

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ БАЛАНСУ ГУМУСУ ТА ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТІ

Анотація. У статті запропоновано проект бази даних та його реалізація для автоматизованого розрахунку балансу гумусу та поживних речовин в ґрунті, що дозволяє підвищити ефективність використання земельних ресурсів.

Раціональне використання земельних ресурсів в сільському господарстві тісно пов'язане з природною родючістю ґрунтів і їх просторовою структурою, з одного боку, а з іншого — з інтенсивністю використання ґрунтів під орні землі, що супроводжується значним зменшенням вмісту гумусу в поверхневому шарі ґрунту. Це свідчить про зниження природної родючості ґрунті і необхідності відновлення його ресурсозберігаючих функцій. Втрата гумусу призводить до зниження родючості ґрунту, ускладнення екологічної ситуації навколишнього середовища. Для того, щоб запобігти зниженню гумусу в ґрунті, необхідно дотримуватися одного з основних законів землеробства — закону повернення речовин в ґрунт.

Для організації інформаційного забезпечення автоматизованого розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті пропонуємо постановку задачі та проект реляційної бази даних.

У відповідності з етапами життєвого циклу бази даних досліджені інформаційні потреби користувача та виділені основні задачі: підтримка нормативно-довідкової інформації; формування вхідної інформації з сівозмін та внесення мінеральних добрив; формування регламентних звітів; забезпечення запитів користувача до бази даних в різних розрізах.

В результаті проведення аналізу предметної області описані вхідні та вихідні дані, розроблені алгоритми розв'язування задач.

Розрахунок балансу гумусу дозволить встановити в якому напрямку змінюються ґрунтові процеси - накопичується чи мінералізується органічна речовина. Знаючи ці процеси, розраховують норми органічних і мінеральних добрив для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті.

Розробка дозволить:

- прогнозувати зміни параметрів родючості ґрунту залежно від сценаріїв ведення землеробства;
- розрахувати норми органічних добрив для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті;
- розрахувати норми мінеральних добрив для бездефіцитного чи додатного балансу поживних речовин у землеробстві;
- розробити систему управління родючістю ґрунтів та охорону їх від деградації.

Ключові слова: Автоматизація розрахунків балансу гумусу та поживних речовин, база даних, гумус, ґрунт, СУБД, геоінформаційні системи.

N.B. PASKO, A.V. TOLBATOV, O.B. VIUNENKO, R.S. KOVAL'OV

Sumy National Agrarian University

I.A. SHEKHOVTSOVA

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

AUTOMATION OF CALCULATION OF BALANCE OF HUMUS AND NUTRIENTS IN SOIL

Annotation. The article proposes a database project and its implementation for the automated calculation of the balance of humus and nutrients in the soil that allows increasing the efficiency of using land resources.

Sound use of land resources in agriculture is closely related to the natural soil fertility and its spatial structure, on the one hand, and to the intensity of soil use for arable land, accompanied by a significant reducing of humus in the surface layer of the soil, on the other hand. This highlights reduced natural soil fertility and the need to renew its resource-saving functions. The loss of humus leads to a reduced soil fertility, a complicated environmental situation. In order to prevent the decline of humus in the soil, one must follow one of the basic agriculture laws – the law of returns of nutrients to the soil.

In order to organize the information support of the automated calculation of the humus and nutrient balance in the soil we propose the statement of problem and a relational database project.

In accordance with the stages of the database lifecycle, the information needs of the user are investigated and the main tasks are identified: reference data support; formation of the input information from crop rotations and introducing mineral fertilizers; formation of regulation reports; supporting various user requests to the database.

As a result of the analysis of the subject area, input and output data, developed algorithms for solving problems are described.

Calculation of the humus balance will allow determining the direction of changing soil processes – whether the organic matter accumulates or mineralized. Understanding of these processes allows calculating the norms of organic and mineral fertilizers in order to achieve a non-deficit humus balance in the soil.

The development will allow:

- *predicting changes in soil fertility parameters depending on the farming scenarios;*
- *calculating the norms of organic fertilizers to ensure a non-deficit humus balance in the soil;*
- *calculating the norms of mineral fertilizers for a deficit or positive balance of nutrients in agriculture;*
- *developing a system for managing soil fertility and protecting them from degradation.*

Keywords: Automation of calculation of the balance of humus and nutrients, database, humus, soil, database-management system, geoinformation systems.

Постановка проблеми. Раціональне використання земельних ресурсів в сільському господарстві тісно пов'язане з природною родючістю ґрунтів і їх просторовою структурою, з одного боку, а з іншого — з інтенсивністю використання ґрунтів під орні землі, що супроводжується значним зменшенням вмісту гумусу в поверхневому шарі ґрунту. Це свідчить про зниження природної родючості ґрунту і необхідності відновлення його ресурсозберігаючих функцій. Втрата гумусу призводить до зниження родючості ґрунту, ускладнення екологічної ситуації навколишнього середовища. Для того, щоб запобігти зниженню гумусу в ґрунті, необхідно дотримуватися одного з основних законів землеробства — закону повернення речовин в ґрунт.

Проблемі підвищення ефективності використання земельних ресурсів присвячені праці багатьох вчених: Л.Р. Петренка, С.В. Вітвіцького, А.М. Третьяка, А.Я. Сохнич, В.В. Горлачука, В.Г. В'юна, В.І. Благодатного, В.Г. Андрійчука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова, М.Й. Маліка, П.Т. Саблука, С.М. Кваші, С.І. Дем'яненко та ін. В їх працях досліджено критерії, системи показників економічної, екологічної та соціальної ефективності земельних ресурсів, шляхи раціонального їх використання [1–24].

