



Презентації з навчальної дисципліни
«Система точного землеробства»



Кафедра Агроінженерії та ТС
к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

СИСТЕМА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА



Кафедра Агроінженерії і ТС
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

Система точного землеробства – основа управління агробіологічним потенціалом поля

Зміст

1. Історична довідка виникнення системи точного землеробства.
2. Системи точного землеробства та її основні елементи.
3. Поняття системи глобального позиціонування.
4. Супутникові навігаційні системи.
5. Точність GPS і фактори, що на неї впливають.
6. Диференційна системи глобального позиціонування.

Література

1. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deer Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
2. Сучасні тенденції розвитку конструкцій с.г.техніки. За редакцією В.І. Кравчука, М.І. Грецишина, С.М. Ковалю – К. Аграрна наука, 2004. – 396 с.
3. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підручник у 2 т. Т.2. / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012 – 432 с. (Розділ 5 ст. 204 – 235. Основи точного землеробства).
4. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник/ С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.П. Поліщук. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с. (ст. 48 – 73. ГІС технології у рослинництві).
5. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия. – СПб.: Издательство ПИЯФРАН. 2007. – с. 384.
6. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. - К.: - НУБіП України, 2018. – 566 с.

Інформаційні ресурси:

1. Впровадження високих технологій в практику сільськогосподарського виробництва / Офіційний веб-портал інженерного центру "Геомир" [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geomir.ru/>
2. Система точного землеробства AMS / Офіційний веб-портал компанії John Deere [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deere.ua/>
3. Система точного землеробства AMS / Офіційний веб-портал компанії "Агротек" [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://agrotek.in.ua/John-Deere/Sel-skhozyajstvennaya-tehnika/Sistemy-tochnogo-zemledeliya-AMS>
4. Ефективні сільськогосподарські системи (EASY) / Офіційний веб-портал компанії Claas [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.claas.ua/cl-pw-ru/produkte/easy>
5. Система точного землеробства TRIMBLE / Офіційний веб-портал компанії "Агроальянс" [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.agroalliance.com.ua/sistemy_tochnogo_
6. Офіційний веб-портал компанії "АгроІТ" [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://agroit.com.ua/>
7. Офіційний веб-портал компанії "Агрі Ленд" [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agriland.ua/>

3

1. Історична довідка виникнення системи точного землеробства



Після війни, в період відновлення зруйнованого війною сільського господарства врожаї ледь перевищували 2-2,5 т/га, потім приблизно протягом 35- 40 років було досягнуто зростання врожаїв (в середньому по 0,1 т/га в рік) головним чином за рахунок збільшення вкладень.

В 70-80-ті роки, стратегія землеробства поступово почала змінюватися і в зв'язку з насиченням ринку і екологічними проблемами землеробство набуло дещо інший характер. Хоча воно ще не називалося точним, але фактично поступово ним ставало.

В СРСР і в Україні передвісником точного землеробства слід вважати програмування врожаїв - дуже популярний напрямок в 70-80-ті роки минулого століття, засновником якого в СРСР був І.С. Шатилов, а в Україні – В.П. Кузьмичев. В основі програмування були використані досягнення агрометеорології, агрофізики, агрохімії, математичного моделювання та інформатики.

4

2. Система точного землеробства та її основні елементи

Під **точним землеробством** (*Precision Farming (Agriculture)*) слід розуміти:

- практичне застосування норм внесення технологічних матеріалів відповідно до конкретних унікальних особливостей кожної елементарної ділянки поля;
- технологічний процес, який дозволяє впливати на ріст рослин і його врожайність;
- програмування врожаю з максимальним використанням генетичного потенціалу рослин;
- цільова спрямованість для підвищення ефективності управління виробництвом;
- стратегія управління, яка використовує інформаційні технології, включаючи дані з багатьох джерел для того, щоб приймати рішення, які пов'язані із сільськогосподарським виробництвом, ринком, фінансами і людьми;
- інструмент сільськогосподарської глобалізації;
- сільськогосподарська система майбутнього.

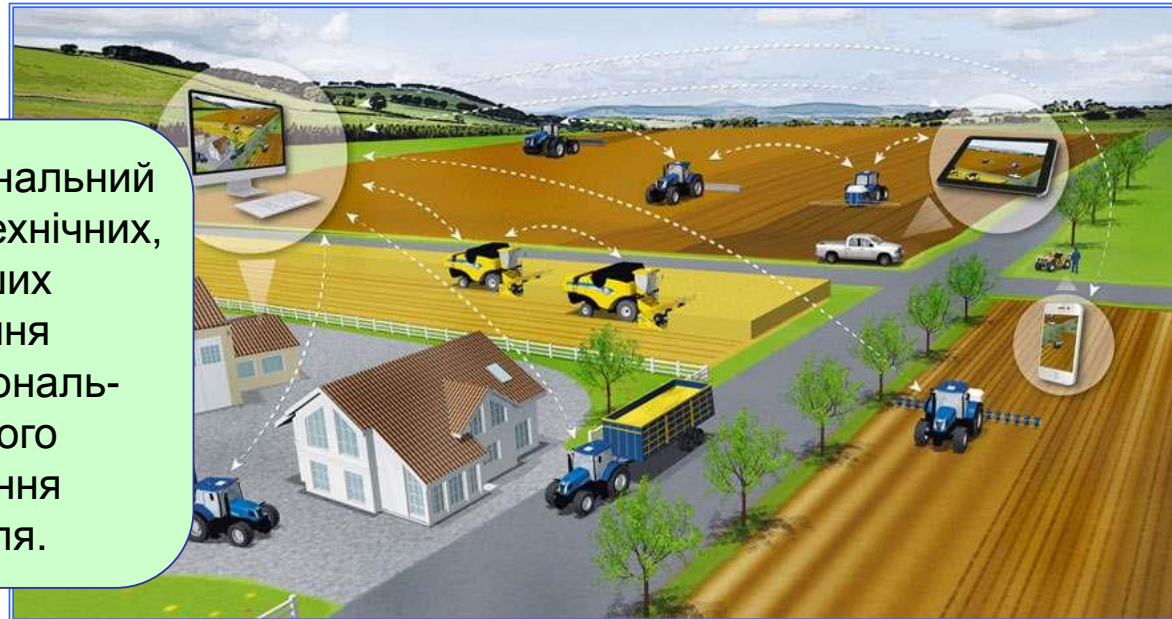


5

Основним **завданням** СТЗ є оптимізація використання технологічних матеріалів (ТМ) (насіння, добрив, регуляторів росту, засобів захисту рослин) в конкретній ділянці поля відповідно до вимог вирощуваної сільськогосподарської культури, стану ґрунту та збереження довкілля.

Інформаційне землеробство – це система отримання безперервної у просторі та часі інформації про агробіологічний стан екосистеми та моделювання і застосування законів оптимального управління біоресурсами з метою виробництва біологічно повноцінної та екологічно чистої фітопродукції на основі природоохоронних, соціальних і економічних вимог.

Система землеробства – це зональний комплекс взаємопов'язаних агротехнічних, організаційних, економічних та інших заходів, що забезпечують отримання стабільних врожаїв на основі раціонального використання всього ресурсного потенціалу, збереження і відтворення родючості ґрунтів, охорони довкілля.



6

Технологія ТЗ – це виконання всіх операцій при обробітку сільськогосподарських культур з урахування просторової і часової мінливості параметрів родючості ґрунту, стану рослин, природно-кліматичних умов з ціллю створення найбільш сприятливих умов для росту і розвитку рослин.



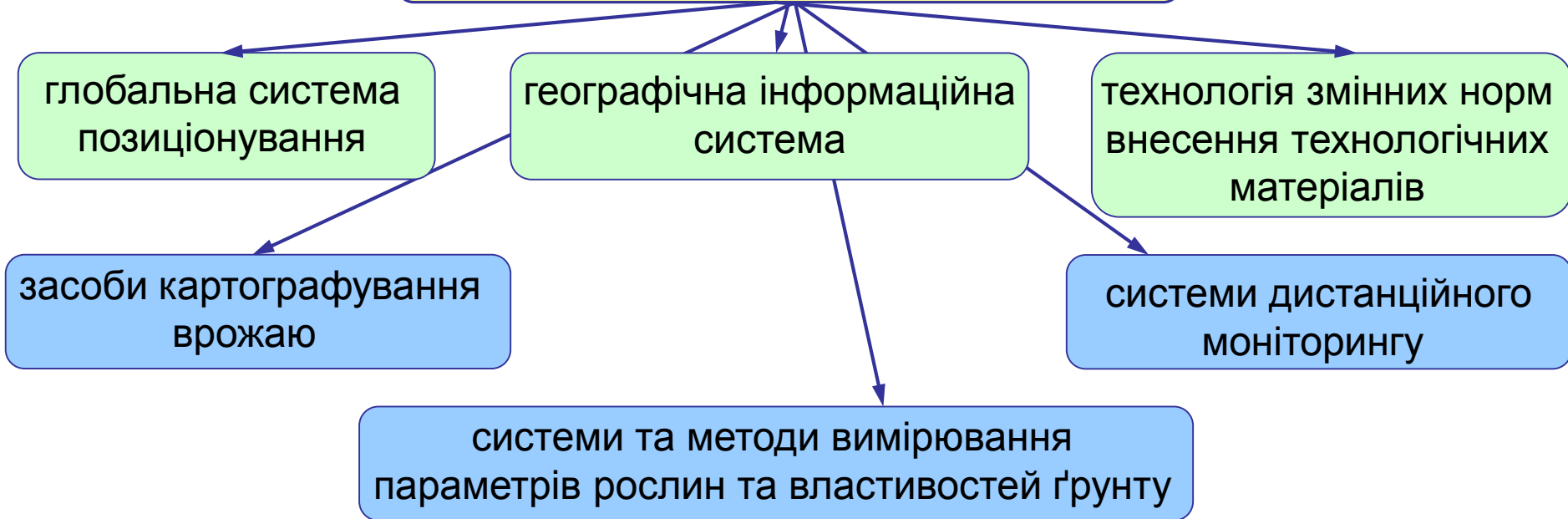
Інформаційна технологія – це технологія яка включає збір, обробку, аналіз, зберігання і передачу інформації з використання сучасних електронно-обчислювальних засобів.

Елементарна ділянка – мінімальна ділянка поля, на якій виконуються операції точного внесення технологічних матеріалів.

Базова карта - геовизначена картограма поля з необхідними даними, що використовується як основа для розміщення даних з місце визначених характеристик.

База даних - логічна сукупність даних, що міститься в елементарних ділянках поля або осередках комірок сітки, якою “накривається” поле.

Система точного землеробства



Глобальна система позиціонування (ГСП) – це радіонавігаційна супутникова система для визначення місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів в трьох світових координатах (довгота, ширина, висота) з точністю в межах кількох десятків метрів.

Географічна інформаційна система (ГІС) - система комп'ютерних апаратних засобів, програмного забезпечення і заходів, розроблених для аналізу і просторового відображення місце визначених даних з певних характеристик полів для планування і керування с.г.

Технологія змінних норм внесення (ТЗНВ) - технологія, що реалізується за допомогою спеціального обладнання для зміни норм внесення технологічних матеріалів (добрива, насіння, пестицидів тощо) відповідно до особливостей елементарної ділянки поля



Глобальна система визначення місцеположення - Global Positioning System (GPS) - це супутникова навігаційна система, яка дозволяє визначати координати, швидкість і напрямок руху об'єктів в будь-якій точці земної кулі, в будь-який час доби, при будь-якій погоді.

GPS являє собою електронно-технічну систему, яка складається із сукупності наземного і космічного устаткування і призначена для місця розташування висоти і географічних координат, а також параметрів руху: напрямок руху, пройдений шлях, поточна і максимальна швидкість і т.д. для водних наземних і повітряних об'єктів.

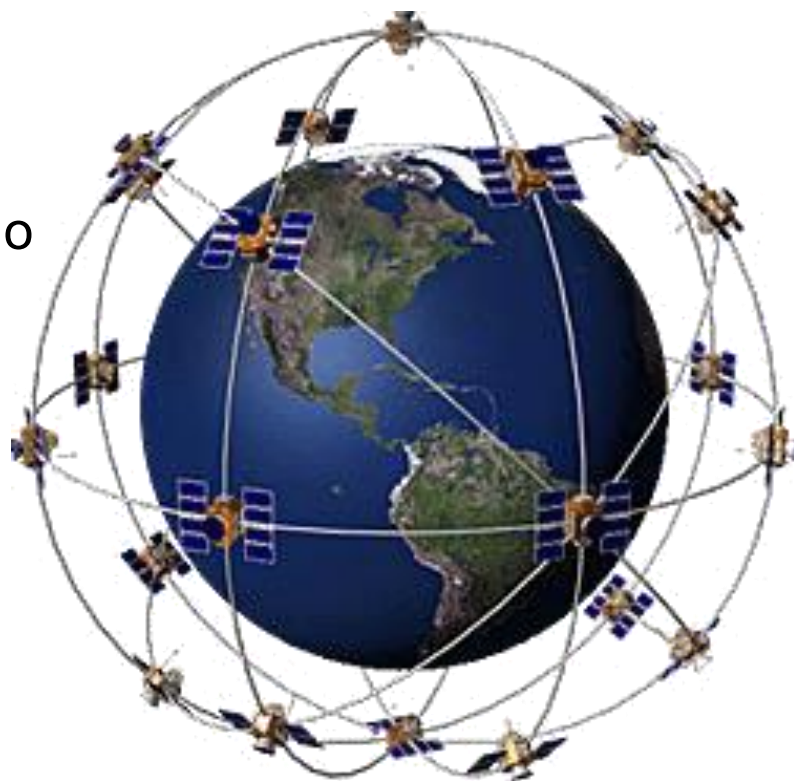


9 *Космічний сегмент*

До космічного сегменту GPS входять 24 (32) супутника, які обертаються на орбіті на висоті 20200 (20350) км навколо Землі по шести орбітам, з періодом обертання 12 годин.



Рис. Видял супутника NAVSTAR, що використовується для GPS-навігації



Радіохвилі передаються на частоті – біля 1200 – 1500 МГц (1,2 – 1,5 мільйонів циклів в секунду). Радіохвилі розповсюджуються у вакуумі зі швидкістю світла $3 \cdot 10^8$ м/с і менше в атмосфері Землі.

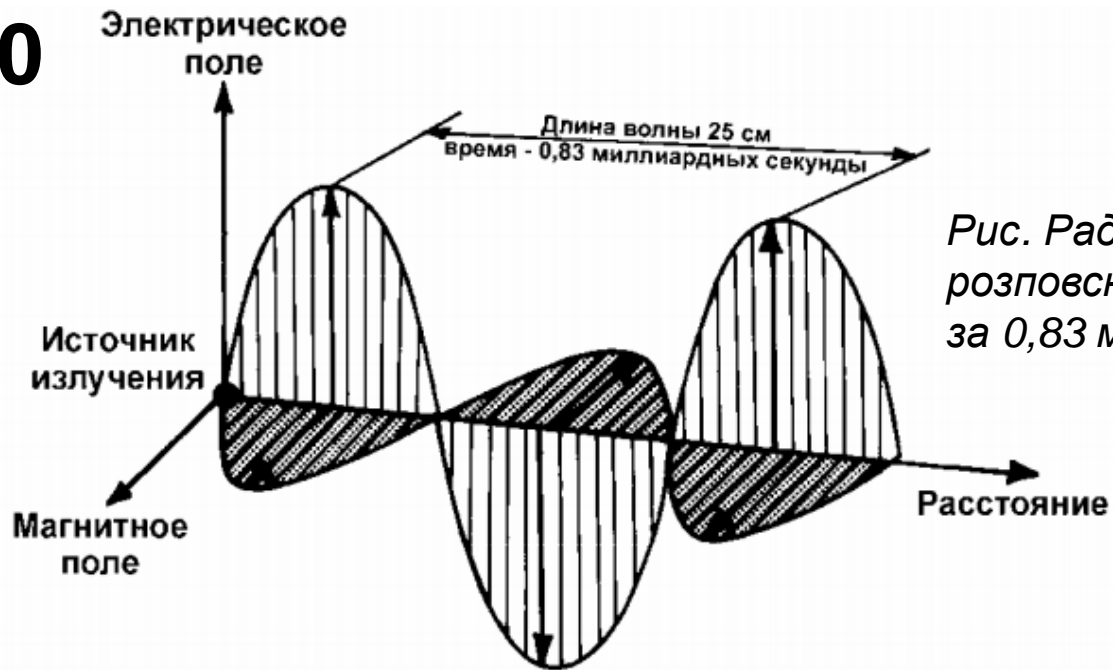
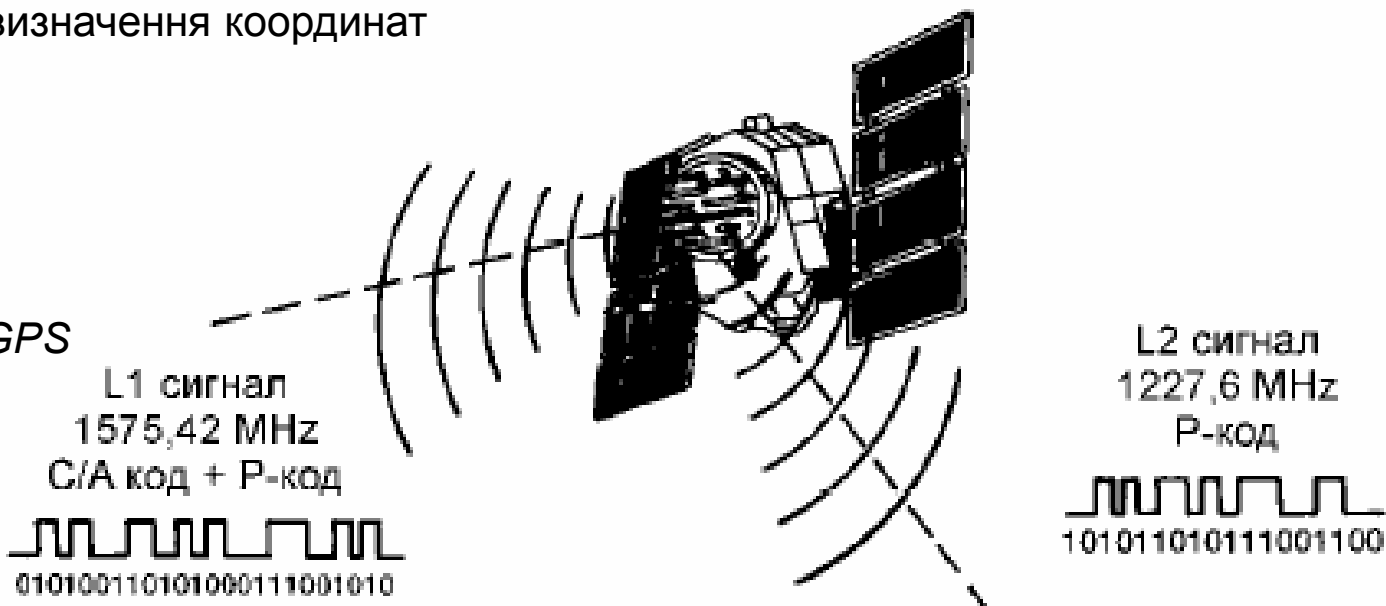


