УДК 378:004

Смолій Вікторія Миколаївна
Доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій, Національний університет біоресурсів і природокористування України
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1268-7837
E-mail: vmsmolij@nubip.edu.ua

Смолій Натан Вікторович
Студент кафедри інформаційних систем та технологій, НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», м. Київ
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-3763-6726
E-mail: hoibbitizukrainy@gmail.com

Янцевич Антон Олександрович
Студент кафедри інформаційних систем та технологій, Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: ist21-a.yantsevych@nubip.edu.ua

Іскоростенський Олексій Олександрович
Студент кафедри інформаційних систем та технологій, Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: ist21-o.iskorostenskyi@nubip.edu.ua

ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ СТАНУ РОСЛИН

Анотація. *Робота присвячена актуальній тематиці відновлення аграрного господарства на звільнені території, що пов'язано з ризиками замінювання, забруднення, захламлення, подолання наслідків екологічних катастроф, псування ґрунтів, тощо територій, необхідності проведення зазначених робіт та проведення досліджень щодо можливості вирощувати рослини в поствоєнних умовах та перспективи ефективного вирощування рослин в зоні ризикованого землеробства. Мета статті полягає в висвітленні створення інформаційної системи аналізу стану рослин, призначеної для здійснення агропромислової діяльності щодо вирощування біоенергетичних та злакових культур, яка забезпечує збір, обробку та рекомендації щодо стану рослин, що в свою чергу дозволяє визначити доцільність (раціональність) вирощування певного сорту рослин в певному регіоні, запланувати заходи польових робіт, обробки та зрошування рослин.*

В матеріалі статті обґрунтовано необхідність проведення численних експериментів щодо виявлення тенденцій розвитку рослин в умовах досліджуваних регіонів. Пропонується за зібраними статистичними даними визначити доречну (мінімально необхідну) кількість біоенергетичних та злакових культур, необхідну статистику щодо опорних показників нормального розвитку рослин, індикаторів плодоносіння. Запропоновано спосіб отримання інформації про поточний стан рослин з детальною фіксацією умов розвитку та результатів врожайності, спираючись на які засобами абстрагування слід розробити підґрунтя дорадницької інформаційної системи , побудованої відповідними методами аналізу і синтезу. Наведено математичне описання визначення ефекту середовища та умов вирощування (вплив на рослини) за будь-яким біопараметром: за масою рослини, довжиною кореневої або стеблової системи, кількістю ушкоджених рослин або кількістю сходів тощо, призначеного для оцінки придатності рослини для аграрного бізнесу у визначеному територіальному регіоні. Запропоновані Use-case-, BPMN– та Dataflow- діаграми, які ілюструють з певним ступенем деталізації послідовність дій і обробку інформації для процесу дослідження аналізу стану рослин, що становить основу для побудови інформаційної системи аналізу станів рослин. До перспектив подальших розвідок слід віднести необхідність більш детальної проробки кожного з компонентів запропонованої інформаційної системи зі з'ясуванням механізмів генерації висновків щодо доцільності вирощування рослин у певному регіоні та компонентів дорадництва щодо організації діяльності у визначеному аграрному секторі економіки.

Ключові слова: *післявоєнне відновлення, агропромислова галузь, сільськогосподарські культури, визначення стану рослин, розрахунок параметрів розвитку, агродрони, задача ідентифікації параметрів рослин, інформаційна система, Use-case, Business Process Model and Notation та Dataflow діаграми.*

Вступ. Післявоєнна відбудова України потребуватиме повернення економіки від військових потреб (залишаючи повне з надлишком! для сталого розвитку забезпечення потреб Армії у мирний час) до потреб бізнесів і економіки в цілому. Безповоротнім і вхідним впливом

у цій ситуації є повне руйнування цивільного, індустріального, аграрного, інфраструктурного, кадрового, фінансового, тощо загалом будь-якого сегменту резерву Східних та Південних областей України і Республіки Крим. Тобто є в наявності повне знищення країною – агресоркою росією всіх елементів життя, промисловості, сільського господарства, житлового і соціального фонду на окупованих територіях, яка залишила після себе вижену і заміновану багатьма шарами землю. Єдиним виходом в такій ситуації є створення умов для малого бізнесу, як важеля відновлення територіальних громад і стимулювання відновлення демографічної ситуації на звільнених територіях.

Майже всі громади на звільнених територіях будуть перебувати в однаково поганих і ризикованих початкових точках розвитку бізнесів, що буде потребувати величезних обсягів залучення капіталів, що було неможливим і в довоєнний час, особливо для депресивних регіонів. Особливу увагу, як рушійній силі, слід приділити саме малому багатопрофільному рентабельному бізнесу, який би можливо було тиражувати від громади до громади та який би забезпечив виживання-відновлення прошарку населення з низьким і нижче середнього рівнем статків.

