

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР
ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ
ОБЛАСТІ**

**Довідник
ІТ технологій в
землеробстві та тваринництві
4-й випуск**

Дніпро - 2025

Довідник ІТ технологій в землеробстві та тваринництві. 4-й випуск.

Довідник складено відповідно до Державного стандарту професійно-технічної освіти 8331.A.01.50 – 2016 з професій «Тракторист-машиніст сільськогосподарського виробництва», Державного стандарту професійно-технічної освіти 8331.A.01.50 – 2016 з професії «Робітник фермерського господарства».

Довідник ІТ технологій в землеробстві та тваринництві може бути корисний викладачам спеціальних предметів теоретичної підготовки та майстрам виробничого навчання в процесі підготовки здобувачів освіти з професії аграрного напрямку підготовки кваліфікованих робітників.

Укладач:

Степанов І.В., методист НМЦ ПТО у Дніпропетровській області

Рецензент:

ЗМІСТ

	ПЕРЕДМОВА	4
1.	ПРЕЦИЗІЙНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: СУТНІСТЬ ТА ПЕРЕВАГИ	5
1.1	Технології прецизійного землеробства	5
1.2	Основні системи та обладнання, що використовуються в прецизійному землеробстві	6
1.3	Прецизійне землеробство в Україні	9
2.	ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	11
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	14

ПЕРЕДМОВА

В останні роки впровадження інформаційних технологій в сільському господарстві призвело до коригування способів обробки сільськогосподарських культур та управління полями. Технології докорінно змінили концепцію сільського господарства, зробивши його більш вигідним, ефективним, безпечним та простим. Як результат, сучасні ферми отримують значні вигоди від інформаційних технологій у сільському господарстві, що постійно розвиваються. Ці переваги включають зниження споживання води, поживних речовин та добрив, зниження негативного впливу на навколишню екосистему, зменшення хімічного стоку у місцеві ґрунтові води та річки, підвищення ефективності, зниження цін та багато іншого. Таким чином, бізнес стає економічно вигідним, розумним та стійким.

Використання цифрових технологій, таких як дрони та системи інтернету речей (IoT), значно покращує моніторинг та управління полями. Дрони дають змогу оперативно отримувати точні дані про стан посівів, виявляти проблеми на ранніх стадіях і вживати заходів щодо їх усунення. Це скорочує час і ресурси, що витрачаються на діагностику та вирішення проблем. Сенсори, встановлені в полях, можуть контролювати вологість ґрунту, температуру і рівень поживних речовин, що дає змогу оптимізувати полив і удобрення рослин. Такі системи допомагають економити воду і добрива, що особливо важливо в умовах дефіциту ресурсів і підвищення вартості сільськогосподарських матеріалів.

Також, одним з актуальних завдань сучасного аграрного виробництва є проблема подальшого розвитку спрямованого на забезпечення зростаючого попиту на продукти харчування та інші сільськогосподарські продукти, яке доцільно вирішувати на інноваційній платформі прецизійного землеробства та з використанням можливостей штучного інтелекта.

ПРЕЦИЗІЙНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: СУТНІСТЬ ТА ПЕРЕВАГИ

1.1 Технології прецизійного землеробства

«Прецизійне землеробство» - це український термін від «precision agriculture» (прецизійне сільське господарство).

За своєю сутністю прецизійне землеробство - це концепція управління сільськогосподарським виробництвом, яка використовує технології для спостереження, вимірювання та реагування на мінливість у посівах та полях. Мета полягає в оптимізації використання ресурсів (таких як вода, добрива та пестициди) та максимізації ефективності та стійкості в сільськогосподарському виробництві. Замість того, щоб керувати всім полем однаково, прецизійне землеробство дозволяє здійснювати управління на конкретних ділянках, застосовуючи потрібні ресурси в потрібний час і в потрібному місці.

Ключові технології, що використовуються в прецизійному землеробстві:

GPS (Глобальна система позиціонування) та GNSS (Глобальна навігаційна супутникова система): Забезпечують точні дані про місцезнаходження для картографування та керування сільськогосподарською технікою (рисунки 1, 2).