Рис. Радіохвиля з частотою 1200 МГц розповсюджується з довжиною хвилі 25 см за 0,83 мільярдних секунди

(C/A) - для приблизного визначення координат і синхронізації;

(P-код) - для точного визначення координат

Рис. Кожен із сигналів GPS супутників передає два радіосигнали, несучих цифрові данні



11 Сегмент управління і контролю



- - основна станція керування
- - станція слідкування
- ▲ - наземна антена

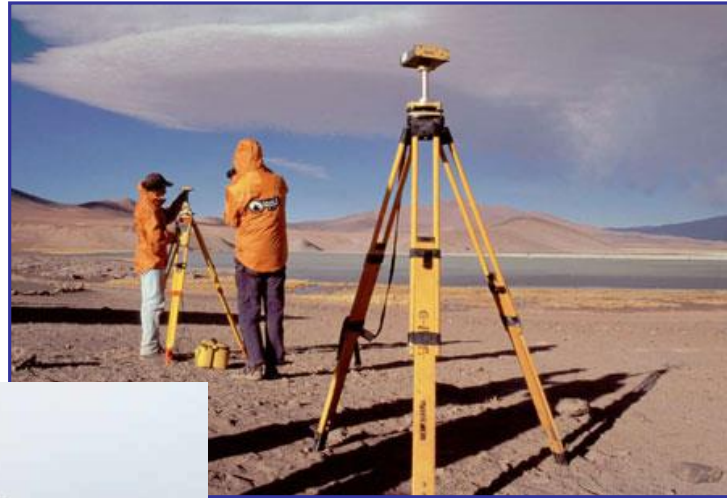
12 Сегмент користувачів

До сегменту користувача входять всі GPS приймачі.

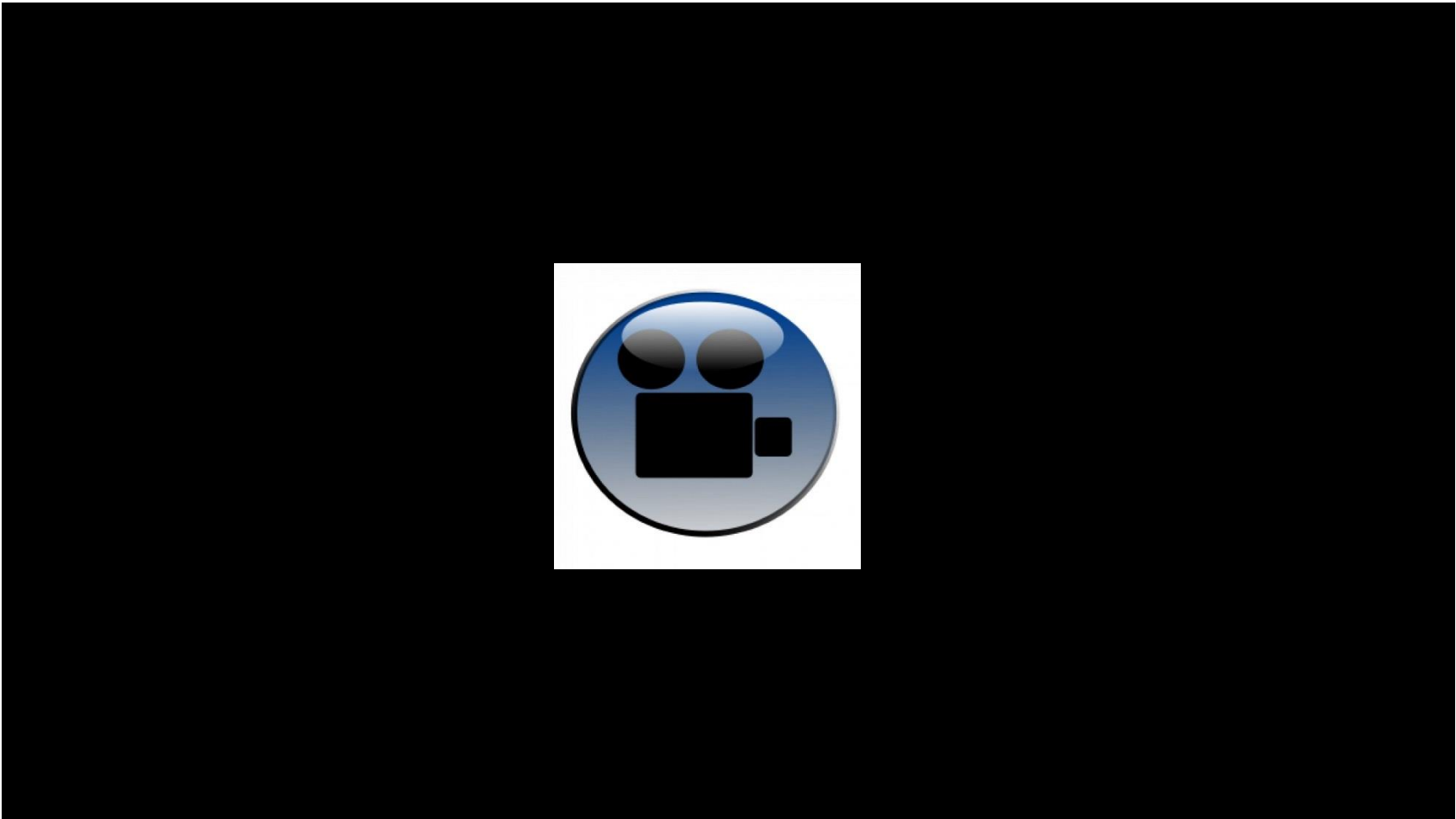


Приймачі можна умовно поділити на три основні групи:

1. навігаційні;
2. геодезичні;
3. для задач ГІС.



Система GPS



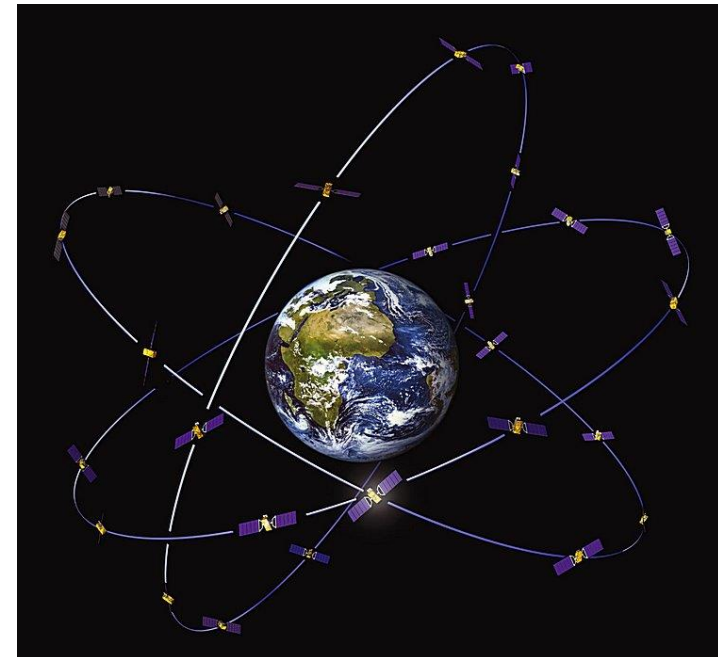
4. Супутникові навігаційні системи



Характеристика системи GLONASS

GLONASS (Глобальна Навігаційна Супутникова Система) - російська глобальна навігаційна супутникова система подібна до системи GPS в багатьох відношеннях. *GLONASS* керується космічним агентством уряду Російської Федерації. Перший супутник системи *GLONASS* був запущений 12 жовтня 1982 року. Система офіційно оголошена повністю працездатною 24 вересня 1993 року.

Розгортання системи *GLONASS* до її штатного складу було завершено в 1995 році. Система включає **24 супутника по 8 супутників** рівномірно розташованих на **3 орбітальних** площинах, нахил яких становить $64,8^\circ$. Над горизонтом в полі зору приймача знаходиться мінімум 5 супутників в будь-якій з точок земної кулі. Висота орбіти складає **19100 км**. На сьогоднішній день *GLONASS* налічує 28 супутників.



15

Супутники системи *GLONASS* передають радіохвилі двох типів:

- навігаційний сигнал СТ діапазону L1 (1602 МГц);
- навігаційний сигнал високої точності ВТ діапазонів L1 и L2 (1246 МГц).



Система *GLONASS* пропонує навігаційні сигнали для двох рівнів точності позиціонування:

- навігаційний сигнал стандартної точності СТ (SP);
- навігаційний сигнал високої точності ВТ (HP).

Точність позиціонування може бути підвищена при використанні технологій диференціальної корекції.



Порівняльна характеристика систем *NAVSTAR GPS* і *GLONASS*

	<i>NAVSTAR GPS</i>	<i>GLONASS</i>
Назва	Глобальна система позиціонування	Глобальна навігаційна супутникова система
Власник	Міністерство оборони США	Міністерство оборони Росії
Кількість супутників (max)	24 (32)	24 (28)
Кількість орбіт	6	3
Висота, км	20 200	19 100
Система координат	WGS-84	ПЗ-90.11
Точність для цивільних цілей, м (станом на 2011 р)	2,0 – 8,76	4,45 – 7,37

17 Характеристика системи GALILEO



ГАЛІЛЕО ([англ. GALILEO](#)) – проект супутникової системи навігації [Європейського Союзу](#) (EU) та [Європейського космічного агентства](#) (ESA), - як альтернатива американській системі [GPS](#) та російській [ГЛОНАСС](#).

Система **Galileo** налічуватиме 30 супутників (27 працюючих і 3 в резерві), розташованих на 3-х кругових навколоземних орбітах, відхилених на 56 градусів від екватора і що мають висоту 23616 км. Система контролюється і управляється двома наземними станціями стеження, розташованими в Європі.

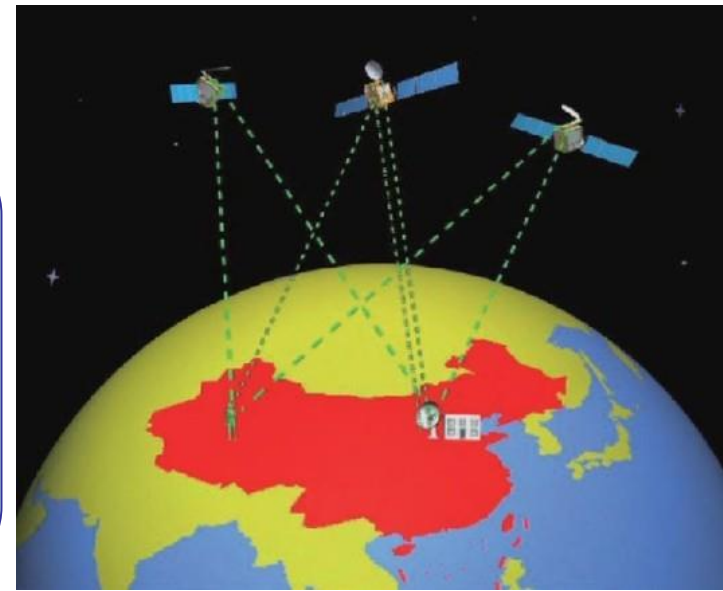
EGNOS ([англ. European Geostationary Navigation Overlay Service](#)) - європейська геостаціонарна служба навігаційного покриття. **EGNOS** призначена для Поліпшення роботи систем [GPS](#), [ГЛОНАСС](#) та [Galileo](#) на території Європи і є аналогом американської системи [WAAS](#). Зона дії **EGNOS** охоплює всю Європу, північ Африки і невелику європейську частину Росії.

Система Galileo



19 Характеристика системи *BEIDOU*

У грудні 2012 року Китай офіційно заявив про початок повноцінної роботи національної навігаційної системи для Азіатсько-Тихоокеанського регіону, яка отримала назву *BEIDOU* (*Beidou Navigation Test Satellite*) скорочено (*BD*).

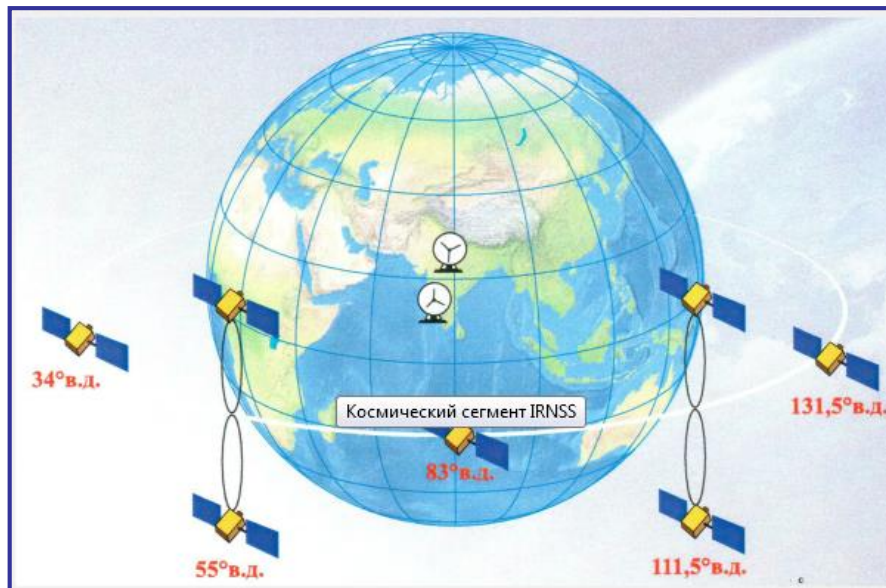


Заплановано, що нова глобальна супутникова система навігації *БЭЙДОУ* буде складатися з 35 супутників, серед яких 5 будуть розташовані на геостаціонарних орбітах (GEO), 3 – на геосинхронних орбітах (IGSO) (висота 36000 км, нахилення 55° , 118° сх. д.), а решту 27 на середніх орбітах (MEO) (висота 21500 км, нахилення 55°).

Супутникова система працює з частотою **1561,1 МГц**.

БЭЙДОУ забезпечує безперервне цілодобове навігаційне поле для регіону до 60 градусів північної широти та від 20 до 180 градусів східної довготи, тобто у тому числі на території України.

20 Характеристика системи *IRNSS*



IRNSS (англ. *Indian Regional Navigation Satellite System*) – індійська регіональна супутникова система навігації, що розвивається з 2008 року. Розробка здійснюється Індійською організацією космічних досліджень (ISRO).

Система забезпечує тільки регіональне покриття самій Індії і частин суміжних держав.

Супутникове угруповання *IRNSS* складається з 7 супутників на орбітах на висоті близько 36000 км. 3 супутника перебувають на геостаціонарній орбіті в точках стояння 32,5°, 83° і 131,5° східної довготи, а 4 супутники розміщені на похилій геосинхронній орбіті з нахилом до 29° по відношенню до екваторіальній площині, по два на позиціях 55° і 111,75° східної довготи.