Основним акцентом розвитку слід виділи саме аграрний бізнес, спрямований на забезпечення населення продуктами харчування, джерелом палива та підґрунтям для розвитку громад зі знищеними промисловими, соціальними та цивільними об’єктами. Самі звільнені території характеризуються надвисоким ступенем пошкодженості через мінування, бомбардування та спричинені окупантами екологічні катастрофи надвеликих масштабів. Окрім того кліматичні умови звільнених територій Сходу та Півдня належать зо зон ризикованого землеробства [1, 11]

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При дослідженні визначеної предметної галузі значну увагу слід приділити визначенню який саме агробізнес слід (доцільно) розвивати в зазначених регіонах, але спільним є необхідність використання надсучасних технологій розмінування, повернення родючості ґрунтів і організації бізнесу, вибору безпосередньо рослин для здійснення господарювання. В основу організації зазначеного малого багатопрофільного рентабельного бізнесу слід покласти створення продукту. В якості продукту, враховуючи розташування зазначених регіонів у зонах ризикованого землеробства [2], слід розглянути об’єкт – біоенергетичні та злакові культури, що в свою чергу дозволить забезпечити продуктами харчування людей і тварин та організувати виробництва біопалива, що забезпечить потреби зазначених регіонів. Площа зазначених територій буде збільшуватись, що зручно для подальшого масштабування бізнесу, за умови узгодження динамік окупності і необхідного масштабування. Слід звернути увагу на «інтелектуалізацію» вибору груп і сортів рослин, оскільки продуктивність вирощування залежить від великої об’єктивної низки факторів припускаючи менший вплив суб’єктивної складової, обумовленої невеликою кількістю залучених фахівців через війну [2, 3].

Згідно документів [4, 5] є регламентований план дій з відновлення деокупованих територій, який системно враховує військові, адміністративні та інші аспекти. З точки зору системності процесу відновлення економіки на зазначених територіях, виділяють наступні задачі в організації агробізнесу: розмінування, дослідження ґрунтів, що обумовлено подоланням наслідків екологічних катастроф штучно створених ворогом,, здійснення (за потреби) заходів щодо відновлення та/або підвищення родючості ґрунтів, збір, обробка та узагальнення даних щодо контролю етапів розвитку рослин у певному регіоні (області, районі, ділянки), систематизації для них відповідних заходів обробки, живлення та зрошення. Здійснення планування робіт та інтегроване проведення потрібних операцій, потребу в яких визначатиме оброблені стохастичні дані з проведення діяльності у певний період розгортання зазначеної технології відновлення агробізнесу. Великий обсяг первинних даних, зібраний у зазначений період, дозволить екстраполювати отримані судження та результати на певні господарські області, здійснивши планування та проведення польових робіт при забезпеченні оптимальності витрат для досягнення ефективності господарської діяльності [12]. При цьому актуальною є оптимізація зрошень та обробок рослин, при безперервній динаміці

спостереження та аналізу розвитку рослин (стан розвитку, наявність хвороб та шкідників, необхідність підживлення та її поєднання зі зрошенням, потреба у захисті рослин) [10].

Мета дослідження полягає в створенні інформаційної системи аналізу стану рослин, призначеної для здійснення агропромислової діяльності щодо вирощування біоенергетичних та злакових культур, яка забезпечує збір, обробку та рекомендації щодо стану рослин, що в свою чергу дозволяє визначити доцільність (раціональність) вирощування певного сорту рослин в певному регіоні, запланувати заходи польових робіт, обробки та зрошування рослин.

До основних завдань досліджень слід віднести: визначення піддослідних рослин, узгодження методики оцінки параметрів розвитку, з'ясування способу отримання даних про стан рослин, визначення стану розвитку рослин, фіксація наявності та величини умов зовнішнього середовища, які вплинули на стан рослини, встановлення факту доцільності промислового вирощування піддослідної рослини, обґрунтування способу отримання інформації про рослину для оперативного і достатнього аналізу з метою визначення придатності для промислового вирощування, генерація інформаційної системи для реалізації визначених задач.

Матеріали і методи дослідження. Слід зауважити про необхідність проведення численних експериментів щодо виявлення тенденцій розвитку рослин в умовах досліджуваних регіонів. За зібраними статистичними даними визначити доречну (мінімально необхідну) кількість біоенергетичних та злакових культур, необхідну статистику щодо опорних показників нормального розвитку рослин, індикаторів плодоносіння. Обов'язково слід обґрунтувати спосіб отримання інформації про поточний стан рослин з детальною фіксацією умов розвитку та результатів врожайності, спираючись на які засобами абстрагування треба розробити підґрунтя дорадницької інформаційної системи, побудованої відповідними методами аналізу і синтезу.

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно [5,6] для зернових культур оцінка зростання здійснюється за системою BBCH, де базовою є шкала Задокса. Відповідно до BBCH До основних етапів росту рослин відносять: проростання, розвиток листя, кущіння, подовження стебла, розвиток вегетативних органів рослин, поява суцвіть, цвітіння, утворення плодів, дозрівання плодів, відмирання.