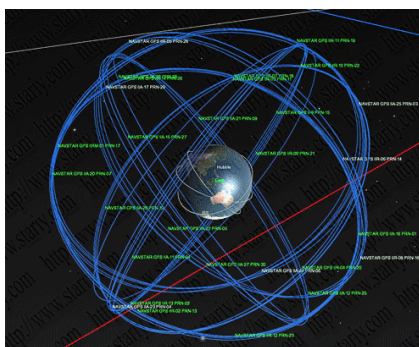


Рисунок 1. Система супутників GPS

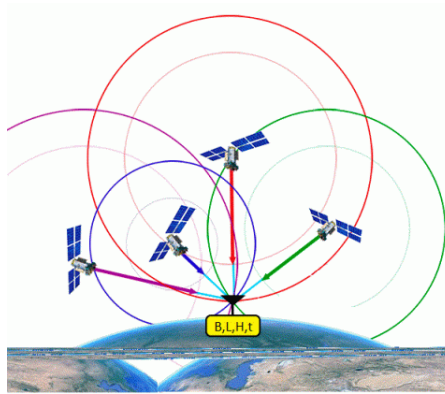


Рисунок 2. Процедура збору даних з супутників в системі GNSS

ГІС (Географічні інформаційні системи): Програмне забезпечення для аналізу та візуалізації просторових даних, таких як карти ґрунтів та дані про врожайність (Рисунок 3).

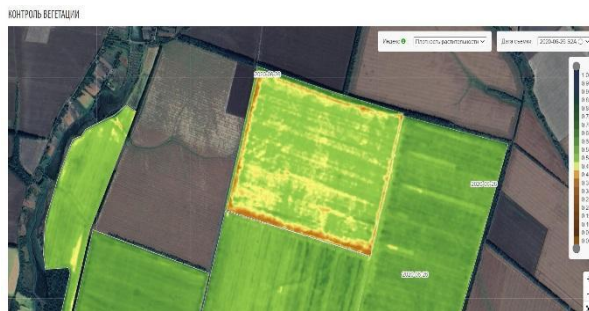


Рисунок 3. Карта продуктивності на основі даних ГІС із визначенням більш і менш продуктивних ділянок поля.

1.2 Основні системи та обладнання, що використовуються в прецизійному землеробстві.

Датчики:

- ґрунтові датчики: вимірюють вологість ґрунту, температуру, вміст поживних речовин та ущільнення (рисунок 4);



Рисунок 1. Датчик вологості ґрунту PESSL INSTRUMENTS система pi54-d

- датчики рослин: оцінюють стан здоров'я рослин, фазу росту та рівень поживних речовин (рисунок 5);

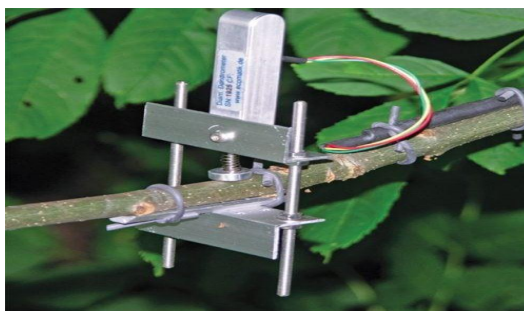


Рисунок 5. Дендрометр PESSL INSTRUMENTS

- датчики врожайності: записують дані про врожайність зерна та вміст вологи під час збирання (Рисунок 6).



Рисунок 6. Датчик врожайності, встановлений на комбайні

Дистанційне зондування: використання супутникових знімків, дронів та аерофотознімків для збору даних про стан посівів та умови на полях.

Технологія диференційованого внесення (VRT): Обладнання, яке автоматично регулює норму внесення ресурсів (насіння, добрив, пестицидів, води) на основі даних, отриманих у реальному часі, або попередньо визначених карт.

Системи керування машинами (автопілот): системи на основі GPS, які автоматично керують тракторами та іншою сільськогосподарською технікою з високою точністю.

Робототехніка та автоматизація: автономні машини для виконання таких завдань, як посадка, прополювання та збирання врожаю.

