

УДК 004.6

О.М. Ткаченко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**МОДУЛЬ РОЗРАХУНКУ НОРМ ДОБРИВ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА**

*Ткаченко О. М. Модуль розрахунку норм добрив інформаційно-аналітичної системи у галузі рослинництва. У статті зроблено огляд модуля розрахунків норм і потреб мінеральних добрив в інформаційно-аналітичній системі підтримки прийняття рішень для галузі рослинництва.*

*Ключові слова: інформаційна, система, підтримка, прийняття, рішень, рослинництво, мінеральні, добрива, норми, потреби, розрахунок.*

*Ткаченко А. Н. Модуль расчёта норм удобрений информационно-аналитической системы в растениеводстве. В статье сделан обзор модуля расчётов норм и потребностей в минеральных удобрениях в информационно-аналитической системе поддержки принятия решений для отрасли растениеводства.*

*Ключевые слова: информационная, система, поддержка, принятия, решений, растениеводство, минеральные, удобрения, нормы, потребности, расчёт.*

*Tkachenko Oleksii M. Calculation module for rates of fertilizer in information-analytical system for crop. The article presents an overview of module for calculations of fertilizer rates and needs in information-analytical decision support system for crop.*

*Keywords: information, system, support, decision, crop, mineral, fertilizer, rates, needs, calculation.*

Створення прикладних інформаційних систем у різних сферах сьогодні вимагають не тільки дотримання стандартів проектування і розробки програмної частини, а й використання результатів наукових досліджень у самих цих предметних областях. Особливо це стосується галузей, де впровадження інновацій дає відчутний виробничий ефект, які мають інвестиційні перспективи та актуальність на найближчі десятиліття. З огляду на зростаючі потреби у продовольстві в цілому у світі та роль України як постачальника продукції харчування, до таких галузей можна віднести технології вирощування продукції рослинництва. Крім економічної ефективності, використання природних ресурсів вимагає запровадження технологій, які забезпечують дотримання світових стандартів на кожному кроці технологічного процесу, екологічність продукції та розвиток територій господарювання. Питання раціонального використання засобів захисту рослин від хвороб і шкідників та внесення мінеральних добрив безпосередньо впливає на збереженість угідь та якість продукції майбутніх років. Створення науково обґрунтованих методик розрахунку потреб у добривах та засобах захисту є однією із складових забезпечення сталого розвитку територій.

Дана стаття присвячена огляду модуля розрахунків норм і потреб у мінеральних добривах інформаційно-аналітичної системи (ІАС) "AgroMine", спільної розробки Національного університету біоресурсів і природокористування України та НВП "Кривбасакадемінвест". У [1] було розглянуто проблематику та загальну структуру створення цієї системи.

У світовому землеробстві 30-70% приросту врожаю сільськогосподарських культур отримують за рахунок добрив. За допомогою внесення добрив можна свідомо змінювати напрям процесів обміну речовин і підвищувати нагромадження білків, крохмалю, сахарози, жирів та інших важливих речовин у продукції рослинництва. Основою раціонального використання добрив і хімічних меліорантів є система застосування добрив у сівозмінах кожного господарства всіх форм власності з урахуванням агрохімічних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів, біологічних і сортових особливостей кожної культури, кліматичних умов у зональному розрізі та охорони навколишнього середовища [2, 3, 4].

В основу алгоритмів модуля розрахунку норм мінеральних добрив ІАС лягли науково обґрунтовані методики, які враховують ряд факторів, зокрема:

- показники балансу гумусу, балансу та виносу основних поживних речовин наявного типу ґрунтів;
- спосіб сівозміни;
- тип культури для вирощування та ін.

Баланс поживних речовин у землеробстві допомагає вивчати їх винос із ґрунту врожаєм і надходження в ґрунт із різних джерел. Якщо втрати поживних речовин внаслідок виносу з врожаєм не компенсуються внесенням добрив, то відбувається поступове виснаження ґрунту і

зниження врожаю. Гостро виражений дефіцитний баланс азоту, фосфору і калію в землеробстві господарства несумісний із завданням підвищення родючості ґрунту та збільшення врожаю.

Показники балансу поживних речовин у різних типах ґрунтів містяться в довідковій частині ІАС (рис. 1).