До визначення необхідності зрошення та живлення, слід зібрати статистику щодо впливу найнесприятливіших умов на стан рослини, її розвиток та в наступному на її врожайність, зокрема дослідити розвиток квітів, ділення клітин, розростання та ендоредуплікацію клітин плоду та дозрівання.

Визначення стану посівів здійснюється на підставі використання об'єктивних чисельних та якісних показників, регламентованих нормативними документами на законодавчому рівні [7]. Передбачено системне дослідження точності та рівномірності висівання, аналіз розподілу густини рослин по площі поля, а також кількість, видовий стан, фази розвитку, розподіл по площі бур'янів, тощо.

Безпосередньо моніторинг посівів здійснюється способами, наведеними у [8], до яких відносять: супутниковий, з використанням дронів та листову діагностику рослин і аналіз ґрунтів. Переваги і недоліки кожного зрозумілі, але перспективними є перші два, які є базою для обчислення NDVI індексу.

Потрібно зібрати статистичні вибірки, для яких визначити відхилення від еталонних значень. В даному контексті після проведення вимірювань для кожного з досліджуваних варіантів обчислюють середню довжину надземної і кореневої частин $\bar{x}\pm m$, де m – помилка середнього арифметичного, яку визначають так:

$$m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}}, \tag{1}$$

де N – кількість результатів; σ^2 – дисперсія, яку визначають за виразом:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \tilde{x})^2}{N}. \quad (2)$$

Достовірність різниці середніх арифметичних *t* розраховується за критерієм Стьюдента-Фішера:

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (3)$$

де $\overline{x_1}$ – середнє арифметичне значення показника в контрольному досліді; $\overline{x_2}$ – середнє арифметичне значення показника у досліджуваному варіанті; *m1* – помилка середнього арифметичного в контрольному досліді; *m2* – те ж у досліджуваному варіанті.

Якщо фактично встановлена величина t більше або дорівнює критичному (стандартному) значенню t_{st} роблять висновок про існування статистично достовірної різниці між середніми арифметичними у досліджуваному та контрольному варіанті. Якщо ж фактична величина t менша за t_{st}, різницю між середніми вважають статистично недостовірною.

Відсутність статистично достовірної різниці між середніми значеннями біопараметра у контрольному та досліджуваному варіанті свідчить про відсутність значних змін ростових процесів у біоіндикаторів, в порівнянні з контрольним варіантом.

Тобто умови та фактори у досліджуваному варіанті майже такі самі, як і в контрольному досліді та не мають пригнічуючих (стимулюючих) впливів. І навпаки, статистично достовірна різниця між варіантом та контрольним дослідом вказує на те, що для дослідного зразка є в наявності пригнічуючі (стимулюючі) впливи.

Ефект середовища та умов вирощування (вплив на рослини) визначається у відсотках за будь-яким біопараметром: за масою рослини, довжиною кореневої або стеблової системи, кількістю ушкоджених рослин або кількістю сходів тощо. Розраховується за формулою:

$$\text{ФЕ} = \frac{\text{Mo} - \text{Mx}}{\text{Mo}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

де M_o – значення біопараметра (маса рослин, висота паростків, довжина корінців та ін.) у «еталонної» рослини; *Mx* – значення аналогічного біопараметра у дослідної рослини.

Виходячи з наявності обладнання, першочергово слід визначитись з методом отримання інформації про стан рослин, а далі для кожної рослини слід визначити параметри розвитку за зображенням рослини. Важливо також узагальнити отримані по рослинах результати у статистичні виборки. Тобто актуальною є задача детекції рослин, вирішення якої дозволить визначити необхідність проведення процедур зрошення, живлення, тощо та в подальшому обумовить рішення щодо раціональності впровадження дослідної культури в асортимент ведення господарчої діяльності.

Виходячи з викладеного, на Use-case діаграмі інформаційної системи аналізу стану рослин (рис. 1) передбачено наявність чотирьох акторів: замовник, експерт, рослина та обладнання. В якості замовника виступає зацікавлена особа, мається на увазі суб'єкт господарської діяльності, зацікавлений в налагодженні аграрної діяльності в умовах деокупації територій. Експертом можуть бути споріднені фахівці з більш тривалим досвідом роботи в аналогічних ситуаціях та з накопиченими статистичними даними щодо процесу діяльності взагалі і окремо по суб'єкту господарювання зокрема. В якості актора-обладнання може виступати як агродрон, так і людина, виконуючи методику ідентифікації стану рослини, поєднані іншими акторами прецендентами оцінки та надання рекомендацій щодо живлення та зрошення, спостереження за навколишнім середовищем та впливу на параметри навколишнього середовища, зокрема температуру, тиск, склад повітря та ґрунту, через використання інтелектуальних теплиць [9].