Заходи щодо створення земельно-інформаційного середовища з метою підвищення ефективності державного управління земельними ресурсами, використання й охорони земель набувають особливої актуальності й зумовлюють необхідність удосконалення системи інформаційного забезпечення державного управління земельними ресурсами. Можливість підвищення продуктивності праці у сфері управління родючістю земель сьогодні забезпечує створення автоматизованої системи розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті. Це дасть змогу не тільки зменшити час на інформаційні процедури та організувати автоматизоване робоче місце землевпорядника, а й сприятиме удосконаленню самої системи управління. Розрахунок балансу гумусу для підвищення якості земель розглянутий в [2, 7]. Методика і інформаційна технологія розрахунку балансу гумусу та поживних речовин в ґрунті з урахуванням сучасних технологій вирощування культур, заорювання побічної рослинницької продукції і рівня застосування органічних і мінеральних добрив розглянута в [7]. Розрахунки проводяться в середовищі табличного процесора MS EXCEL. В таких умовах стає актуальною задача поетапної модернізації інформаційної технології виконання розрахунків, а саме:

- використання технологій баз даних;
- розподілена обробка інформації;
- моніторинг стану земель з використанням геоінформаційних систем та OLAP.

Мета статті. Для організації інформаційного забезпечення автоматизованого розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті пропонуємо постановку задачі та проект реляційної бази даних.

У відповідності з етапами життєвого циклу бази даних досліджені інформаційні потреби користувача та виділені основні задачі: підтримка нормативно-довідкової інформації; формування вхідної інформації з сівозмін та внесення мінеральних добрив; формування регламентних звітів; забезпечення запитів користувача до бази даних в різних розрізах.

В результаті проведення аналізу предметної області описані вхідні та вихідні дані, розроблені алгоритми розв'язування задач.

Основні матеріали дослідження. Загальна характеристика комплексу. Основною вимогою до створюваної системи є автоматизована реалізація робіт, пов'язаних з управлінням родючістю ґрунтів сільськогосподарських підприємства. Програмним та інформаційним забезпеченням можуть бути укомплектовані робочі місця агрономів, економістів та землевпорядників. Нормативною основою для розробки програмного комплексу послужила "Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України" [8, 9] та розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 березня 2016 р. №271-р «Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелювання». В основу алгоритмів покладені розрахунки балансу гумусу для підвищення якості земель, розглянуті в [2, 7].

Комплекс складається з таких базових програмно-технологічних модулів:

1. Ведення нормативно-довідкової інформації (НДІ). Ведення НДІ передбачає виконання типових інформаційних процедур стосовно різноманітних довідників:

- занесення нових значень НДІ;
- коригування існуючих значень, у тому числі видалення окремих значень НДІ;
- пошук і перегляд НДІ (за окремими критеріями пошуку);

- друк довідників.

До нормативно-довідкової інформації (НДІ) відноситься сукупність норм, нормативів, цін, розцінок, тарифів, процентних ставок і інших величин, обчислених до початку експлуатації задачі в процесі технічної підготовки виробництва, ціноутворення. Сюди також відносяться переліки об'єктів певного виду з указівкою коду, найменування об'єкту та інших його характеристик. До НДІ підсистеми "Баланс гумусу і поживних речовин":

- довідник господарств;
- довідник регіонів;
- довідник типів сівозмін;
- довідник мінеральних добрив;
- довідник органічних добрив;
- довідник культур.

2. Ведення вхідної інформації по сівозміні. Задачею здійснюється введення, перегляд, корегування даних по сівозмінах господарства. До цих даних по кожній ділянці поля відносять: площу ділянки, назву культури, запланований урожай культури, вміст азоту, фосфору і калію в гранті ділянки, дані про попередника. При введенні даних можливий вибір з довідників культур, господарств, видів сівозміни та ін.

3. Внесення мінеральних добрив. Даним модулем здійснюється введення даних з внесення мінеральних добрив на ділянки господарства. Вказується номер поля, номер ділянки, мінеральне добриво та його кількість. Аналогічно з попередньої задачі можливий вибір з довідників.

4. Формування балансу гумусу. Задачею за даними сівозміни здійснюються формування звіту – баланс гумусу в ґрунті земельних ділянок господарства. По кожній земельній ділянці формується кількість рослинної маси (побічна продукція, поверхневі та кореневі рештки), інформація про новоутворений гумус та баланс гумусу. Інформація згрупована в межах полів господарства, сівозмін та всього по господарству. У вказаних межах формуються підсумки названих величин, а також висновки по господарству в цілому.

5. Формування балансу поживних речовин. За даними сівозміни та даними внесення мінеральних добрив формується баланс поживних речовин в ґрунті у сівозмінах господарства. По кожній ділянці поля відображається надходження втрати та баланс азоту, фосфору, калію. Вказується також номер поля, номер та площа ділянки, назва та запланований урожай культури. Інформація згрупована в межах полів господарства, сівозмін та всього по господарству.

6. Розрахунок потреби в мінеральних добривах. Даним модулем виконується розрахунок удобрення культур та потреби мінеральних добрив в сівозмінах господарства. По кожній ділянці, полю, сівозміні і всього по господарству визначається рекомендована кількість мінеральних добрив. Формується висновок по господарству з потреби мінеральних добрив, розрахованої на прогнозний урожай.

7. Запити до інформаційної бази. Всі вказані вище шість задач комплексу вирішуються в регламентному режимі, коли визначені конкретні терміни обробувань та види результатної інформації. Крім цього сформована база даних (БД) дозволяє отримати відповіді на чисельні нерегламентовані запити. Запити до БД комплексу задач балансу гумусу та поживних речовин, які можуть бути реалізовані в інтерактивному режимі:

- отримання відомостей по вказаному полю, сівозміні, ділянці.
- вміст конкретної поживної речовини у внесених мінеральних добривах в межах господарства, поля, сівозміни.
- відомості по конкретній культурі у межах господарства, сівозміни, поля.

Архітектурно-функціональна структура програмного комплексу показана на рисунку.1. Структура регламентує послідовність функціонування програмної системи, формує схему рішення задач, визначає схему використання довідкових даних, схему взаємодії з іншими програмними модулями, забезпечує діалогову взаємодію з користувачем і коректне маніпулювання даними.

