

УДК 631.433.5: 631.51.01

ЕМІСІЯ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ З ПРИРОДНИХ ТА АГРОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ

Сябрук О. П. – к. с.-г. н.,

науковий співробітник ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського»;

Акімова Р. В. – науковий співробітник «ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського»;

Волошенюк А. В. – к. с.-г. н.,

керівник лабораторії комплексного агрономічного обслуговування ПП «Аркас»

У статті представлені дослідження інтенсивність виділення вуглекислого газу з ґрунту та динаміка цього показника в залежності від гідротермічних умов та різних рівнів сільгоспвикористання земель. Зокрема, проведено порівняння емісійних потоків CO₂ з природних та агрогенних ландшафтів. Встановлено розмір денних коливань «ґрунтового дихання» та обґрунтовано доцільність регулярного моніторингу цього показника, як індикатора якості ґрунту.

Ключові слова: дихання ґрунту, цілинний ґрунт, оранка, емісія вуглекислоти, моніторинг.

Сябрук О. П., Акімова Р. В., Волошенюк А. В. Эмиссия углекислого газа из природных и агрогенных ландшафтов

В статье представлены исследования интенсивность выделения углекислого газа из почвы и динамика этого показателя в зависимости от гидротермических условий и различных уровней сельхозиспользования земель. В частности, проведено сравнение эмиссионных потоков CO₂ с природных и агрогенных ландшафтов. Установлен размер дневных колебаний «почвенного дыхания» и обоснована целесообразность регулярного мониторинга этого показателя, как индикатора качества почвы.

Ключевые слова: дыхание почвы, целинная почва, вспашка, эмиссия углекислоты, мониторинг.

Siabryk O. P., Akimova R. V., Volosheniuk A. V. Emission of carbon dioxide from natural and agricultural landscapes

The article presents a study the intensity of carbon dioxide release from the soil and the dynamics of this indicator depending on the hydrothermal conditions and different levels of agricultural land use. In particular, comparison is made emission flows of CO₂ from natural and agricultural landscapes. Installed the size daily fluctuations "soil respiration" and justified advisability regular monitoring of this indicator, as an indicator of soil quality.

Key words: soil respiration, virgin soil, arable soil, carbon dioxide emissions, monitoring.

Постановка проблеми. Дихання ґрунту – дуже мінливе у просторі і часі. Ґрунтове «дихання» становить одну із ланок в ланцюзі глобального біогеохімічного кругообігу вуглецю і кисню. Термін «дихання ґрунту» (або ґрунтове «дихання») увійшов у вжиток як один з показників ґрунтового газообміну. У широкому екологічному сенсі дихання ґрунту визначається як складне, багатогранне, багатокомпонентне, багатofункціональне природне явище, що виявляється в процесах газообміну між основними компонентами біогеосфери, ґрунтоутворення, трансформації геологічних порід, дисипації енергії, накопиченої в органічній речовині ґрунту та біомасі ґрунтових організмів [1, с. 39]. Моніторинг динаміки вивільнення діоксиду вуглецю, у процесі ґрунтового дихання, гостре питання – яке постало перед сучасними природничими науками.

Наразі до числа глобальних екологічних проблем відноситься збільшення концентрації в атмосфері парникових газів, серед яких діоксид вуглецю відіграє одну з головних ролей. Емісія з поверхні ґрунтів потоків CO_2 є одним з найпотужніших джерел вуглекислоти, і незначне порушення ґрунтового дихання може привести до серйозних порушень в атмосфері. Показники ґрунтового дихання широко використовуються для оцінки продуктивності екосистем, а також для аналізу активності ґрунтових мікробіоценозів. Виділення вуглекислоти може бути об'єктивним індикатором інтенсивності розкладання органічної речовини ґрунту і може дозволити охарактеризувати одну з найважливіших сторін біологічного кругообігу речовин.