Місцезнаходження об'єкта з точністю близько **20 м** для регіону Індійського океану і менше **10 м** – безпосередньо з Індії і територіями суміжних держав.

L5-діапазоні на частоті **1176,45 МГц** і в S-діапазоні на частоті **2492,028 МГц**.

21 Характеристика системи *QUASI-ZENITH*

QUASI-ZENITH Satellite System (QZSS) – проект регіональної трьохсупутникової системи синхронізації часу і одна з систем диференціальної корекції для *GPS*, сигнали якої доступні в Японії та сусідніх районах Південно-Східної Азії.

Супутники знаходяться на високій еліптичній орбіті "Тундра". Такі орбіти дозволяють супутнику триматися більше 12 годин в день з кутом піднесення більше 70° .

Сигнали, які випромінюють супутники *QZSS*, повністю сумісні з сигналами *GPS* (L1-1575,42 МГц; L2-1227,60 МГц; L5-1176,45 МГц).

Супутники *QZSS* дозволяють обчислювати розташування приймача з точністю в кілька сантиметрів. Тестування *Michibiki* (перший супутник в системі) показало, що після корекції він забезпечує точність позиціонування з невеликою похибкою не більше 1,3 см у горизонтальному напрямку і близько 2,9 см у вертикальному.



Джерела "помилки" різних навігаційних систем:

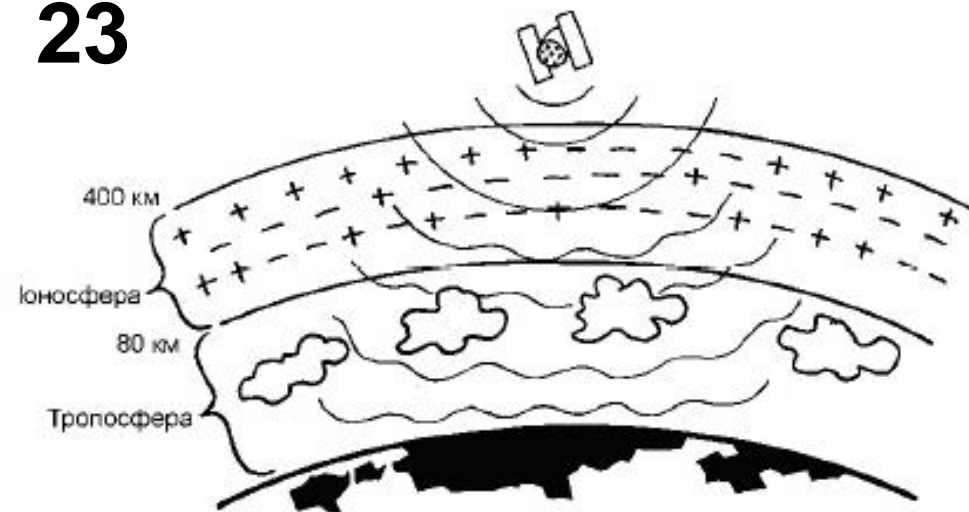
годинник, встановлений на супутнику

орбіта супутника

атмосфера Землі

багатопроменеве поширення сигналу

GPS-приймачі



Затримки радіосигналів в основному відбуваються в іоносфері - оболонці Землі, що складається з електрично заряджених часток на висоті 80-400 км над поверхнею планети.

Рис. Атмосфера Землі викликає затримку сигналу, що передаються супутниками

Помилка через багатопроменеве розповсюдження сигналу збільшується у тому випадку, коли GPS сигнал відбивається від об'єктів, перш ніж досягне GPS – приймача. Будівлі, дерева, навіть коливання у іоносфері можуть викликати цю помилку.

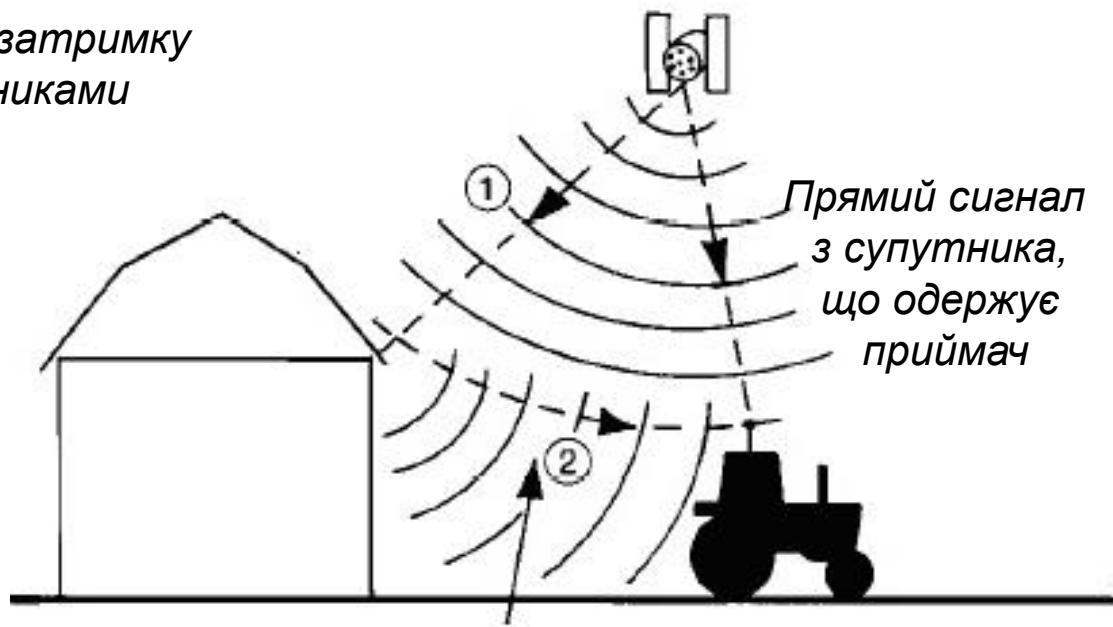


Рис. Відбитий сигнал пізніше досягає приймача і викликає появу похибки

6. Диференційна системи глобального позиціонування

Диференційна глобальна система позиціонування (Differential Global Positioning System, DGPS) – відкоригована радіонавігаційна супутникова система для визначення місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів у світових координатах з точністю в межах кількох десятків сантиметрів.

Диференційна корекція полягає у використанні двох приймачів – один нерухомо знаходиться в точці з відомими координатами і називається "базовим", а другий є мобільним (пересувним).

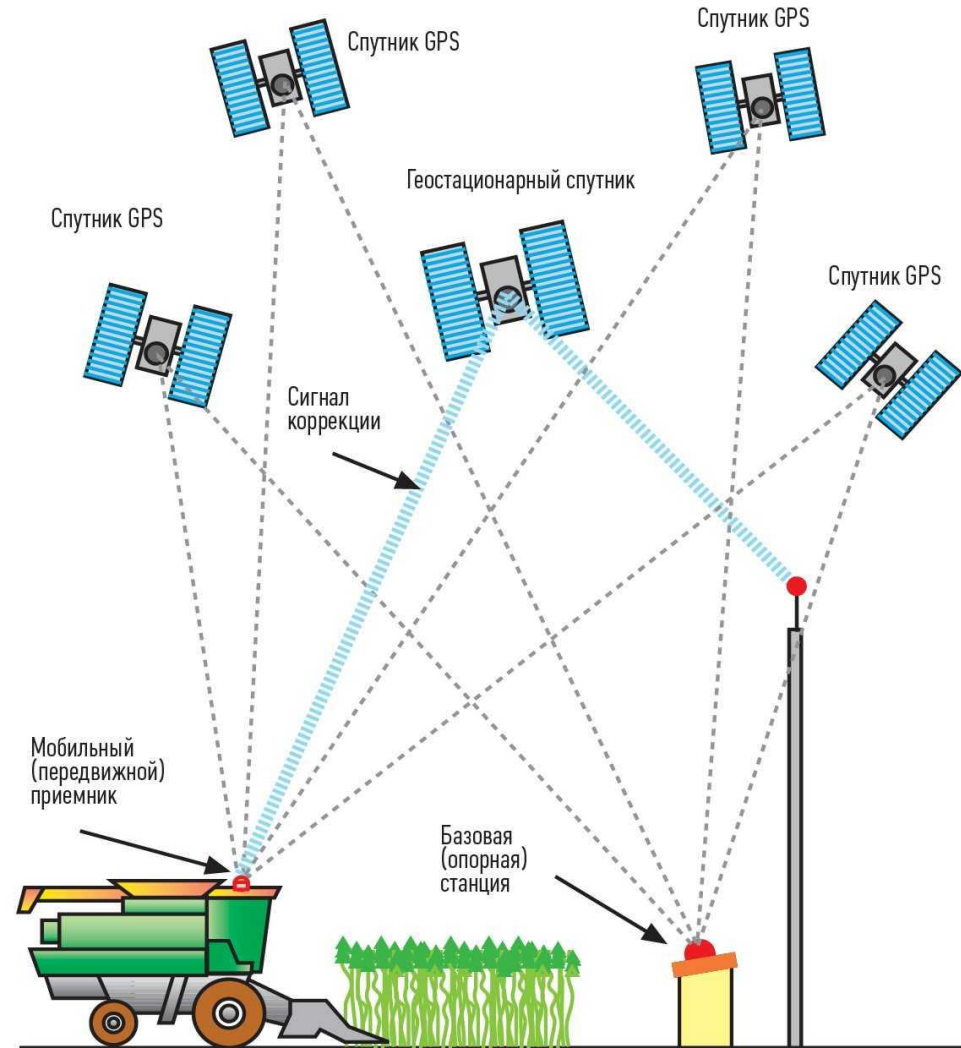
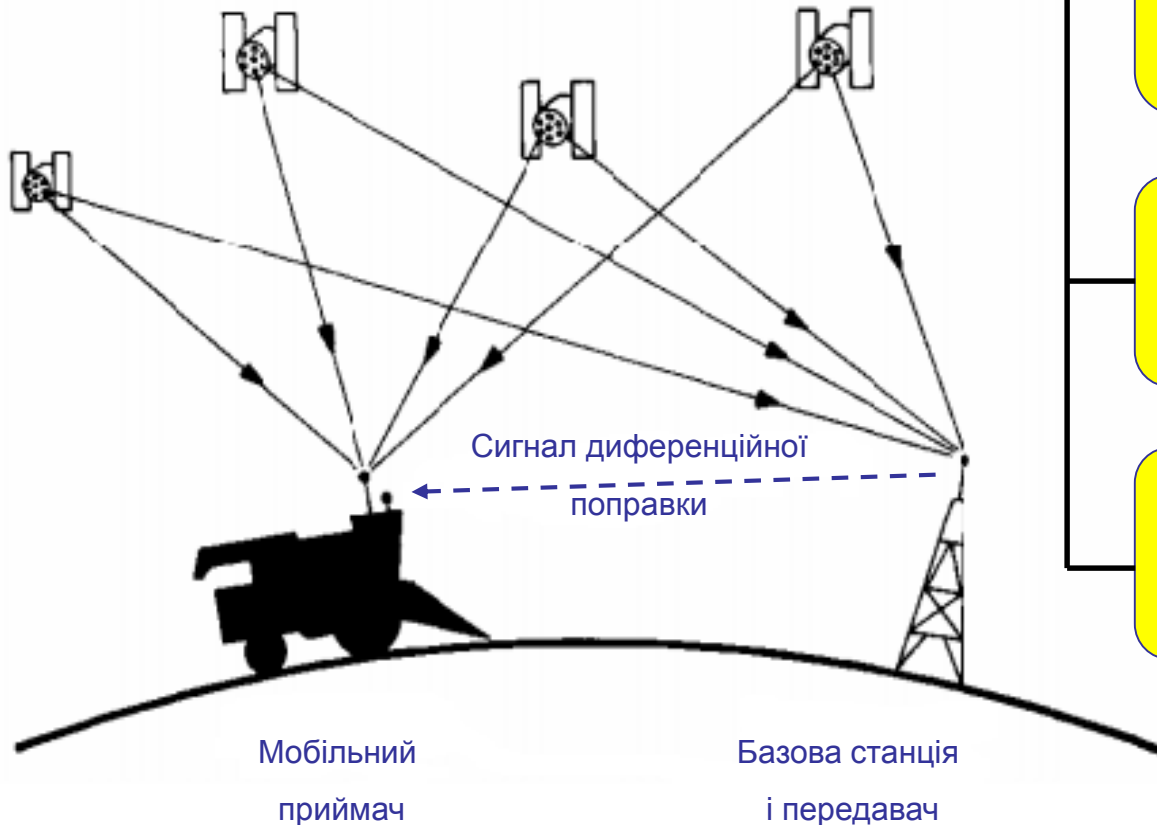


Рис. Диференційний режим GPS

DGPS, що працюють у реальному часі, отримують додатковий коригуючий сигнал від стаціонарної базової станції.



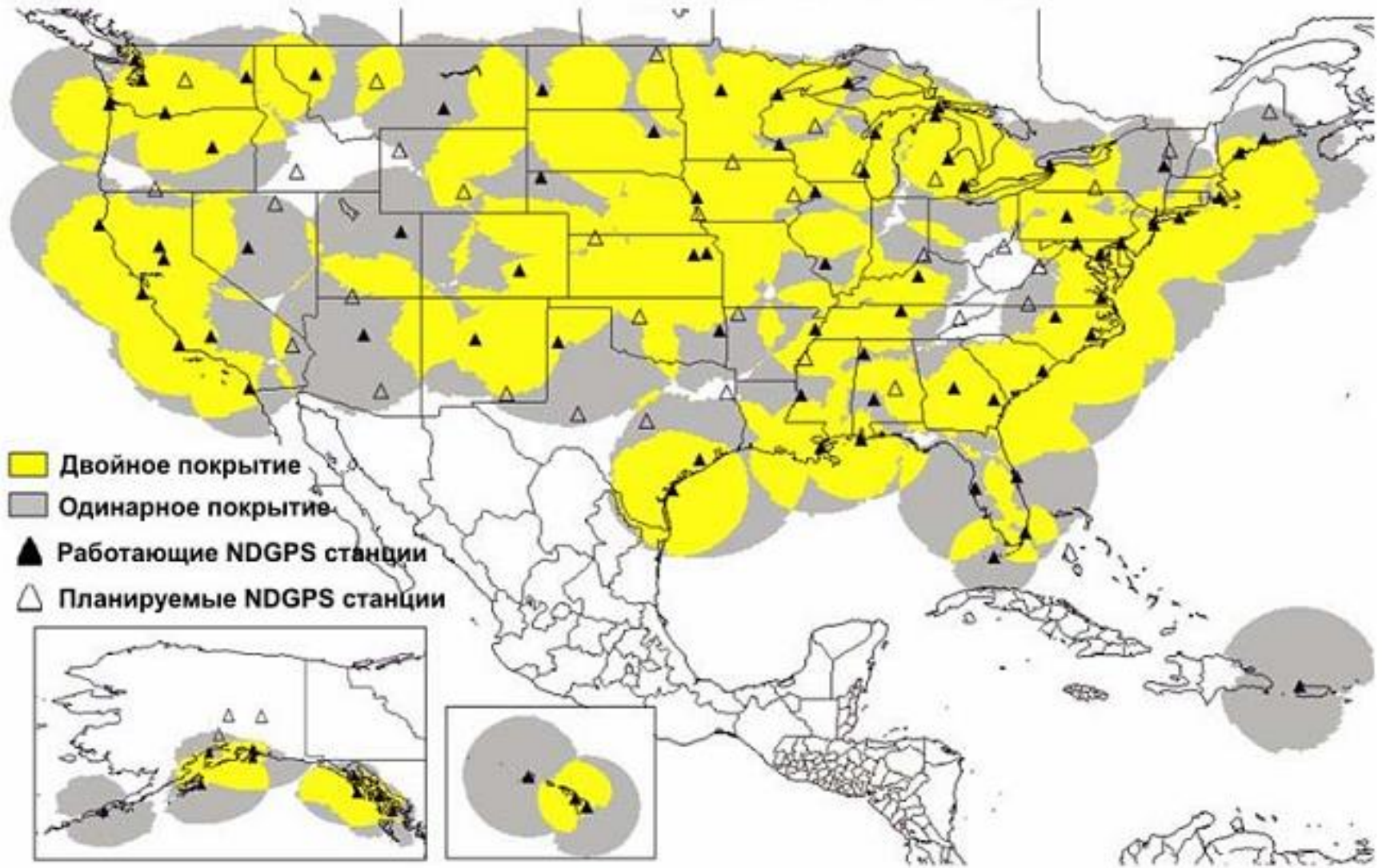
Джерела диференціальної корекції для DGPS реального часу:

Загальнонаціональна DGPS (раніше відома під назвою системи радіомаяків берегової охорони США);

Місцеві базові станції (встановлюються безпосередньо самими користувачами);

Супутникова система диференційної корекції (WAAS, Starfire®, OmniSTAR® і т.д.).