Програмний комплекс (ПК) розроблений засобами СУБД Access з використанням бібліотечних функцій загальносистемного середовища, мови програмування Visual Basic for Application (VBA), майстрів, конструкторів форм, звітів, запитів. Середовище автоматизації обране виходячи з того, що СУБД Access є ідеальним засобом накопичення, зберігання та обробки великих обсягів інформації, яка стосується предметної області, входить до найпоширенішого інтегрованого пакету MS Office, що в свою чергу не вимагає значних затрат.

БД ПК формується на основі анкет полів господарства із сівозмін та вказаних довідників.

Концептуальна інфологічна модель бази даних. Інформаційно-логічна модель являє собою схему зв'язків взаємодії інформаційних об'єктів. На рисунку 2 наведена узагальнена інформаційно-логічна модель комплексу задач. Опис елементів моделі наведемо в таблиці 1.

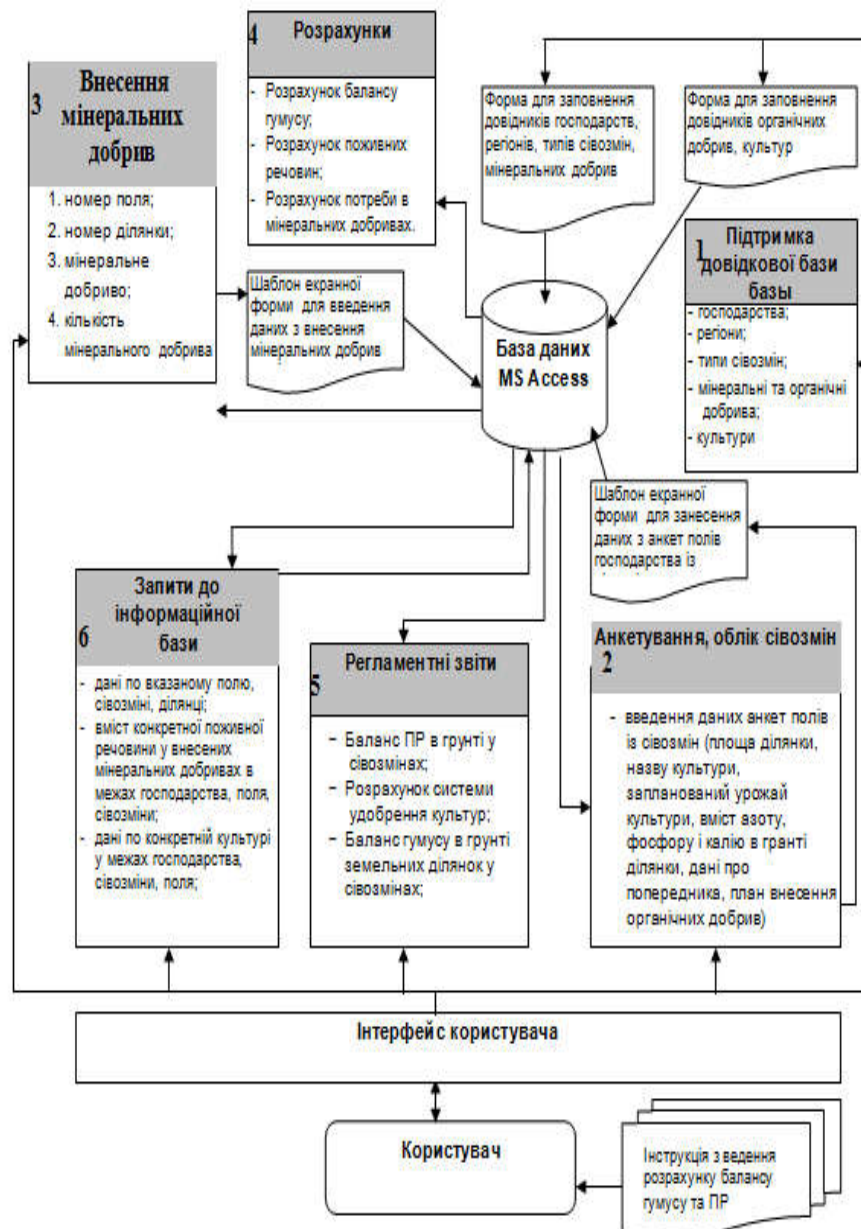


Рис. 1 – Архітектурно-функціональна структура програмного комплексу

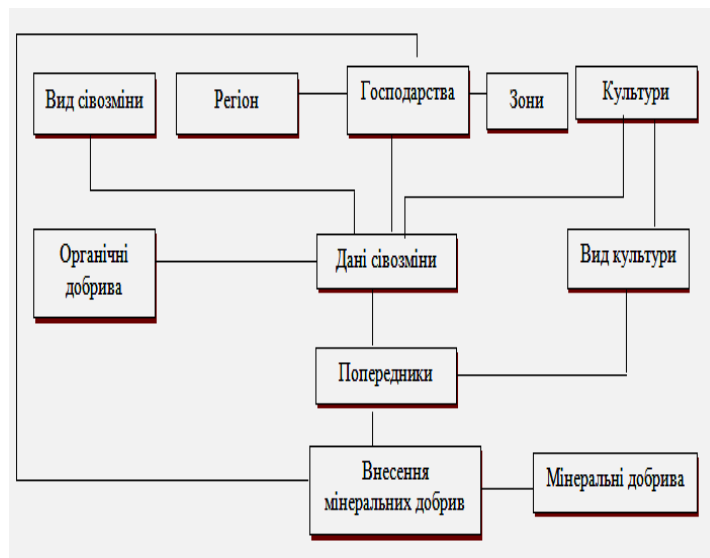


Рис. 2 – Інформаційно-логічна модель комплексу задач

Таблиця 1

Склад інформаційних об'єктів

№пп	Інформаційні об'єкти	Позначення	Назва, призначення
1	Рід культури	Rid Kultury	Дані про рід культури
2	Культури	Kultury	Довідник культур
3	Органічні добрива	Org dobryva	Довідник органічних добрив
4	Органічні добрива перерахунок	Org dobryva pererakh	Довідник органічних добрив, перерахунок
5	Дані сівозміни	Dani sivozminy	Дані сівозміни
6	Попередники	Poperednyky	Культури - попередники на ділянках полів
7	Вид сівозміни	Vyd sivozminy	Довідник сівозмін
8	Господарства	Gospodarstva	Довідник господарств
9	Мінеральні добрива	Dobryva mineral	Довідник мінеральних добрив
10	Регіон	Region	Довідник регіонів країни
11	Зони	Zony	Природні зони
12	Внесення мінеральних добрив	Vnesennja mineral dobryv	Дані про внесення мінеральних добрив