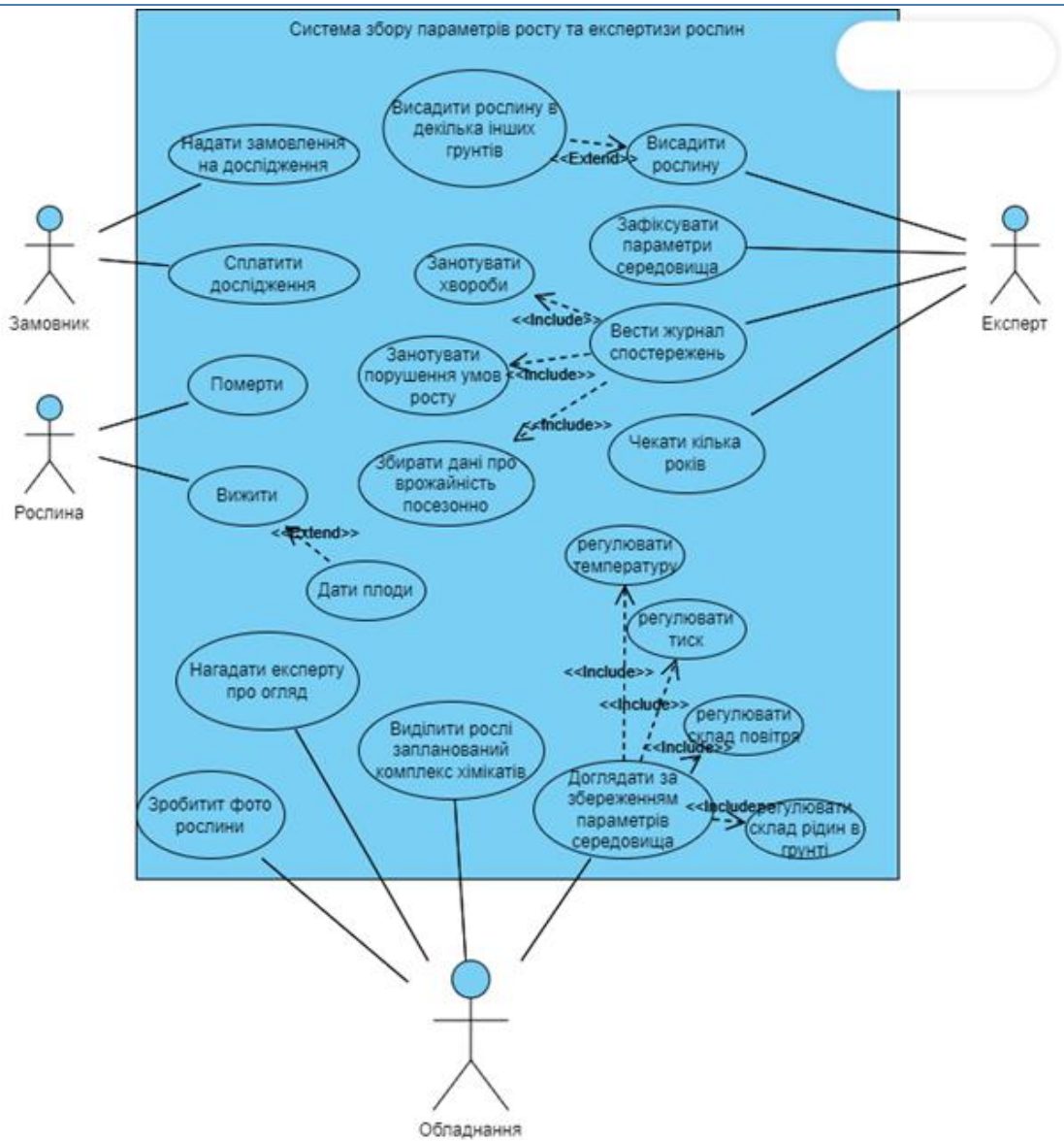


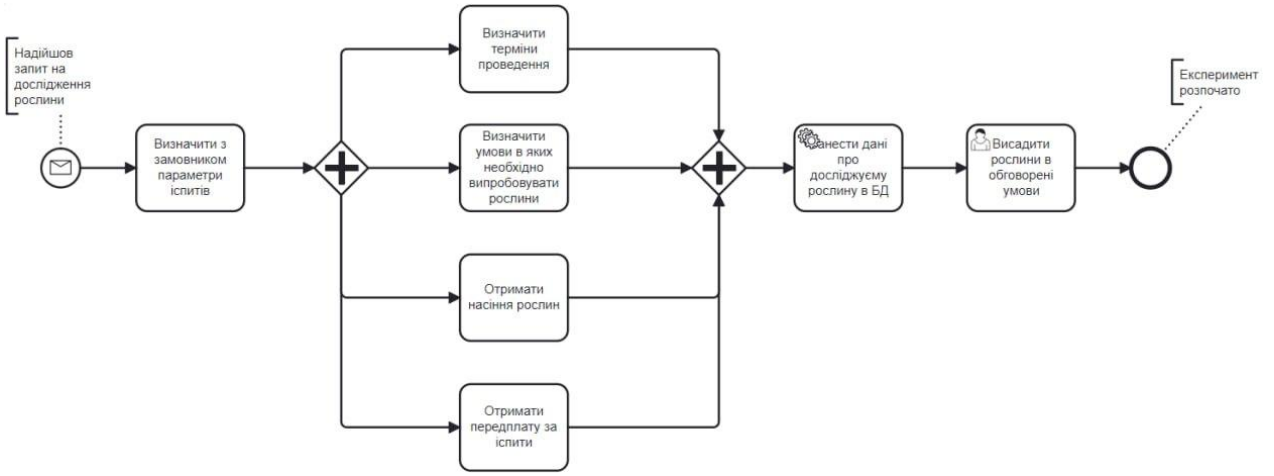
Рисунок 1 – Use-case діаграма системи збору параметрів росту та експертизи рослин

