

ISBN 978-617-8102-06-7

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ВІДДІЛЕННЯ ЗЕМЛЕРОБСТВА, МЕЛІОРАЦІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ  
АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

АКАДЕМІЯ ІНЖЕНЕРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ВІДДІЛЕННЯ НАУК ПРО ЗЕМЛЮ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК ВИЩОЇ  
ОСВІТИ УКРАЇНИ

УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ АГРАРНИХ ІНЖЕНЕРІВ



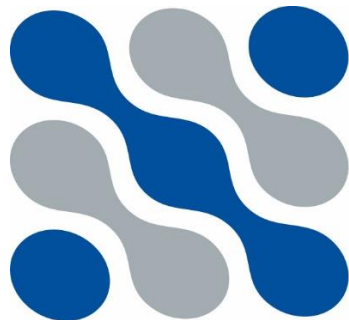
125 річниці НУБіП України присвячується

*ЗБІРНИК*

*ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ*

*ХІХ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНІЦІ»*

**TechEnergy 2023**



**TECH** 2023  
ENERGY

*18-19 травня 2023 року  
м. Київ*

обладнання, технологій виконання механізованих робіт (мінімальна та нульова обробки ґрунту), що надасть змогу підвищити рентабельність сільськогосподарської діяльності шляхом економії пально-мастильних матеріалів, скорочення числа технологічних операцій з обробки ґрунту, зменшення кількості застосовуваних технічних засобів і підвищення функціональності техніки, а також протистояти вітровій і водній ерозії ґрунту, сприяти умовам для життєдіяльності ґрунтової мікрофлори й живих організмів та зменшити ущільнення ґрунту;

– застосування нетрадиційних джерел енергії та перехід на біопаливо згідно Енергетичної стратегії України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» шляхом збільшення частки споживання біопалива до 20% від загального споживання пального.

#### Список літератури

1. Захарчук О. В., Вишневецька О. В. Використання паливно-енергетичних ресурсів у сільському господарстві. Економіка АПК. 2015. № 5. С. 62–69.

2. Захарчук О. В. Довідник економіста сільськогосподарського підприємства. Київ. ННЦ «ІАЕ». 2018. 600 с.

3. Захарчук О. В. Матеріально-технічне забезпечення та ринки матеріально-технічних ресурсів і послуг в аграрному секторі економіки : монографія. Київ. ННЦ «ІАЕ». 2021. 376 с.

УДК 631:608

JEL Classification Q 01; D 24; P 42

## **ІНТЕГРУВАННЯ WEB ТА МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЦИФРОВОГО ПЕНЕТРОМЕТРА S600**

*Деркач О. Д., кандидат технічних наук, доцент*

*Макаренко Д. О., кандидат технічних наук, доцент*

*Мельниченко В. І., кандидат технічних наук, доцент*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Як відомо, впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур передбачає вирішення багатьох технічних, технологічних і екологічних завдань: зменшення використання ресурсів, скорочення термінів сівби, догляду, збирання; підвищення родючості ґрунту. Якість вирощеного урожаю має відповідати світовим стандартам. Сьогодні аграрії України застосовують разом із традиційними технологіями землеробства і такі як Mini-Till, No-Till, Drill-Till, Strip-Till, Controll-Traffic. Також має місце і поєднання декількох технологій в межах одного агропідприємства. Як правило, технології ефективно адаптуються до умов землеробства в Україні і навіть до у