Аналітика даних та штучний інтелект (ШІ): програмне забезпечення та алгоритми для аналізу великих наборів даних та надання рекомендацій для прийняття кращих рішень.

Програмне забезпечення для управління фермерським господарством: платформи для інтеграції даних з різних джерел та управління операціями фермерського господарства.

Переваги прецизійного землеробства.

Підвищення ефективності агровиробництва: оптимізація використання ресурсів зменшує відходи та витрати.

Збільшення врожайності сільськогосподарських культур: адаптація методів управління до конкретних ділянок може підвищити продуктивність.

Зменшення впливу на навколишнє середовище: точне внесення добрив та пестицидів мінімізує стік та потенційну шкоду екосистемам.

Економія коштів: Зниження витрат на ресурси (добрива, пестициди, вода, паливо) та оптимізоване використання ресурсів призводять до кращої прибутковості.

Покращення стійкості: практики, що зберігають ресурси та зменшують вплив на навколишнє середовище, сприяють довгостроковій стійкості.

Можливість прийняття кращих рішень: інформація, отримана на основі даних, дозволяє фермерам приймати більш обґрунтовані рішення щодо їхньої діяльності.

Покращення якості врожаю: моніторинг та задоволення конкретних потреб можуть призвести до більш однорідної та якісної продукції.

Економія праці: автоматизація та системи керування можуть зменшити потребу в ручній праці.

Моніторинг у реальному часі: фермери можуть постійно відстежувати стан посівів та ґрунту та швидко реагувати на проблеми.

Елементи застосування прецизійного землеробства:

- диференційоване внесення добрив: внесення різної кількості добрив на різні ділянки поля на основі аналізів ґрунту та карт вмісту поживних речовин.

- точний висів: використання сівалок з GPS-навігацією для оптимізації відстані між насінням та глибини посіву.

- автоматизований контроль бур'янів: застосування роботів або обприскувачів на основі датчиків для цілеспрямованого знищення бур'янів, що зменшує використання гербіцидів.

- диференційоване зрошення: регулювання подачі води на основі датчиків вологості ґрунту та метеорологічних даних.

- картування врожайності: використання даних із зернозбиральних комбайнів для визначення ділянок з високою та низькою врожайністю для прийняття майбутніх управлінських рішень.

- моніторинг худоби: використання датчиків для відстеження здоров'я, поведінки та місцезнаходження тварин.

Прецизійне забезпечує поліпшення стану полів і підвищення ефективності аграрного менеджменту внаслідок реалізації основних критеріїв: агрономічного (з урахуванням реальних потреб культури в

добривах, до того ж не лише вдосконалюється агровиробництво, а й зберігається ґрунтова родючість полів); технологічного (вироблена продукція відрізняється вищою якістю); технічного (зменшується тайм-менеджмент на рівні господарства, зокрема покращується планування сільськогосподарських операцій); екологічного (зменшується негативний вплив агровиробництва на навколишнє середовище, наприклад, внаслідок точнішого оцінювання потреб культур в азоті призводить до обмеження застосування азотних добрив); економічного (спостерігається зростання продуктивності за зменшення матеріальних витрат, що підвищує ефективність агробізнесу). Іншою перевагою застосування технологій точного землеробства для агробізнесу є ведення електронного запису та наступного зберігання історії польових робіт і врожаїв, що важливо для наступних планувань та ухвалення рішень щодо сівозміни, а також для складання звітності про виробничий цикл. Всі ці заходи, зрештою, спрямовано на отримання з певного поля максимальної кількості якісної та дешевшої продукції, коли для всіх рослин агроценозу створюються однакові умови росту й розвитку без порушення норм екологічної безпеки.