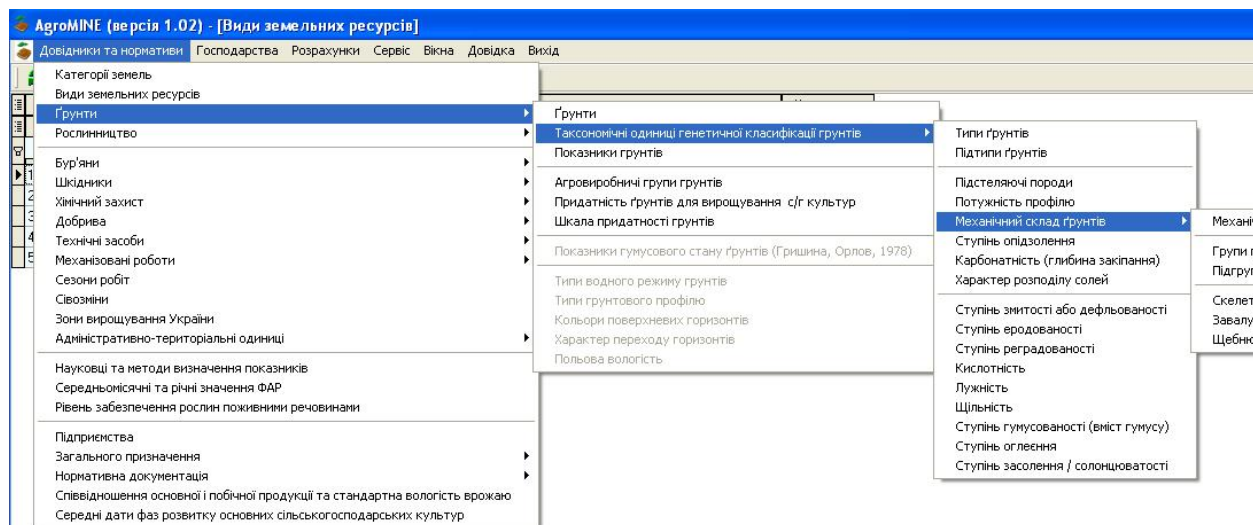


Рис. 1. Довідкова база ґрунтів ІАС

При складанні балансу враховуються такі статті:

- втрати поживних речовин із ґрунту (винос урожаєм, непродуктивні втрати тощо);
- надходження з органічними і мінеральними добривами, з насінням, а для азоту – з опадами, за рахунок фіксації азоту атмосфери бобовими культурами, за рахунок фіксації азоту вільноживучими мікроорганізмами.

Розрахунок балансу гумусу базується на даних про тип культури, гранульований тип ґрунту, відповідне рівняння регресії для оцінки органічних залишків після збирання урожаю, показники виносу поживних речовин з урожаєм, поправок на культуру та інші показники (рис. 2).