мов конкретного підприємства. Основним ризиком землеробства до війни з російською федерацією був ризик малої кількості опадів. Сьогодні в сільськогосподарському виробництві виникли ще й нові лімітуючі фактори: замінування полів; зменшена кількість техніки та обмежені людські ресурси. Щоб отримати високі врожаї при помірних витратах коштів та інших ресурсів (людських, матеріально-технічних) необхідно проводити технологічні операції в максимально стислий (короткий) період. Для дотримання агротехнічних термінів у середніх (100...1000 га) та великих (1000...20000+ га) агропідприємствах використовується потужна і високопродуктивна техніка: трактори John Deere 8334R, John Deere 8345RT, Case IH STX 535/600 та інші; комбайни Case IH 9420, Lexion 770, John Deere 670i; сільськогосподарські машини Horsch Maestro 36.5, Turbosem II 19-60, Ecolo-Tiger-730 та багато іншої різноманітної техніки. Збільшується доля застосування безпілотних літальних апаратів для виконання різних завдань: обстеження полів, визначення меж полів, дослідження стану розвитку рослин, обприскування посівів засобами захисту тощо.

При реалізації енергоощадних технологій, як правило, машиновикористання тяжіє до експлуатації широкозахватних МТА. Мета – підвищення продуктивності та зменшення негативної дії рушіїв на ґрунт. Проте, тут виникає технологічний конфлікт, а саме: збільшення ширини захвату МТА зумовлює використовувати енергозасоби великої маси (для забезпечення тягових характеристик). Через це існує загроза зниження урожайності через надмірне ущільнення ґрунтів. Наприклад, глибина дії ущільнюючого ефекту від коліс зернозбирального комбайна, масою від 13 тонн, сягає 0,8 м [1]. У разі застосування традиційної технології землеробства – з інтенсивним обробітком ґрунту – останній, крім дії робочих органів у орному шарі, постійно піддається ще й негативній дії маси тракторів у підорному. А глибина обробітку, як правило, не перевищує 30...32 см. Крім того, розраховано, що довжина пройденого шляху (слідів) зернозбирального комбайна, оснащеного жаткою шириною захвату 6 метрів, який зібрав урожай на полі, площею 100 га сягає 125...166 км, в залежності від способу пересування на полі. Ці та інші фактори спонукають до утворення так званої «плужної підшви» - дуже ущільненого шару ґрунту, який суттєво уповільнює проникнення вологи і повітря як в глибші шари ґрунту, так і навпаки. Переущільнення ґрунту, звичайно, призведе до суттєвого зниження урожайності і навіть може спровокувати загибель рослин (рис. 1).

Таким чином сучасне землеробство, незалежно від технології вирощування сільськогосподарських культур, характеризується використанням високопродуктивної техніки, яка має велику вагу. Виходячи з цього, необхідно впроваджувати додаткові методи контролю ущільнення ґрунтів.

Постановка проблеми. В умовах впровадження технологій землеробства, в яких застосовуються високопродуктивні і важкі машинні агрегати, необхідно користуватись інструментами швидкого контролю і аналізу за щільністю ґрунтів. Існуючі пенетрометри механічного типу (рис. 2) не можуть задовольнити

сучасних вимог аграріїв, так як такі інструменти не дають повну, точну і головне, швидку інформацію про стан ґрунту на всьому полі.



Рис. 1. Посіви соняшника, який зупинився в розвитку через переущільнення ґрунту (доведено вимірюваннями твердості ґрунту).



Рис. 2. Пенетрометр механічного типу. Без прив'язки до GPS.

До переваг такого типу пенетрометрів слід віднести невелику вартість, компактність, простоту у використанні. До недоліків необхідно віднести: відсутність прив'язки до GPS, відсутність GSM, неможливість створення карт ущільнення. Такі та аналогічні прилади сьогодні не відповідають сучасним вимогам і не можуть застосовуватись в системах точного та цифрового землеробства.

Таким чином, метою роботи є інтегрування існуючих софтів цифрових інструментів для визначення величини ущільнення ґрунтів у програми для ведення цифрового землеробства.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- навести схему реалізації технології від «точки вимірювання – до застосування результатів в технології вирощування с.-г. культур»;
- розробити технологію фіксації точок виміру твердості ґрунтів;
- провести експериментальні вимірювання.