1.3 Прецизійне землеробство в Україні

Практика показує, що сучасні методи ведення сільського господарства застаріли, а нові прогресивні технології, визнані й успішно застосовувані у всьому світі, ще не отримали в Україні належної уваги та розвитку. Тому сьогодні актуальна проблема реформування аграрного сектору України, впровадження ощадних технологій, що сприяють підвищенню родючості ґрунтів та одержанню стабільних урожаїв за мінімальних витрат. Компенсацією скорочення чисельності працівників, зайнятих у сільськогосподарському виробництві, є підвищення продуктивності праці внаслідок збільшення ширини захвату агрегатів, підвищення їх вантажності та швидкості виконання технологічних операцій. Так, ширина захвату машин для внесення добрив збільшилася до 46 м, посівних агрегатів — до 18 м, ґрунтообробних машин — до 22 м, зернозбиральних комбайнів — до 12 м, силосозбиральних комбайнів — до 10,8 м, картоплесадильних машин — до 7,2 м, вантажність причепів підвищилася до 50 т — і таких прикладів безліч. В основі точного землеробства лежить керування продуктивністю посівів, що враховує варіабельність довкілля рослин. Прецизійне землеробство сприймається як невіддільна частина ресурс ощадного екологічного сільського господарства і має на увазі застосування інтегрованої системи керування, а не окремих її розділених елементів. Основними завданнями та

напрямами робіт у галузі точного землеробства на тепер є: автоматизація процесів керування технікою (паралельне водіння чи авто пілотування) на базі системи навігації GPS (рисунки 7, 8) за проведення технологічних операцій, що забезпечує точність висіву, вирівняність рядків зернових, картопляних гребнів тощо; складання ґрунтових карт господарств із використанням автоматичних пробовідбірників; контроль над змінами стану полів і посівів на різних ділянках; внесення строго певної кількості добрив та насіння на різні ділянки того самого поля залежно від стану ґрунту та посівів; автоматичний моніторинг урожайності та складання карт урожайності, а в перспективі — карт рентабельності полів; моніторинг і контроль над застосуванням дорогої техніки.

Україна має значний потенціал для розвитку прецизійного землеробства, враховуючи її великі площі сільськогосподарських угідь та важливість аграрного сектору для економіки. Хоча рівень впровадження цих технологій може варіюватися залежно від регіону та розміру господарства, інтерес до прецизійного землеробства зростає.

Фермери в Україні починають використовувати такі технології, як GPS-навігація, системи паралельного водіння, датчики ґрунту та рослин, а також програмне забезпечення для управління господарством. Розвиток ринку дронів та супутникових знімків також сприяє поширенню методів дистанційного зондування.



Рисунок и 7. Сучасне оснащення комбайну



Рисунок 8. Дисплеї крім побудови інтерактивної карти врожаю можуть паралельно бути активними в режимі автоводіння.

Перешкодами для більш широкого впровадження можуть бути вартість технологій, необхідність навчання та кваліфікованих кадрів, а також інфраструктурні обмеження. Однак, з огляду на зростаючу потребу в оптимізації виробництва та сталого розвитку, прецизійне землеробство має значні перспективи в Україні.

Отже, «прецизійне землеробство» - це сучасний підхід до ведення сільського господарства, який використовує технології та дані для оптимізації сільськогосподарських практик, що призводить до підвищення ефективності, продуктивності та стійкості. Україна має значний потенціал для подальшого розвитку цього напрямку.

2. ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

За прогнозами, ринок штучного інтелекту в сільському господарстві зросте з 2,08 млрд дол у 2024 році до 5,76 млрд дол у 2029 році, а середньорічний темп приросту (CAGR) становитиме 22,55% протягом 2024-2029 років.

Основна ідея, що стимулює інвестування в ШІ та робототехніку в сільському господарстві, полягає в необхідності максимізувати врожайність і якість аграрних культур на обмежених площах орних земель, одночасно зменшуючи залежність від людської праці, адже кількість людей у світі зростає і кожен потребує їжі.

Однією з помітних тенденцій в агровиробництві є поява безпілотних тракторів, які здатні до автономної навігації за допомогою технології GPS, підключення та відключення обладнання, розпізнавання меж фермерських господарств та дистанційного керування за допомогою планшетів. Ця інновація збільшить доходи фермерів на понад 10% при одночасному скороченні витрат на робочу силу.

Застосування методів машинного навчання покращує врожайність, що є ключовим фактором розвитку цього ринку. Процес селекції складний і трудомісткий. Він передбачає визначення конкретних генів, що відповідають за ефективне використання води та поживних речовин, адаптацію до зміни клімату, стійкість до хвороб, вміст поживних речовин або покращений смак.