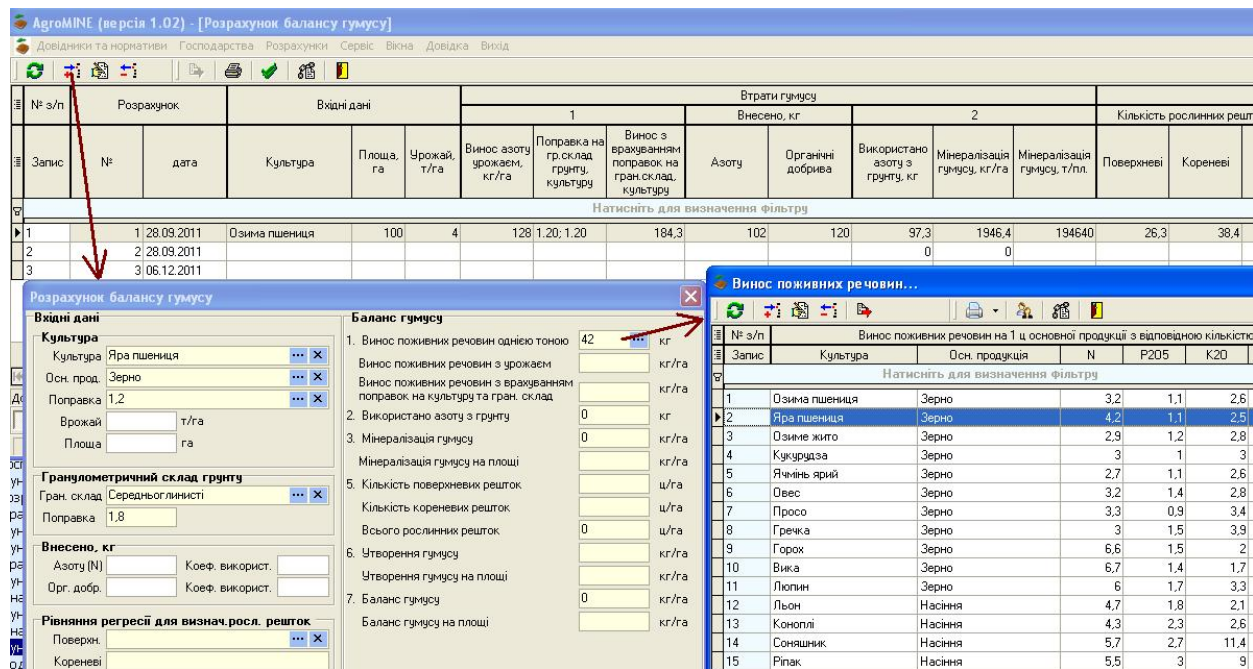


Рис. 2. Розрахунок балансу гумусу

Винос поживних речовин урожаєм розраховується на основі даних про використання поживних речовин на створення 1 т основної продукції і відповідної кількості побічної. Винос

урожаєм поживних речовин коливається залежно від удобрення, ґрунтових умов, сортових особливостей, вологозабезпеченості; співвідношення між основною і побічною продукцією. Для розрахунків виносу поживних речовин урожаєм у конкретній місцевості рекомендується використовувати показники виносу, отримані в результаті наземних агрохімічних вимірювань в динаміці.

У ІАС реалізовано алгоритми розрахунку норм добрив за кількома методиками, які ґрунтуються на основних підходах.

1. Встановлення норм добрив за результатами польових дослідів. Суть його полягає в тому, що в кількох типових для даної ґрунтово-кліматичної зони місцях на основних типах ґрунтів науково-дослідні установи проводять польові досліді з вивчення ефективності норм добрив. У досліді вирошують районовані і перспективні сорти сільськогосподарських культур, використовують загальноприйнятту для даної зони агротехніку. Для кожної кліматичної зони, типів ґрунтів та культури визначено норми добрив (Таблиця).

Таблиця

Рекомендовані норми добрив (фрагмент)

Культура	Ґрунт	Норми добрив кг/га		
		N	$P_2O_5$	$K_2O$
Лісостеп				
Озима пшениця	Чорнозем типовий	90	90	60
	Чорнозем опідзолений	90	90	90
	Темно-сірий лісовий	120	90	90
	Сірий лісовий	120	120	90

Користуючись агрохімічними картографами ґрунтів конкретного господарства і таблицею поправкових коефіцієнтів, вносять поправки до середніх рекомендованих норм добрив на забезпечення рослин поживними речовинами ґрунту.

2. Визначення потреби в мінеральних добривах нормативами затрат. Нормативи розробляють для районованих і перспективних сортів сільськогосподарських культур, для основних типів і підтипів ґрунтів природно-кліматичних зон, використовуючи необхідний експериментальний матеріал короткотермінових і тривалих польових дослідів за дією зростаючих норм мінеральних добрив на врожайність і якість продукції. У сільськогосподарській науці і практиці використовують нормативи затрат, як правило, для визначення потреби в мінеральних добривах та їх ефективності. Нормативи затрат визначають окремо для азотних, фосфорних і калійних добрив.

3. Визначення потреб у мінеральних добривах на основі балансово-розрахункових методів. Попередні два підходи є достатньо простими, але мають ряд недоліків, зокрема, похибки, пов'язані з неточністю карт ґрунтів, сівозміною, внесенням нових форм добрив тощо. Тому для розрахунків оптимальним є поєднання балансових та розрахункових методів:

- розрахунок норм добрив за запасами поживних речовин в ґрунті: норму визначають за різницею між виносом поживних речовин із запланованою врожайністю та їх запасом в орному шарі; при цьому враховують коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту і добрив;

- розрахунок норм добрив на приріст урожайності: що ефективна родючість ґрунту враховується не як запас рухомих поживних речовин, а як готова продукція, зокрема, фактична середня врожайність цієї культури, вирощена за останні 3-5 років на даному полі; при цьому обов'язково враховують фактичну кількість добрив, що вносились для вирощування фактичної середньої врожайності;

- визначення норм добрив з використанням нормативів балансу поживних речовин за сівозміну: основою його є врахування виносу поживних речовин сільськогосподарськими культурами сівозміни та його повернення за допомогою добрив.

Розрахунковий блок ІАС містить кілька алгоритмів визначення норм і потреб добрив, результати розрахунків зберігаються як записи у базі, що дозволяє згодом переглядати результати.

1. Розрахунок норм добрив на заплановану врожайність по запасу поживних речовин у ґрунті. Для розрахунку необхідно вказати вхідні параметри: культуру, призначення вирощування (основна продукція), тип ґрунту, заплановану врожайність, показники внесених і винесених поживних речовин, внесення (основне, підживлення тощо), марки добрив, ін. (рис. 3).

