівноважного розподілу. Подальше збільшення витрат істотно на вміст ГР не впливало. На етапі спаду витрат води концентрації ГР, навпаки, збільшувалися. На нашу думку, це явище пояснюється надходженням стокових вод із віддалених ділянок водозбірної площини.

Внаслідок більш тривалого контакту з ґрунтом вони більшою мірою забагачуються розчиненими ГР.

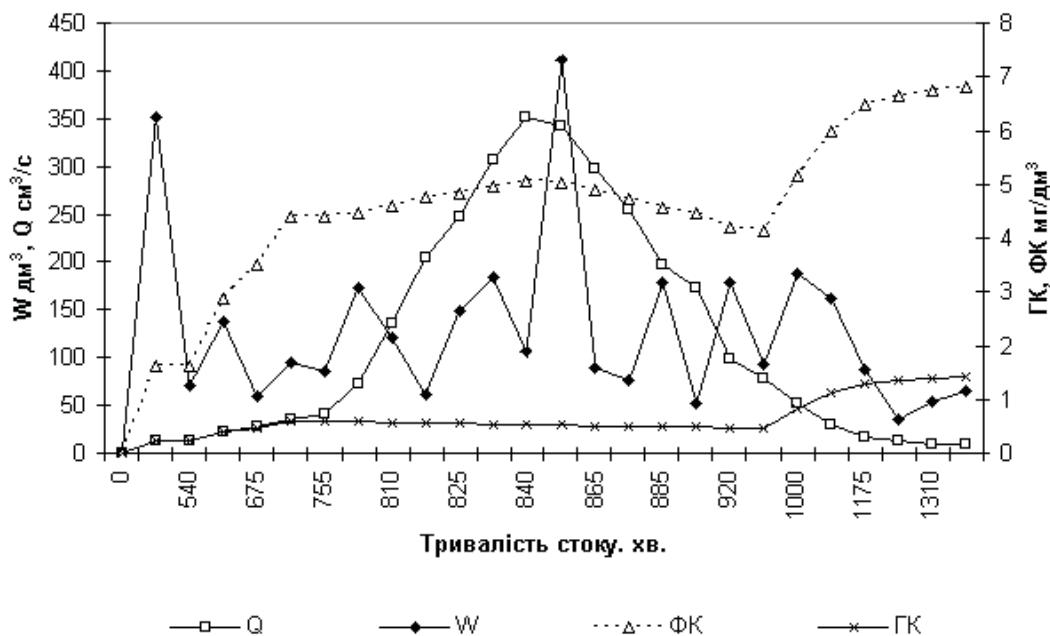


Рис.1. Витрати води, об'єм водного стоку та концентрації гумінових і фульвокислот під час перебігу стоку на експериментальній стоковій ділянці, 22 лютого 2008 р.

Як відомо, ГК і ФК значно відрізняються за своєю розчинністю. Якщо перші розчинні переважно в лугах, то ФК добре розчиняються у всьому діапазоні pH природних вод. Саме ФК є найбільш рухливою розчинною частиною ГР, і процес їх вимивання із ґрунтів атмосферними опадами, на думку [1, 2], є визначальним для формування складу органічних речовин поверхневих вод. Це зумовлено більш низькими молекулярними масами ФК та високим умістом у їх структурі карбоксильних і фенольних оксигруп. Незважаючи на те, що ГК відносяться до малорозчинних сполук, однак у розбавлених розчинах та за умов незначної іонної сили слабко конденсовані ГК також можуть легко розчинятися [7].

Як показали отримані нами результати (рис. 1), ГК і ФК значно відрізняються за кінетикою розчинення. Для дослідження цього процесу нами додатково були проведенні лабораторні експерименти, які показали, що перехід ФК у розчин спостерігався практично одразу після контакту з водою і тривав до настання рівноваги, а швидкість розчинення ГК мала уповільнений характер, їх розчинені форми з'являлись у воді лише на 4-ту добу (рис. 2). Властивості води як гарного розчинника визначається наявністю великого дипольного моменту, що надає їй іонізуючої здатності. Фактично процес розчинення залежить від співвідношення між силами, що утримують молекули або іони у твердому стані, і сольватуючою здатністю води. ГК, як більш ароматизовані, мають переважно гідрофобні властивості [5].