Алгоритми машинного навчання використовують польові дані, сформовані протягом десятиліть. Ці алгоритми дозволяють аналізувати продуктивність культур за різних кліматичних умов і розробляти прогнозні моделі для визначення генів, які, імовірно, надають рослинам бажаних ознак.

Ринок розвивається завдяки дедалі ширшому впровадженню технології розпізнавання морд великої рогатої худоби. Ця технологія в поєднанні з класифікацією зображень, оцінкою стану тіла та аналізом моделей годівлі дозволяє здійснювати індивідуальний моніторинг поведінки худоби в стаді, що покращує управління молочними фермами.

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) або дронів також сприяє зростанню ринку. Дрони, оснащені мультиспектральними датчиками зображення та можливостями GPS-картографування, здатні переносити велике корисне навантаження, зокрема тепловізійні камери. Такі апарати дедалі частіше використовуються на полях, що підвищує попит на БПЛА.

Наприклад, компанія Planet Labs використовує супутникові знімки високої роздільної здатності для моніторингу угідь, розташованих на великих відстанях. Це дозволяє фермерам виявляти проблемні зони та своєчасно вживати заходи. Використання алгоритмів глибокого навчання для аналізу зображень допомагає визначати стадії росту культур, вологість ґрунту та ознаки захворювань.

Однак ринок стикається з проблемами, зокрема з необхідністю стандартизації збору даних та обміну ними. Незважаючи на швидкий прогрес у розвитку машинного навчання, штучного інтелекту та в розробці алгоритмів, збір добре маркованих, значущих сільськогосподарських даних відстає.

Застосування ШІ в аналітиці полегшує точне землеробство, надаючи інформацію про конкретні зони поля. Аналіз даних з дронів за допомогою алгоритмів ШІ дозволяє виявити відмінності в рості культур, вологості ґрунту та наявності шкідників, що дає змогу точно вносити добрива і пестициди, проводити зрошення.

Позитивний вплив на ринок штучного інтелекту в сільському господарстві мала пандемія COVID-19, яка послужила каталізатором інновацій та цифрової трансформації в секторі. Вимушена ізоляція

співробітників агрокомпаній стимулювала розвиток дистанційного управління фермерськими господарствами.

Пандемія підкреслила необхідність віддаленого моніторингу, що прискорило оцифрування аграрних практик. Інструменти ШІ для аналізу даних, прогнозного моделювання та розумного землеробства стали незамінними для оптимізації виробництва, мінімізації відходів та забезпечення продовольчої безпеки.

Переваги впровадження штучного інтелекту в сільськогосподарську практику багатогранні. Використовуючи аналітику даних і машинне навчання, фермери ухвалюють обґрунтовані рішення про оптимізацію витрат і підвищення врожайності. За оцінками, це може принести 85-115 млрд дол економії.

Технології ШІ здатні прогнозувати оптимальний час сівби, контролювати стан ґрунту і навіть виявляти хвороби рослин до їхнього поширення.

Такі можливості не лише покращують управління врожаєм, а й мінімізують вплив на навколишнє середовище, зменшуючи використання води, добрив та пестицидів. За підрахунками Світового економічного форуму, впровадження ШІ в агросектор може знизити використання пестицидів на 60%, води – на 50%.

Наприклад, компанія COALA допомагає австралійським фермерам збільшити ефективність іригації на 20%, аналізуючи супутникові дані за допомогою ШІ.

Крім того, сільськогосподарські роботи та дрони, керовані штучним інтелектом, переосмислюють сферу управління фермерськими господарствами. Ці технології виконують завдання із збирання врожаю, боротьби з бур'янами, пропонуючи точність та ефективність, які перевершують людські можливості.

Автоматизація трудомістких завдань також вирішує проблему дефіциту робочої сили, яка стає дедалі актуальнішою в багатьох сільськогосподарських регіонах.

