

**СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ ЗАСАДЖЕНЬ НА ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНКАХ НА  
ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВРОЖАЙНОСТІ КУЛЬТУРИ, ЗАЛЕЖНОЇ  
ВІД ПОПЕРЕДНІХ СІВОЗМІН****С.Я. Крепич, І.Я. Співак, А.Р. Баюрьський**Тернопільський національний економічний університет,  
вул. Чехова, 6, Тернопіль, 46000, Україна; e-mail: msya220189@gmail.com

Робота присвячена проблемі якості вирощування культурних рослин для власних потреб держави чи потреб зовнішнього ринку. Продукти, вирощені на території України, чи товари, отримані з переробки відповідних культур, є привабливими в багатьох країнах світу. Тому доцільно зробити акцент на покращенні вирощування культур, тобто збільшення їх врожайності, для відповідного підвищення показника експорту наших товарів закордон. Проте відповідне збільшення показника врожайності необхідно забезпечити із одночасною підтримкою земельних ділянок у родючому стані без застосування різного роду пестицидів, які негативно впливають як на структуру ґрунту, так і погіршують екологічний стан навколишнього середовища. Цінність роботи полягає у розробці методики засаджування полів, яка б дозволила з одного боку аграріям отримувати постійний прибуток, пропонуючи свої поля під засів, а з іншого боку замовнику (для прикладу державі) мати постійний обсяг експорту та в той же час економити на закупівлі продукції, а також розробці математичної моделі врожайності культури, залежної від сівозміни, в межах конкретної ділянки. Результатом є спроектована та реалізована інтелектуалізована програмна система для якісного засаджування земельних ділянок під культури, які замовлені на імпорт або експорт, згідно виграних тендерів.

**Ключові слова:** математична модель, прогнозована врожайність, сівозміна, земельна ділянка, аграрій.

**Вступ**

Процес вирощування культурних рослин для власних потреб держави чи потреб ринку завжди буде актуальним питанням. Зовнішня торгівля відіграє важливу роль в економіці України. Наведемо пару цифр, що прояснять ситуацію України на міжнародному ринку. Отож, тенденцією останніх 5 років є скорочення виручки від експорту товарів з одночасним скороченням експорту агропромислової продукції. Проте, не дивлячись на загальний негативний тренд, у 2016 році спостерігається зростання експорту сільськогосподарської продукції. Подібна тенденція зберіглась і в 2017 році. За перше півріччя 2017 року експорт сільськогосподарської продукції склав 8,7 млрд. дол. США, що на 28,1% більше ніж за аналогічний період 2016 року [1]. Продукти, вирощені на території України, чи товари, отримані з переробки відповідних культур, є привабливими в багатьох країнах світу. Тому доцільно зробити акцент на покращенні вирощування культур для підвищення показника експорту наших товарів закордон. Розробка відповідного програмного комплексу, який би поєднав інтереси держави та аграріїв, для підвищення показника врожайності культур і відповідно збільшення кількості врожаю, є невід'ємною частиною покращення роботи агропромислової гілки держави.

Об'єктом дослідження є процеси вирощування культур на земельних ділянках. Родючість ґрунтів залежить від багатьох чинників, зокрема типу ґрунтів, міри удобреності ґрунтів за попередні роки засаджування та історії попередніх засаджень. Державі кожного року протягом певного періоду часу необхідно виконати обсяг робіт по засадженню полів певними культурами.

Один такий тендер опрацьовується надто довго. Аналіз діяльності аграріїв та характеристики їх полів відбувається в ручному режимі, що припускає можливість допущення помилки на будь-якому з етапів. Або ж, що є більш розповсюдженим випадком, поля засаджуються одними і тими ж культурами, одними і тими ж аграріями, які для забезпечення відповідного рівня врожайності використовують велику кількість різного роду пестицидів та гербіцидів для удобрення полів, чим погіршують як структуру ґрунту так і, що є значно гіршим, стан ґрунтових вод, що своїм чином погіршує здоров'я людей. Звідси основним питанням дослідження є максимально ефективний розподіл замовлення на засадження певними культурами між аграріями з метою покращення отриманої врожайності екологічно чистим та правильним шляхом.

На першому етапі такого розподілу постає проблема у вигляді банальної відсутності бази аграрників та інформації про тендери. У роботі будемо використовувати змодельовану схему розподілу тендерів на основі вхідних даних, що максимально приближені до справжніх на прикладі Тернопільської області

Відповідно до усіх вище перерахованих проблем, створення системи аналізу якості засаджування ґрунтових ділянок стане надзвичайним проривом в галузі агрономії, оскільки це дозволить максимально ефективно вирощувати різні культури, а також отримувати максимальний прибуток як державі, так і аграрникам, які використовуватимуть запропоновану систему.