Вирішення завдання. Для реалізації першого завдання розробили технологічну схему взаємодії цифрового пенетрометра з софтами для точного та

цифрового землеробства шляхом фіксації та передачі даних за допомогою GPS та GSM-зв'язку (рис. 3).

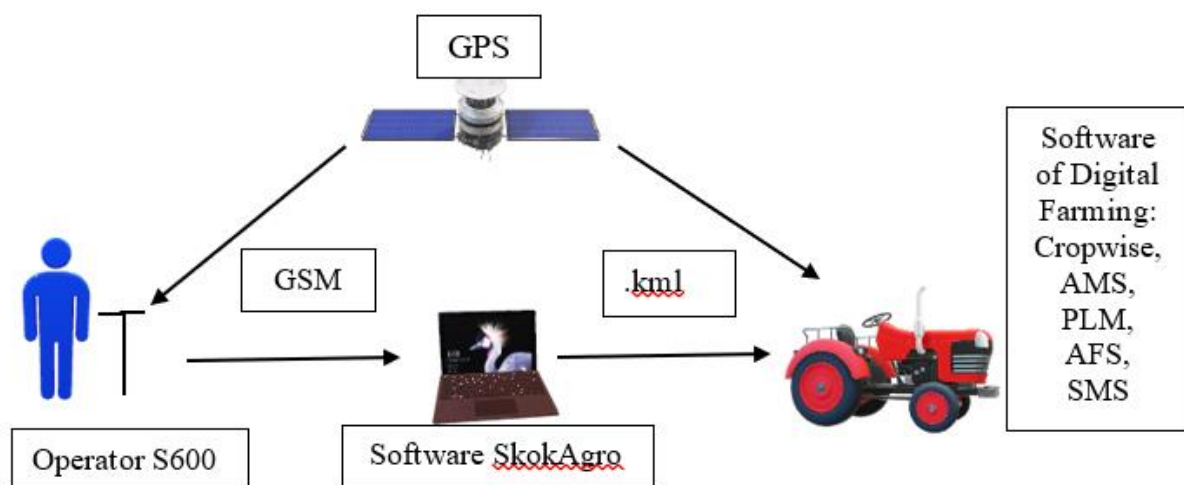


Рис. 3. Схема передачі даних величини ущільнення ґрунтів від моменту вимірювання до внесення їх в карти завдань (приписів) у інших софтах.

Така технологічна схема може бути реалізована при використанні цифрового пенетрометра S600 українського виробника Skok Agro [2]. Даний пенетрометр оснащений приймачем GPS, антеною GSM-зв'язку та відповідним програмним забезпеченням SkokAgro для прийняття, зберігання, аналізу та обробки отриманих даних (рис. 4).