Подальше проектування бази даних полягає у формуванні переліку інформаційних одиниць, або словника даних. Словник даних оформляється у вигляді таблиці, що містить такі графи як «Номер п/п», «Реквізит», «Позначення», «Формат». По кожній інформаційній одиниці вказується її назва, позначення, прийняте в проєкті, та тип (числовий, текстовий, логічний, дата та ін.). В таблиці 2 наведені елементи словника даних. Використовуючи склад інформаційних об'єктів, наведений у таблиці 2, в таблицю 3 заноситься структура кожного інформаційного об'єкту.

Таблиця 2

Елементи словника даних ПК розрахунку балансу гумусу та поживних речовин

№ пп	Реквізит	Позначення	Тип даних, розмір
1	Код господарства	Kod_gospodarstva	Числовий
2	Код сівозміни	Kod_sivozminy	Числовий
3	Номер поля	Nomer_polja	Числовий
4	Номер ділянки	Nomer_diljanky	Числовий
5	Тип ґрунту	Typ_grunty	Текстовий
6	Площа ділянки	Ploscha_diljanky	Числовий
7	Вміст азоту в ґрунті	Vmist_N_v_grunty	Числовий
8	Вміст фосфору в ґрунті	Vmist_P_v_grunty	Числовий
9	Вміст калію в ґрунті	Vmist_K_v_grunty	Числовий
10	Код культури	Kod_kultury	Числовий
11	Запланований урожай	Plan_urozhaj	Числовий
12	План внесення органічних добрив	Plan_vnes_organ_dobryv	Числовий
13	Код попередника	Kod_poperednyka	Числовий
14	Удобреність попередника	Udobrenist_poperednyka_N	Числовий
15	Удобреність попередника	Udobrenist_poperednyka_P	Числовий
16	Удобреність попередника	Udobrenist_poperednyka_K	Числовий
17	Удобреність попередника	Udobrenist_poperednyka_org	Числовий
18	Код органічних добрив	Kod_org_dobryva	Числовий
19	Код мінеральних добрив	Kod_dobryva_miner	Числовий
20	Кількість мінеральних добрив	Kolich_miner_dobryva	Числовий
21	Назва мінеральних добрив	Name_dobryva_miner	Текстовий
22	Вміст азоту в мінеральному добриві	Vmist_N	Числовий

Структурний склад інформаційних об'єктів

№ п/п	Позначення	Ключ (*)	Реквізит
	Інформаційний об'єкт		
1	Dani sivozminy	Kod_gospodarstva, Kod_sivozminy, Nomer_polja, Nomer_diljanky, Typ_grunty, Ploscha_diljan Vmist_K_v_grunty ky, Vmist_N_v_grunty, Vmist_P_v_grunty, Kod_kultury, Plan_urozhaj, Plan_vnes_organ_dobryv, Kod_poperednyka, Udobrenist_poperednyka_N, Udobrenist_poperednyka_P, Udobrenist_poperednyka_K, Udobrenist_poperednyka_org, Kod_org_dobryva, Kod_dobryva_miner, Kolich_miner_dobryva	
2	Dobryva mineral	Kod_dobryva_miner,	*
		Name_dobryva_miner, Vmist_N, Vmist_P, Vmist_K	
3	Gospodarstva	Kod_gospodarstva	*
		Name_gospodarstva, Kod_zony, Kod_Region	
4	Kultury	Kod_kultury	*
		Name_kulturu, Kod_vydu_kultury, Koef_pobichn_osnovn, Koef_reshtky_korenevi, Koef_reshtky_poverkhnevi, Vilnyj_chlen_korenevi, Vilnyj_chlen_korenevi, Vilnyj_chlen_poverkhnev, Koef_gumifikazii, Mineraliz_gruntu, Norma_vysivu_nasinnja, Vmist_N_nadkhod, Vmist_P_nadkhod, Vmist_K_nadkhod, Vmist_N_vraty, Vmist_P_vraty, Vmist_K_vraty,	
		Vmist_N_vraty_pp, Vmist_P_vraty_pp, Vmist_K_vraty_pp	
5	Org_dobryva	Kod_org_dobryva	*
		Name_org_dobryva, Vmist_N, Vmist_P2O5, Vmist_K2O, Koef_pererakh_gnij	
6	Org_dobryva_pererakh	Kod_dobryva_organ	*
		Name_dobryva_organ, Koef_pererakh_pidstyl_gnij	
7	Poperednyky	Kod_kultury	*
		Kod_poperednyka	
8	Region	Kod_Region	*
		Name_Oblast, Name_Rajon	
9	Rid_Kultury	Kod_vydu_kultury	*
		Name_vydu_kultury, Fiksacija_azotu	
10	Vnesennja mineral_dobryv	Kod_gospodarstva	*
		Kod_sivozminy, Nomer_polja, Nomer_diljanky, Kod_dobryva_miner, Kolich_miner_dobryva	
11	Vyd_sivozminy	Kod_sivozminy	*
		Name_sivozminy	
12	Zony	Kod_zony	*
		Name_zony, Koef_gumifik_gnoju	

Логічна структура реляційної бази даних визначається сукупністю логічних взаємозалежних реляційних таблиць (рисунк 3). Кожна реляційна таблиця має структуру, обумовлену реквізитним складом, наведеним у таблиці 3.

Фізична реалізація бази даних. Вибравши середовище реалізації СУБД Access, створюємо файл бази даних "Sivoziny.mdb" та об'єкти бази даних. На рисунку 4 показана схема даних бази даних " Sivoziny.mdb" в середовищі СУБД Access, що відповідає логічній структурі бази даних (рисунк .3).