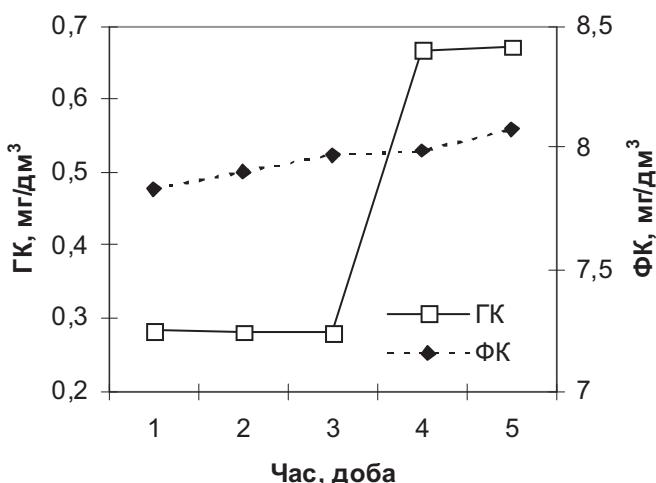


Рис. 2. Кінетика розчинення ГК і ФК сірих лісових ґрунтів у воді

На основі отриманих даних проведено розрахунки виносу гумінових ( $R_{ГК}$ ) та фульвокислот ( $R_{ФК}$ ) з поверхні водозбору експериментальної ділянки, результати яких відображені на рис. 3.

Всього за період стоку з водозбірної поверхні надійшло 14,5 г ФК та 1,9 г ГК. А максимальні показники виносу ГК і ФК спостерігалися з досягненням найбільшого об'єму водного стоку.

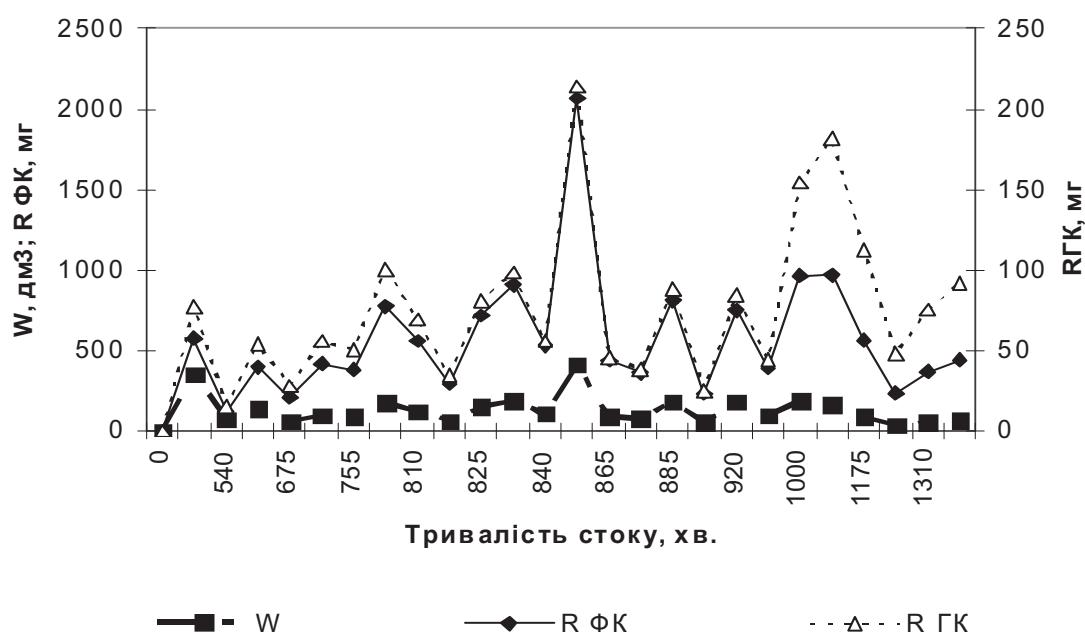


Рис. 3. Динаміка водного стоку та емісії гумінових і фульвокислот з поверхні експериментальної ділянки, 22 лютого 2008 р.