Окрему увагу при розгляді прецедентів (права частина рис.1), пов’язаних з умовним актором «експерт», приділено процесу збору статистичних даних про об’єкт господарювання щодо отримання, обробки, зберігання статистичних даних про параметри розвитку та врожайність рослин, та про фіксацію залежностей від умов навколишнього середовища (клімату), особливостей ґрунтів та певних методик операцій зрошення та обробок, що в свою чергу дозволяє отримати математичне підґрунтя для побудови продукційних залежностей для експертної системи у межах створюваної інформаційної системи аналізу стану рослин.

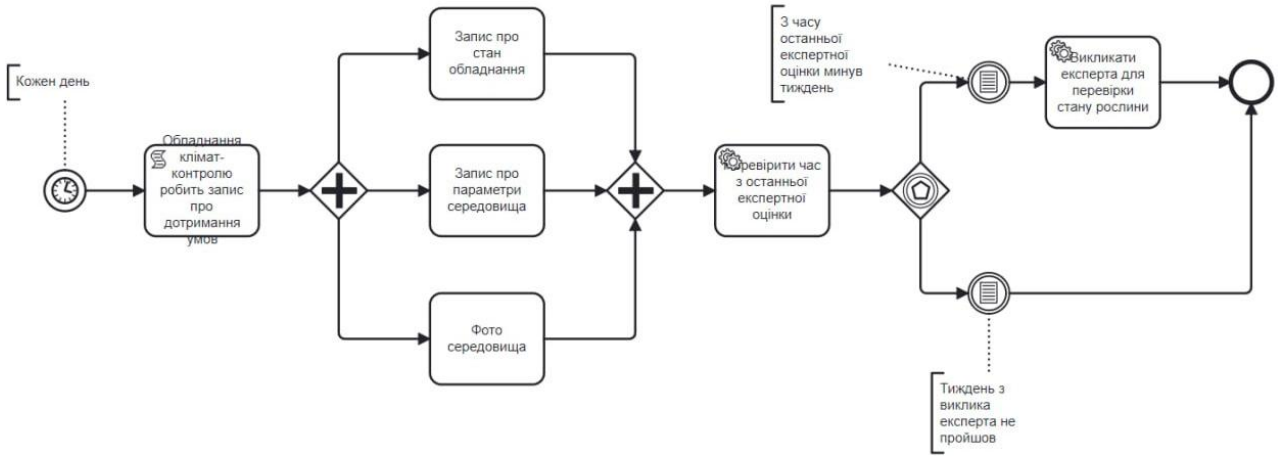
Слід звернути увагу на отримання репрезентативних результатів для обробки статистичних даних, що досягається горизонтом планування експериментів щодо накопичення статистичних даних у декілька сезонів плодоносіння.

Згідно [4] акторами в Use-case діаграмі виступають військові адміністрації населених пунктів, органи місцевого самоврядування, сільськогосподарські підприємства, Держекоінспекція, підприємства, установи та організації незалежно від форми власності, зокрема будуть задіяні держслужбовці, підприємці, аграрії, вчені, експерти, тощо. Це в свою чергу зумовить потребу в обробці різнопланової неструктурованої інформації у великих обсягах, що підтвердить ефективність запропонованого підходу в організації інформаційної системи аналізу стану рослин з чіткою диференціацією функцій обладнання та людини і необхідності визначення регламентів їх взаємодії на кожному з етапів роботи.