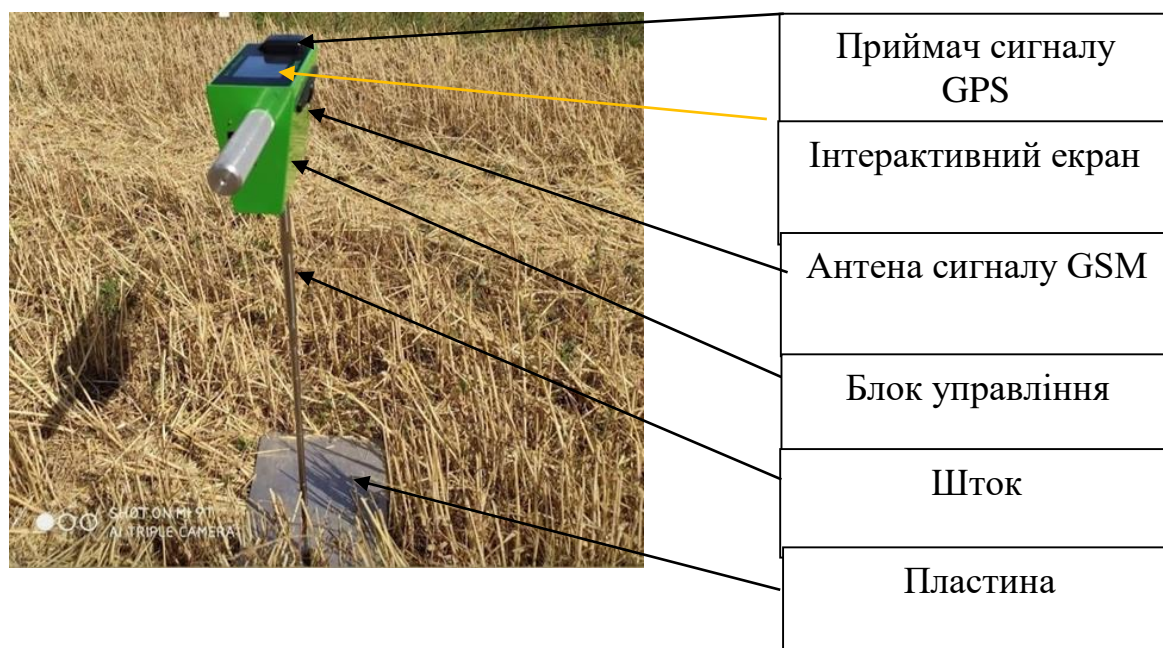


Рис. 4. Загальний вигляд цифрового пенетрометра S 600.

Пенетрометр вимірює твердість ґрунту. Цей показник є пропорційним ущільненню. Тому, отримані значення твердості корелюють із величиною

ушільнення. Отримані дані твердості (кПа) за допомогою GSM-зв'язку передаються на сервер, звідки вони зчитуються програмою Skok Agro (рис. 5). Цей софт підключений до сервісу Google Map та має функції: «Список дослідів» (вимірювань); «Звіти по твердості» (виконані роботи) та «Сітка» [3]. Також, є можливість віртуально обмежити контурами поле, на якому будуть проведені дослідження твердості. Це дозволяє визначити обсяг роботи, місцезнаходження поля, спроектувати переміщення оператора по полю. В режимі «Сітка» на карту автоматично наносяться точки взяття проб (точки, в яких будуть проведені вимірювання твердості ґрунту). В залежності від площі поля, можна обирати дискретність вимірювань у розрахунку: одне вимірювання на 15 га; одне вимірювання на 10 га, на 5 га або пропонується обрати власну площу, меншу, ніж 5 га (рис. 6). Згенерована сітка дає уяву, в якому місці необхідно оператору проводити вимірювання.



Рис. 5. Загальний вигляд інтерфейсу Skok Agro.

Оператор, який вимірює твердість ґрунту повинен провести ці заміри у визначених софтом Skok Agro точках (рис. 6).

У даному випадку оператору потрібно було знайти точку виміру на полі. Очевидно, для цього необхідно координати точок сумістити з іншим трекером, який повинен бути встановлений на мобільному пристрої оператора.

Виконання цього завдання реалізується наступним чином. Як видно, з рис. 6, наведену інформацію можна зберігати у файлові з розширенням «.kml». Даний файл, викачується із софта SkokAgro і надсилається на електронну скриньку оператора. Оператор відкриває отриманий файл у застосунках: GPX Viewer або Locus Map (рис. 7 а, b), або будь-якому іншому застосунку, який сприймає файли з розширенням «kml». Таким чином, користуючись даною програмою і

увімкнувши функцію «Місцезнаходження» на смартфоні, оператор рухається по полю і суміщає точки свого місцезнаходження і точки на полі.