Синхронний хід досліджуваних параметрів свідчить про визначальну роль водного стоку у виносі ГР з поверхні водозбору, а коефіцієнти парної кореляції між об'ємом водного стоку (W) і ГК та W і ФК досягали значень відповідно 0,7 та 0,8 (значимість установлена на основі розподілу Стьюдента,  $p=0,05$ ;  $r>0,57$ ). Менший коефіцієнт кореляції для ГК, на нашу думку, пов'язаний із повільнішим встановленням рівноваги для цієї групи ГР.

Статистичний аналіз отриманих результатів показав, що весь період виносу ГР характеризується двома етапами: перший період триває від початку стоку й до настання максимальних витрат, а другий починається після надходження води із віддалених ділянок водозбору. У кожен з періодів залежність між виносом ГР і об'ємом водного стоку надійно описується лінійним рівнянням (рис. 4). Характерно, що після порушення рівноважного стану у 2 період кут нахилу кривої рівняння залежності між вказаними показниками значно більший порівняно із першим періодом. При чому для ГК він значно більший порівняно із ФК, що пояснюється їх різною розчинністю у воді.

На основі отриманих даних нами було обчислено швидкість надходження ГР з 1 м<sup>2</sup> площині експериментальної ділянки (К-ГК та К-ФК), г/с·м<sup>2</sup>. Отримані результати (рис. 5) показали, що швидкість надходження ГР лінійно залежить від витрат води і для основних груп ГР відрізняється на порядок, тобто швидкість надходження добре розчинних ФК у 10 разів перевищує аналогічний показник для ГК. Найбільша швидкість надходження спостерігалася за максимальних витрат води.

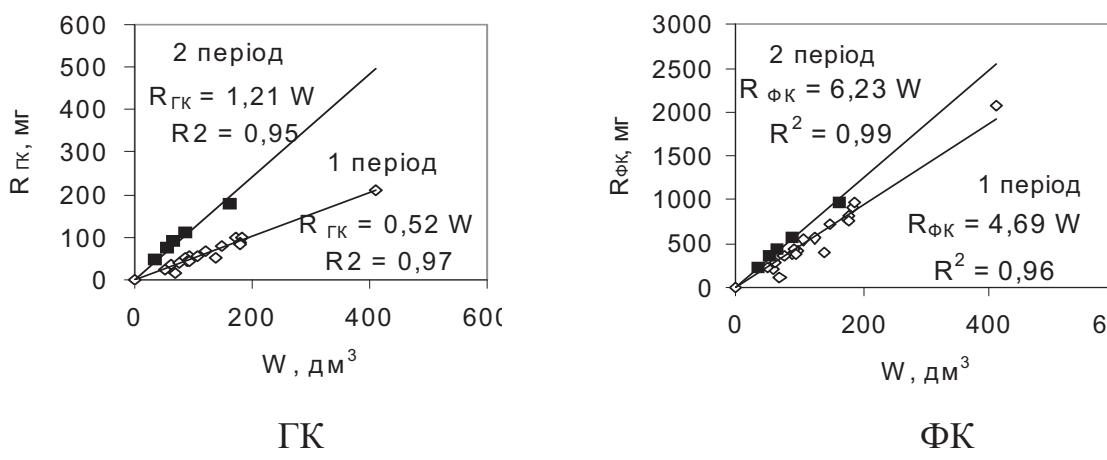
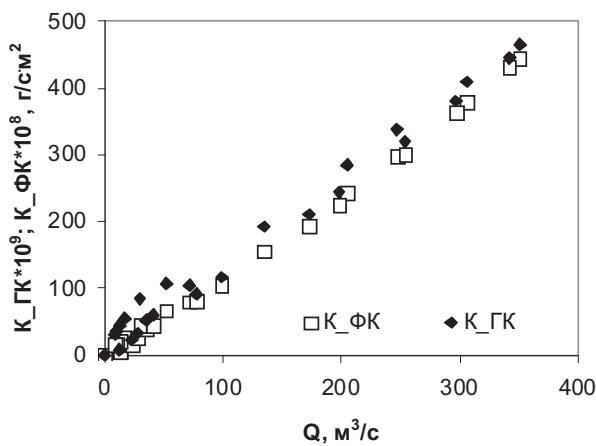


Рис.4. Залежність емісії гумусових речовин від величини водного стоку, отримана за результатами перебігу стоку на експериментальній стоковій ділянці, 22 лютого 2008 р.