## Основна частина

Основна ідея розробки програмної системи засаджування земельних ділянок – це покращення родючості ґрунту шляхом такої сівозміни культур, яка, по-перше, менш висушуватиме ґрунт, по-друге, підвищуватиме показник врожайності культури, і, по-третє, вимагатиме меншого застосування різного роду гербіцидів, пестицидів, добавок, стимуляторів росту тощо [1]. В кінцевому результаті це ще позитивно впливатиме на екологію, адже менше хімічних речовин потраплятиме до ґрунту і, відповідно, до водойм.

Іншим позитивним аспектом розробки такої програмної системи є її банальна відсутність в Україні на сьогодні. Монополістами на експортному ринку України виступають великі аграрні комплекси, які мають довгострокові домовленості з державою на постачання тієї чи іншої культури. Відповідно вони зацікавлені в тому, щоб врожайність постійно була, так би мовити, на «стабільному» рівні. Однак ця «стабільність» дуже поганий вплив має на якість ґрунту. Так само і державі вигідно мати аграріїв-монополістів, адже це менше домовленостей, стабільний обсяг товару тощо.

Розробка програмної системи дозволить в певній мірі збалансувати стосунки «держава-аграрій-держава», а також надасть можливість розширити як ринок попиту, так і ринок пропозицій.

Опишемо програмний комплекс в дії для аграріїв Тернопільської області.

Основними сільськогосподарськими культурами, які вирощують у Тернопільській області є сонях, кукурудза, ріпак, цукровий буряк та озимі культури – пшениця та ячмінь. Ці культури є експортним товаром в межах нашої держави, і деякі з них, зокрема сонях та пшениця, є частиною експортованих товарів закордон.

Середній показник врожайності описаних культур для Тернопільської області 2016 року склав:

- 3,8т з 1га для пшениці;
- 2,4т з 1га для соняху;
- 30 т з 1га для цукрового буряка;
- 4,7т з 1га для кукурудзи;

- 3,6т з 1га для ячменю;
- 1,8т з 1га для ріпаку.

Для визначення того, яку культуру і на яку ділянку краще засаджувати, щоб отримати якомога більшого врожаю без надлишкових удобрювань, приймемо вказані показники за еталонні показники врожайності культур. Звісно, виходячи з вище зазначеного, на посадку культури тоді впливатиме інформація про культуру, яка була засаджена на цьому полі минулого року, і кількість років, які пропонується під засаджування культура не вирощувалась на цій ділянці. Найбільш виснажувальними для ґрунту, зокрема з тих культур, що вирощують у Тернопільській області, є сонях та кукурудза. Після соняшнику земля повинна відпочивати 7 років, щоб знову набрати попередньої родючої сили і наснаги, а після кукурудзи – 3 роки. Цей термін агровиробники не завжди витримують або не витримують взагалі. Особливо це стосується соняшнику, тому в системі запропоновано розглядати засаджування ділянки соняхом мінімум через 4 роки.

У таблиці 1 зведені показники засаджування культур із врахуванням останнього року висаджування, сівозміни, а також отриманий показник середньої врожайності культури з 1 га земельної ділянки. Введемо умовні позначення та змінні, зокрема:

- $y$  – максимальна кількість років, які культура не повинна вирощуватись на ділянці;
- $v_{pr_i}$  – середня врожайність культури, яка була останньою посаджена на ділянці, в межах пропонованої ділянки за останню посадку;
- $v_i$  – середня врожайність культури, яка готується до засаджування на ділянку, в межах пропонованої ділянки за останню посадку;
- $v_{res_i}$  – середня врожайність вирощеної культури.

Доцільно побудувати модель залежності врожайності культури від її сівозміни в межах конкретної ділянки. На початковому етапі оберемо лінійну структура моделі виду [2]:

$$v_{res_i} = k_1 \cdot y_i + k_2 \cdot v_{pr_i} + k_3 \cdot v_i + k_4,$$

де  $k_i, i = \overline{1..4}$  – невідомі коефіцієнти, значення яких необхідно оцінити на основі аналізу даних, наведених в таблиці 1.