Очевидна необхідність регулярного, обґрунтованого та налагодженого моніторингу емісій і стоків парникових газів антропогенного походження. З огляду на високий ступінь невизначеності оцінок біогенних емісій парникових газів, така система моніторингу повинна бути, перш за все, розроблена для сільськогосподарських джерел. Це дозволить уточнити загальні оцінки антропогенного внеску в атмосферні концентрації парникових газів і можливий їх вплив на клімат, а також дозволить отримувати більш достовірну інформацію, необхідну для прийняття рішень по можливостям контролю і скороченню емісій парникових газів у галузях сільгоспдіяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з дослідженнями останніх років у цілинних ґрунтах, на противагу орним, переважають процеси накопичення вуглекислого газу, який, трансформуючись в органічні речовини, може консервуватися у вигляді торфу. Безперечно, цілинні ґрунти та ґрунти перелогів мають потенційно високу здатність до секвестрації вуглецю. Але довгострокове «консервування» таких ґрунтів зумовлює постійний відтік вуглекислого газу в атмосферу, що в перерахунку на вуглець прирівнюється до надходження його в ґрунт з поживними рештками. Необхідно зазначити, що для більшості ґрунтів, які не залучаються в сільськогосподарське виробництво, вміст органічної речовини залишається майже стабільним [2, с. 71; 3, с. 21-32].

У роботі Чимитдоржиевої [4, с. 93-102] представлені результати дворічних польових спостережень за емісією CO_2 з постагrogenних чорноземів і каштанових ґрунтів степу Забайкалля. Згідно з результатами досліджень сумарний показник втрат вуглецю з перелогових земель вище, ніж з орних, але нижче ніж з цілинних. Це пояснюється більш багатим видовим складом трав на природних ландшафтах, їх більш високими надземними і підземними масами і, як наслідок цього, значною часткою кореневого дихання в загальному потоці CO_2 .

Як показали результати проведених досліджень, буроземних ґрунтів півдня Примор'я [5, с. 585-589], ґрунти природних і антропогенних ландшафтів суттєво різнилися за кількістю CO_2 , що виділяється. Простежувалася закономірність до зниження інтенсивності ґрунтового дихання в ґрунтах агрогенних ландшафтів порівняно з ґрунтами природних ландшафтів. Причиною цьому слугувала різниця у рівні вмісту гумусу у ґрунті, у бік зростання емісійного потоку зі зростанням вмісту гумусу.

Постановка завдання. Метою нашої роботи було порівняння емісії CO_2 з природних та агрогенних ландшафтів в умовах Сухого Степу та Правобережного Степу України.

Об'єкт дослідження – динаміка емісії вуглекислого газу з грантів Сухого Степу та Правобережного Степу України.

Предмет дослідження – природні та антропогенні чинники, такі як фізичні параметри ґрунту та агрогенне навантаження, які визначають динаміку емісії CO_2 .

Об'єктами дослідження в умовах Правобережного Степу виступили чорноземи звичайні, з характерною потужністю гумусового горизонту (70 см) та наявністю карбонатів у вигляді білоочки. Дослідні ділянки розташовувалися у місті Запоріжжя, на правому березі р. Дніпро. Для порівняння емісії вуглекислого газу з чорнозему звичайного було обрано сільськогосподарські угіддя та цілинні ґрунти курганів епохи бронзи.

Дослідження у Сухому Степі проводилися на території Херсонського обласного центру з гідрометеорології «Метрологічна станція Асканія-Нова». Ґрунт дослідних площадок – темно-каштановий, сформований на сухих степових ділянках в умовах недостатнього зволоження, гумусовий горизонт досягає 55 см. Ділянки для дослідження продукування CO_2 ґрунтом були закладені на території еталонного цілинного степу та на ділянці, на якій регулярно, впродовж 25 років проводять оранку та ведуть сільськогосподарські роботи.

Враховуючи динамічність такого показника, як ґрунтове дихання, у своїх дослідженнях виділення CO_2 з поверхні ґрунту ми надали перевагу портативному засобу інструментального аналізу – газоаналізатору testo 535 [6]. За допомогою надчутливої інфрачервоної зони прилад фіксує показники концентрації вуглекислого газу з ґрунту у відсотках (частках) від його вмісту у приземній частині атмосфери. Оскільки поглинач не має окремого зонду для занурення у ґрунт, то необхідно ізолювати приземний шар повітря, для чого у ґрунт заглиблюється спеціальний ізолятор з отвором для встановлення зонду. Інфрачервоний зонд вертикально опускається у отвір та герметично фіксується за допомогою гумового ізолятору. Перед вимірюванням слід видалити всю надземну частину рослин для того, щоб знизити варіабельність показника що досліджується. Експозиція виміру +/-15 хв. [7, с. 24]. Одночасно з вимірами інтенсивності виділення CO_2 проводили виміри супутніх фізичних параметрів ґрунту (температура ґрунту, вологість ґрунту). Температуру вимірювали електронним ґрунтовим термометром, приймаючи за середнє арифметичне значення із трьох послідовних вимірів. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом [8, с. 10].

