

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ЦИФРОВИМ ДВІЙНИКОМ ЗАСОБАМИ OTREE

Цифрові двійники як інструмент моніторингу та підтримки рішень поступово впроваджуються в агросектор. Водночас поведінковий аспект взаємодії агровиробників із такими системами залишається практично недослідженим. Метою роботи є розроблення поведінкового експерименту на платформі oTree, що моделює прийняття агрономічних рішень в умовах взаємодії з системою цифрового двійника поля сої, та дослідження рівня довіри агровиробників до автоматизованих рекомендацій.

Для проведення дослідження розроблено програмний застосунок SoyTwin на базі oTree з використанням мови програмування Python [1]. Учасник виступає в ролі агронома, що керує полем сої площею 50 га. Система цифрового двійника аналізує стан поля за даними датчиків (температура повітря, вологість ґрунту, якість ґрунту) та формує рекомендації щодо розподілу 100 одиниць ресурсу між трьома напрямками: зрошенням, добривами та пестицидами. Експеримент складається з трьох раундів, кожен з яких моделює окремий агрономічний сценарій: стандартний сезон, посуху та спалах фузаріозу. У кожному раунді учасник вирішує, дотриматись рекомендації двійника чи обрати власну стратегію розподілу (рис. 1).

Результати — Раунд 2

⚠️ Помірне відхилення від рекомендації двійника.		
Ресурс	Ваш вибір	Двійник рекомендував
💧 Зрошення	75	70
🌱 Добрива	10	20
🐛 Пестициди	15	10
🌾 Врожайність: 55.8%		
📉 Відхилення від двійника: 20 балів		
Next		

Рисунок 1 – Сторінка результатів після раунду

Врожайність розраховується за формулами, що враховують агрономічні закономірності реакції сої на зрошення, добрива та захист від хвороб. У другому раунді (посуха) застосовується підвищений коефіцієнт впливу зрошення та штраф за недостатнє зволоження, що відповідає науковим даним про втрати врожаю сої в критичній фазі цвітіння. У третьому раунді

(хвороба) відсутність достатнього захисту пестицидами призводить до додаткових втрат через розповсюдження фузаріозу. Результати кожного раунду відображаються у вигляді таблиці порівняння з рекомендацією двійника та показника відхилення.

Центральним показником є середнє відхилення, що обчислюється як сума абсолютних різниць між фактичним розподілом ресурсів учасника та оптимальним розподілом цифрового двійника по кожному з трьох напрямків:

$$D = |irr - irr^*| + |fert - fert^*| + |pest - pest^*|, \tag{1}$$

де *irr, fert, pest* є фактичними значеннями, *irr*, fert*, pest** є рекомендованими двійником. За значенням середнього відхилення по трьох раундах формується поведінковий профіль учасника: «довіряючий» ($D < 15$), «автономний» ($15 \leq D < 40$) та «незалежний» ($D \geq 40$) (рис. 2).

Розроблений застосунок SoyTwin реалізує трираундовий поведінковий експеримент із моделюванням реальних агрономічних сценаріїв. Ключовим результатом є показник відхилення рішень учасника від рекомендацій цифрового двійника, що дозволяє виявити поведінкові патерни та оцінити готовність агровиробників до впровадження систем цифрового двійника. Для подальших досліджень доцільно замінити спрощені розрахункові формули емпіричними даними польових експериментів для конкретних регіонів і сортів сої, що дозволить отримати агрономічно достовірніші результати та розробляти обґрунтовані стратегії підвищення врожайності.

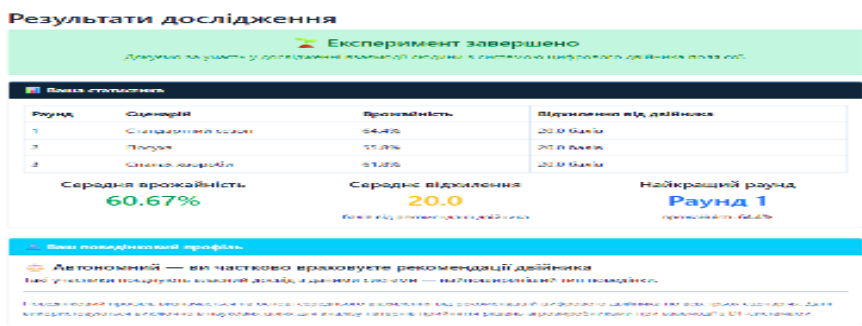


Рисунок 2 – Фінальна сторінка з поведінковим профілем учасника

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. oTree Documentation. URL: <https://otree.readthedocs.io/en/latest/> (дата звернення : 14.04.2026).