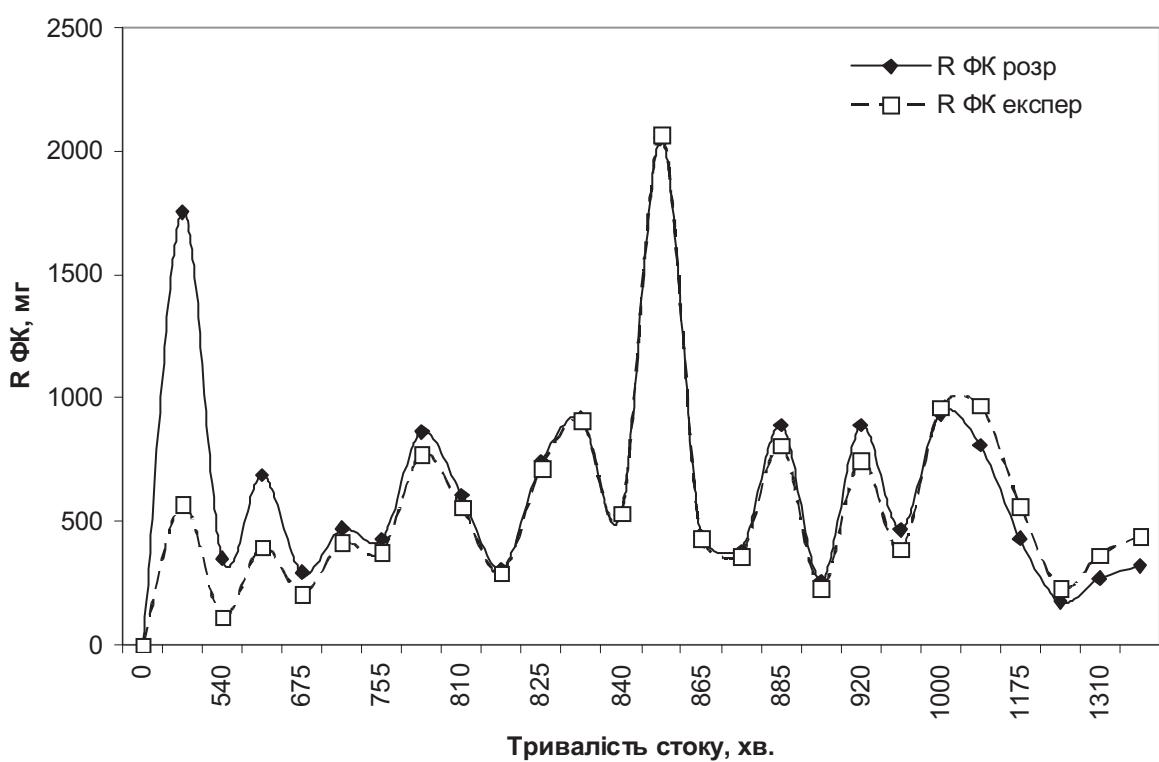
Масоперенос розчинених речовин у системі «грунт-вода» визначається процесом дифузії, який математично описується законом Фіка. Відповідно до нього маса переміщеної речовини залежить від таких показників, як градієнт концентрацій і коефіцієнт дифузії. Останній, у свою чергу, залежить від молекулярної маси дифундуючої речовини. Як відомо [7, 13, 14] молекулярні маси ГК значно перевищують відповідні характеристики ФК, що й пояснює значно нижчу швидкість надходження ГК з поверхні ґрунту.