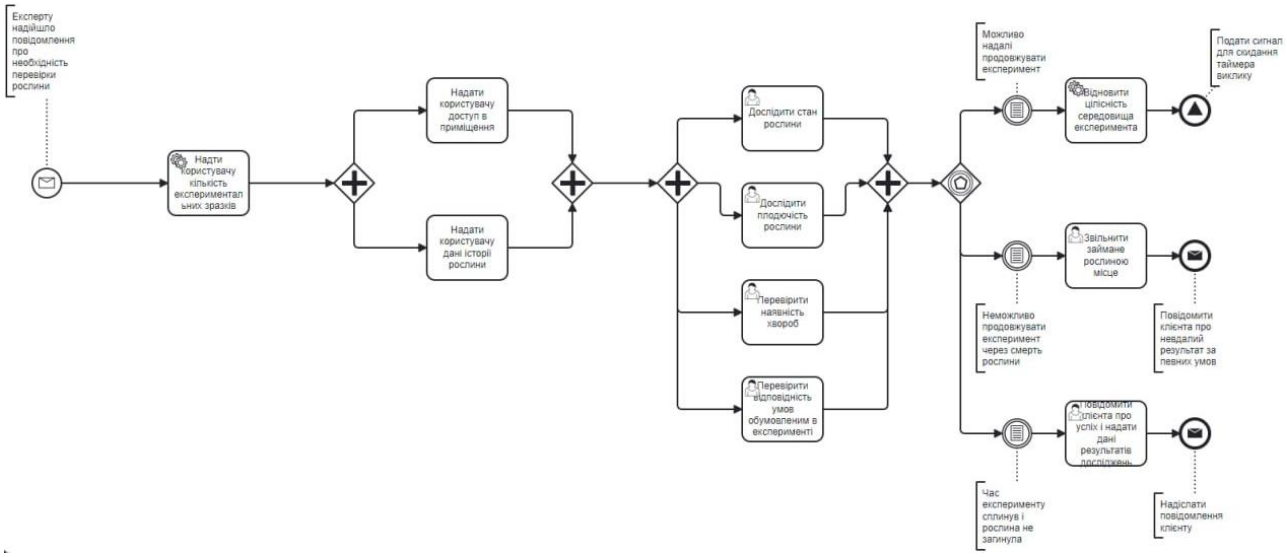
На рис. 2 наведено BPMN (Business Process Model and Notation) діаграми деяких бізнес-процесів створюваної системи, які містять послідовність робочих дій і рухи потоків інформації, спрямовані на розв'язання конкретних нагальних потреб інформаційної системи аналізу стану рослин.



а)



б)



в)

Рисунок 2 – BPMN діаграма бізнес-процесів системи збору параметрів росту та експертизи рослин

На рис. 2.а наведено обробку запиту на дослідження певної рослини, процес якого включає з'ясування умов замовлення та оплати, передачі піддослідного матеріалу, створення інформаційного забезпечення БД, генерацію певного сценарію дій щодо дослідницької діяльності стосовно впровадження рослини в аграрне виробництво. Рис. 2.б ілюструє обробку інформації щодо стану і регламентів роботи використаного обладнання для фіксації зовнішніх умов, можливого підналаштування їх під потреби рослин та залучення фахівців-експертів для визначення стану рослин. Фіналізація досліджень з можливими результатами нормального розвитку рослини або загибелі проілюстрована на рис. 2.в. Детальну увагу приділено інформації щодо продуктивності рослин, визначення наявності певних хвороб, детальному відслідковуванню факторів зовнішнього середовища для подальшої фіксації і обробки інформаційних потоків у відповідних розділах БД.

Для візуалізації потоків даних при проєктуванні інформаційної системи аналізу стану рослин була запропонована Dataflow діаграма, яку зображено на рис. 3.