На прикладі аграрного приватного підприємства «Мезенівка» Краснопільського району Сумської області наведемо елементи фізичної реалізації бази даних.

На рисунку 5 показана головна екранна форма програмного комплексу, що слугує інтерфейсом користувача при активізації функціональних задач. Функціональні кнопки об'єднані в три групи : „Довідники”, „Дані” та „Звіти/запити”. Написи на кнопках повторюють назви довідників, оперативних даних регламентних та поточних звітів.

Рисунок 6 відображає інтерфейс користувача при занесенні даних по сівозмін.

Дані вводяться одночасно в декілька таблиць, поля зі списками забезпечують доступ користувачу до довідників для вибору конкретних значень.

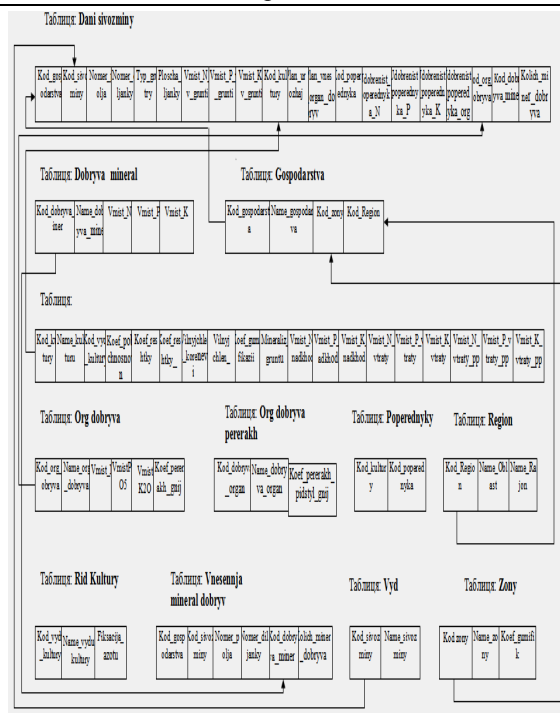


Рис. 3 – Даталогічна модель БД ПК розрахунку балансу гумусу та поживних речовин

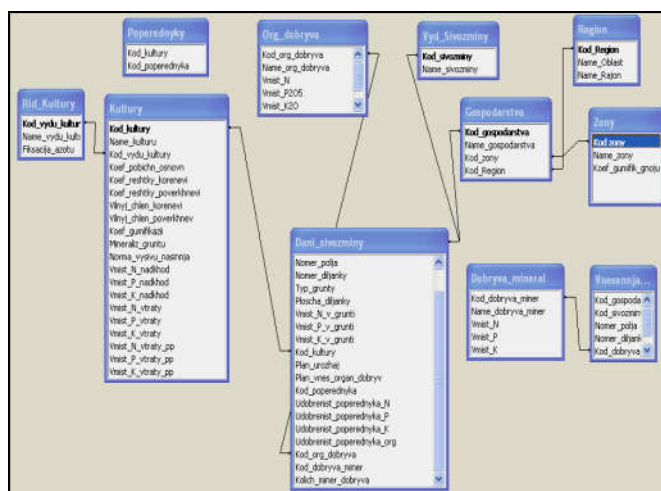


Рис. 4 – Схема БД комплексу програм розрахунку балансу гумусу та поживних речовин в ґрунті

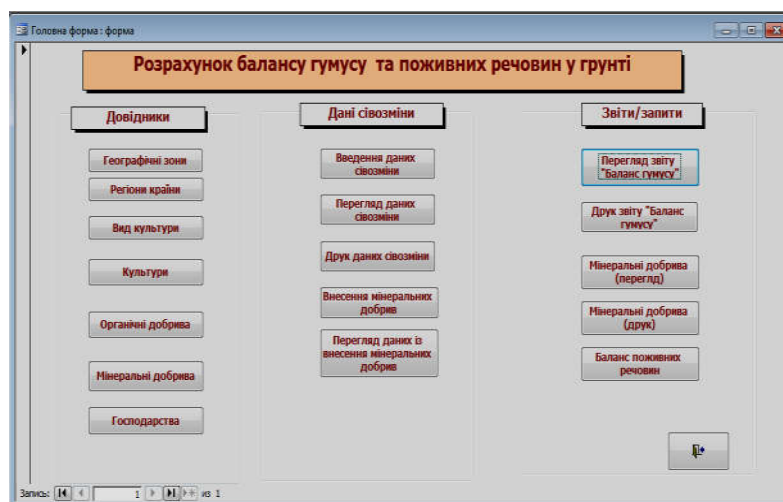


Рис. 5 – Головна екранна форма ПК

Дані для розрахунку системи удобрення культур та потреби мінеральних добрив у сівозмінах господарства

Господарство:

Сівозміна:

Номер поля:

Номер ділянки:

Основний тип ґрунту ділянки:

Площа ділянки, га:

Вміст азоту (N) в ґрунті, мг/кг:

Вміст фосфору (P) в ґрунті, мг/кг:

Вміст калію (K) в ґрунті, мг/кг:

Культура:

Запланований урожай культури, ц/га:

План внесення органічних добрив, т/га:

Культура - попередник:

Удобреність попередника (N), кг д.р.:

Удобреність попередника (P), кг д.р.:

Удобреність попередника (K), кг д.р.:

Удобреність попередника (орг. добрив), т/га:

Мінеральне добриво:

Кількість мінерального добрива:

Рис. 6 – Приклад екранної форми для введення даних по сівозмінах

Баланс гумусу в ґрунті земельних ділянок у сівозмінах															ПП "Мезенівка"	
Сумська область															Красногірський район	
№ пош. діля нки	№	Найменування культури	Площа ділянки, га	Основний тип ґрунту	Урожай т/га	Урожай т/га	Рослинна маса		Внесок орґанічних добрив, т/га	Кількість поверхово їного гумусу, т/га	Всього поверхово їного гумусу, т	Мінеральні добрива т/га	Всього мінеральні добрива т/га	Баланс гумусу т/га		
							поверховий шар, т/га	кореневий шар, т/га								
Перша польова сівозміна																
1	1	Пшениця озима	19,45	065л	45,00	59,40	59,40	41,95	27,90	12,83	0,00	2,59	50,28	1,25	24,31	1,3
1	2	Пшениця озима	45,75	065л	45,00	59,40	59,40	41,95	27,90	12,83	0,00	2,59	110,28	1,25	57,19	1,3
1	3	Пшениця озима	73,40	065л	45,00	59,40	59,40	41,95	27,90	12,83	0,00	2,59	189,74	1,25	91,75	1,3
1	4	Пшениця озима	5,00	085с	45,00	59,40	59,40	41,95	27,90	12,83	0,00	2,59	12,83	1,25	6,25	1,3
Всього по полю			143,60		45,00	59,40	59,40	41,95	27,90	12,83	0,00	2,59	370,21	1,25	179,50	1,3
2	1	Соя	40,10	065л	10,00	18,36	18,36	22,70	17,20	5,84	0,00	0,82	32,80	1,5	60,15	4,6
2	2	Соя	39,70	065л	10,00	18,36	18,36	22,70	17,20	5,84	0,00	0,82	32,47	1,5	59,55	4,6
2	3	Соя	80,37	065л	10,00	18,36	18,36	22,70	17,20	5,84	0,00	0,82	65,73	1,5	120,56	4,6
Всього по полю			160,17		10,00	18,36	18,36	15,38	8,20	4,20	0,00	0,59	94,22	1,50	240,26	4,8
Всього по сівозміні			303,77									1,53	1,38		0,15	

Рис. 7 – Приклад розрахунку балансу гумусу

Розрахунок системи удобрення культур та потреби мінеральних добрив в сівозмінах																		
ПП "Мезеніка" Красногірський район Сумська область																		
Номер поля	Номер ділянки	Найменування культури	Площа ділянки,га	Урожай, ц/га	Рекомендована кількість добрив													
					Органічне, тонн		на 1 га, кг д.р.				на всю площу, кг д.р.							
							NPK			в т.ч.			NPK			в т.ч.		
							на 1 га	всього	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
1	1	Пшениця озима	19,45	45	0	0	61,500	61,5	0	0	11,982	11,982	0,000	0,000				
1	2	Пшениця озима	45,75	45	0	0	173,780	173,78	0	0	75,495	75,495	0,000	0,000				
1	3	Пшениця озима	73,40	45	0	0	255,600	73,8	78	104	187,757	54,169	57,252	76,336				
1	4	Пшениця озима	5,00	45	0	0	55,500	55,5	0	0	2,768	2,768	0,000	0,000				
Всього по полю			143,600		0	0,000	196,366	103,338	39,069	53,159	281,982	148,394	57,252	76,336				
2	1	Соя	40,100	18	0	0	96,900	96,9	0	0	38,857	38,857	0,000	0,000				
Всього по полю			40,100		0	0,000	96,900	96,900	0,000	0	38,857	38,857	0,000	0,000				
Всього по сівозміні			183,700		0	0,000	174,654	104,933	31,166	41,555	320,839	187,251	57,252	76,336				
Всього по господарству			183,7000		0	0,000	174,654	104,933	31,166	41,555	320,839	187,251	57,252	76,336				

Потреба мінеральних добрив розрахована на прогнозований урожай з ділянок, полів, по сівозмінах та по господарству.

Всього по сівозміні господарському підприємству потрібно 320,839 т діючої речовини NPK, в тому числі: азоту - 187,251 т

фосфору - 57,252 т

калію - 76,336 т

На 1 га посівної площі: 104,933 кг азоту, 31,166 кг фосфору (P2O5), 41,555 кг калію (K2O).

Рис. 8 – Приклад розрахунку системи удобрення культур

Баланс поживних речовин в ґрунті у сівозмінах																			
ПП "Мезенівка"			Краснопільський район					Сумська область											
№ поля	№ ділянки	Найменування культури	Площа ділянки, га	Урожай, ц/га	Азот				Фосфор				Калій						
					надходження		втррати	баланс +, - кг/га	надходження		втррати	баланс +, - кг/га	надходження		втррати	баланс +, - кг/га			
					кг/га				кг/га				кг/га						
					всього	у тому числі з добривами			всього	у тому числі з виносом урожаю			всього	у тому числі з добривами			всього	у тому числі з виносом урожаю	
1	1	Пшениця озима	19,45	45	74,29	61,80	147,43	123,44	-73,14	1,66	0	42,80	42,80	-41,14	9,17	0	80,86	80,86	-71,69
1	2	Пшениця озима	45,75	45	186,55	173,76	191,21	123,44	-4,66	1,66	0	42,80	42,80	-41,14	9,17	0	80,86	80,86	-71,69
1	3	Пшениця озима	73,4	45	86,59	73,80	152,23	123,44	-85,63	79,66	78	43,58	42,80	36,08	113,17	104	86,06	80,86	27,11
1	4	Пшениця озима	5	45	88,14	55,35	145,03	123,44	-76,89	1,66	0	42,80	42,80	-41,14	9,17	0	80,86	80,86	-71,69
Всього по полю			143,6	45	116,13	103,34	163,75	123,44	-47,62	41,53	39,87	43,20	42,80	-1,67	62,33	53,16	83,51	80,86	-21,19
2	1	Соя	40,1	18	108,55	96,30	96,42	58,63	12,13	0,77	0	24,41	24,41	-23,64	9,34	0	95,17	95,17	-85,83
Всього по полю			40,1	18,000	108,55	96,30	96,42	58,63	12,13	0,77	0	24,41	24,41	-23,64	9,34	0	95,17	95,17	-85,83
Всього по сівозміні			183,7		114,48	101,93	149,05		-34,57	32,63	31,17	39,10		-6,47	50,76	41,555	86,06		-35,30
Всього по господарству			183,7		114,48		149,05		-34,57	32,63		39,10		-6,47	50,76		86,06		-35,30

Рис. 9 – Приклад розрахунку балансу поживних речовин в ґрунті

На рисунках 7 – 9 наводяться приклади [10 – 24] регламентних звітів: – баланс гумусу в ґрунті земельних ділянок, – розрахунок системи удобрення культур, – баланс поживних речовин в ґрунті.