Отримані нами експериментальні дані дозволили розрахувати питомі коефіцієнти виносу ГР з 1 см<sup>3</sup> водного стоку, що становили для ГК 0,001 мг/см<sup>3</sup>, а для ФК – 0,005 мг/см<sup>3</sup>. Згідно з отриманими коефіцієнтами виносу було відновлено перебіг стоку на експериментальній стоковій ділянці (рис. 6).



*Рис.5. Залежність швидкості надходження гумусових речовин ( $K_{\text{ГК}}$  і  $K_{\text{ФК}}$ ) від витрат води на експериментальній стоковій ділянці, 22 лютого 2008 р.*

стік ФК було завищено на 12%. Найбільша невідповідність спостерігалася на початковій стадії стоку до встановлення рівноваги між твердою фазою і водою.



*Рис.6. Надходження розчинених фульвокислот з поверхні водозбору відповідно до реального та розрахункового сценаріїв*

**Висновки.** На експериментальній стоковій ділянці проведено моделювання поверхневого та підгрунтового (шар 0 – 10 см) стоку гумусових речовин (гумінових і фульвокислот).

Вміст розчинених ФК за період стоку, що тривав 24 години, змінювався в межах 1,6–6,6 мг/дм<sup>3</sup>, а ГК був значно меншим – 0,2–1,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрації досліджуваних речовин на етапі їх підйому стоку змінювалися згідно зі збільшенням витрат води. На етапі спаду витрат води концентрації ГР, навпаки, збільшувалися.

Лабораторні експерименти показали, що кінетика розчинення ГК має уповільнений характер, їх розчинені форми з'являлись у воді лише на 4-ту добу.

На основі отриманих даних проведено розрахунки виносу гумінових ( $R_{ГК}$ ) та фульвокислот ( $R_{ФК}$ ) з поверхні водозбору експериментальної ділянки. Всього за період стоку з водозбірної поверхні надійшло 14,5 г ФК та 1,9 г ГК.

Максимальні показники виносу ГК і ФК спостерігалися з досягненням найбільшого об'єму водного стоку.

Статистичний аналіз отриманих результатів показав, що весь період виносу ГР характеризується двома етапами: перший тривав від початку стоку і до настання максимальних витрат, а другий починався після надходження води із віддалених ділянок водозбору. У кожен з періодів залежність між виносом ГР і об'ємом водного стоку надійно описується лінійним рівнянням.

Обчислено швидкість надходження ГР з 1  $m^2$  площи експериментальної ділянки (К-ГК та К-ФК),  $g/s \cdot m^2$  і показано, що вона для ГК і ФК відрізняється на порядок і лінійно залежить від витрат води.

Розраховано питомі коефіцієнти виносу ГР, що становили для ГК 0,001  $mg/cm^3$ , а для ФК – 0,005  $mg/cm^3$ , на основі яких відновлено перебіг стоку на експериментальній стоковій ділянці. Розрахунковий винос ФК на 12 % перевищив реальні дані.

### Список літератури

1. Варшал Г.М. О состоянии минеральных компонентов в поверхностных водах / Г.М.Варшал // Проблемы аналитической химии. Методы анализа природных и сточных вод. – 1977. – Т.5. – С.94-107.
2. Варшал Г. М. Изучение органических веществ поверхностных вод и их взаимодействия с ионами металлов / Г.М. Варшал, И.Я. Кощеева, И.С. Сироткина [и др.] // Геохимия. – 1979. – №4. – С. 598-607.
3. Вернадский В.И. История минералов земной коры. / В.И.Вернадский // Избр. соч. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т.4, Кн.2. – 652 с.
4. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СРСР / М.А. Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
5. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества как система гидрофобно – гидрофильных соединений: дис. в виде научного доклада доктора биологических наук: 03.00.27 / Е.Ю. Милановский. – М., 2006. – 94 с.
6. Аналітична хімія поверхневих вод / Б.Й.Набиванець, В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. – К. : Наук. думка, 2007. – 455 с.
7. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
8. Осадча Н.М. Стік розчинених гумусових речовин з басейну Прип'яті: розрахунок, чинники, річний розподіл / Н.М. Осадча, В.І. Осадчий // Український географічний журнал. - 2002. - №1. - С. 51-57.
9. Осадчая Н. Н. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ / Н. Н. Осадчая, В. И. Осадчий // Тр. УкрНИИГМИ. – 1999. – Вып.247. – С.189–201.
10. Осадчая Н.Н. К вопросу о загрязнении вод Днепровского каскада органическими веществами / Н.Н. Осадчая, В.И. Осадчий // Вопросы химии и химической технологии. – 2002. – №5. Спец.выпуск. – С. 250-253.
11. Осадчая Н.Н. Оценка выноса растворенных органических веществ гумусовой природы со стоком р. Припять / Н.Н.Осадчая, В.И. Осадчий // Тр. УкрНИИГМИ. – 2001. – Вып. 249. – С. 161-177.
12. Полынов Б.Б. Руководящие идеи современного учения об образовании и развитии почв / Б.Б. Полынов // Избр. тр. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1956. – С.423-434.
13. Ширшова Л.Т.