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися у липні 2017 року. Середина літа була обрана, як найпоказовіший місяць у вегетаційному періоді для порівняння здатності до продукування CO_2 розораного та цілинного ґрунтів [9, с. 150].

Перший етап дослідження проходив в умовах Правобережного Степу на чорноземі звичайному. Мінімальна величина сумарного за період дослідження потоку CO_2 спостерігалася на агрогенних розораних ґрунтах, максимальна – на еталонних цілинних ґрунтах під курганами (рис. 1.). Ці ре-

зультати ми можемо пов'язати з відсутністю на цілих ґрунтах відчуження рослинного матеріалу, у вигляді врожаю.

Рясна рослинність, значна коренева маса цих рослин призводить до посилення кореневого дихання та мікробіологічної активності ґрунту в цілому. При цьому, на протигагу орних ґрунтах, в цілих, або перелогових ґрунтах змінюються направленості фізичних, хімічних і біологічних процесів, що, в свою чергу відображається на інтенсивності продукування вуглекислоти.

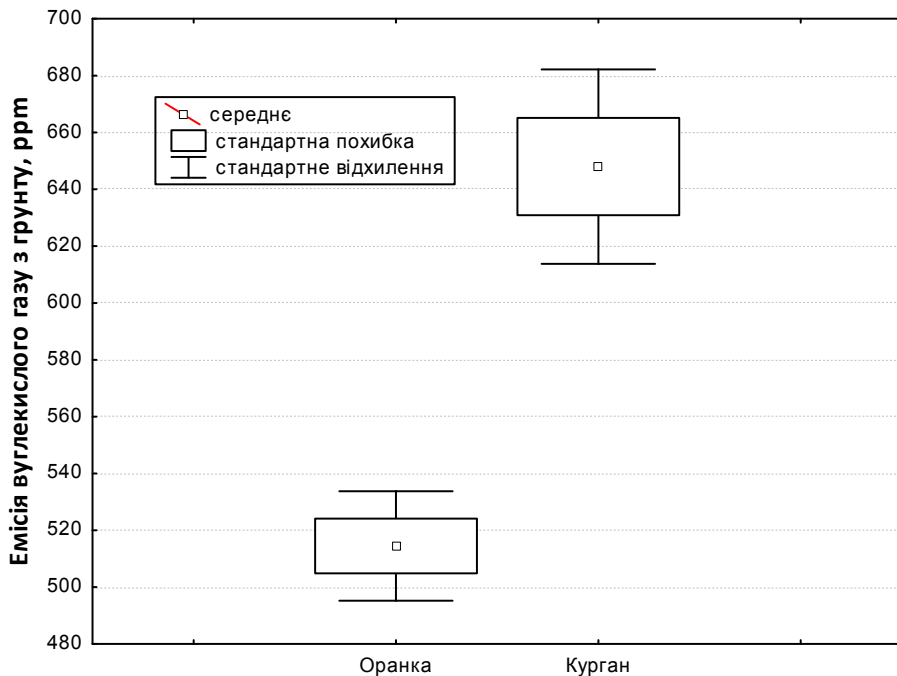


Рисунок 1. Інтенсивність виділення CO_2 з природних та агрогенних чорноземів звичайних в умовах Правобережного Степу України

Кількість CO_2 , що надходить з ґрунту, визначається як біологічними чинниками (темпом росту та розвитку рослин і мікроорганізмів, диханням коренів), так і фізичними умовами навколишнього середовища (температура та вологість повітря і ґрунту та ін.). У зв'язку з цим емісія CO_2 з поверхні ґрунту має досить чітку добову динаміку. Вплив вологості і температури ґрунту позначається як на фізичних параметрах ґрунту (вмісті повітря, повітропроникності, швидкості дифузії газів), так і на інтенсивності біологічних процесів, що протікають в ньому [10, с. 19-29]. Отже, супутні спостереження за вологістю та температурою ґрунту ілюструють залежність інтенсивності продукування CO_2 від комбінації цих фізичних чинників (рис. 2.).

На розораній ділянці температура ґрунту на час дослідження коливалася у межах 27-29 °C, за низької вологості, близької до вологості в'янення рослини (7-9%), емісія CO_2 була істотно нижча, ніж на цілих ділянці (див. рис. 1.).