Згідно табличних даних складемо систему лінійних алгебричних рівнянь (СЛАР) у такому вигляді:

$$\begin{cases} k_1 \cdot y_1 + k_2 \cdot v_{pr1} + k_3 \cdot v_1 + k_4 = v_{res1} \\ \dots \\ k_1 \cdot y_i + k_2 \cdot v_{pr_i} + k_3 \cdot v_i + k_4 = v_{res_i} \\ \dots \\ k_1 \cdot y_{30} + k_2 \cdot v_{pr30} + k_3 \cdot v_{30} + k_4 = v_{res30} \end{cases} \quad (1)$$

Розв'язком системи (1) є область коефіцієнтів моделі. Використавши метод найменших квадратів для знаходження оцінок коефіцієнтів моделі з СЛАР (1), отримаємо таку модель [3]:

$$v_{res_i} = 0,008 \cdot y_i + 0,006 \cdot v_{pr_i} + 0,99 \cdot v_i - 0,04. \quad (2)$$

Отриманий за формулою (2) показник середньої врожайності пропонованої для посадки на вказаній ділянці культури є прогнозований відносно історії засаджень.

Однак для більш адекватної побудови стратегії засаджень потрібно врахувати ризики, які можуть занизити цей показник.

**Таблиця 1.**

Показники середньої врожайності сільськогосподарських культур згідно попередньої сівозміни та останнього року вирощування

Вид культури	$y$	$v_{pr_i}$	$v_i$	$v_{res_i}$
Соняшник	3	4,7	2,4	2,2
	3	3,6	2,4	2,4
	3	1,8	2,4	2,5
	3	3,8	2,4	2,3
	3	30	2,4	2,6
Кукурудза	2	3,4	4,7	4,4
	2	3,6	4,7	4,7
	2	1,8	4,7	4,8
	2	3,8	4,7	4,7
	2	30	4,7	4,8
Ячмінь	1	4,7	3,6	3,5
	1	2,4	3,6	3,4
	1	1,8	3,6	3,7
	1	3,8	3,6	3,6
	1	30	3,6	3,7
Ріпак	1	4,7	1,8	1,7
	1	2,4	1,8	1,6
	1	3,6	1,8	1,8
	1	3,8	1,8	1,8
	1	30	1,8	1,9
Пшениця	1	4,7	3,8	3,7
	1	2,4	3,8	3,6
	1	3,6	3,8	3,8
	1	1,8	3,8	3,9
	1	30	3,8	4
Цукровий буряк	1	4,7	30	28
	1	2,4	30	27
	1	3,6	30	30
	1	1,8	30	32
	1	3,8	30	31

Встановимо 5% відхилення від прогнозованого показника врожайності для можливості врахування різних ризиків погіршення врожайності культури. В результаті прогнозована врожайність культури подаватиметься в інтервалі [4-7]:  
 $[v_{res_i}^-; v_{res_i}^+] = [v_{res_i} - 0,05 \cdot v_{res_i}; v_{res_i}]$ .

Замовлення держави на певну культуру представляється в інтервалі:

$$[V_{coni}^-; V_{coni}^+], \quad (3)$$

де  $V_{coni}^-$  - мінімальний обсяг врожаю культури, який необхідний державі для покриття ринку внутрішніх потреб і потреб експорту закордон;  $V_{coni}^+$  - максимальний обсяг врожаю культури, який держава може понаднормово викупити в аграріїв [5].

Функція розподілу засаджування культури між ділянками в межах одного замовлення (3) представлена виразом:

$$[f(V_i)] = \sum_{i=1} (S_i \cdot [v_{res_i}^-; v_{res_i}^+]),$$

де  $S_i$  - площа поля, обраного під засадження обраної культури на  $i$ -ій ітерації.

Кількість ітерацій визначається відповідно до покращення функції мети  $F_i$ , значення якої визначається за формулою:

$$F_i = \min_{i=1, \dots, N} \{mid([V_{coni}^-; V_{coni}^+]) - mid([f(V_i)])\},$$

де  $F_i \geq 0$ , тобто вибір полів під засадження продовжуватиметься до тих пір, доки функція  $F_i$  прийматиме додатні значення з множини можливих значень [5].

Перейдемо до опису програмного комплексу якості засаджування земельних ділянок, розробленого на основі математичної моделі врожайності культури, залежної від сівозмін.

Розглянемо детально основні процеси системи, які реалізують поставлені у меті цієї роботи задачі.

**Крок 1.** Формування замовлення. Цей процес включає в себе вибір необхідних культур, їх сортування за пріоритетом та зазначення інтервалу замовлення (3).