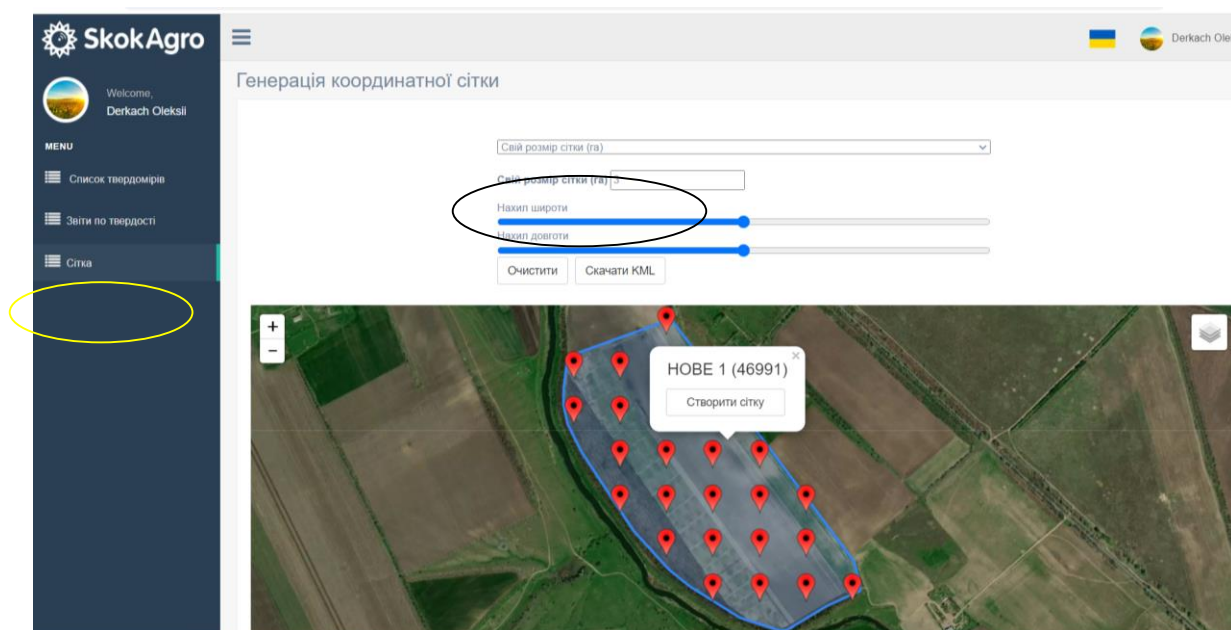


Рис. 6. Сітка точок вимірювань, створена в софті Skok Agro.