Висновки. Розрахунок балансу гумусу дозволить встановити в якому напрямку змінюються ґрунтові процеси - накопичується чи мінералізується органічна речовина. Знаючи ці процеси, розраховують норми органічних і мінеральних добрив для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті. Розробка дозволить:

- прогнозувати зміни параметрів родючості ґрунту залежно від сценаріїв ведення землеробства;
- розрахувати норми органічних добрив для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті;
- розрахувати норми мінеральних добрив для бездефіцитного чи додатного балансу поживних речовин у землеробстві;
- розробити систему управління родючістю ґрунтів та охорону їх від деградації.

Література

1. Петренко Л.Р., Вітвіцький С.В., Булігін С.Ю., Богданович Р.П. Управління ґрунтовими режимами - Національний університет біоресурсів і природокористування України,-Київ, Видавництво; 2017. - 368с.
2. Греков В.О. Розрахунок балансу гумусу / Греков В.О., Дацько Л.В. // Посібник українського хлібороба. – К., 2008. – С. 202–203.
3. Веремеско С.І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України С.І. Веремеско,-Луцьк,-1997,-288 с.
4. Кисіль В.І. Вплив органічних і мінеральних добрив на показники родючості чорнозему типового за різних систем землеробства //Агрохімія і ґрунтознавство. – 2000. – Вип. 60. – С. 40-50.
5. Саблук П.Т. Стан і перспективи розвитку агропромислового комплексу України/П.Т.Саблук //Економіка України.-2008.-№12-С.4-18.
6. Третяк А.М. Напрямки формування державної земельної політики, або зміна пріоритетів земельної реформи/ А.М.Третяк // Землевпорядковий вісник- 2008.-№1-С.29-33.
7. Балук С.А. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління.- Харків: КП "Міська друкарня". 2011. - 30с.
8. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року.-/ за ред. академіка УААН С.А. Балюка, д. с.- г. н. М.В. Лісового. – Харків. 2009. – Вид. «Міськдрук». 37 с. 19
9. Концепція розвитку точного землеробства в Україні. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». Колектив авторів. Харків. Вид. «Міськдрук». 2010. 36 с.
10. Толбатов А.В. Інноваційні підходи інформаційної підтримки діяльності агропромислового комплексу регіону / А.В. Толбатов, В.А. Толбатов, А.Б. Вьюненко, С.Н. Виганайло, Я.В. Долгих, М.Н. Рубан, Г.А. Смоляров, Ю.Г. Смоляров / Інновационные подходы к развитию сельского хозяйства. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2015. Глава 1. – С. 7–26.
11. Толбатов А.В. Побудова систем моніторингу, аналізу та оцінки прийняття рішень регіонального рівня для ситуаційних центрів АПК / О.Б. В'юненко, А.В. Толбатов, Агаджанова С.В., В.А. Толбатов, О.Б. Шандиба, С.В. Толбатов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2015. – №4 –С.194–201.
12. Толбатов А.В. Підтримка прийняття рішень при інвестуванні в інновації агропромислового комплексу регіону / А.В. Толбатов, Г.А. Смоляров, Ю.Г. Смоляров, В.А. Ефанов, М.Н. Рубан, В.А. Толбатов, С.В. Толбатов / Научные ответы на вызовы современности: менеджмент, юриспруденция. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2016. – Глава 5. С.129–140.

13. Толбатов А.В. Методика побудови інтегрованого інформаційного середовища сучасного промислового підприємства / А.В. Толбатов, В.А. Толбатов // Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2016. – Глава 5 С.82–96.
14. Толбатов В.А. Організація систем енергозбереження на промислових підприємствах : навч. пос. / В.А. Толбатов, І.Л. Лебединський, А.В. Толбатов / – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 195 с.
15. Толбатов В.А. Техніко-економічне обґрунтування побудови систем управління підвищеної надійності / В.А. Толбатов, А.В. Толбатов, С.В. Толбатов // Вісник СумДУ. Серія технічні науки. – 2012. – №3. – С.68-71.
16. Толбатов А.В. Методологія створення автоматизованих систем керування / А.В. Толбатов, В.Д. Черв'яков, Т.Л. Щербак // Вісник СумДУ. Серія технічні науки №9(81) 2005, Суми, СумДУ, 2005. – С. 124–130.
17. Толбатов В.А. Моделі та методи побудови автоматизованих інтегрованих систем життєвого циклу виробів промислових підприємств: автореф. дис ... канд. техн. наук / В.А. Толбатов. – Київ, 2007. – 12 с.
18. Tolbatov A.V. Organization of investments support in innovation activities of agriculture of the region / A.V. Tolbatov, G.A. Smolyarov, V.A. Yefanov, Y.G. Smoliarov, V.A. Tolbatov, M.N. Ruban, S.V. Tolbatov // SW Journal Management and Marketing. – Scientific world, Ivanovo, 2016. – Volume 07 J116 (10). [May 2016]. P. 3–9. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j11607.pdf>
19. Tolbatov A.V. Information technology for data exchange between production purpose integrated automated systems / P.M. Pavlenko, A.V. Tolbatov, V.V. Tretiak, S.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov, H.A. Smolyarov, O.B. Viunetko // Magazine Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nyts'kyi, 2016. – №1 –P. 86–89.
20. Tolbatov A. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems / Evgeniy Lavrov, Nadiia Pasko, Anna Krivodub, Andrii Tolbatov // TCSET 2016–Lviv-Slavske, 2016.–P. 72–75.
21. Tolbatov A. Data Representing and Processing in Expert Information System of Professional Activity Analysis / Oleh Zaritskiy, Petro Pavlenko, Andrii Tolbatov // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720.
22. Tolbatov A. Theoretical bases, methods and technologies of development of the professional activity analytical estimation intellectual systems / Zaritskiy, O., Pavlenko, P., Sudic, V., Tolbatov, A., Tolbatova, O., Tolbatov, V., Viunenko, O. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 101–104.
23. Tolbatov A.V. Improving the information support of management of agricultural enterprises through innovations / O.B. Viunenko, M.M. Ruban, H.A. Smoliarov, I.H. Smoliarov, A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov // SW Journal Agriculture. Scientific world, Ivanovo, 2015. – Volume J21509 (9). [November 2015]. – P. 8–13. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21509.pdf>
24. Tolbatov A.V. Functional modeling – methodological basis for investigation of business processes at industrial enterprises / A.V. Tolbatov, S.V. Tolbatov, O.O. Tolbatova, V.A. Tolbatov // Magazine Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nyts'kyi, 2017. – №3 –P. 132–136.