**Крок 2.** Участь у розіграші. Для того, щоб користувач типу «Виконавець», мав змогу взяти участь у тендерному розіграші, йому необхідно виконати операцію «Менеджмент профілю» та додати інформацію про усі свої поля. Після того, як у користувача буде хоча б одне вільне поле, він зможе переглядати тендери та брати в них участь.

**Крок 3.** Калькуляція засадження. Програмна система аналізує історію засаджень полів, які були зареєстровані на участь в розіграші, та видає список полів з максимально ефективним способом засадження, тобто ті поля, які в результаті покажуть саму найкращу врожайність по культурі з врахуванням сівозміни. Детальніше цей процес проілюстровано на рисунку 1.

**Крок 4.** Видача результату. Після проведення калькуляції користувачу типу «Виконавець» буде доступне результуюче вікно. На цьому вікні відобразатиметься перелік аграріїв та обраховані системою показники прогнозованої середньої врожайності, попередньої врожайності та інші показники. Окрім цього тут можна переглянути контактну інформацію аграріїв, для того, щоб можна було з ними зв'язатись та погодити деталі виконання тендеру.

Діаграма варіантів використання відображає основних користувачів системи, а також доступний функціонал для цих користувачів. На рисунку 2 проілюстровано діаграму варіантів використання для користувачів двох типів «Виконавець» та «Замовник».



Рис. 1. Блок-схема процесу «Калькуляція засадження»

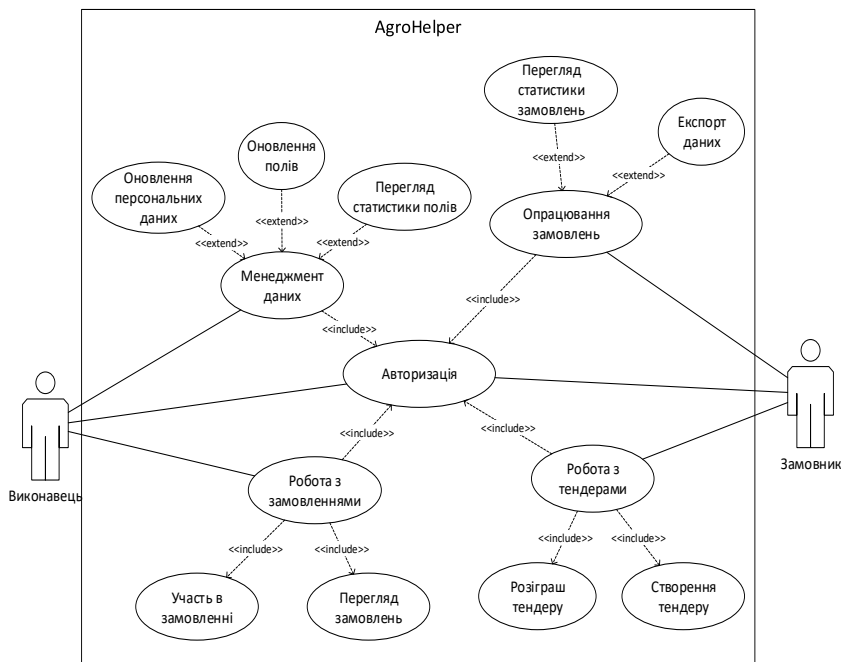


Рис. 2. Діаграма варіантів використання

База даних програмної системи представлена на рисунку 3.