26 Покриття NDGPS (15 грудня 2004 року)



Радіомаяки берегової охорони США передають диференційну поправку в радіусі 320-480 км.

27 Використання базових станцій як джерела диференційної поправки

Земні радіохвилі



Низькочастотні сигнали, які використовують в морській навігації (285-325 кГц), розповсюджуються як земні радіохвилі і копіюють кривизну поверхні Землі.

Дальність трансляції сигналів базової станції обмежується пристроєм антени, частотою сигналу і потужністю передавача. Дальність їх поширення обмежується границями прямої видимості передавача.

Не копіюють кривизну поверхні Землі



В базових станціях використовується технологія кінематики в реальному часі (RTK). Приймачі RTK-типу використовують метод відстеження фази несучої частоти для забезпечення сантиметрової точності в геодезії, топографічному картографуванні і автоматизованому управлінні с.г. агрегатами. Зв'язок між RTK базовою станцією і мобільним двочастотним GPS-приймачем здійснюється на частоті передачі радіосигналу в 900 МГц або близькій їй частоті.

28 Супутникові джерела диференційної поправки

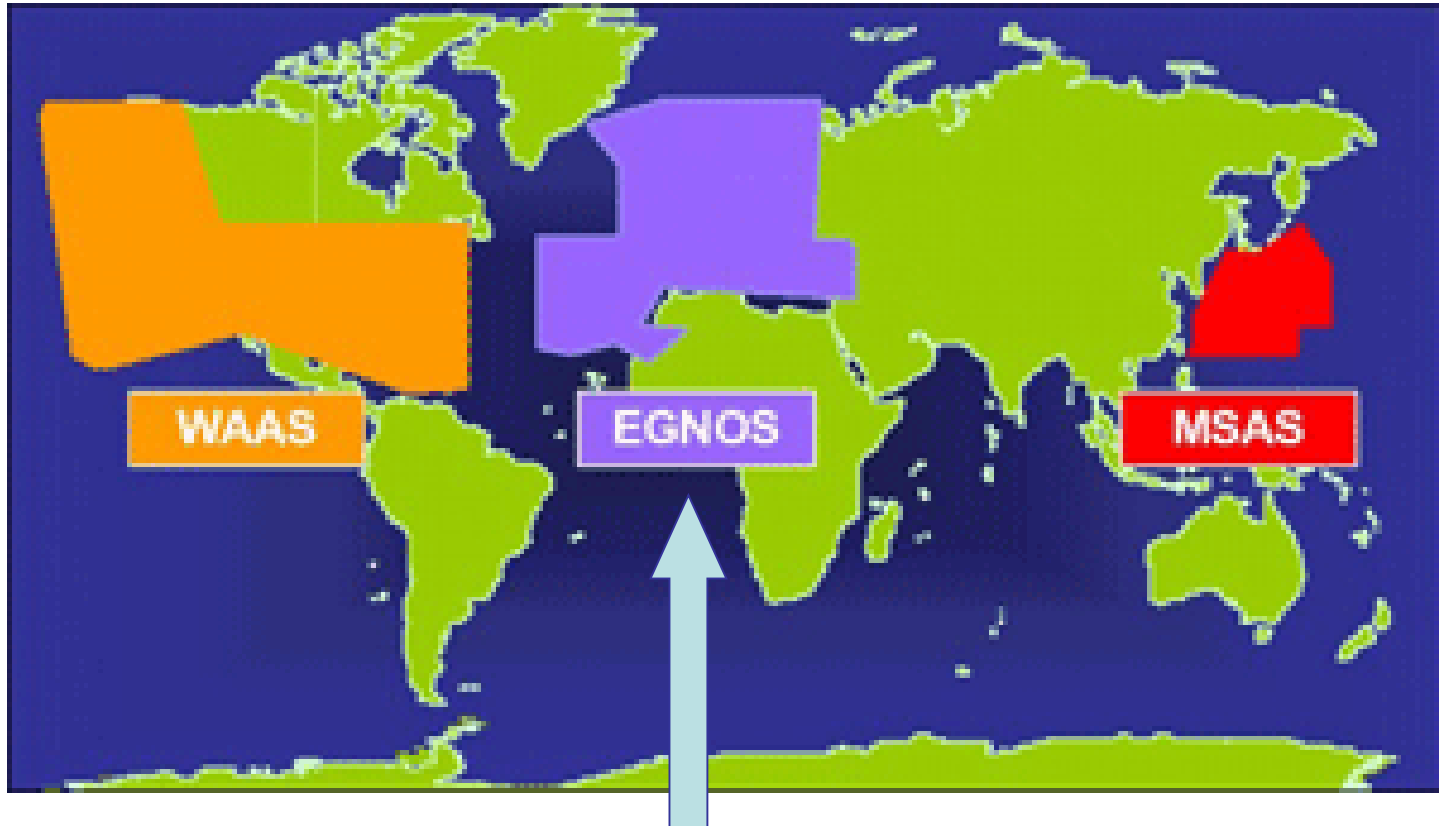
Крім наземних базових приймачів, для диференціальної корекції *GPS*-даних можна використовувати супутникову систему полідиференційного сервісу, наприклад, компанії *OmniStar*. Точність визначення географічних координат з похибкою 10-30 см.

Пакет послуг *OmniStar* на території Європи коштує \$ 1500 в рік.

Корегуючий сигнал	Точність
EGNOS	$\pm 15 - 30$ см
EDif	$\pm 10 - 20$ см
OmniStar HP	$\pm 5 - 10$ см
BaseLine HD	$\pm 3 - 6$ см
RTK/RTK NET	$\pm 2 - 3$ см

29

В світі побудовані безкоштовні широкозонні підсистеми супутникової навігації: в Європі - EGNOS, в Америці - WAAS, в Японії - MSAS.



Наприклад, Європейська підсистема EGNOS надає сервіс безкоштовно, складається з 3-х геостаціонарних супутників, 45-ох наземних станцій у тому числі 36-ти базових станцій, 6-ти станцій зв'язку з глобальною супутниковою системою і 3-х контрольних станцій.

Тема 2

СИСТЕМИ ВОДІННЯ АГРЕГАТІВ



Кафедра Агроінженерії і ТС
Дисципліна «Система точного землеробства»
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

1. Суть системи водіння агрегатів.
2. Система паралельного водіння.
3. Система електричного водіння.
4. Система гідравлічного водіння.
5. Практичні аспекти використання систем водіння агрегатів.
6. Характеристика обладнання, що використовується при водінні агрегатів.
7. Ефективність впровадження систем водіння агрегатів.



Література

1. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. - К.: - НУБіП України, 2018. – 566 с.
2. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deere Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
3. Личман Г.И., Марченко Н.М., Дринча В.М. Основные принципы и перспективы применения точного земледелия. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 81 с.
4. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия. – СПб.: Издательство ПИЯФРАН. 2007. – с. 384.
5. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підручник у 2 Т. Т.2. / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред.. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012 – 432 с. (Розділ 5 ст. 204 – 235. Основи точного землеробства).

1. Суть системи водіння агрегатів

При виконанні **механізованих робіт** у рослинництві головним засобом праці є **машинні агрегати (МТА)**, які повинні мати не лише високі агротехнічні, енергетичні, техніко-економічні, естетико-ергономічні та інші показники, але й чинити якомога менше шкідливого впливу на навколишнє середовище.



Підвищити ефективність використання МА означає збільшити їхню продуктивність і знизити питомі затрати часу, витрати пального та коштів на одиницю виконаної роботи (виробленої продукції).

Підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку необхідно розглядати як комплексну проблему, взаємопов'язаними елементами якої є умови виробництва, техніка і люди, що керують машинами. При виконанні механізованих робіт на полі використовують різні способи ведення агрегатів за заданим напрямком.

3

Способи ведення агрегатів за заданим напрямком	Операції застосування у агротехнологіях	Переваги	Недоліки
Рядок рослин	Просапний обробіток ґрунту	Простота і мінімум витрат	Потрібні ідеальні умови, складність управління
Флажки	Обприскування Розкидання добрив	Простота і дешевизна	Погане бачення їх самих, складність управління
Натягнутий шнур	Просапний обробіток ґрунту, сівба точного висіву	Простота в експлуатації	Потрібні ідеальні умови, складність управління
Маркерний канал	Сівба	Простота конструкції та ручна точність копіювання	Недостатня видимість сліду на твердих ґрунтах
Пінні маркера	Обприскування	Висока точність ведення в ідеальних умовах	Потрібні ідеальні умови
Дзеркала	Обприскування Розкидання добрив	Допустима точність ведення в сонячну погоду	Потрібні ідеальні умови для промення
Лазерний промінь	Обприскування Розкидання добрив Просапний обробіток ґрунту	Потенційна точність ведення в інтенсивних умовах	Потрібні ідеальні умови, збільшення витрат
Гіроскопічний напрям	Обприскування Розкидання добрив Оранка	Локальна точність ведення в ідеальних умовах	Погано інтегрована точність на нерівних полях
Радіонавігаційне керування	Обприскування Розкидання добрив Оранка	Допустима точність ведення в не ідеальних умовах	Складність та вартість побудови системи
		Висока точність	

4

Основними функціями тракториста є:

- **операторська** (керування рухом агрегату в просторі і підтримування його функціонування в межах норми);
- **агротехнічна** (забезпечення оптимальної відповідності між біологічною системою і умовами її існування).



Оператор сільгосптехніки, він же механізатор, — це людина, на якій від початку до кінця зав'язано виробничий процес будь-якого сільськогосподарського підприємства. Вправно керуючи трактором та низкою агрегатів, він обробляє ґрунт, проводить посів сільгоспкультур, вносить добрива і засоби захисту рослин та в прямому значенні слова пожинає плоди своєї праці під час збору урожаю.



5



Як основний компонент операторської діяльності тракториста-машиніста виступає **водіння агрегату**.

Важливим компонентом операторської функції в діяльності тракториста-машиніста є керування і контроль за роботою агрегату (підтримання його функціонування у межах норми).

Велике значення для діяльності тракториста-машиніста має високий рівень розвитку **психомоторної сфери**.

Рухи, за допомогою яких здійснюється керування трактором, агрегатом, характеризуються, насамперед, **точністю і швидкістю**.

Тракторист здійснює значну кількість рухів головою і корпусом, що пов'язане з оглядом задньої зони. **Рульовим колесом він здійснює близько 1500 рухів за зміну**.



6

Психомоторика – це рухи людини, що включені в його психічну діяльність.

Керуючі дії операторів сільськогосподарських машин є його реакціями на сприйняття навколишнього оточення в цілісності зі знаряддями (грунтообробні, посівні тощо) і показань контрольно-вимірювальних приладів.



Ці дії здійснюються рухами рульового колеса, важеля перемикання коробки передач (джойстика) і педалей.

Одним із психологічних факторів оператора МА є його увага.

Розподіл уваги у тракториста-машиніста проходить безперервно. Йому доводиться при тривалій монотонній роботі розподіляти увагу між слуханням мотора і роботою агрегату.



7

В роботі тракториста-машиніста необхідний хороший **розвиток стійкості її зосередження.**

Йому доводиться протягом усього робочого часу координувати рух агрегату з положенням об'єктів праці (напрямком борозни, слідом маркера, міжряддям), зводити до мінімуму відхилення агрегату від них.

Розподіл і стійкість зосередження уваги є професійно значущими якостями тракториста.



8

Точність – характеризують шляхом мір визначення відхилення від еталону

$$\Delta(t) = \{\tilde{X}(t) - X(t)\}$$

де t – час порівняння;

\tilde{X} – результат виміру існуючим пристроєм;

X – еталонне значення параметру, або оцінено як еталон.

Окремі агротехнологічні операції потребують високої точності ведення агрегату за заданим напрямком, наприклад:



ведення просапного культиватора або сівалки
точного висіву потребують точності **2-3 см**

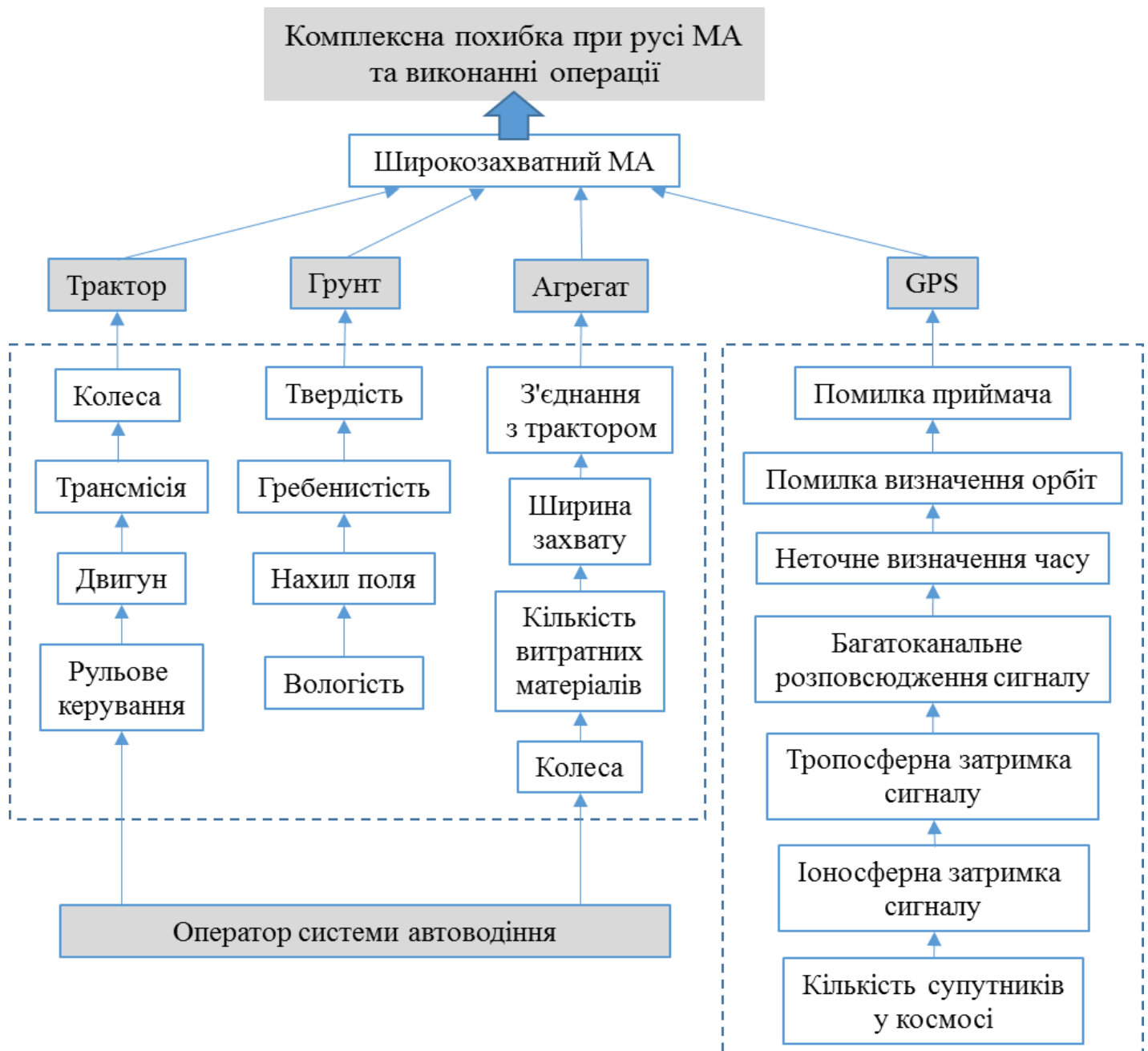


розкидача мінераль-
них добрив **40 см**

обприскувача **20 см**



9 Фактори похибок руху МА за заданим напрямком та джерела їх виникнення

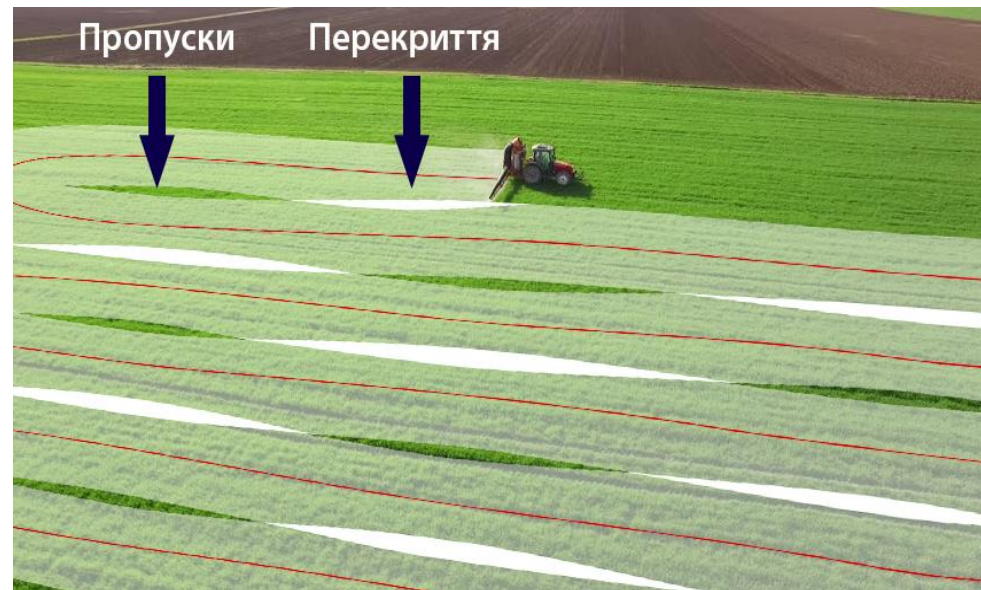


10 Узагальнюючи вищезгадане, можемо зазначити, що точність водіння механізатором МА при виконанні технологічних операцій буде низькою, яка відобразиться появою значних пропусків та перекриттів суміжних проходів досягаючи величини **0,3 – 1,5 м** і більше.