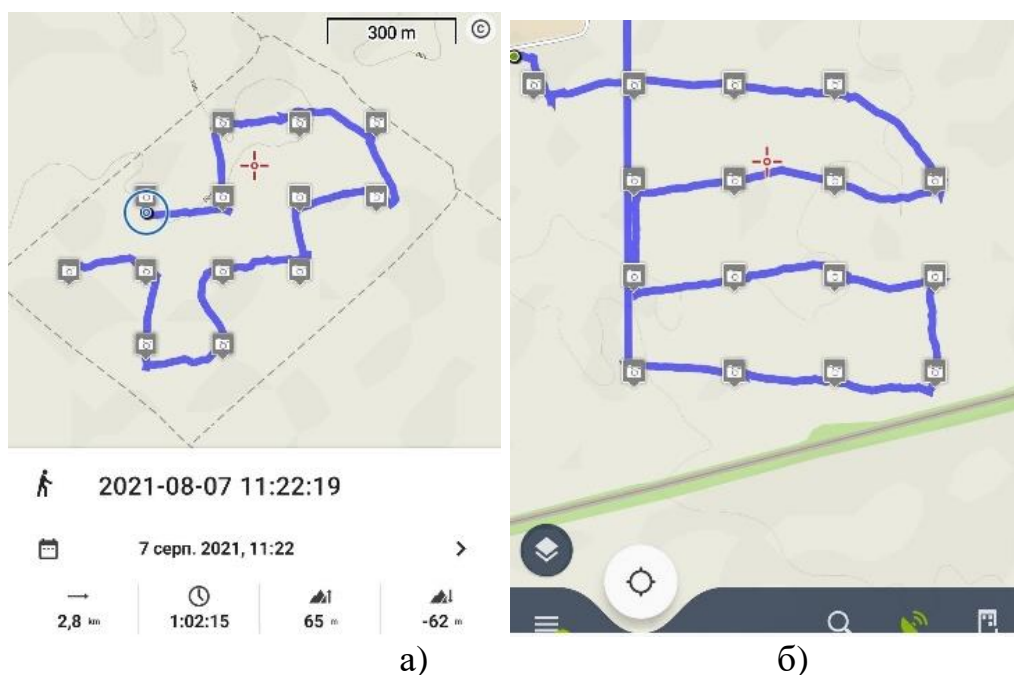


Рис. 7. Точки вимірювань і трекер переміщення оператора в застосунках: а – GPX Viewer; б – Locus Map.

Провівши вимірювання твердості ґрунту в заданих точках, оператор за допомогою GSM-зв'язку передає результати на сервер. У програмному забезпеченні Skok Agro відображаються ці результати (рис. 8). Твердість ґрунту визначається в кожній заданій точці на глибину 60 см з дискретністю 1 см. Таким чином маємо карту твердості ґрунту всього поля на глибину до 60 см.

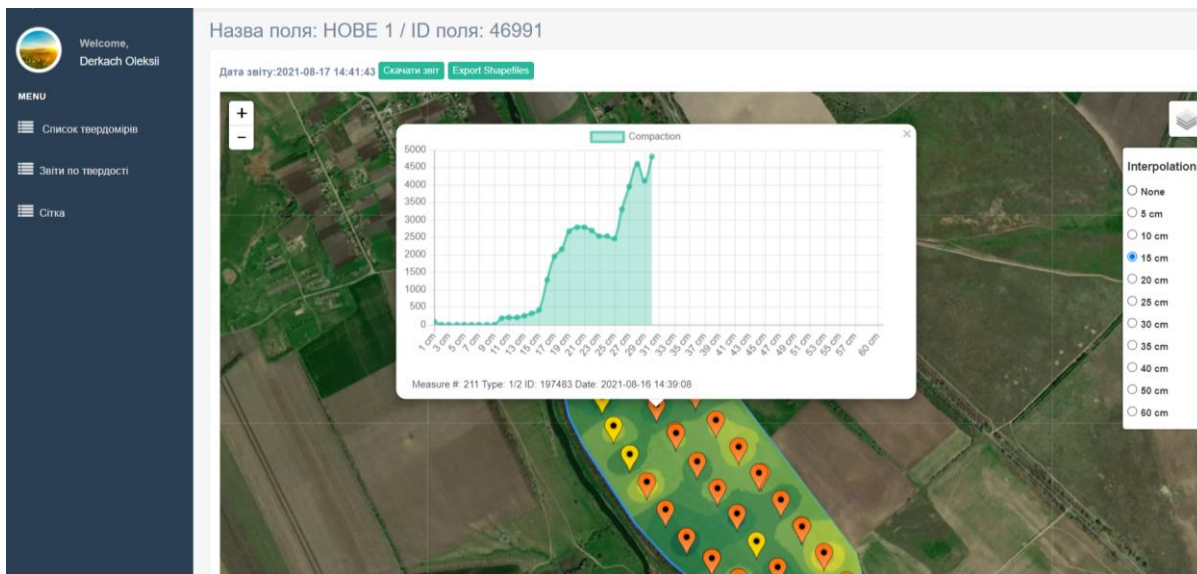


Рис. 8. Результаты твердости грунта одного из агропредприятий.

Так як у софті Skok Agro є можливість створювати і файли з розширенням «.share», то результати можуть бути інтегровані в інші софти точного та цифрового землеробства.