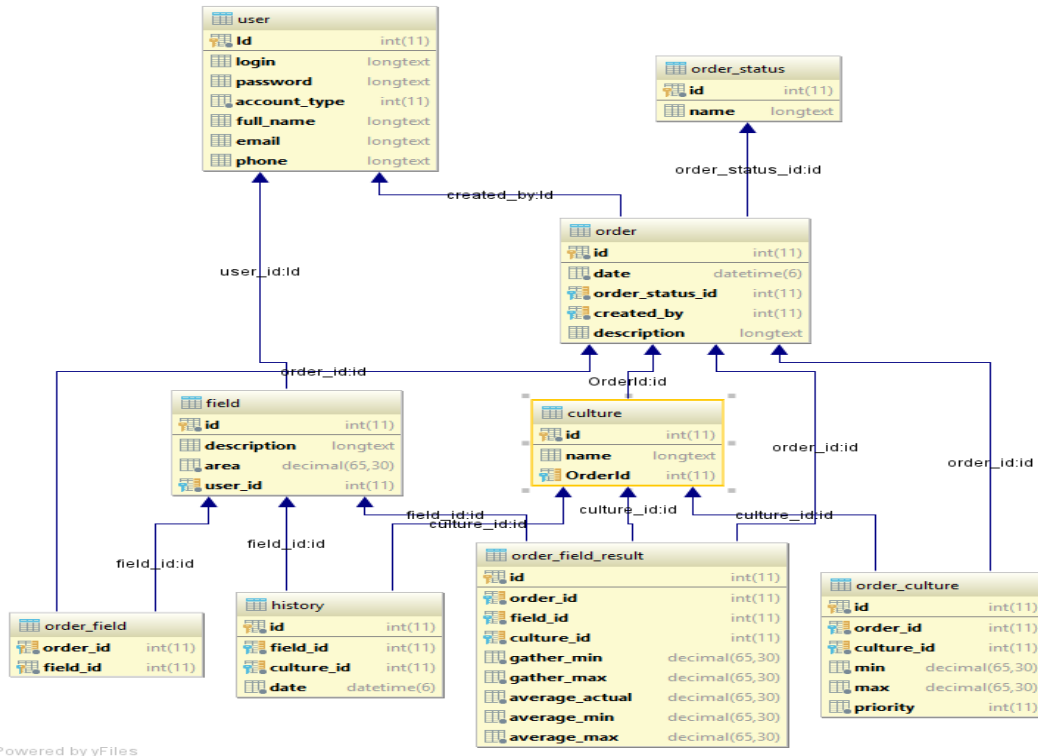


Рис. 3. ER-діаграма бази даних

Розроблена система десктоп-орієнтована, під операційну систему Windows і вимагає встановленого Microsoft .NET Framework версії 4.6. Для розробки цієї системи було вирішено використовувати мову програмування C# [8]. Це строго типізована мова програмування, на якій можна писати будь-які рішення під будь-який тип систем Windows, Linux, Android, IOS. Розглянемо основні вікна програмної системи. Основна робоча сторінка користувача типу «Виконавець» представлена на рисунку 4.

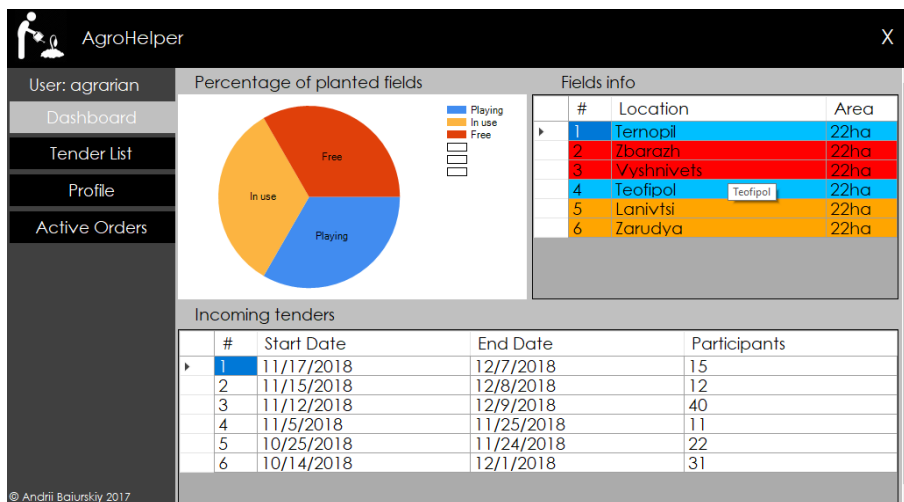


Рис. 4. Вікно «Dashboard»

У цьому вікні відображені статистичні показники аграрія в системі, зокрема:

- процент засадження полів - співвідношення загальної кількості полів до кількості полів, які знаходяться в експлуатації або в розіграші; помаранчевим кольором відображаються поля, які вже виграли в тендері, синім – ті, що беруть участь у розіграші та червоним – вільні;

- перелік полів та їх інформація, а саме місце дислокації, площа та статус;
- перелік найближчих тендерних розіграшів, які найбільше підходять для можливого засадження культурами полів певного користувача.

Перед тим, як прийняти участь у тендерному розіграші, у користувача повинні бути вільні поля для засадження. Менеджмент полів, а також управління персональними даними користувача відбувається у профілі, представленому на рисунку 5.