Наприклад, компанія Verdant Robotics розробила обприскувач Model 3 на основі ШІ. Цей пристрій приєднується до трактора і з високою точністю обприскує бур'яни, використовуючи до 96% менше гербіцидів, ніж традиційні методи. Ця інновація не лише зменшує витрати фермерів, а й сприяє використанню органічних гербіцидів, що приносить користь природі та здоров'ю споживачів.

Дрони, оснащені камерами високої чіткості та сучасними датчиками, здатні збирати великі обсяги даних про стан посівів, ґрунтові умови та

характеристики полів. Дані, оброблені за допомогою аналітики на основі ШІ, надають фермерам критично важливу інформацію про фактори, що впливають на продуктивність посівів, зокрема здоров'я, рівень поживних речовин та напади шкідників.

Застосування ШІ в аналітиці полегшує точне землеробство, надаючи інформацію про конкретні зони поля. Аналіз даних з дронів за допомогою алгоритмів ШІ дозволяє виявити відмінності в рості культур, вологості ґрунту та наявності шкідників, що дає змогу точно вносити добрива і пестициди, проводити зрошення.

Дрони з ШІ можуть безперервно відстежувати стадії розвитку культур. Здатність штучного інтелекту інтерпретувати зображення з дронів і дані з датчиків дозволяє виявляти ранні ознаки стресу, хвороб або нестачі поживних речовин. Таким чином, фермери можуть вживати превентивні заходи: змінювати графік зрошення і застосовувати обприскування, щоб зберегти життєздатність посівів.

Аналітика дронів на основі штучного інтелекту також пропонує більш ефективний спосіб контролю величезних сільськогосподарських просторів. Замість того, щоб покладатися на трудомісткі польові перевірки, алгоритми ШІ швидко обробляють дані, зібрані дронами, щоб визначити області, які потребують втручання.

За даними NASSCOM, до 2025 року лише в Індії технології ШІ та обробки даних принесли агросектору додану вартість у розмірі 90 млрд дол. Якщо брати до уваги всі сектори, то внесок ШІ у ВВП Індії, за оцінками, досягне 500 млрд дол до 2025 року. Це підкреслює трансформаційний потенціал ШІ в сільському господарстві, особливо завдяки застосуванню аналітики за допомогою дронів.

Результати досліджень дозволяють систематизувати знання про наявні технології ШІ, які проявили себе як успішні методи вирішення проблем у сфері сільського господарства та агро промисловості і поширюватимуться в цьому напрямі протягом наступних п'яти – семи років. Їх розробка дозволить суб'єкту господарювання отримати конкурентні переваги та значний економічний ефект. Використання ШІ та роботів у сільському господарстві вирішує такі завдання: усунення проблем із кадрами, зменшення шкідливого впливу хімічних засобів на людей та навколишнє середовище, підвищення врожайності оброблюваних культур, збільшення продуктивності підприємств, зниження собівартості сільгоспвиробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://eos.com/uk/blog/suchasni-tekhnologii-v-silskom-hospodarstvi/>
2. <https://sampler-ecotec.com/tochne-zemlerobstvo-precyzijne-zemlerobstvo/>
3. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2\(36\)-266-277](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2(36)-266-277)
4. <http://repository.vsau.org/getfile.php/33692.pdf>
5. <https://newfood.ua/2024/11/20/rozumni-fermy-iak-shtuchnyy-intelekt-zminiui-e-silske-hospodarstvo/>
6. <https://traktorist.ua/articles/agro-it-abetka-g-geoinformaciyna-sistema-gis>
7. [https://geoterrace.lpnu.ua/gnss-merezha/shcho-take-gnss#:~:text=%D0%93%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%96%D0%B3%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20\(%D0%93%D0%9D%D0%A1%D0%A1,%3A%20%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%2C%20%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%96%20%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87%D1%96%D0%B2.](https://geoterrace.lpnu.ua/gnss-merezha/shcho-take-gnss#:~:text=%D0%93%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%96%D0%B3%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20(%D0%93%D0%9D%D0%A1%D0%A1,%3A%20%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%2C%20%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%96%20%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87%D1%96%D0%B2.)
8. <https://eos.com/uk/blog/his-tekhnologii-v-silskom-hospodarstvi/>