Полидисперсность гумусовых веществ почв / Л.Т.Ширшова. – М.: Наука, 1991. – 75с.  
**14.** Humic substances in soil, sediment and water: Geochemistry, Isolation, and Characterization / Ed. By G.R.Aiken et all. – NY: John Willey, 1985. – 692 p. **15.** Stevenson F.J. Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions / F. J. Sterenson – 2<sup>nd</sup> Edition. – NY : John Willey, 1994. – 512 p. **16.** Tan K.H. Humic matter in Soil and the Environment. Principles and Controversies / K.H. Tan. – NY, Basel : Marcel Dekker, 1998. – 521 p.

**Особливості виносу гумусових речовин з поверхні водозбору**  
**Осадча Н.М., Білецка С.В., Саливон-Пескова В.Я., Литвин М.Ю.**

Проведено експериментальне моделювання виносу гумусових речовин (ГР) з поверхні водозбору. Показано граничні межі розчинення гумінових і фульвокислот за період стоку і динаміка зміни їх концентрацій відповіно коливання витрат води. Виконані розрахунки виносу гумінових і фульвокислот з поверхності водозбору експериментальної ділянки і досліджена їх залежність від обсягу водного стоку.

**Особенности поступления гумусовых веществ с поверхности водосбора**  
**Осадчая Н.Н., Билецкая С.В., Саливон-Пескова В.Я., Литвин Н.Е.**

Проведено экспериментальное моделирование выноса гумусовых веществ (ГВ) с поверхности водосбора. Показано граничные пределы растворения гуминовых и фульвокислот за период стока и динамика изменения их концентраций соответственно колебанию расходов воды. На основании полученных данных выполнены расчеты выноса гуминовых и фульвокислот с поверхности водосбора экспериментального участка и исследована их зависимость от объема водного стока.

**Features of humic substances emission from the catchment area**  
**Osadcha N., Bilets'ka S., Salivon-Peskova V., Litvin N.**

An experimental modelling of humic substances (HS) emission from the catchment area is spent. It is shown limit value of dissolved humic and fulvic acids during a runoff and dynamics of their concentration changes according to fluctuation of water discharges. Calculation of humic and fulvic acids emission from the catchment area has been carried out on the basis of the data received. Their dependence of water flow is investigated.

УДК 551.482

**УМОВИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ТА  
ВИВЧЕНІСТЬ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК  
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

**Винарчук О.О., Хільчевський В.К.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*Ключові слова:* гідрохімічний режим, хімічний склад, Сула, Псел, Ворскла

**Актуальність теми.** Як відзначається в роботах вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Гідрохімічного інституту (м. Ростов-на-Дону, Росія) [4, 5, 7, 8, 19], присвячених вивченню гідрохімії значних територій, потреба в оцінці регіональних закономірностей формування та режиму розчинених у природних водах речовин, з урахуванням впливу на їхній хімічний склад природних і техногенних факторів, пов'язана з практичною реалізацією ключових завдань проблеми регіонального використання, охорони і відтворення