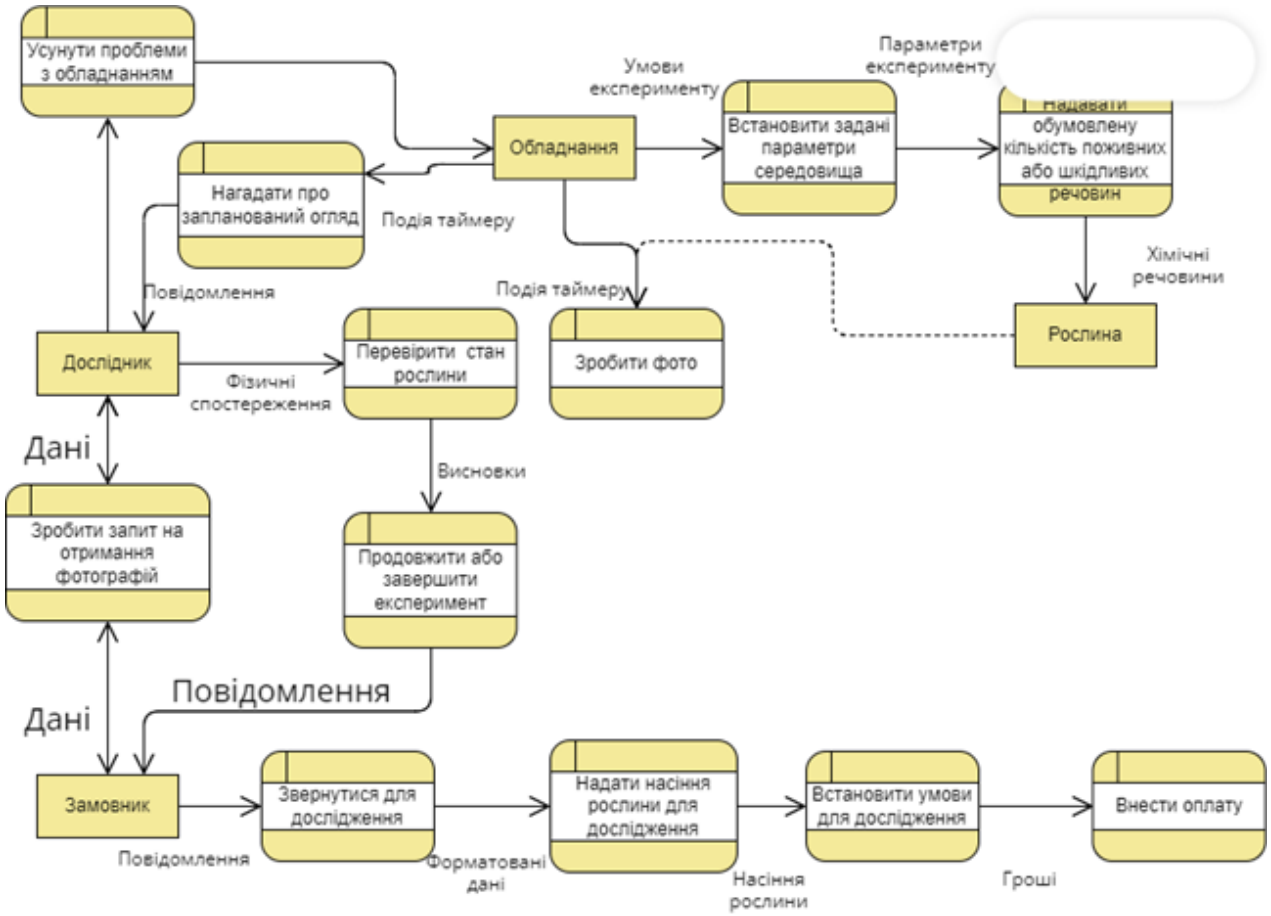


Рисунок 3 – Dataflow діаграма системи збору параметрів росту та експертизи рослин

Діаграма потоків даних відображає наявні потоки даних в ІС та їх використання різними сутностями, зокрема детальна увага приділена спостереженням за станом рослин та фіксації отриманих результатів з допомогою обладнання та фіксації певних поточних результатів з передачею даних аналізу замовнику досліджень.

Висновки і перспективи. В матеріалі статті обґрунтовано необхідність проведення численних експериментів щодо виявлення тенденцій розвитку рослин в умовах досліджуваних регіонів. Пропонується за зібраними статистичними даними визначити доречну (мінімально необхідну) кількість біоенергетичних та злакових культур, необхідну статистику щодо опорних показників нормального розвитку рослин, індикаторів плодоносіння. Запропоновано спосіб отримання інформації про поточний стан рослин з детальною фіксацією умов розвитку

та результатів врожайності, спираючись на які засобами абстрагування слід розробити підґрунтя дорадницької інформаційної системи , побудованої відповідними методами аналізу і синтезу.

Наведено математичне описання визначення ефекту середовища та умов вирощування (вплив на рослини) за будь-яким біопараметром: за масою рослини, довжиною кореневої або стеблової системи, кількістю ушкоджених рослин або кількістю сходів тощо, призначеного для оцінки придатності рослини для аграрного бізнесу у визначеному територіальному регіоні.

Запропоновані Use-case-, BPMN– та Dataflow- діаграми, які ілюструють з певним ступенем деталізації послідовність дій і обробку інформації для процесу дослідження аналізу стану рослин, що становить основу для побудови інформаційної системи аналізу станів рослин.

До перспектив подальших розвідок слід віднести необхідність більш детальної проробки кожного з компонентів запропонованої інформаційної системи зі з'ясуванням механізмів генерації висновків щодо доцільності вирощування рослин у певному регіоні та компонентів дорадництва щодо організації діяльності у визначеному аграрному секторі економіки.