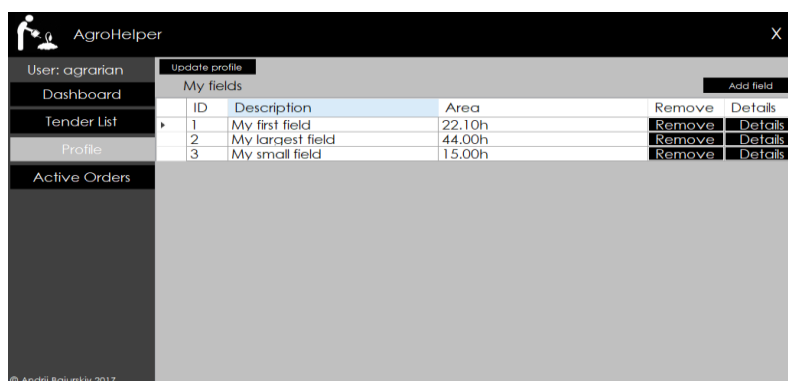


Рис. 5. Вікно «Profile»

При наявності хоча б одного вільного поля користувач може подати заявку на участь в тендерному розіграші. Після натиснення кнопки «TenderList» відкриється форма з переліком доступних розіграшів (рис. 6). Зеленим кольором підсвічуються розіграші, в яких користувач вже бере участь.

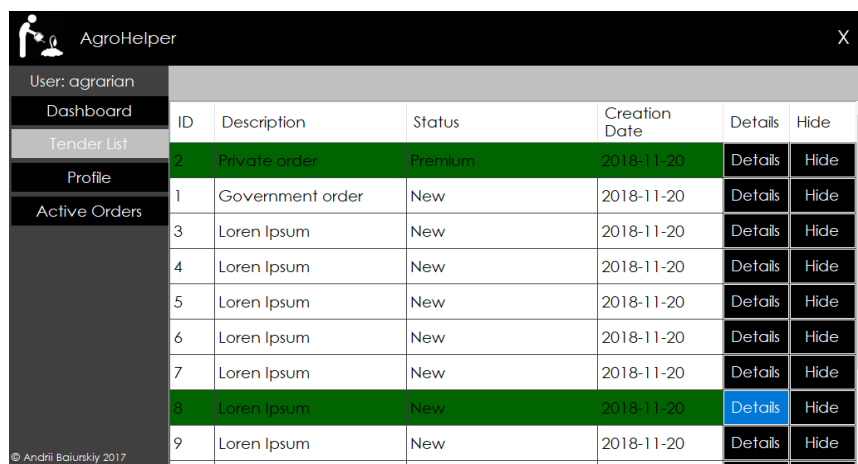


Рис. 6. Вікно «TenderList»

Розглянемо основні компоненти системи для користувача типу «Замовник». Вікно «Dashboard», зображене на рисунку 7, містить статистичну інформацію про:

- тендерну інформацію – відношення усіх учасників розіграного тендеру до учасників, які підтвердили участь, де червоним відображаються учасники, які ще не підтвердили свою участь, а жовтим учасники, які погодились;
- інформацію по культурах – відображає відношення культури (кількість із замовлення) та її заповнення (кількість обраховується як добуток врожайності культури з поля аграрія, який підтвердив участь, на площу цього поля);
- список тендерних замовлень користувача, які повинні бути розіграні найближчим часом.



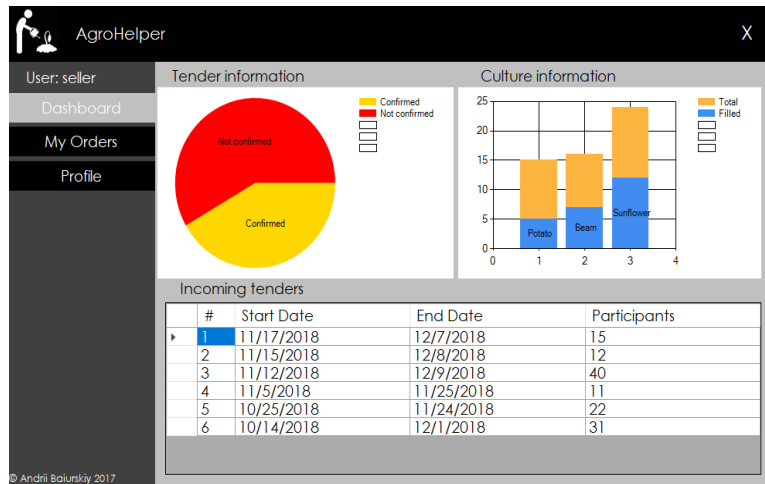


Рис. 7. Вікно «Dashboard» замовника

Основний функціонал для покупців сконцентрований у вкладці «MyOrders», яка зображена на рисунку 8. У цьому вікні відображається перелік замовлень користувача, кількість учасників, а точніше полів, які беруть участь в розіграші, а також їх статус. Перелік статусів тендеру: Active – новий; ManualClosed – закритий без розіграшу; Complete – завершений, підібрано перелік виконавців; Expired – завершений, потребує уваги замовника для проведення калькуляції найкращих виконавців.