Рис. Схема утворення пропусків та перекриттів на прикладі операції посіву

Рис. Схема утворення пропусків та перекриттів на прикладі операції обприскування



11

Використовуючи додаткове обладнання (системи) водіння МА та засоби супутникової навігації можна забезпечити як **прямолінійний так і криволінійний рух** агрегатів при виконанні технологічних операцій.

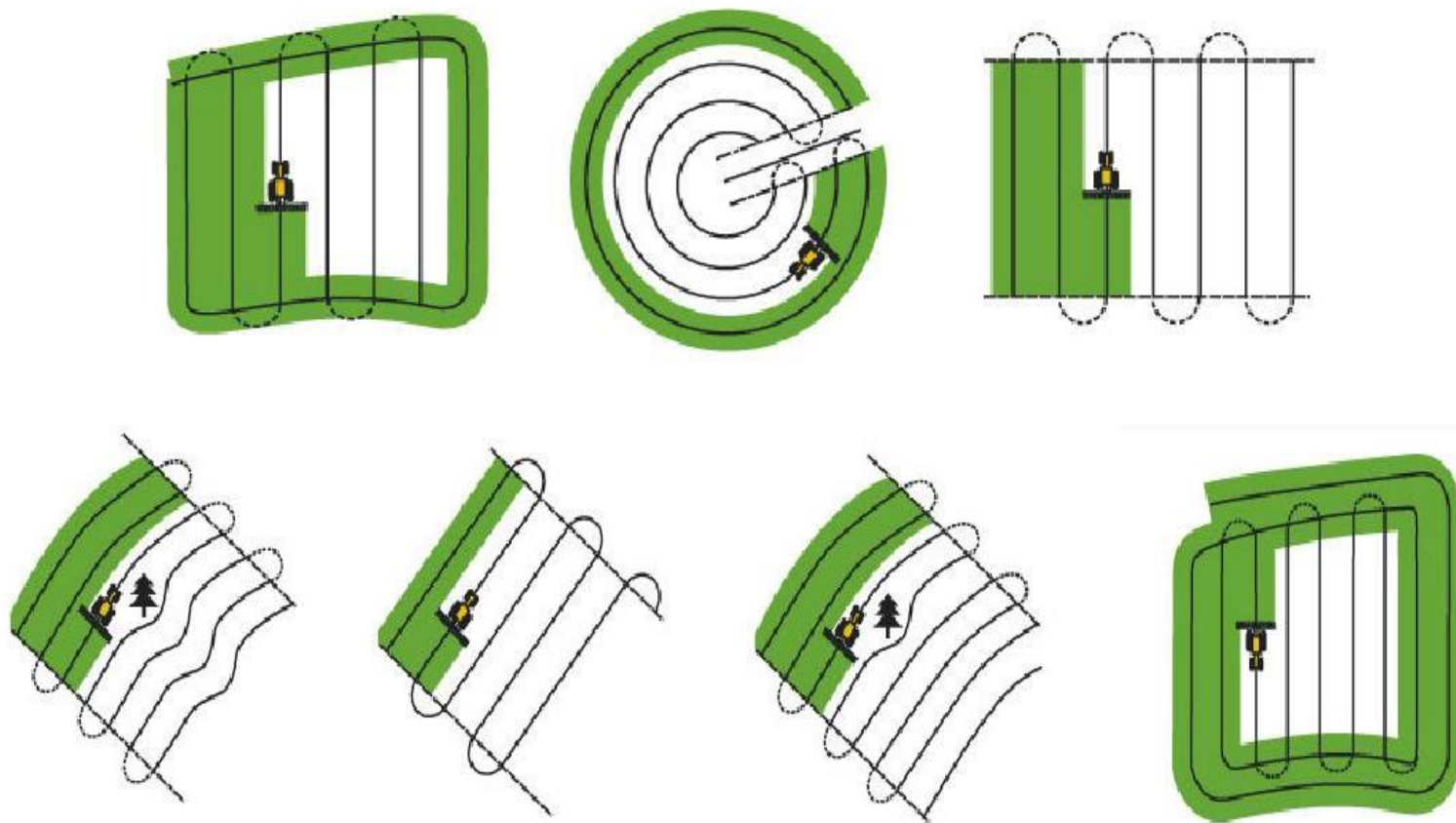


Рис. Приклад траєкторій руху МА

Розрізняють три варіанта реалізації системи паралельного водіння:

1 

корегування руху трактора здійснює механізатор за допомогою рульового колеса, який орієнтується на покази світлодіодного чи графічного слідопоказчика дисплея розташованого в кабіні трактора;

2 

напрямок руху трактора підтримується підкермовувальним пристроєм з приводом від електродвигуна, який монтується на рульовій колонці;

3 

корегування руху трактора здійснює виконавчий механізм, який вмонтований у гідросистему рульового управління трактора.

Пропонують такі класи точності:

1 клас (автономний режим системи точного водіння) - точність від проходу до проходу агрегату +/- 1 м (100 см) і більше;

2 клас (сигнал диференціальної поправки) - точність від проходу до проходу агрегату +/- 25 см;

3 клас (сигнал диференціальної поправки) - точність від проходу до проходу агрегату +/- 10 см;

4 клас (застосування базових станцій RTK) - точність від проходу до проходу агрегату +/- 2,5 см.

- контролю за швидкістю переміщення техніки при виконанні польових робіт;
- обробітку ґрунту;
- обприскування;
- внесення добрив.

+

- збиральних робіт;
- посіву;
- скошування.

+

- міжрядний обробіток ґранту;
- смугового обробітку ґрунту;
- зрошування;
- підготовки ґрунту до посіву.

14

Використання пристроїв паралельного водіння надає наступні переваги:

- максимально використовується ширина агрегату, перекриття рядків зводиться до мінімуму;
- дає змогу працювати вночі та при низькій видимості – збільшуючи при цьому коефіцієнт завантаженості техніки (продуктивність техніки може збільшитись на 15-20 %);
- виключає необхідність додаткових матеріалів для маркування рядків;
- підвищує швидкість руху агрегатів та комфортність роботи водія.



2. Система паралельного водіння

Паралельне водіння (Driving in Parallel) – це рух машинного агрегату по GPS сигналу (вказівками курсора). Такі системи дозволяють досягти динамічної точності руху з відхиленням ± 30 см.

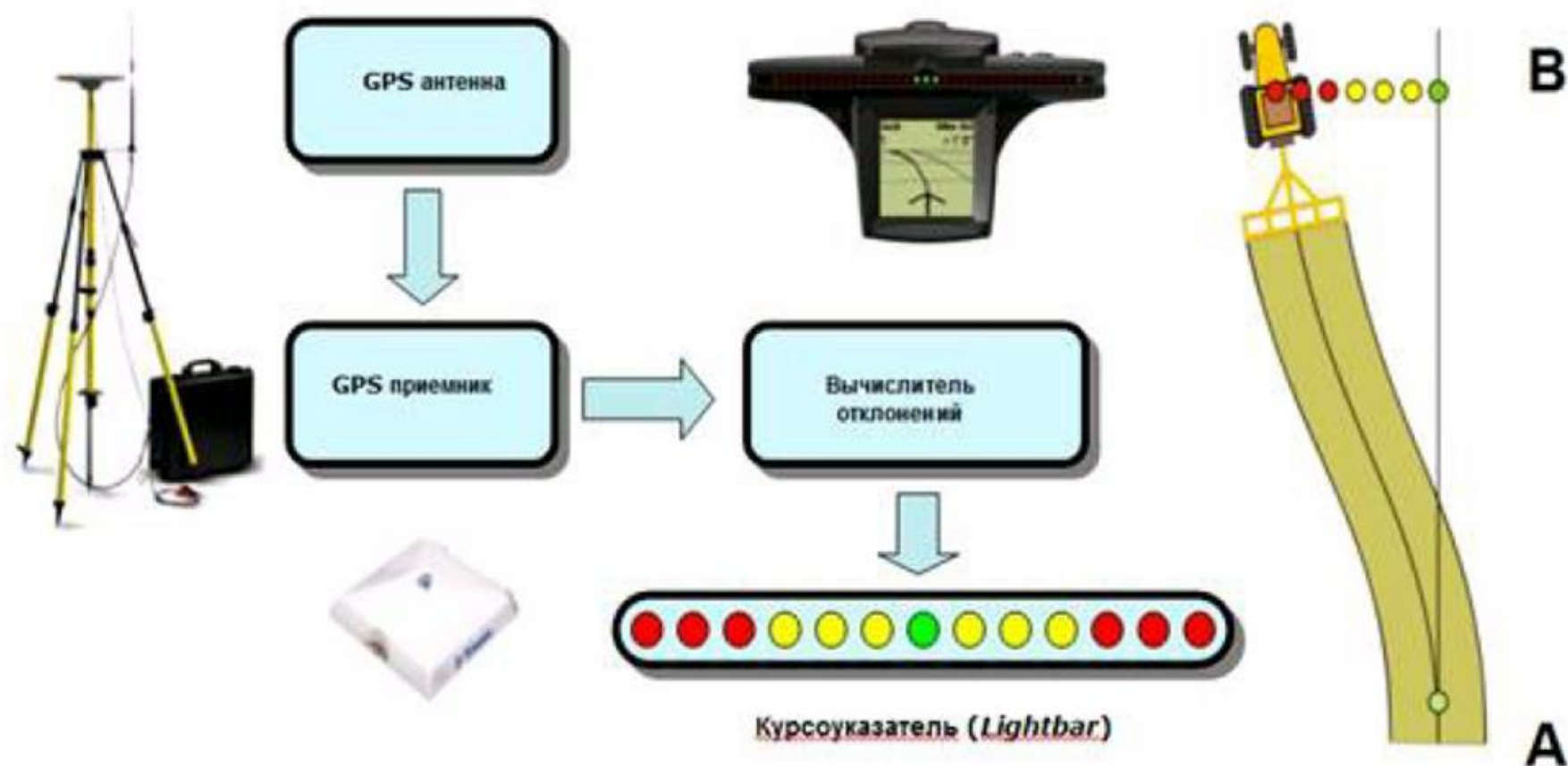


Рис. Принцип функціонування пристрою паралельного водіння

16

Представлені на ринку пристрої мають як світлодіодні індикатори відхилення від маршруту, так і рідкокристалічні дисплеї.



а)



б)

Рис. 2.4. Системи паралельного водіння за вказівками курсора EZ-Guide 250 (а) і світлодіодні індикатори GreenStar Lightbar (б)

17 Використання приладів паралельного водіння з точністю ведення агрегату ± 30 см дуже обмежена і використовується, в основному, тільки **на внесення добрив**.

Системи дозволяють виключити вплив "людського фактору" і зменшити величину огріхів при обробітку на 5...10 % і перекриттів на 15...20 %.

ПЕРЕВАГИ РІШЕННЯ

- Менше пропусків і перекриттів
- Менше витрат палива і ТМЦ
- Менший знос техніки та більш швидке виконання операцій
- Можливість застосування локально-стрічкового внесення і т. д.





Головна відмінність автопілота від системи паралельного водіння полягає в тому, що він забезпечує точність пересування **без допомоги оператора.**

Маршрут обробляється GPS-приймачем і навігаційним контролером. Якщо трактор відхилиться від заданого курсу, автоматично проводиться корекція.

Для забезпечення вищої точності руху агрегату по заданій траєкторії система паралельного водіння за показами курсора дооснащується контролером та підкермовувальним пристроєм, що забезпечує паралельне водіння з точністю до **± 10 см.** Таким чином одержують уже систему автоматичного водіння.

Застосування курсовказівників з підкермовувальними пристроями знижує перекриття до 2 ... 3 % і менше.



Виробники техніки пропонують кілька типів підкермовувальних пристроїв:

- із приводним фрикційним роликом,

- із кермовим хомутом й електронне кермо.

Підкермовувальні пристрої

електричні

гідравлічні



Застосування такого типу керування машиною дозволяє одержати точність ведення **15–30 см**, а з використанням дифпоправки – **5-10 см**.

Рис. Підкермовувальний пристрій з приводним роликом модель AgGPS EZ-Steer

21 Підкермовувальний пристрій із кермовим хомутом паралельного водіння складається з кермового хомута, зубчастого та накладного дисків.

Рис. Підкермовувальний пристрій з кермовим хомутом Raven



Рис. Підкермовувальний пристрій з електронне кермо Trimble EZ-Pilot



Електронне кермо монтується замість стандартного кермового колеса. Воно має високий крутний момент і достатній запас потужності, що гарантує ефективність його роботи. Висока швидкість реакції електродвигуна дозволяє системі швидко коригувати курс.

Система керування також використовує **технологію компенсації нерівностей рельєфу**, яка підвищує точність роботи на нерівній місцевості, а також на схилах.



Рис. Схеми визначення кута нахилу та компенсації нерівностей місцевості

Пристрої компенсації нерівностей місцевості оснащуються трьома гіроскопами для визначення нахилу під час роботи на будь-яких типах поверхні (поперечні та поздовжні схили). Вони розраховують різницю між розташуванням антени GPS і реальним розміщенням центральної точки технічного засобу на поверхні поля.

23

Для більш точного водіння (5 – 10 см) МА по полю при виконанні технологічних операцій потрібне таке обладнання:



1) навігаційний приймач з точністю позиціонування - до 10 см, здатний працювати на двох частотах



2) дисплей або світлодіодна панель



4) підкермовуючий пристрій

3) контролер для розрахунку відхилень на нерівностях антени приймача і коригування напрямку руху



24 Для досягнення високої точності є кілька поширених способів коригування супутникових навігаційних сигналів, використовуючи диференційні поправки (**EGNOS, WAAS, MSAS**).



Вони можуть бути отримані як від геостаціонарних супутників, що підвищить точність до ± 10 см, так і від базової супутникової станції RTK, розташованої в безпосередній близькості від поля.

Поправки на приймачі транслюються з неї радіосигналом з частотою **450** або **900** МГц.

Рис. Базова станція (RTK)

Для стаціонарної базової станції це обмеження - коло радіусом **11-12** км, в центрі якого знаходиться базова станція, для переносної - трохи менше.

Серед найбільш розповсюджених безкоштовних служб навігаційного покриття – **E-Dif, EGNOS, RangePoint Rtx, OnPant**; комерційних служб (точність руху з відхиленням до 2-5 см) – **Omnistar, CenterPoint Rtx** або корегуючий сигнал RTK.



Piloto Automático Trimble

EZ-Pilot Pro / GFX-750 / NAV-900

Tractor New Holland T7

Система гідравлічного автопілота відрізняється від системи електричного водіння тим, що відхилення від заданої траєкторії, що утворюються GPS-приймачем і навігаційним контролером, через спеціальні пристрої (керуючий клапан) вводяться безпосередньо в гідравлічну систему управління ходовою частиною трактора, виключаючи інертність і люфт рульового управління.



На трактор встановлюється спеціальний датчик кута повороту коліс. Така система забезпечує максимальну точність (відхилення ± 2 см) руху по маршруту без втручання механізатора.