Отримані дані свідчать про високий потенціал до секвестрації вуглецю для цілинного ґрунту, але за специфічних гідротермічних умов – емісійний потік, а відповідно і втрати ґрунтового вуглецю, на розораній ділянці були нижчими ніж на природному ґрунті.

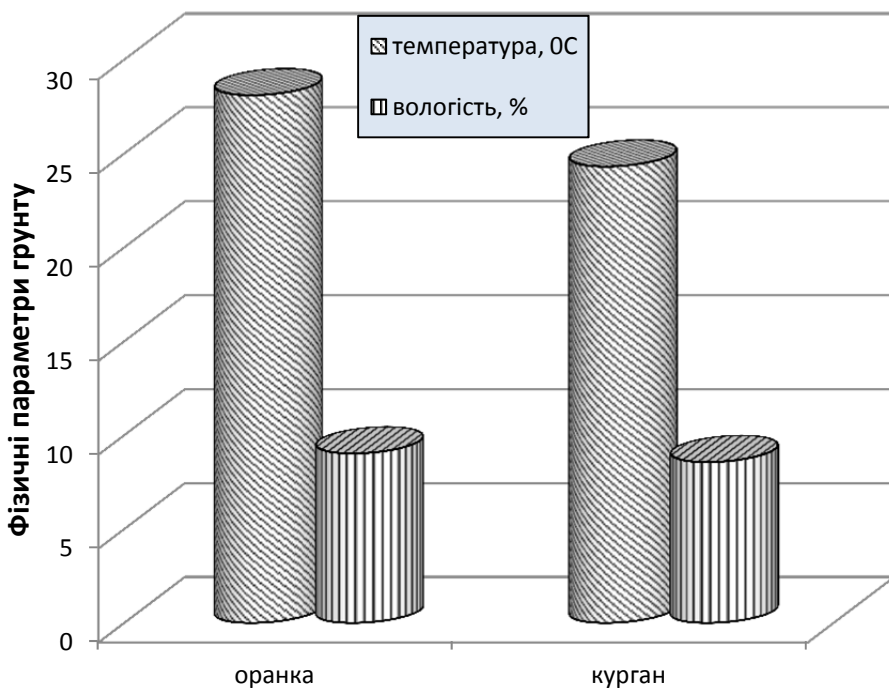


Рисунок 2. Фізичні параметри чорнозему звичайного

Другий етап дослідження проходив в умовах Сухого Степу України, на території заповідника «Асканія-Нова» ім. Ф. Е. Фальц-Фейна. Високі температурні показники не сприяли посиленому витоку вуглекислоти, до того ж, спостереження супроводжувалися посиленими поривами вітру до 15м/с (за даними метеорологічної станції «Асканія-Нова»). Але отримані результати підтверджують дані першого етапу спостереження (див. рис. 1.). Посилене продукування вуглекислого газу з цілинного дослідного майданчика обумовлене активною трав'янистою рослинністю, яка має значну кореневу масу, що дає істотний внесок в кореневе дихання ґрунту (рис. 3).

Також, особливу роль відіграє щільність ґрунту – на більш ущільненій цілинній ділянці концентрація CO_2 у повітрі над поверхнею ґрунту істотно вища, оскільки дифузійні процеси проходять значно повільніше, ніж на розораній [11, с. 306-313]. Спостереження за температурою ґрунту показали, що у зв'язку із відсутністю суцільного покриття рослинними рештками верхній шар розораного ґрунту прогрівався сильніше, що теж не сприяло інтенсивному ґрунтовому диханню (рис. 4.).