Експериментальна частина. На експериментальному полі Т18 іншого агропредприємства було здійснено 14 вимірювань. Технологія вирощування – No Till з 2006 року. Отримані результати перенесли на портал Skok Agro. Встановлено, що на глибині до 40 см твердість ґрунту оптимальна і сприятлива для розвитку кореневої системи рослин (зусилля впровадження пірамідки пенетрометра в ґрунт склало до 3500 кПа). На рис. 9 наведені дані величини твердості ґрунту на глибині 40 см. У даному випадку, таке ущільнення зумовлено не дією рушій машин, а власною вагою ґрунтів. Отримані дані ущільнення поля Т18 були перенесені до AFS Software – і це стало початком збору інформації про історію даного поля (рис. 10).



Рис. 9. Результаты замірів твердості ґрунту поля Т18.

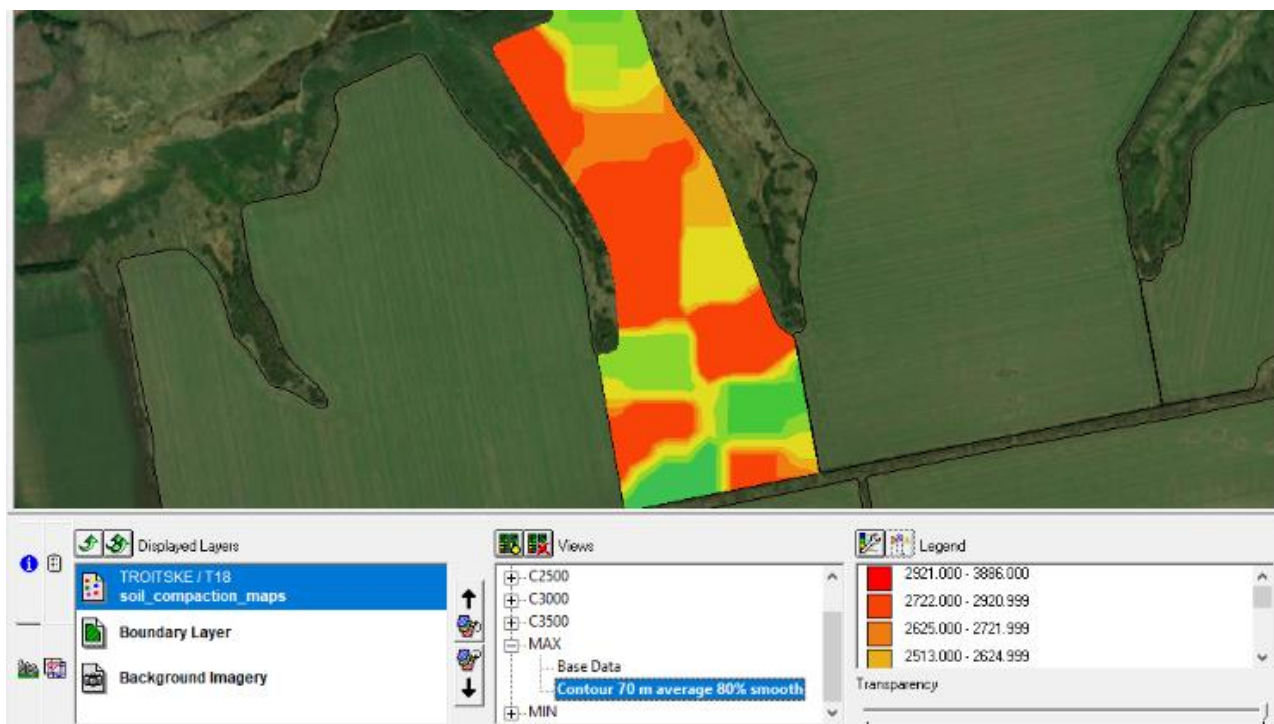


Рис. 10. Карта ущільнення поля Т18 після обробки результатів в AFS Software.