References

1. Petrenko L.R., Vitvits'kyi S.V., Bulyhin S.Yu., Bohdanovych R.P. Upravlinnya gruntovymy rezhymamy – Natsional'nyy universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy, Kyiv, Vydavnytstvo; 2017. – 368s.
2. Hrekov V.O. Rozrakhunok balansu humusu / Hrekov V.O., Dats'ko L.V. // Posibnyk ukraïns'koho khliboroba.–K., 2008.– S. 202–203.
3. Veremeyenko S.I. Evolyutsiya ta upravlinnya produktyvnisty hruntiv Polissya Ukrainy S. Veremeyenko, Luts'k, 1997, 288s.
4. Kysil' V.I. Vplyv orhanichnykh i mineral'nykh dobryv na pokaznyky rodyuchosti chornozemu typovoho za riznykh system zemlerobstva // Ahrokhimiya i gruntoznavstvo. – 2000. – Vyp. 60. – S. 40-50.
5. Sabluk P.T. Stan i perspektyvy rozvytku ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy/P.T.Sabluk // Ekonomika Ukrainy.-2008.-#12-S.4-18.
6. Tretiak A.M. Napryamky formuvannya derzhannoyi zemel'noyi polityky, abo zmina prioritytiv zemel'noyi reformy/ A.M.Tretiak // Zemleporiadkovany visnyk- 2008.-#1-S.29-33.
7. Balyuk S.A. Rozrakhunok balansu humusu i pozhvyvnykh rechovin u zemlerobstvi Ukrainy na riznykh rivnyakh upravlinnya.- Kharkiv: KII "Mis'ka drukarnya". 2011. - 30s.
8. Kontsepsiya ahrokhimichnoho zabezpechennya zemlerobstva Ukrainy na period do 2015 roku.-/ za red. akademika UAAN S.A. Balyuka, d. s. - h. n. M.V. Lisovoho. – Kharkiv. 2009. – Vyd. «Mis'kdruk». 37 s. 19
9. Kontsepsiya rozvytku tochnoho zemlerobstva v Ukraini. Natsional'nyy naukovyy tsentr «Instytut gruntoznavstva ta ahrokhimiya imeni O.N. Sokolovskoho». Kolektyv avtoriv. Kharkiv. Vyd. «Mis'kdruk». 2010. 36 s.
10. Tolbatov A.V. Innovatsiyni pidkhody informatsiynoyi pidtrymky diyal'nosti ahropromyslovoho kompleksu rehionu / A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov, A.B. Viunenko, S.N. Vyhanyaylo, Ya.V. Dolhykh, M.N. Ruban, H.A. Smolyarov, Yu.H. Smolyarov / Innovatsiynnye podhody k razvitiyu selskogo hozyaystva. – Odessa: KUPRIENKO SV, 2015. Glava 1. – S. 7–26.
11. Tolbatov A.V. Pobudova system monitorynhu, analizu ta otsinky pryynyattya rishen' rehional'noho rivnya dlya sytuatsiynykh tsentriv APK / O.B. V'yunenko, A.V. Tolbatov, Ahadzhanova S.V., V.A. Tolbatov, O.B. Shandyba, S.V. Tolbatov // Vymiryuval'na ta obchyslyuval'na tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. – Khmel'nyts'kyi, 2015. – №4 –S.194–201.
12. Tolbatov A.V. Pidtrymka pryynyattya rishen' pry investuvanni v innovatsiyni ahropromyslovoho kompleksu rehionu / A.V. Tolbatov, H.A. Smolyarov, Yu.H. Smolyarov, V.A. Efanov, M.N. Ruban, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov / Nauchnye otvety na vyzovy sovremenosti: menedzhment, yurisprudentsiya. – Odessa: KUPRIENKO SV, 2016. – Glava 5. S.129–140.
13. Tolbatov A.V. Metodyka pobudovy intehrovanooho informatsiynoho seredovyscha suchasnoho promyslovoho pidpryyemstva / A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov / Perspektivnyie trendy razvitiya nauki: tehnik i tehnologii. – Odessa: KUPRIENKO SV, 2016. – S.82–96.
14. Tolbatov V.A. Orhanizatsiya system enerhozberezhennya na promyslovykh pidpryyemstvakh / V.A. Tolbatov, I.L. Lebedyn's'kyi, A.V. Tolbatov / – Sumy : SumDU, 2009. – 195 s.
15. Tolbatov V.A. Texniko-ekonomichne obrgruntuвання pobudovy' sy'stem upravlinnya pidvy'shhenoyi nadijnosti // V.A. Tolbatov, A.V. Tolbatov, S.V. Tolbatov // Visnyk SumDU. Seriya texnichni nauky'.-2012.-№3.-S.68-71.
16. Tolbatov A.V. Metodolohiya stvorennia avtomatyzovanykh system keruvannya / A.V. Tolbatov, V.D. Cherv'yakov, T.L. Shcherbak // Visnyk SumDU. Seriya texnichni nauky №9(81) 2005, Sumy, SumDU, 2005. – S. 124–130.
17. Tolbatov V.A. Models and methods of construction of the automated integrated systems of enterprises' product life cycle: avtoref. dys ... kand. tekhn. nauk / V.A. Tolbatov. – Kyiv, 2007. – 12 s.

Рецензія/Peer review : 20.11.2017 р.

Надрукована/Printed :21.01.2018 р.

Стаття рецензована редакційною колегією