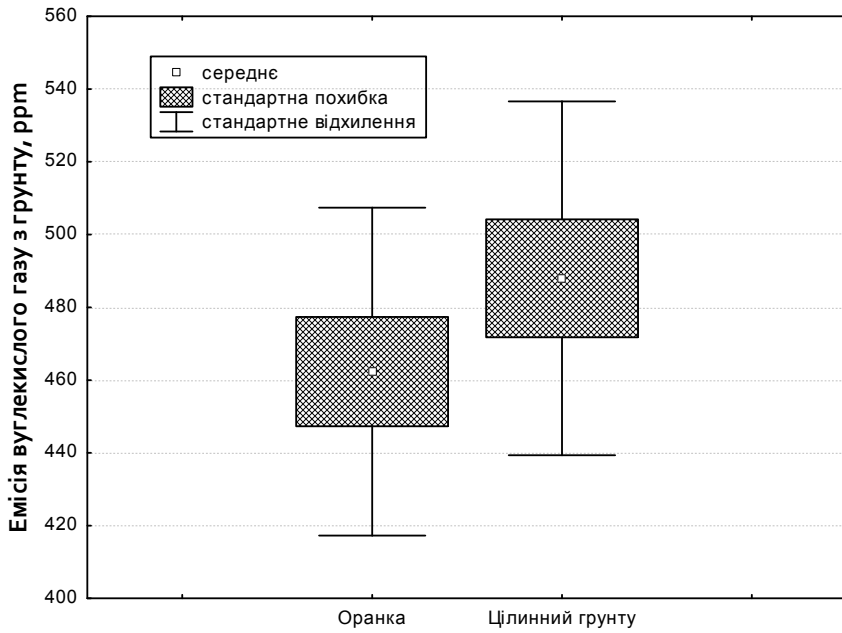


Рисунок 3. Інтенсивність виділення CO_2 з природних та агрогенних темно-каштанових ґрунтів в умовах Сухого Степу України

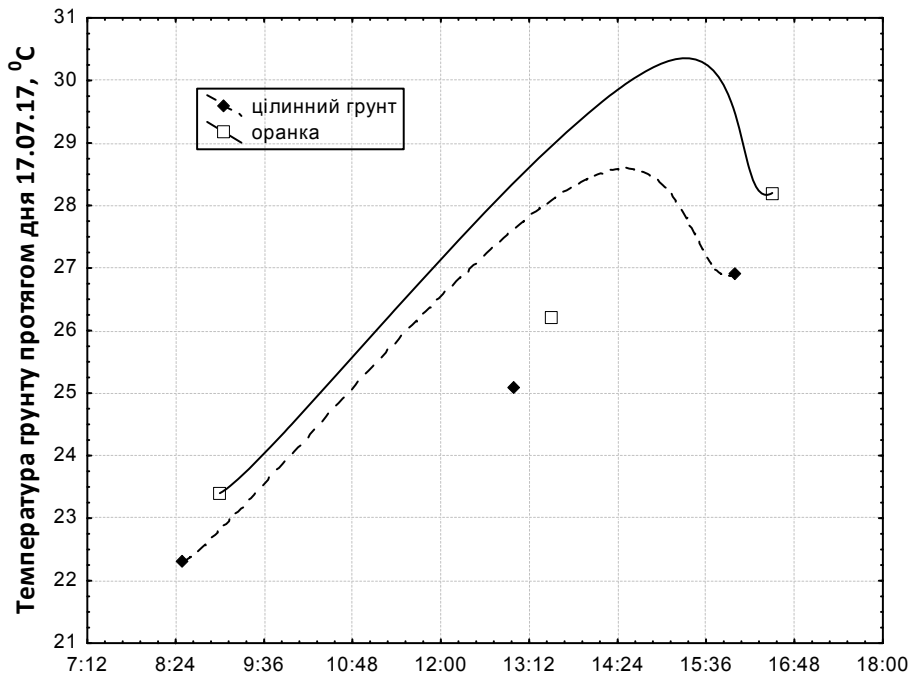


Рисунок 4. Денна динаміка температури орного шару темно-каштаново ґрунту в умовах Сухого Степу України

У зв'язку з значною денною варіабельністю показників дихання актуально проводити спостереження 3-5 разів на день, з наступним усередненням результату [12, с. 85-87]. Порівняння результатів вимірювань, отриманих впродовж дня, показує, що діапазон коливань виділення CO_2 з поверхні може становити ($\pm 15\%$), причому зниження активізації дихання спостерігалось у після полуденні години (рис.5.). Отримані дані доводять залежність динаміки емісії CO_2 від інтенсивності сонячної радіації, температури та вологості ґрунту у верхньому шарі, які змінюються впродовж дня.