**Розрахунок норм добрив на заплановану врожайність по запасу поживних речовин у ґрунті**

Культура:

Основна продукція:

Тип ґрунту:

Підтип ґрунту:

Запланована врожайність:  т/га

Вага орного шару 1 га:  кг

8. Необхідно внести поживних речовин із урахуванням коефіцієнта використання з мінеральних добрив  
Період внесення добрив

1. Основне внесення	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	кг/га
2. Підживлення	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	кг/га
3. Внесення при посіві	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	кг/га

9. Масова частка поживних речовин у мінеральних добривах

NPК Амофос	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="46"/>	<input type="text" value=""/>	%
N Натрієва селітра	<input type="text" value="16"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	%
P Томасшлак	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value=""/>	%
K Калій сірчанокислий	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="45"/>	%

10. Кількість добрив, що необхідно внести на 1 га

**Розрахунок за N**

NPК	<input type="text" value="0,00"/>	кг	<input type="text" value=""/>	ц	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	кг/га
N	<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	
P	<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	
K	<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	
<b>Всього</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	кг/га

Рис. 3. Додавання розрахунку норм добрив на заплановану врожайність  
Результати обрахунків для різних параметрів зберігаються в базі (рис. 4).

AgroMINE (версія 1.02) [Розрахунок норм добрив на заплановану врожайність по запасу поживних речовин у ґрунті]

№	№ з/п	Розрахунок		Винос поживних речовин 1 тону				Винос поживних речовин з урожаєм									
		id	Запис	№	дата	Культура	Основна продукція	Тип ґрунту	Підтип ґрунту	Запланована врожайність, т/га	вага орного шару 1 га, кг	N	P205	K20	N	P205	K20
Натисніть для визначення фільтру																	
11	1		17.10.2011	Озима пшениця	Зерно	Сріплові ґрунти	Типові	5	3000	32	11	26	160	55	130		
12	2	1	06.12.2011	Озима пшениця	Зерно	Бурі лісові ґрунти	Типові	40	3000	32	11	26	1280	440	1040		
13	3	2	06.12.2011	Озима пшениця	Зерно	Бурі лісові ґрунти	Олізолені	30	3000	32	11	26	960	330	780		
14	4	3	06.12.2011	Озима пшениця	Зерно	Дерново-підґрунти	Дерново-підґрунти	10	3000	32	11	26	320	110	260		
15	5	4	17.10.2011						3000								
16	6	5	07.11.2011						3000								
17	7	6	29.11.2011	Озима пшениця	Зерно	Чорноземи		4	3000	42	11	25	168	44	100		

Вінос рідких поживних речовин в орному горизонті ґрунту			Використання поживних речовин ґрунту культурою			Внесено орг. добрив (з ними пок. речовин)			Використання поживних речовин					
N, мг/кг	P205, мг/кг	K20, мг/кг	N, кг/га	P205, кг/га	K20, кг/га	N, %	P205, %	K20, %	N, кг/га	P205, кг/га	K20, кг/га	N, %	P205, %	K20, %
Натисніть для визначення фільтру														
100	100	150	300	300	450	25	9	12	75	27	54			
50	60	50	150	180	150	0	0	0	0	0	0	40	200	100
												40	200	100
			300			26	9	23	78			40	200	100
												40	200	100
												40	200	100
10	10	10	30	30	30	34	11	17	10,2	3,3	5,1	40	200	100

Використання поживних речовин із внесених органічних добрив			Необхідно внести поживних речовин			Коефіцієнт використання с/г культ			Необхідно внести поживних речовин			Масова частка поживних речовин		
N, %	P205, %	K20, %	N, кг/га	P205, кг/га	K20, кг/га	N, %	P205, %	K20, %	N, кг/га	P205, кг/га	K20, кг/га	N, %	P205, %	K20, %
Натисніть для визначення фільтру														
20	30	15				85	28	76	20	35	50	425	60	152
						1280	440	1040	0	0	0	34	19,5	40
						960	330	780	0	0	0	34	19,5	40
25	15	25	50	15	60	192	95	200	70	35	70	274,3	271,4	285,7
						0	0	0	0	0	0	34	19,5	40
						0	0	0	0	0	0	34	19,5	40
31	60	30	62	60	72	95,8	-19,3	22,9	70	35	70	136,9	-55,1	32,7

Рис. 4. База розрахунків норм добрив на заплановану врожайність по запасу поживних речовин у ґрунті (фрагменти по горизонталі таблиці)

2. Розрахунок норм добрив на прибавку до врожаю. Розрахунок здійснюється рахуванням вхідних параметрів: тип культури і основної продукції, середня врожайність за попередні роки, запланована прибавка, показники винесення і внесення поживних речовин, підстановка з бази марок добрив (для визначення масових часток поживних речовин) тощо (рис. 5).