Такі карти можна будувати для різної глибини з дискретністю 5 см. Що дало нам визначення величини ущільнення ґрунту? По-перше, електронні карти ущільнення ґрунту допомагають налаштовувати, наприклад, глибокорозпушувач, на правильну робочу глибину. Кожен додатковий неправильно ідентифікований сантиметр ущільнення ґрунту, що знаходиться нижче рівня 20 см веде до збільшення витрат палива в середньому на 1 л/га. Але, так як ТОВ «Агро КМР» працює на даному полі за технологією No-till, то ці карти ущільнення ґрунту підуть до історії поля для подальшого визначення зон високої, нормальної та заниженої врожайності та їх причини. В даному випадку ми встановили, що надмірного ущільнення ґрунту в зоні розвитку кореневої системи немає, а вплив різної щільності ґрунту не спричинить значної негативної дії на врожай. Отже, для агронома залишаються інші фактори, що впливатимуть на формування урожаю: наявність поживних речовин, ґрунтової вологи, тощо. Необхідно здійснювати постійний моніторинг індексу NDVI.

Зауважимо, що в процесі реалізації технологій точного та цифрового землеробства значну роль грають мінімум три великих чинника:

- величина ущільнення ґрунтів;
- забезпеченість ґрунтовою вологою;
- наявність поживних речовин (органічних та мінеральних).

Висновки. Використання даного пенетрометра і софта значно прискорює отримання даних, їх інтеграцію в інші софти [4] та забезпечує високу точність отриманих результатів. Використання і комбінація отриманих результатів з

іншими софтами, за допомогою яких отримують інші результати в землеробстві, сприяє підвищенню ефективності ведення агробізнесу.

*\*автори висловлюють подяку власнику виробництва цифрових пенетрометрів S600 і софта Skok Agro – **Сергію Скок**, який зараз боронить незалежність України в Збройних Силах України, за підтримку вітчизняної прикладної науки.*

#### Список літератури

1. Павліський В. М., Нагірний Ю. П., Мельник І. І. Проектування технологічних систем рослинництва. Тернопіль. Збруч, 2003. 256 с.
2. Інструкція з експлуатації твердоміра ґрунту Skok Agro S600. Версія 1.3. 2019 рік.
3. <http://portal.skokagro.com>.
4. Технологія Topsoil-Mapper. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.topsoil-mapper.com>.

## ЗМІСТ

Стор.

### ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

ВИКОРИСТАННЯ ПАЛЬНОГО У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ <i>Захарчук О. В.</i>	7
ІНТЕГРУВАННЯ WEB ТА МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЦИФРОВОГО ПЕНЕТРОМЕТРА S600 <i>Деркач О. Д., Макаренко Д. О., Мельниченко В. І.</i>	9

### СЕКЦІЯ ІННОВАЦІЇ АГРАРНОЇ НАУКИ LIVING LABS

DETERMINATION OF PROSPECTIVE DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF FRACTIONAL TECHNOLOGIES OF CLEANING AND SEPARATION GRAINS AND SEEDS <i>Stepanenko S. P., Kotov B. I., Volyk D. A.</i>	18
ОГЛЯД СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ СОЛОМИ ДО АНАЕРОБНОГО МЕТАНОВОГО ЗБРОДЖУВАННЯ <i>Валієв Т. О., Поліщук В. М.</i>	23
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ ДИСКОВОГО ТИПУ ДЛЯ ЛУЩЕННЯ ЗЕРНА ГРЕЧКИ <i>Анеляк М. М., Кузьмич А. Я.</i>	25
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЯ ЗА ГУСТИНОЮ <i>Степаненко С. П., Волик Д. А., Попадюк І. С.</i>	27
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ АСИМЕТРИЧНОЇ ДИСКОВОЇ БОРОНИ <i>Гриценко О. П., Насонов В. А., Степаненко С. П.</i>	31
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ У КАЧАНАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ВАКУУМНОЇ СУШАРКИ <i>Швидя В. О., Степаненко С. П., Коновал О. О.</i>	35