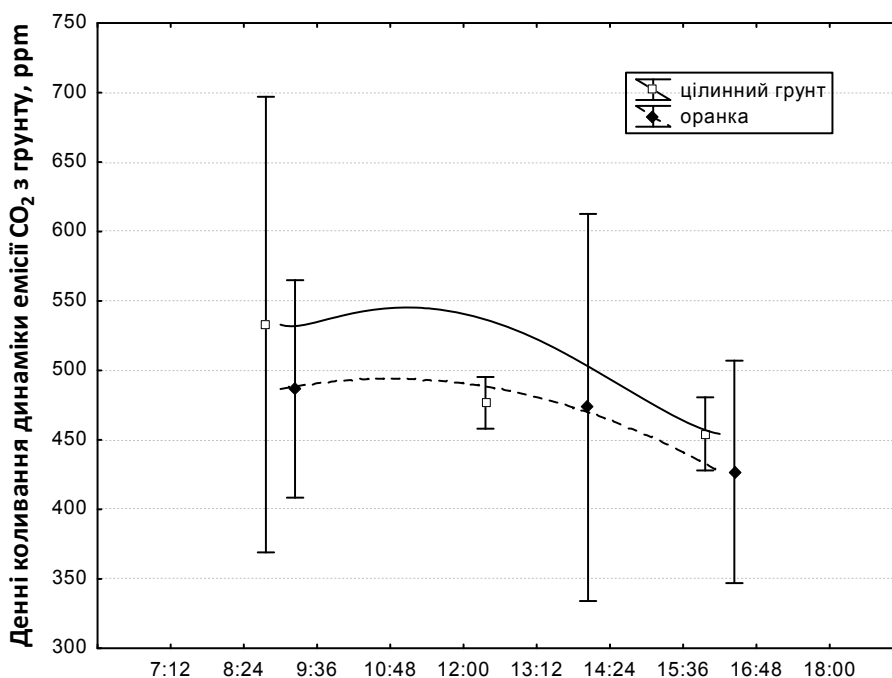


Рисунок 5. Денна динаміка емісії вуглекислого газу з темно-каштаново ґрунту в умовах Сухого Степу України (позначено середні значення та межі коливань)

Висновки і пропозиції. Доведено, що інтенсивність виділення вуглекислого газу з ґрунту та динаміка цього показника значною мірою залежить від гідротермічних умов, зокрема вологості та температури ґрунту.

Отримані результати порівняння інтенсивності виділення вуглекислоти з цілинних ґрунтів та з оранки свідчать про інтенсивніший емісійний потік CO_2 з природних ґрунтів. У зв'язку з відсутністю відчуженням біомаси з врожаєм, а також внаслідок великої долі багаторічних трав, характер біологічного кругообігу речовин на цілинних ґрунтах призводить до посилення продукування вуглецю.

Встановлено, що денні коливання інтенсивності виділення CO_2 з поверхні ґрунту складають від 5 до 15%. Доведено, що залежно від умов зволоження, підвищення температури ґрунту в полуденні години може сприяти зниженню обсягів продукування вуглекислоти. Для зменшення впливу денної динаміки виділення CO_2 з ґрунту на оцінку обсягів емісії, вимірювання слід проводити в

декілька прийомів впродовж дня (не менше, ніж тричі) із подальшим усередненням результатів.