**Розрахунок норм добрив на прибавку врожаю**

**Вхідні параметри**

Культура: Озиме жито  
 Основна продукція: Зерно  
 Середня врожайність: т/га за років  
 Запланована прибавка: т/га

13. Необхідно внести добрив для отримання запланованої урожайності:

· органічних: 0 т/га  
 · мінеральних: кг/га

14. Масова частка поживних речовин у мінеральних добривах

НПК	Діамофос	20	50	%
N	Кальцева селітра	15		%
P	Знефторений фосфат		30	
K	Калій хлористий			60 %

1. Внесено органічних (т/га) та мінеральних (кг/га) добрив під культуру в середньому за 5 років

2. Винос поживних речовин однією тоною: 29 N, 12 P2O5, 28 K2O кг

Винос поживних речовин прибавкою:

Рис. 5. Розрахункове вікно для визначення норм добрив на прибавку до врожаю (фрагмент)

Як і для попереднього розрахункового блоку, результати обчислень зберігаються у відповідній таблиці бази.

3. Визначення норм мінеральних добрив на заплановану врожайність з використанням нормативів балансу поживних речовин за сівозміну. Вхідними параметрами є тип культури та призначення вирощування (основна продукція), запланований показник урожайності, показники виносу поживних речовин, потреба у поживних речовинах з урахуванням нормативів балансу, культури, які заплановано сіяти на цільовій ділянці, ін. (рис. 6).

**Визначення норм мінеральних добрив на заплановану врожайність з використанням нормативів балансу поживних речовин за...**

**Вхідні параметри**

Культура: Кукурудза  
 Основна продукція: Зерно  
 Запланована врожайність: т/га

1. Винос поживних речовин однією тоною: 30 N, 10 P2O5, 30 K2O кг

Винос поживних речовин з урожаєм: кг/га

2. Нормативи балансу при низькому рівні родючості ґрунтів, поповнення виносу: 130 N, 200 P2O5, 150 K2O %

3. Потреба в поживних речовинах з урахуванням нормативів балансу: кг/га

4. Післядія поживно-коренових залишків багаторічних трав

другий рік післядії: кг/га  
 третій рік післядії: кг/га

5. Післядія мінеральних добрив

**2-й рік під культуру**  
 Озима пшениця  
 N P K кг/га

**3-й рік під культуру**  
 Ячмінь ярий  
 N P K кг/га

6. Дія 30 т гною (N150P75K180) з урахуванням коефіцієнтів розподілу в перший рік: 60 N, 48.8 P2O5, 144 K2O кг

Рис. 6. Фрагмент форми визначення норм мінеральних добрив на заплановану врожайність з використанням нормативів балансу поживних речовин за сівозміну

Модуль розрахунків норм добрив ІАС дозволяє оптимізувати меліорацію земель господарства як з економічної точки зору, так і з позиції забезпечення якості продукції та збереження екологічних параметрів угідь. Використання науково обґрунтованих методів визначення норм і потреб у добривах дає підстави стверджувати про коректність розрахункових алгоритмів. Зрозуміло, працювати з ІАС та розрахунково-аналітичним модулем повинні фахівці у галузі рослинництва і ґрунтознавства.

Крім прикладної функції, ІАС та її розрахунковий модуль покликаний виконувати навчальну функцію для студентів і слухачів окреслених напрямів, а також дослідницьку функцію – як комп'ютеризовану платформу для апробації різних методик меліорації. На сьогоднішній день ІАС "AgroMine" пройшла успішну апробацію і готова до використання на виробництві.

1. Ткаченко О.М. Інформаційно-аналітична система підтримки прийняття рішень у галузі рослинництва // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2012. – №174. – Ч.2. Серія "Техніка та енергетика АПК". - С. 86-93.
2. Система застосування добрив / Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. – К.: Вища шк., 2002. – 317 с.
3. Ефективність технологій вирощування озимих зернових культур при різному ресурсному забезпеченні / За ред. чл.-кор. УААН Д.І.Мазоренка, проф. Г.Є. Мазнева. – Харків: ХНУСГ, 2007.– 315 с.
4. Ефективність вирощування круп'яних та олійних культур / За ред. чл.-кор. УААН Д.І.Мазоренка, проф. Г.Є. Мазнева. – Харків: ХНУСГ, 2007.– 232 с.