Варіант розташування обладнання на тракторі із гідравлічною системою водіння

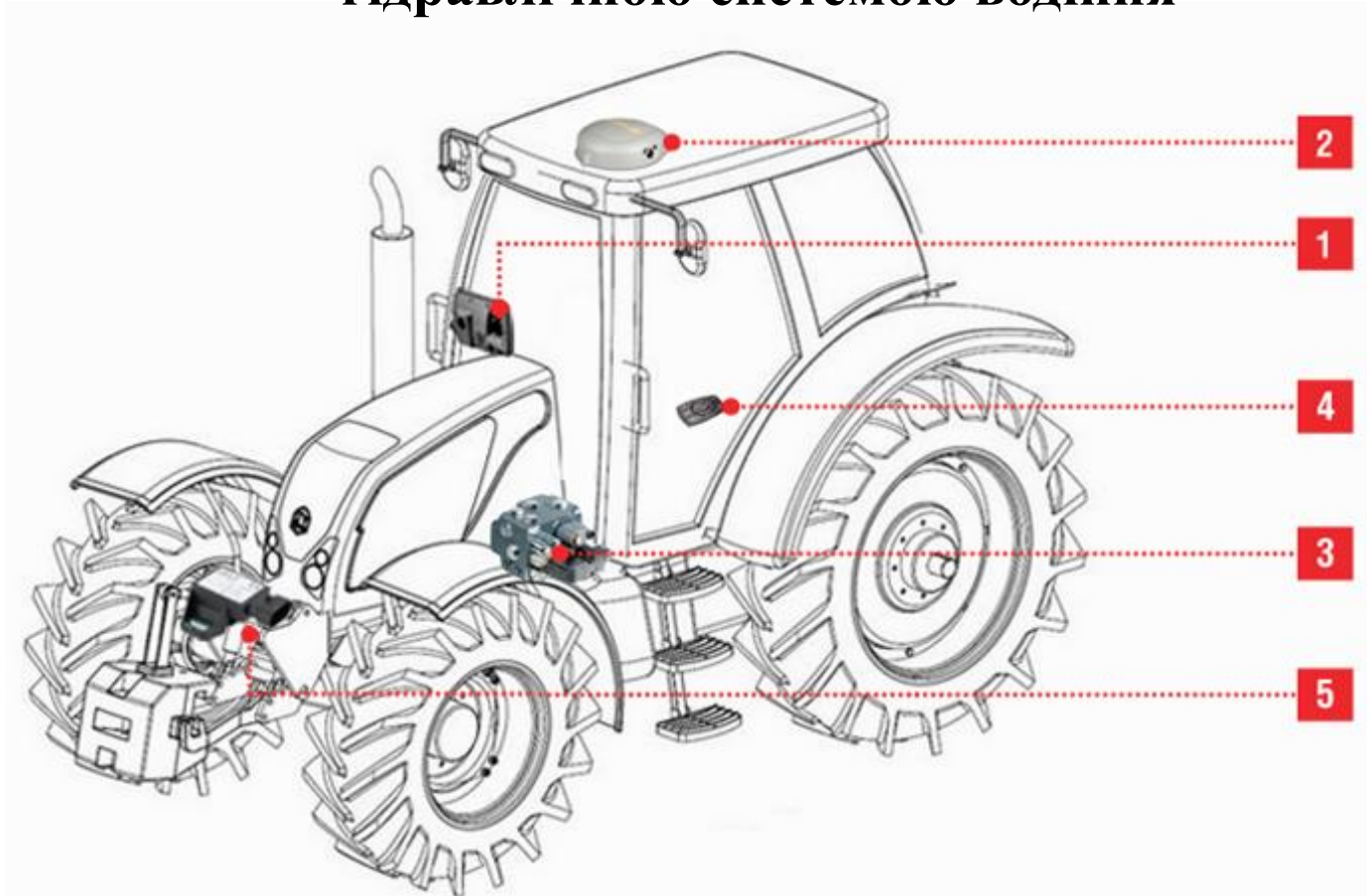


Рис. Розташування обладнання для автоматичного водіння Topcon EHI:

- 1 - консоль управління X (дисплей);*
- 2 - супутниковий приймач AGI-4;*
- 3 - електрогідравлічний блок EHI,*
- 4 - пульт дистанційного керування VDC,*
- 5 - датчик кута повороту коліс WAS*



Рис. Клапан керування

Гідравлічний клапан отримує електричні сигнали від контролера і перетворює їх в гідравлічні, які система використовує для утримання транспортного засобу на заданому курсі.

Датчик кута повороту коліс призначений для безперервної зворотного зв'язку з системою управління трактором.



Рис. Датчик повороту коліс

Датчик кута повороту коліс або напіврами встановлюється на поворотний елемент системи управління самохідної техніки.

Ефект установки **гідравлічного автопілота** - досягнення максимальної точності всіх видів робіт (суцільна культивуація, передпосівна культивуація, сівба, міжрядний культивуація, обприскування, внесення добрив і ін.), збільшення продуктивності за рахунок роботи в нічний час.



5. Практичні аспекти використання систем водіння агрегатів

Проведені дослідження навігаційної системи Центром "Геомір" на площах ТОВ "Інтеко-Агро" в Белгородській області, показали, що встановлення системи на непідготовлений трактор JohnDeere займає близько 10 хв.

Бригадою механізаторів, які раніше не працювали з системою паралельного водіння, було оброблено поле культиватором "Хорш" (18,3 м) по два проходи довжиною близько 800 м. **Помилка в відстані між рядами склала 25 см.** Використовувалася дифпоправка VBS системи Omnistar.

У таблиці наведені дані трирічних досліджень величин стикових міжрядь при посівах різних зернових культур **по маркеру і з використанням системи "Автопілот"**



31 Таблиця 1. Значення ширини стикових міжрядь і відхилень від стандартної величини міжрядь сівалки

Культура	Сівалка D9-30 (відвальний фон)				DMC (мінімальний)	
	по маркеру		автопілот		автопілот	
	ширина стикових міжрядь, см	відхилення, см	ширина стикових міжрядь, см	відхилення, см	ширина стикових міжрядь, см	відхилення, см
2008 р.						
Ячмінь	15,4	+3,4	13,5	+1,5	-	-
2009 р.						
Ячмінь	14,0	+2,0	12,3	+0,3	17,3	-1,5
Вика + Овес	-	-	17,5*	-1,3*	18,1	-0,7
Озима пшениця	16,3	+4,3	14,3	+2,3	17,3	-1,5
2010 р.						
Ячмінь	15,2	+3,2	13,2	+1,2	18,1	-0,7
Вика + Овес	-	-	13,7	+1,7	19,1	+0,3
Озима пшениця	17,0	+5,0	13,5	+1,5	20,2	+1,4

Примітка. Ширина міжрядь сівалок D9-30 Amazone – 12 см;
DMC Primera-3000 Amazone – 18,75 см.

В ході досліджень спостерігалася неоднакова ширина стикових міжрядь між суміжними проходами сівалок при посіві зернових культур і вико-вівсяної суміші **по маркеру і автопілоту**.



Рис. Вид стикового міжряддя при посіві по маркеру

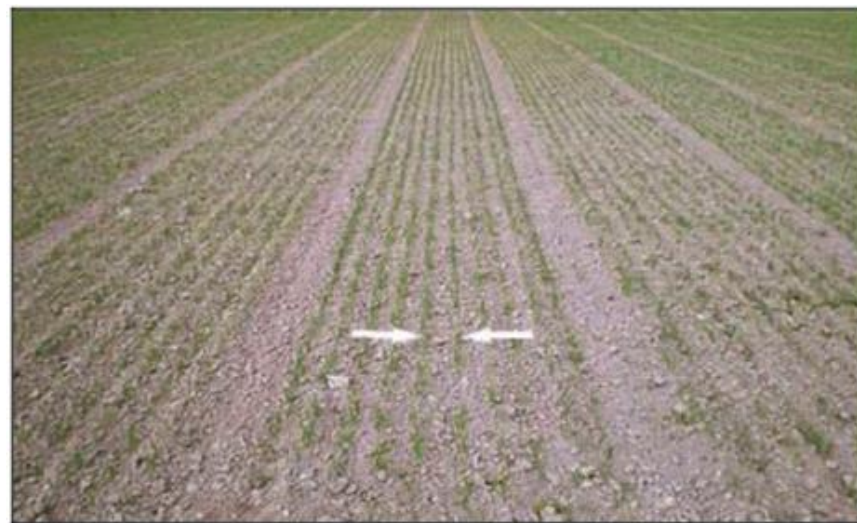


Рис. Вид стикового міжряддя при посіві по автопілоту

Незважаючи на порівняно хороші середні значення відхилень (0,63 і 2,98 см в першому повторенні і 1,59 і 2,68 см відповідно в другому), посів ячменю по маркеру показав більшу розбіжність в параметрах стикових міжрядь - від **+13,75 см** до **- 9,0 см**.

33 На просапних культурах, крім точного висіву, також необхідно виконувати і міжрядний обробіток. Тому, при використанні навігаційних систем необхідна висока точність ведення агрегату.



Картоплесаджалки GL-34Т



Рис. Садіння картоплі на схилі з використанням системи "Автопілот"

В ході експериментів було зроблено спробу адаптувати систему "Автопілот" під міжрядний обробіток картоплі. Під картоплю була обрана ділянка на схилі, щоб зробити роботу автопілота складнішою.

34 Садіння картоплі здійснювали картоплесаджалки GL-34T по автопілоту і по маркеру. Задана траєкторія руху агрегату, з використанням системи GPS, повторювалася на варіанті точного землеробства в ході проведення гребенеутворення по сходам картоплі.



Рис. Гребенеутворення картоплі з використанням системи "Автопілот"

Рис. Ідеально прямолінійні гребені і сходи картоплі (садіння і гребенеутворення проводилися по автопілоту)

Ширина міжрядь між проходами картоплесаджалки при використанні маркера і автопілота відрізнялася не суттєво по окремих роках, складаючи за традиційною технологією інтервал в середньому від 60 ... 65 до 80 ... 85 см.

Таблиця 2. Ширина стикових міжрядь і розташування рослин картоплі на гребені при різних технологіях вирощування

Рік	Ширина міжрядь при садінні, см		Розташування рослин від центру гребеня, см	
	маркер	автопілот	маркер	автопілот
2008	62...85	$75 \pm 3,5$	$\pm 10...13$	$\pm 3,5$
2009	65...81	$75 \pm 2,8$	$\pm 6...10$	$\pm 2,8$
2010	60...80	$75 \pm 3,3$	$\pm 5...15$	$\pm 3,3$

Відхилення від стандартного міжряддя саджалки (75 см) перебувало в межах від - 15 до +10 см (по маркеру).

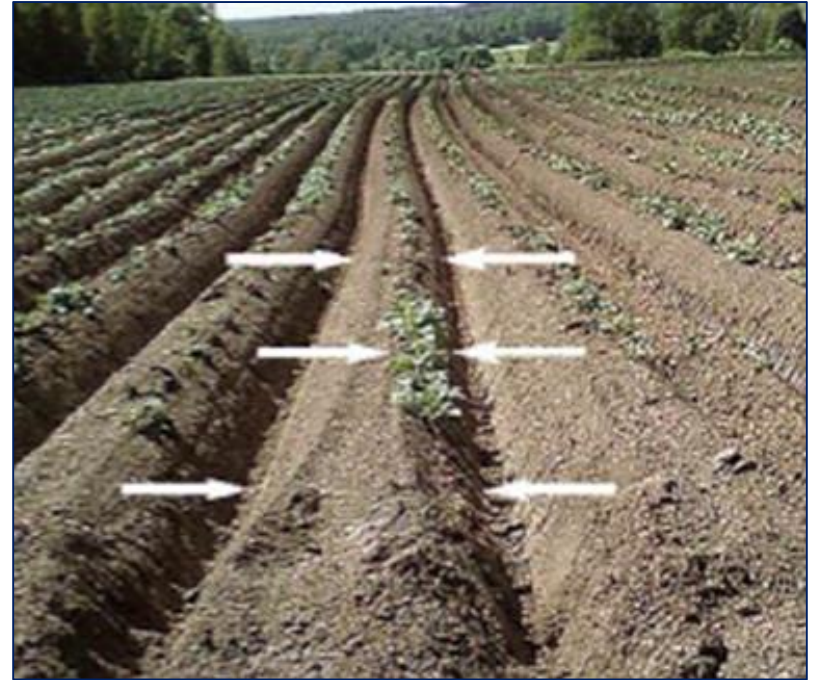
Застосування системи "Автопілот" забезпечувало відхилення від прямолінійності суміжних рядків від 2,8 до 3,0 см.

36

Важливою умовою повноцінного розвитку рослини картоплі є її розташування по відношенню до центральної частини гребеня, що формується в ході проведення гребенеутворення після появи сходів.



a)



б)

Рис. Можливі проблеми при гребенеутворенні картоплі (робота без автопілота): а) звуження гребеня; б) відхилення від центру

37 Гребенеутворення в посадках картоплі, вирощуваних за традиційною технологією, забезпечувало формування рослин картоплі з відхиленнями від центру від **10 до 15 см.**

При застосуванні автопілоту у технології точного землеробства рослини картоплі розташовувалися по центру рядка з відхиленням від **2,8 до 3,5 см.**

Таблиця 3. Частота відхилень рослин картоплі від центру гребеня, %

Відхилення, см	По маркеру		GPS-автопілот	
	Мінімальна	Відвальна	Мінімальна	Відвальна
0-2	14	17	40	41
3-5	35	20	48	37
6-8	25	24	10	15
9-11	17	25	2	6
12-14	7	14	-	1

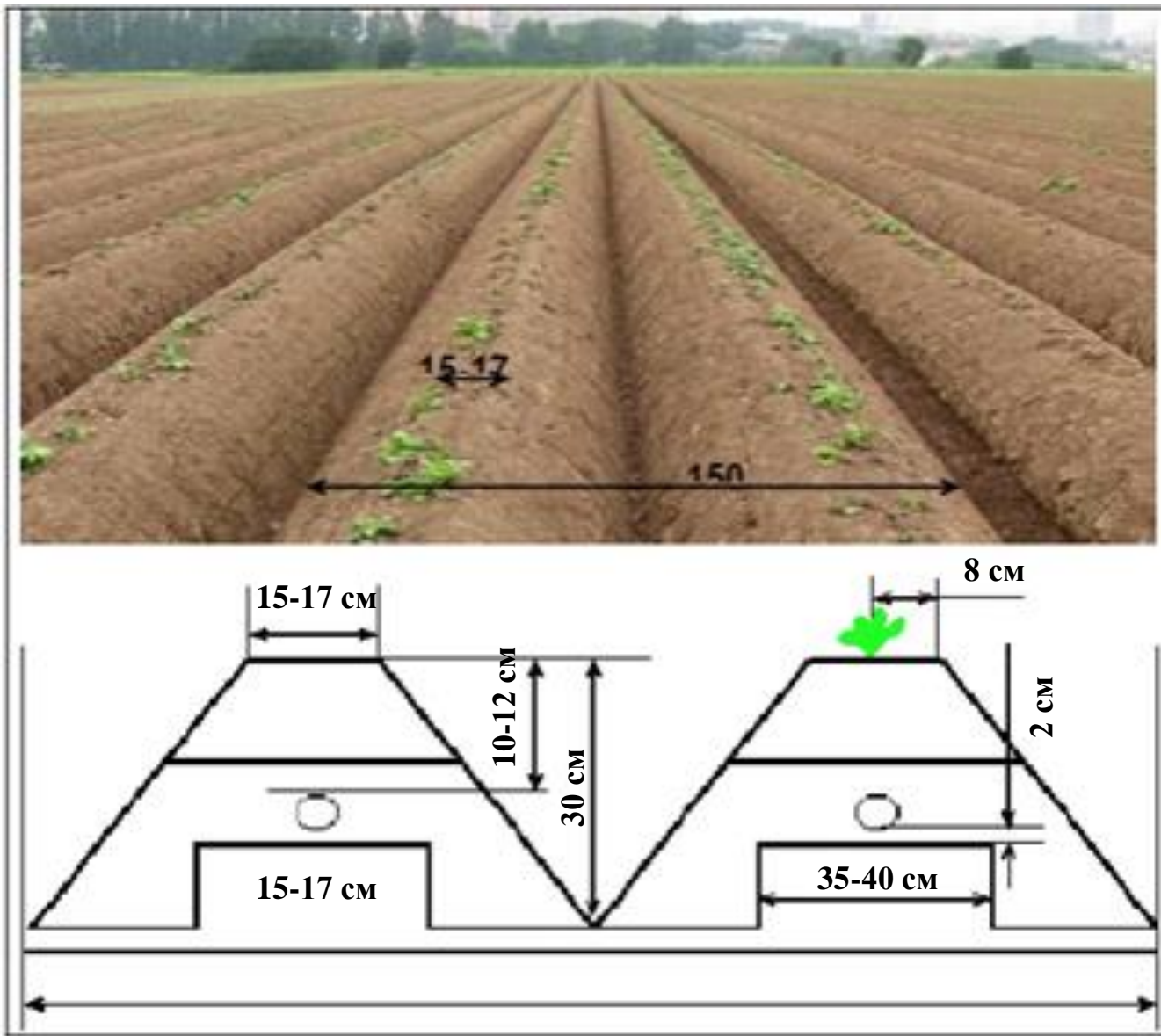
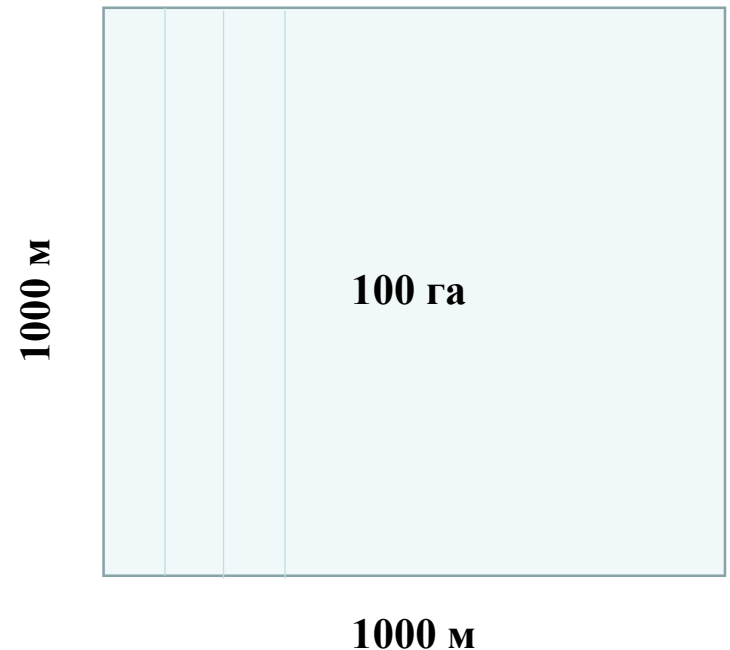


Рис. Ілюстрація та схема гребенеутворення в посадках картоплі (L - відстань від рослини до центру гребеня)

6. Ефективність впровадження систем водіння агрегатів

Дослідження роботи МА при виконанні технологічних операцій, які були обладнані системами паралельного водіння, в ряді різних господарствах дозволяють зробити висновок, що дані системи дозволяють виключити вплив "людського фактору" і зменшити величину огріхів **при обробітку на 5...10 % і перекриттів на 15...20 %.**

Розрахунок ефективності використання системи паралельного водіння при ворушінні скошеної люцерни ворушилкою **Krone KW 8.82/8** з шириною захвату 8,8 м.