Список використаних джерел

1. Україна переходить у зону ризикованого землеробства? URL: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18236-ukraina-perekhodyt-u-zonu-ryzykovanoho-zemlerobstva.html (дата звернення: 24.03.2024).
2. BBCH working group. (2001). Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. (U. Meier, Ed.) (2nd ed.). Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
3. Kimball, J. W. (2021) Biology. Tufts University & Harvard University.
4. Уряд розробив план дій з відновлення деокупованих територій. URL: https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-rozrobiv-plan-dij-z-vidnovlennya-deokupovanih-teritorij (дата звернення: 24.03.2024).
5. Про затвердження плану дій органів виконавчої влади з відновлення деокупованих територій територіальних громад. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1219-2022-p#Text (дата звернення: 24.03.2024).
6. Zadoks, J.C.; T.T. Chang; C.F. Konzak (1974). "A decimal code for the growth stages of cereals". Weed Research. 14 (6): 415–421. doi:10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x
7. Про затвердження Методики польового оцінювання насіннєвих посівів соняшнику та ріпаку Наказ, Методика від 21.11.2018 № 558. URL: https://ips.ligazakon.net/document/view/re32965?an=2&ed=2018_11_21 (дата звернення: 23.03.2024).
8. Моніторинг полів в сільському господарстві: як застосовувати отримані дані. URL: https://blog.agrokebety.com/monitorynh-poliv-v-silskomu-hospodarstvi. (дата звернення: 23.03.2024).
9. Інтелектуальне управління тепличним господарством. URL: https://www.proxis.ua/uk/solution/automation-of-the-agricultural-sector/ (дата звернення: 23.03.2024).
10. Kalpana P., Anandan R., Hussien A.G., Migdady H., Abualigah L. Plant disease recognition using residual convolutional enlightened Swin transformer networks (2024) Scientific Reports, 14 (1), art. no. 8660. DOI: 10.1038/s41598-024-56393-8 https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85190363094&doi=10.1038%2fs41598-024-56393-8&partnerID=40&md5=541f6be704177217ac6584da3a9c231a
11. Voothuluru P., Wu Y., Sharp R.E. Not so hidden anymore: Advances and challenges in understanding root growth under water deficits (2024) The Plant cell, 36 (5), pp. 1377 – 1409. DOI: 10.1093/plcell/koae055 https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85192027980&doi= 10.1093%2fplcell%2fkoae055&partnerID=40&md5=bf1414b6b3a24cc50a4a7f485814643f

12. Zhang Y., Lu Y., Guan H., Yang J., Zhang C., Yu S., Li Y., Guo W., Yu L. A Phenotypic Extraction and Deep Learning-Based Method for Grading the Seedling Quality of Maize in a Cold Region (2024) Agronomy, 14 (4), art. no. 674. DOI: 10.3390/agronomy14040674 https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85191484052&doi =10.3390 %2fagronomy 14040674&partnerID= 40&md5=8a38bc5896f2a9385352ee5389b12d49.

Smolij Viktorija
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems and Technologies,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1268-7837
E-mail: vmsmolij@nubip.edu.ua

Smolij Natan
Postgraduate Student of the specialty "Information Systems and Technologies",
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-3763-6726
E-mail: hoibbitizukrainy@gmail.com

Yantsevych Anton
Student of the specialty "Information Systems and Technologies",
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
E-mail: ist21-a.yantsevych@nubip.edu.ua

Iskorostenskyi Olexiy
Student of the specialty "Information Systems and Technologies",
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
E-mail: ist21-o.iskorostenskyi@nubip.edu.ua

DESIGNING A COMPUTER SYSTEM FOR ANALYSING THE CONDITION OF PLANTS

Abstract. *This research is devoted to the topical issue of restoring agriculture in liberated territories, which is associated with the risks of mining, pollution, littering, overcoming the consequences of environmental disasters, soil degradation, etc., the need to carry out the specified work and conduct research on the possibility of growing plants in post-war conditions and the prospects for effective plant cultivation in areas of risky agriculture. The purpose of the article is to highlight the creation of an information system for analyzing the condition of plants, designed for agro-industrial activities related to the cultivation of bioenergy and cereal crops, which provides for the collection, processing, and recommendations on the condition of plants, which in turn allows determining the feasibility (rationality) of growing a particular plant variety in a particular region, plan field work, processing, and irrigation of plants.*

The article substantiates the need to conduct numerous experiments to identify plant development trends in the regions under study. It is proposed to use the collected statistical data to determine the appropriate (minimum necessary) amount of bioenergy and cereal crops, the necessary statistics on the reference indicators of normal plant development, and indicators of fruiting. A method is proposed for obtaining information about the current state of plants with detailed recording of development conditions and yield results, based on which means of abstraction should be used to develop the basis for an advisory information system built using appropriate methods of analysis and synthesis. A mathematical description of the determination of the effect of the environment and growing conditions (impact on plants) for any bioparameter is given: by plant weight, root or stem system length, number of damaged plants or number of seedlings, etc., designed to assess the suitability of a plant for agribusiness in a specific geographical region. The proposed Use-case, BPMN, and Dataflow diagrams illustrate, with a certain degree of detail, the sequence of actions and information processing for the plant condition analysis research process, which forms the basis for building an information system for plant condition analysis. Prospects for further research include the need for a more detailed study of each component of the proposed information system, clarifying the mechanisms for generating conclusions about the feasibility of growing plants in a particular region and components of advisory services for organizing activities in a specific agricultural sector of the economy.

Keywords*: post-war recovery, agro-industrial sector, agricultural crops, plant condition assessment, development parameter calculation, agrodrones, plant parameter identification task, information system, Use-case, Business Process Model and Notation, and Dataflow diagrams.*