Order ID	Application	Status	Details
1	12	Manual Closed	Details
1	14	New	Details
3	55	Complete	Details
2	21	New	Details
2	41	Expired	Details
6	51	New	Details

Рис. 8. Вікно «My Orders»

Результуюча форма розіграних тендерів представлена на рисунку 9. На цій формі відображена наступна інформація: назва аграрія, який є власником поля; площа поля; культура, яка буде засаджена на обраному полі; відображення інформації про те, чи покупець отримав підтвердження від виконавця.

Agrarian	Field	Culture	Confirmed	Information
Baiurskii	20 ha	beam	<input checked="" type="checkbox"/>	Details
Baiurskii	44 ha	sunflower	<input checked="" type="checkbox"/>	Details
Lylyk	1 ha	potato	<input type="checkbox"/>	Details
Baron	66 ha	beam	<input type="checkbox"/>	Details
Great worker from Zalischiki	111 ha	tomato	<input checked="" type="checkbox"/>	Details

Рис. 9. Вікно відображення результатів розіграшу тендера

На цій формі зображена інформація про аграрія та поле, яке було б ефективно задіяти при засаджуванні певною культурою. Для того, щоб переглянути інформацію про аграрія, поле та прогнозовану врожайність, необхідно натиснути кнопку «Details» (рис.10).

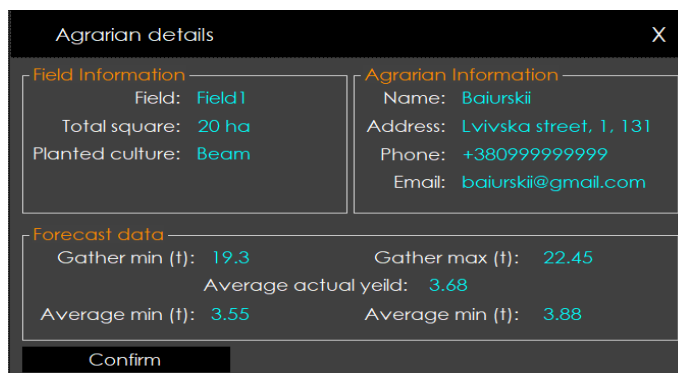


Рис. 10. Перегляд інформації прогнозованої врожайності культури з даного поля

## Висновки

Під час аналізу предметної області виявлено, що на сьогодні основний акцент забезпечення держави експортними товарами у сфері аграрної промисловості зорієнтований на аграрниках монополістах. Між ними та державою укладаються основні тендерні домовленості. В межах цих домовленостей основний акцент направлено на отримання максимального врожаю культури з поля, що в результаті призводить до погіршення стану ґрунтів. Стан ґрунтів, відповідно, намагаються поліпшити за допомогою вживання великої кількості добрив неорганічного походження, які в свою чергу, негативно впливають на екологічний стан середовища. У роботі запропоновано задля покращення врожайності культур та зменшення кількості внесення неорганічних добрив враховувати при висаджуванні культури попередню сівозміну, яка може значно покращити показники врожайності пропонованої для посадки культури. В межах запропонованого підходу розроблена математична модель залежності врожайності культури від попередньої сівозміни в межах конкретної ділянки.

Розроблено програмний комплекс якості засаджування земельних ділянок, який дозволить покращити зв'язок «держава-аграрій-держава». Надасть можливість приватним підприємцям виходити на великий ринок продаж та в результаті при правильному і правомірному застосуванні програмного комплексу покращити якість земель і екологічного стану навколишнього середовища.