Таблиця 4. Результати розрахунків при різних величинах перекриття сусідніх рядів при ворушінні скошеної маси

Ширина перекриття, м	Робоча ширина захвату, м	Коефіцієнт використання ширини захвату	Кількість проходів по полю	Загальна площа перекриття на полі, га	Продуктивність, га/год	Перевитрата пального, л або грн.
0,2	8,6	0,98	116	2,32	6,43	4,87 / 145,4
0,4	8,4	0,95	119	4,76	6,28	10,0 / 298,6
0,6	8,2	0,93	122	7,32	6,13	15,37 / 458,9
0,8	8,0	0,91	125	10,0	5,98	21,0 / 627,1
1,0	7,8	0,89	128	12,8	5,83	26,88 / 802,6

*При розрахунку приймали наступні дані: склад агрегату МТЗ-82.1 + КВ 8.82/8 Krone; робоча швидкість руху при відсутньому буксуванні рушіїв – 8,9 км/год; коефіцієнт використання часу зміни приймали постійним і рівним 0,84 (у даній статті його зміну у часі не досліджували); питома витрата палива 2,1 л/га (середня вартість дизпалива станом на травень 2019 року становить 29,86 грн.).

43 Аналізуючи результати розрахунків, стосовно технологічної операції ворушіння скошеної маси за різних величин перекриття сусідніх рядів висновок можна зробити наступним: **кожні 20 см перекриття сусідніх проходів – це приблизно зменшення на 2,3 % продуктивності агрегату за годину змінного часу та приблизно 60 грн. збитків на кожен гектар оброблюваної площі тільки на одній операції ворушіння скошеної маси.**





Дякую за увагу!

Тема 3

Моніторинг агрохімічного стану ґрунту

Кафедра Агроінженерії і ТС
Дисципліна «Система точного землеробства»
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

Питання для обговорення

План

1. Значення властивостей ґрунту при вирощуванні с.г. культур.
2. Моніторинг агрохімічного стану ґрунтів.
3. Методи відбору ґрунтових проб.
4. Терміни, періодичність і глибина відбору ґрунтових проб на елементарних ділянках.
5. Етапи реалізації СТЗ.



Література

1. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. - К.: - НУБіП України, 2018. – 566 с.
2. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deer Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
3. Личман Г.И., Марченко Н.М., Дринча В.М. Основные принципы и перспективы применения точного земледелия. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 81 с.
4. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия. – СПб.: Издательство ПИЯФРАН. 2007. – с. 384.
5. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підручник у 2 Т. Т.2. / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред.. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012 – 432 с. (Розділ 5 ст. 204 – 235. Основи точного землеробства).

1. Значення властивостей ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур

Головна властивість ґрунту – його родючість.

Під **родючістю ґрунту** розуміють її забезпеченість елементами живлення (волога, повітря мінеральні солі), доступними для використання рослинами.



3

Метою проведення ґрунтового обстеження є виявлення ґрунтових чинників, які є лімітуючими для росту рослин і отримання адекватно затратам врожаю.



Основні елементи живлення

Азот (N)

Фосфор (P)

Калій (K)

Необхідний рівень забезпеченості кожним з елементів живлення залежить від виду вирощуваної сільськогосподарської культури і забезпеченості іншими екологічними факторами в зоні вирощування.

У більшості випадків за результатами ґрунтового обстеження забезпеченість основними макроелементами визначають як *дуже низьке, низьке, середнє, високе і дуже високе*.

4



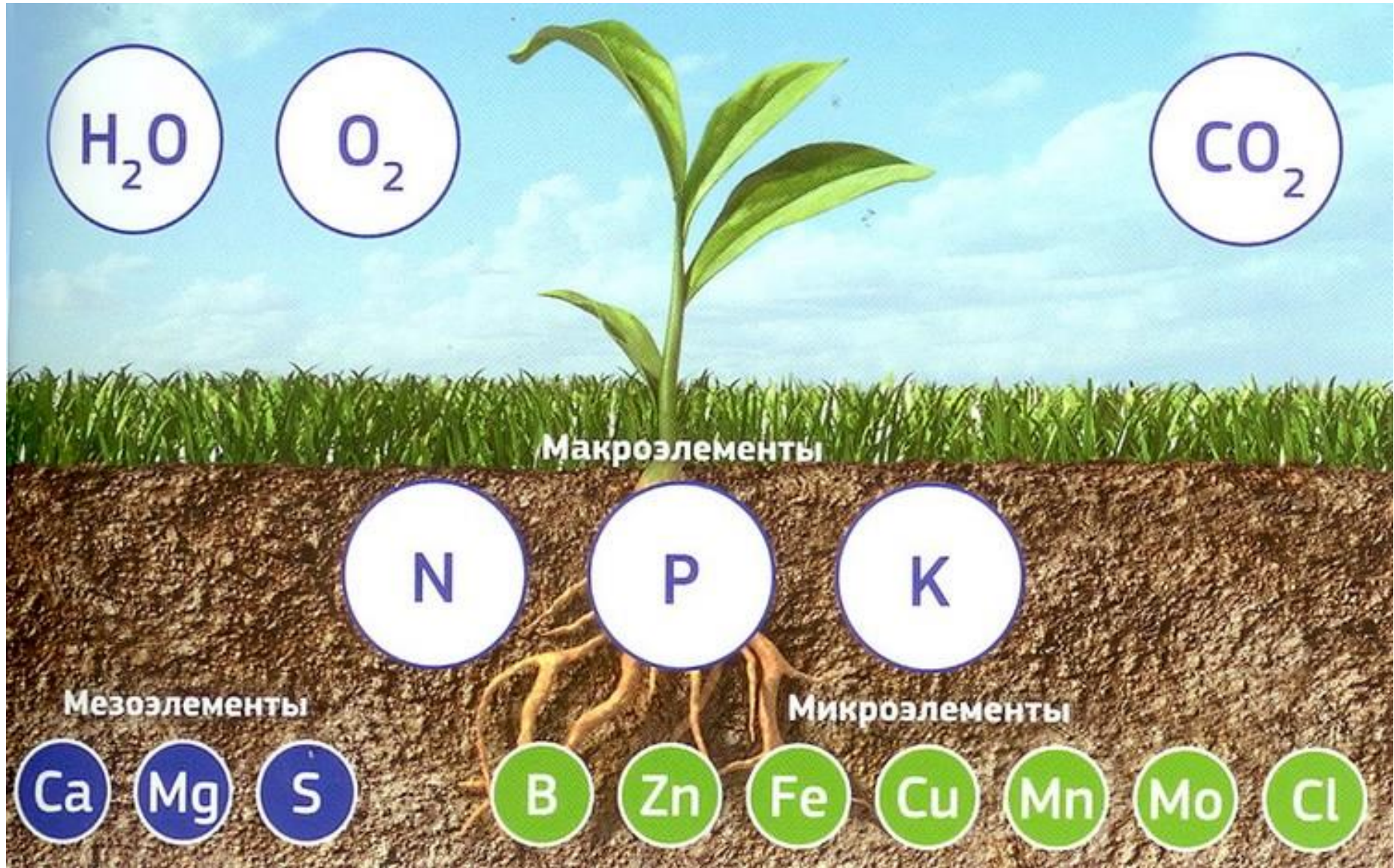
Азот (N). Вирішальними факторами в досягненні високої врожайності є терміни і способи внесення азотних добрив. В ідеалі, терміни внесення азоту повинні відповідати пікам потреби культури в цьому елементі.

Фосфор (P) є важливим елементом, від наявності якого залежить якість формування і розвитку генеративних (насіння, квітка, плід) частин рослин. Даний елемент вкрай необхідний для отримання якісного посівного матеріалу. Вимоги до термінів внесення фосфорних добрив не такі жорсткі, як до внесення азотних добрив.

Калій (K) виконує функції, пов'язані з властивостями клітинних розчинів рослин. Це елемент, який відповідає за транспорт поживних речовин через рослинні тканини. Тільки від 1 до 10 % загального вмісту калію в ґрунті є рослинам.



5 Вторинні поживні елементи включають кальцій (*Ca*), магній (*Mg*) і сірку (*S*).



Мікроелементи необхідні рослинам в відносно невеликих кількостях.

6

Показник кислотності рН.

Реакція ґрунтового середовища, або рН, є ознакою, від якої багато в чому залежать агрохімічні властивості ґрунтів і ріст рослин.



Кислотність утворюється через присутність у ґрунтовому розчині і на колоїдах іонів H^+ . Зміна кислотності ґрунтів значною мірою впливає на доступність для рослин поживних речовин.

рН шкала



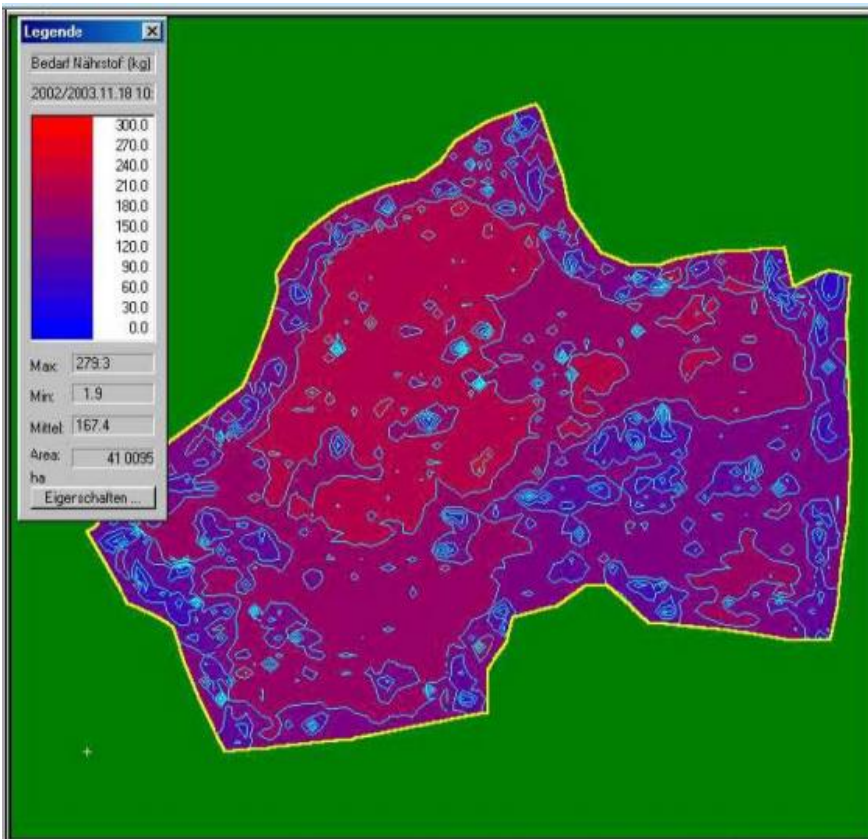
Надмірно високий (більше 9,0) та надмірно низький (менше 4,0) показники рН ґрунту діють на коріння рослин токсично.

Моніторинг навколишнього природного середовища – (анг. *monitoring* від лат. *monitor* – то, що контролює, попереджає) – система спостереження та контролю за станом природних і антропогенних комплексів, об'єктів та явищ, рівнем забруднення навколишнього середовища та деградації екологічних процесів, які відбуваються в ньому, з метою забезпечення раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища, запобігання критичним та кризовим ситуаціям.

Моніторинг – це геовизначена картограма поля з необхідним даними (довгота, широта і висота), що використовуються як основа для розміщення даних (вміст у ґрунті гумусу, вологості, N, P, K, рН, врожайність зібраної культури) з місцевизначених характеристик.



Картограми при потребі поділяють на рівні, так би мовити, логічний розподіл загальної інформації на тематичні рівні, наприклад, рельєф, урожайність, тип ґрунту, поживні речовини тощо. Також карти можна об'єднувати, тобто перетворення двох і більше картограм поля в одну, узгоджену в координатах.



Пшениця

Задана кількість

240 кг N / га

Потрібна кількість (програма внесення добрив від фірми Kemira)

Максимальна кількість

280 кг N / га

Мінімальна кількість

2 кг N / га

Середня кількість

167 кг N / га

Різниця

-73 кг N / га

Вплив варіації | родючості ґрунту на параметри агрохімічних контурів

Параметри	Коефіцієнт варіації (V), %	Відстань між центрами контурів, м
Кислотність рН	8-14	20-132
Ґрунтовий N-NO ₃	28-58	40-275
Органічна речовина	21-41	112-114
Доступний Р	39-157	68-145
Доступний К	31-61	-
Врожайність	8-29	70-700

Рекогносцивальне обстеження полів

Рекогносцивання – обов'язковий початковий етап робіт при проведенні інструментальних зйомок, призначений для вибору місця розташування точок знімальної мережі безпосередньо на місцевості.



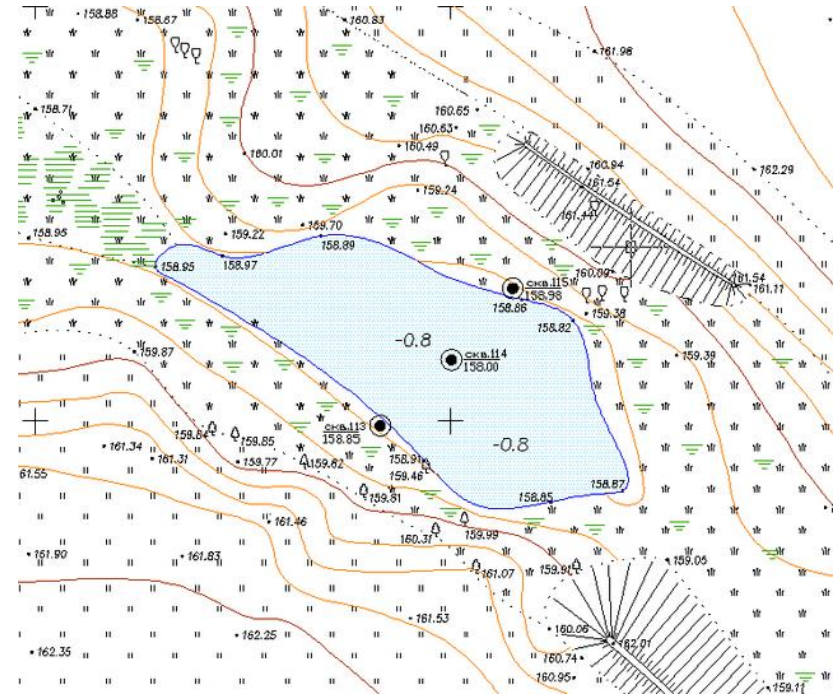
Ціль рекогносцивання - скласти загальне уявлення про землекористування господарства, з'ясувати особливості сільськогосподарського використання ґрунтів (сівозміни поля, виробничі ділянки, їх межі і т. д.).

Під час рекогносцивання оцінюють форми рельєфу, крутість схилів і складають уявлення про геоморфології даної місцевості.

11

Підготовка картографічної основи

На плані землеустрою на основі ґрунтової карти господарства відзначають ґрунтові контури, зміни кордонів, нулів, доріг, інші зміни, виявлені в процесі рекогностування.



На належних агрохімічному обстеженню полях виділяють ділянки, що розрізняються по рельєфу, експозиції схилів, рівню родючості ґрунту, агрохімічним показникам, установленим в попередні тури агрохімічного обстеження.