У зв'язку з вищенаведеним надзвичайно актуальною є організація агроекологічного моніторингу парникових газів, що виділяються сільськогосподарськими угіддями. Така об'єктивна інвентаризація парникових газів дозволить більш точно контролювати кругообіг вуглецю в агроекосистемах та знизити рівень емісії CO₂ з них.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наумов А. В. Дыхание почвы: составляющие, экологические функции, географические закономерности : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора биологических наук 03.00.27. – «Почвоведение» / А. В. Наумов. – Новосибирск, 2004. – 39 с.
2. Лазарев А. А. О влиянии сельскохозяйственной культуры на свойства черноземов Лесостепной полосы / А. А. Лазарева. – М. : Изд-во АН СССР, 1936. – 71 с.
3. Орлов Д. С. Запасы углерода органических соединений в почвах Российской федерации / Д. Орлов, О. Бирюкова // Почвоведение. – 1995. – № 1. – С. 21-32.
4. Чимитдоржиева Э. О. Эмиссия диоксида углерода из постагрогенных степных и сухостепных почв Западного Забайкалья / Э. О. Чимитдоржиева, г. Д. Чимитдоржиев // Известия ТСХА. – 2011. – № 2. – С. 93-102.
5. Пуртова Л.Н. Эмиссия углекислого газа из почв природных и антропогенных ландшафтов Юга Приморья / Л.Н. Пуртова, Н.М. Костенков, В.А. Семаль // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1-3. – С. 585-589.
6. Портативные газоанализаторы для мониторинга CO₂ в воздухе. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.testo.kiev.ua
7. Сябрук О. П. Вплив природних та антропогенних чинників на динаміку емісії CO₂ з чорноземів в умовах Лівобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.03. – «Агрогрунтознавство і агрофізика» / О. П. Сябрук. – Харків, 2015. – 23 с.
8. Якість ґрунту. Визначення сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод (ISO 11465:1993, IDT) : ДСТУ ISO 11465-2001. – [Чинний від 2003–01–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2002. – 10 с. – (Національний стандарт України).
9. Титлянова А.А. Режимы биологического круговорота / А.А. Титлянова, М. Тесаржова. – Новосибирск. :Наука, 1991. – 150 с.
10. Мясгина О. В. Эмиссия CO₂ с поверхности напочвенного покрова в листовничках Центральной Эвенкии / О. В. Мясгина // Лесоведение. – 2005. – № 6. – С. 19-29.
11. Волошенко А. В., Сябрук О. П. Влияние систем обработки и no-till на физические свойства и дыхание почвы / А. В. Волошенко, О. П. Сябрук // Материалы научной международной конференции "Почва и удобрения в современном сельском хозяйстве" посвященной 120-летию со дня рождения академика Иона Дикусара. – Молдова, 2017. – С.306-313.
12. Сябрук О. П. Добова динаміка виділення CO₂ з поверхні чорнозему типового / О.П. Сябрук// Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих

учених, приурочена 115-річчю від дня народження Д. С. Дуки. – Умань, 2017. – С.85-87.

УДК 502.5

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЧИСЕЛЬНІ РОЗРАХУНКИ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ НИЖНЬОГО ДНІПРА

Шахман І.О. – к. геогр. н., доцент ХДАУ,
Бистрянцева А.М. – к. ф.-м. н., доцент ХДУ,
Пічура В.І. – к. с.-г. н., доцент ХДАУ

У статті висвітлено застосування математичних моделей при дослідженні гідроекологічних проблем. Виконана оцінка якості води поверхневих вод Нижнього Дніпра (2013–2015 рр.) в межах Херсонської області за різними методиками за гідрохімічними показниками відповідно до діючих нормативів якості поверхневих водних ресурсів рибогосподарського призначення. Встановлено, що віднесення басейну Нижнього Дніпра до водного об'єкту рибогосподарського призначення на сьогодні пов'язано з певними екологічними ризиками.

Ключові слова: математична модель, екологічна оцінка якості води, гідрохімічні показники, водні об'єкти рибогосподарського призначення.

Шахман И.А., Быстрянцева А.Н., Пичура В.И. *Математическое моделирование гидроэкологических процессов и численные расчёты гидрохимического режима Нижнего Днепра*

В статье освещено применение математических моделей при исследовании гидроэкологических проблем. Выполнена оценка качества воды поверхностных вод Нижнего Днепра (2013–2015 гг.) в пределах Херсонской области по разным методикам по гидрохимическим показателям в соответствии действующим нормативам качества поверхностных водных ресурсов рыбохозяйственного значения. Установлено, что на сегодня считать бассейн Нижнего Днепра водным объектом рыбохозяйственного значения связано с определёнными экологическими рисками.

Ключевые слова: математическое моделирование, экологическая оценка качества воды, гидрохимические показатели, водные объекты рыбохозяйственного значения.

Shakhman I.A., Bystryantseva A.N., Pichura V.I. *Mathematical modeling of hydroecological processes and numerical calculations of the hydrochemical regime of the Lower Dnieper*

The article highlights the application of mathematical models in the research of hydroecological problems. Estimation of the quality of surface water of the Lower Dnieper (2013-2015) within the Kherson region by different methods by hydrochemical parameters in accordance with the current standards of the quality of surface water resources of fishery significance was executed. It was established that for today it is connected with certain ecological risks to consider the basin of the Lower Dnieper as a water object of fishery significance.

Keywords: mathematical modelling, ecological estimation of water quality, hydrochemical parameters, water objects of fishery significance.

Постановка проблеми. Еволюція сучасної науки характеризується глибоким проникненням математичних методів дослідження у різні сфери наукової думки. Сьогодні існує досить широкий діапазон застосування математичного моделювання до розв'язання багатьох екологічних, в тому числі й гідроекологіч-