## Список літератури

1. Стратегія розвитку аграрного сектору економіки України на період до 2020 року [Електроний ресурс] // Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node/7644>.
2. Крепич, С.Я. Програмний комплекс оцінювання функціональної придатності пристроїв при заданих допустимих значеннях вихідних характеристик та допусків на параметри їх елементів / С.Я. Крепич // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали VВсеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2015. – Тернопіль: ТНЕУ, 2015. – С. 23-25.
3. Крепич, С.Я. Порівняння часової складності реалізації процедур випадкового пошуку в задачі синтезу фільтра та допусків на параметри його елементів / С.Я. Крепич, М.П. Дивак // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, 2015. – Том 33, № 2. – С.47-57.
4. Kumkov, S. Interval approach to identification of parameters of experimental process model / S. Kumkov // 15th GAMM-IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetics and Verified Numerics. – 2012. – Pp. 90-93.
5. Bayurskii, A. Intelligent System Analyzing Quality of Land Plots / A. Bayurskii, S. Krepych // International Conference «Advanced Computer Information Technologies» АСІТ'2018. – Ceske Budejovice, Czech Republic, 2018. – Pp. 166-169.
6. Крепич, С.Я. Моделювання та забезпечення функціональної придатності статичних систем

- методами аналізу інтервальних даних / С.Я. Крепич // НУ «Львівська політехніка», Львів, 2016. – 166 с.
7. Крепич, S. The method of providing of functional suitability of elements of the device of formation of signal in electrophysiological way of classification tissues surgical wound / S. Крепич, A. Dyvak, M. Dyvak, I. Spivak // XIIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), 2017. – Pp. 183-186.
  8. Герберт Шилдт. «Полный справочник по С#, 4-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2010. – 800с.

### **СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАСАЖИВАНИЙ НА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР, ОТНОСИТЕЛЬНО ИХ ПРЕДЫДУЩЕГО СЕВОБОРОТА**

С.Я. Крепич, И.Я. Спивак, А.Р. Баюрский

Тернопольский национальный экономический университет,  
ул. Чехова, 6, Тернополь, 46000, Украина; e-mail: msya220189@gmail.com

Работа посвящена проблеме качества выращивания культурных растений для собственных нужд государства или потребностей внешнего рынка. Продукты выращенные на территории Украины или товары, полученные по переработке соответствующих культур, являются привлекательными во многих странах мира. Поэтому целесообразно сделать акцент на улучшении выращивания культур, то есть увеличение их урожайности для соответствующего повышения показателя экспорта наших товаров за границу. Однако соответствующее увеличение показателя урожайности необходимо обеспечить с одновременной поддержкой земельных участков в плодородном состоянии без применения различного рода пестицидов, которые негативно влияют как на структуру почвы, так и ухудшают экологическое состояние окружающей среды. Ценность работы заключается в разработке методики засаживания полей, которая позволила с одной стороны аграриям получать постоянный доход, предлагая свои поля под засев, а с другой стороны заказчику (например государству) иметь постоянный объем экспорта и в то же время экономить на закупке продукции, а также разработке математической модели урожайности культуры зависимой от севооборота в пределах конкретного участка. Результатом работы есть спроектирована и реализована интеллектуализированная программная система для качественного засаживания земельных участков под культуры, которые заказаны на импорт или экспорт, согласно выигранных тендеров.

**Ключевые слова:** математическая модель, прогнозная урожайность, севооборот, земельный участок, аграрий.

### **SYSTEM OF SEEDING PARTITION ON THE LAND PLOTS BASED ON A MATHEMATICAL MODEL FOR PREVIOUS CROPS ROTATION EFFECTS ON YIELD**

S.Ya. Krepych, I.Ya. Spivak, A.R. Bayurskii

Ternopil national economic university,  
Chehova St., 6, Ternopil, 46000, Ukraine; e-mail: msya220189@gmail.com

The work is devoted to the problem of the quality of cultivation of plants for the needs of the state or the needs of the external market. Products grown on the territory of Ukraine or goods obtained from the processing of the crops are attractive in many countries of the world. In order to increase the rate of export our goods abroad it is advisable to focus on improving crop growth that increase their yields. However, an appropriate increase in yield must be provided with the simultaneous support of land plots in a fertile state without the use of various types of pesticides, which have a negative effect on both the structure of the soil and the environmental condition of the environment. The value of the work is to develop a method for planting fields, which would allow farmers on the one hand to receive permanent income by offering their fields under the planting, and on the other hand, the customer (for example the state) have a constant export volume and at the same time save on purchases of products. In addition, the value is a development of a mathematical model of crop yield dependent on crop rotation within a specific area. The result is an intelligent software system designed and implemented that allow to use most quality land plots under cultivation, which are ordered for import or export in accordance with the winning tender.

**Keywords:** mathematical model, forecast yield, crop rotation, land, agrarian.