Схематичне виділення елементарних ділянок і схеми відбору ґрунтових проб

На середньо- і сильно еродованих ґрунтах, а також при вираженій комплексності і плямистості ґрунтового покриву, визначеного по ґрунтовій карті, елементарні ділянки повинні обмежуватися площею: на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах – **1-3 га**, на чорноземах – **3 га**.



На складних по рельєфу полях із помітними западинами і підвищеннями елементарні ділянки не повинні перевищувати **1-2 га**.

Рекомендується складати змішаний зразок з 20-40 індивідуальних проб. Загальним правилом залишається одне: при необхідній середній масі змішаного зразка не менше 300 г.

13

У невеликих за площею господарствах для застосування диференційованих доз добрив може застосовуватися так званий "сітковий метод" відбору ґрунтових проб, що ґрунтується на попередньому виділенні елементарних ділянок.

При використанні сіткового методу відбору проб поле розбивають на квадратні або прямокутні осередки (комірки) площею від **0,5 до 2 га**।

На невеликих за площею полях можуть використовуватися два підходи до відбору проб при сітковому методі:

- *спосіб центру сітки (точковий);*
- *спосіб осередку сітки.*

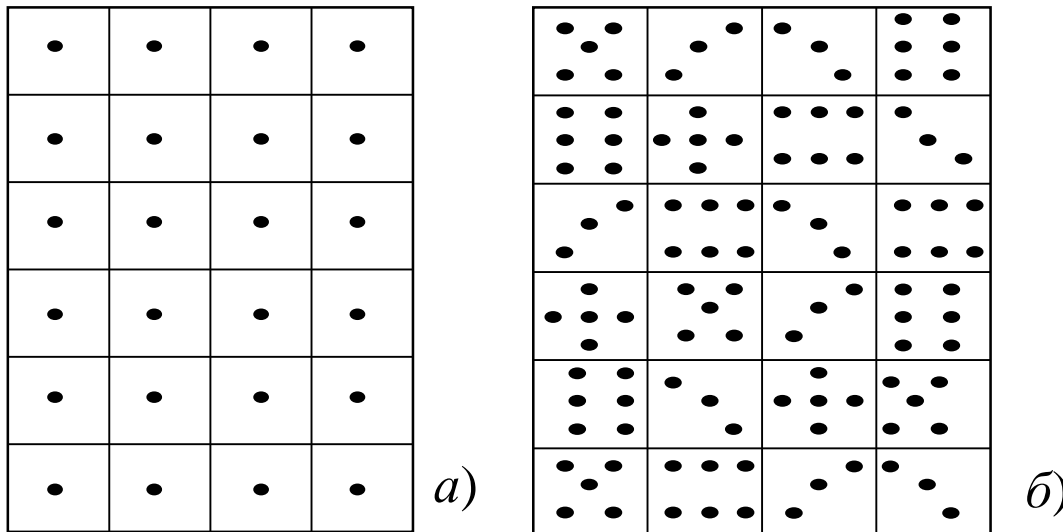


Рис. 2 - Сітковий метод відбору проб із центру осередку (та можливі варіанти розміщення (точкових проб для формування змішаної проби

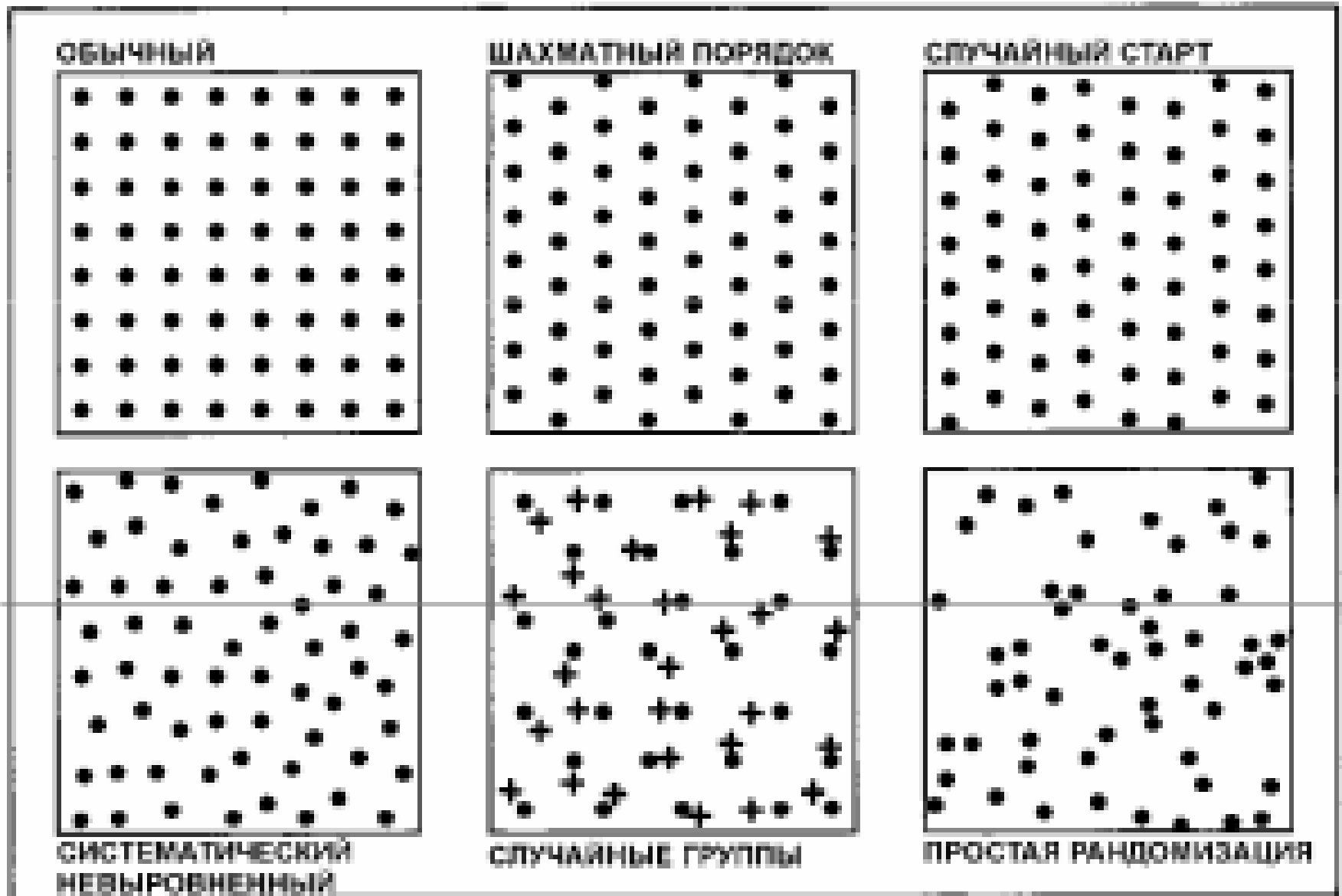
На першому етапі обстеження при точковому відборі проб по регулярній сітці осередок сітки не повинен бути більше **0,5 га** за площею, якщо немає ніяких даних про строкатість поля.



У подальшому можна буде обмежитися осередками площею в **1 га**. Якщо виявиться велика мінливість показників, необхідно розбити поле на дрібніші осередки.



У кожному осередку відбирається від **5 до 8 проб** в колі діаметром до 3 м з центром у середині осередку, які об'єднують в один змішаний ґрунтовий зразок.



16 Виділення контурів для відбору ґрунтових проб за типом ґрунту

Деякі агрономи вважають за краще використовувати метод відбору проб, який враховує зміну типу ґрунту по полю. Застосування такого методу доцільно за наявності хорошої ґрунтової карти поля.

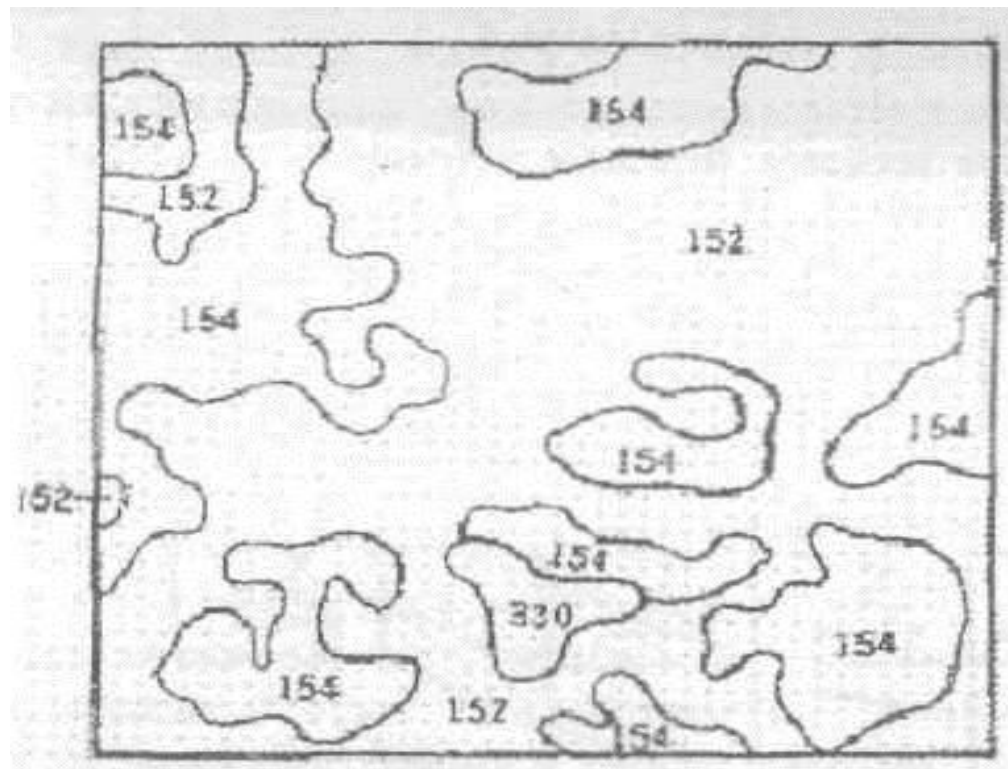
Рекомендовано уникати відбору проб на межах ділянок з різним типом ґрунту.

Рис. Розбивка поля на ареали за типом ґрунту для взяття ґрунтових проб:

152 - чорнозем звичайний

154 - солонець автоморфний

330 - солонець напівгідроморфний



Метод найбільш придатний для картографування солонцевих комплексів, заплавних земель і земель, що містять схили, з еродованими ґрунтами.

Даний спосіб полягає в автоматичному скануванні врожайності сільськогосподарських культур, головним чином зернових і кормових культур, в процесі їх збирання.

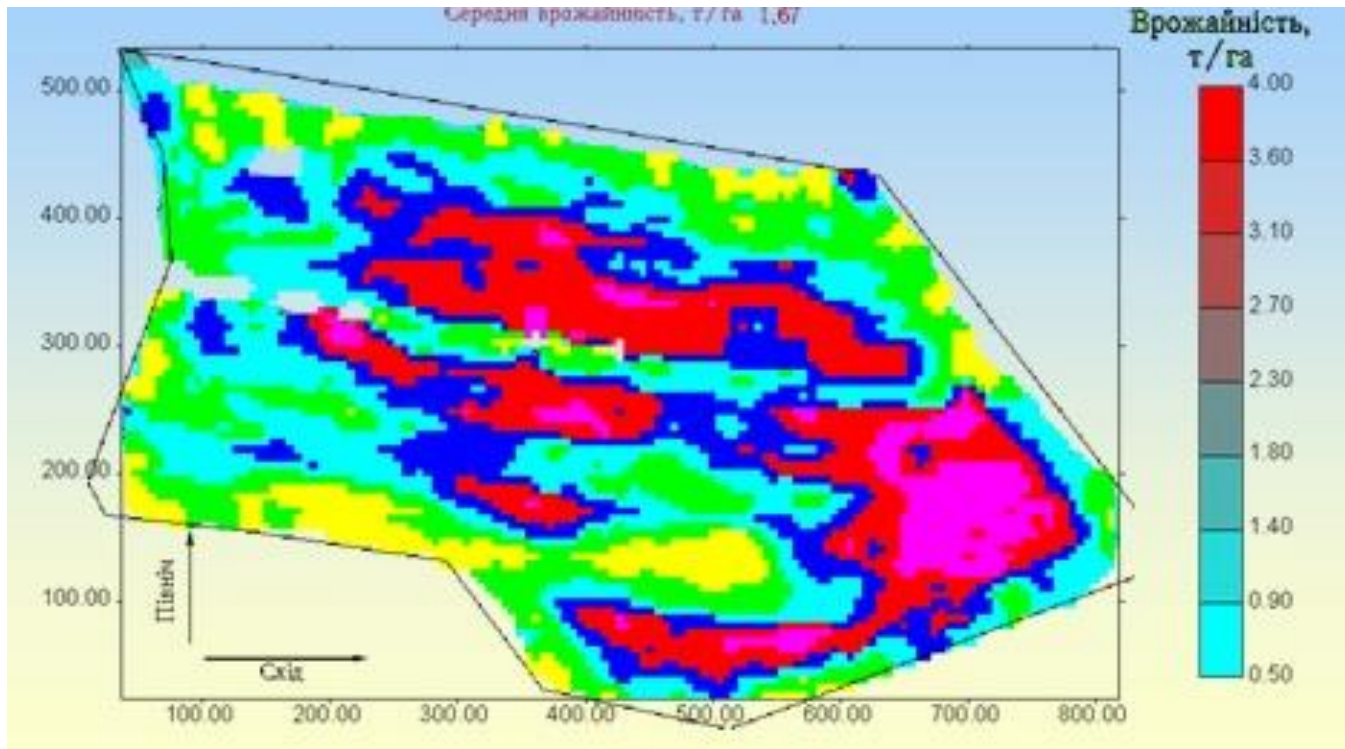
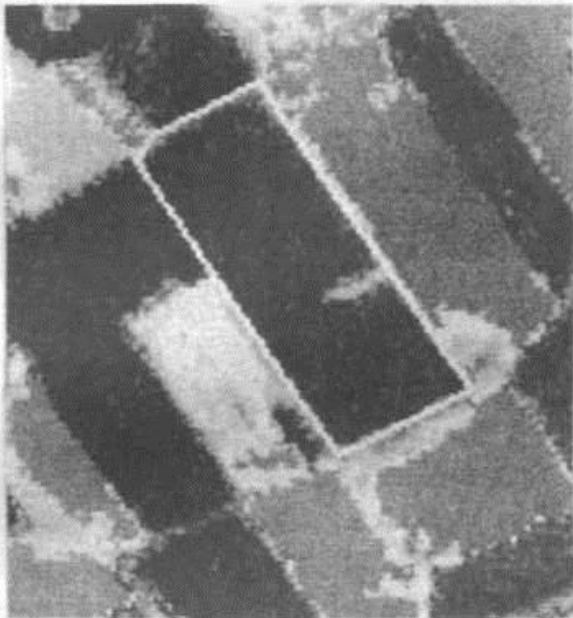


Рис. Виділення контурів родючості по врожайності однорічних трав

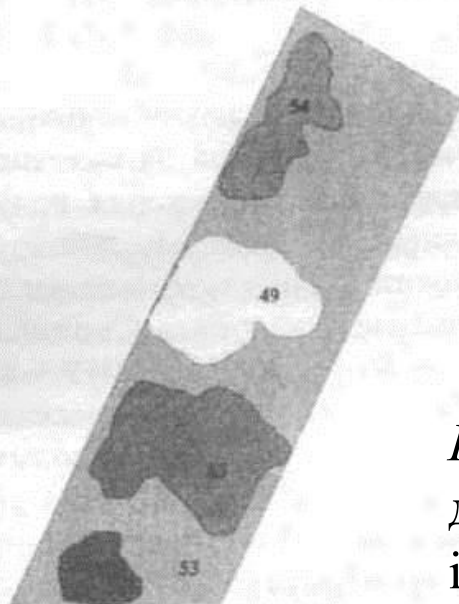
Недоліками даного методу є його орієнтація на чутливість певної культури на чинники родючості, що визначають саме її врожайність, причому у визначеній по агрометеорологічних ресурсах рік.

Даний спосіб виділення агрохімічних контурів ґрунтової родючості базується на використанні різних методів дистанційного авіакосмічного зондування земної поверхні.

Для регіонів з підвищеною хмарністю найбільш застосоване дистанційне визначення внутрішньо польових контурів за допомогою радіолокації земної поверхні, здійснюване в теплу пору року незалежно від погодних умов і часу доби з літаків або штучних супутників, в дециметровому діапазоні хвильового спектру випромінювання.



а)



б)

Рис. Результати дистанційного зондування (а) і їх тематичної обробки (б)

Перспективні також фізичні методи наземного сканування полів з метою окультурення видів із різним рівнем ґрунтової родючості.

Це, по-перше, сканування електропровідності ґрунтів, і, по-друге, інтенсивності зеленого забарвлення посівів. По першому методу поля обстежуються спеціальним агрегатом, на якому по ширині його захоплення встановлені робочі органи, що перебувають під невисокою напругою і контактують в робочому стані із поверхнею ґрунту.

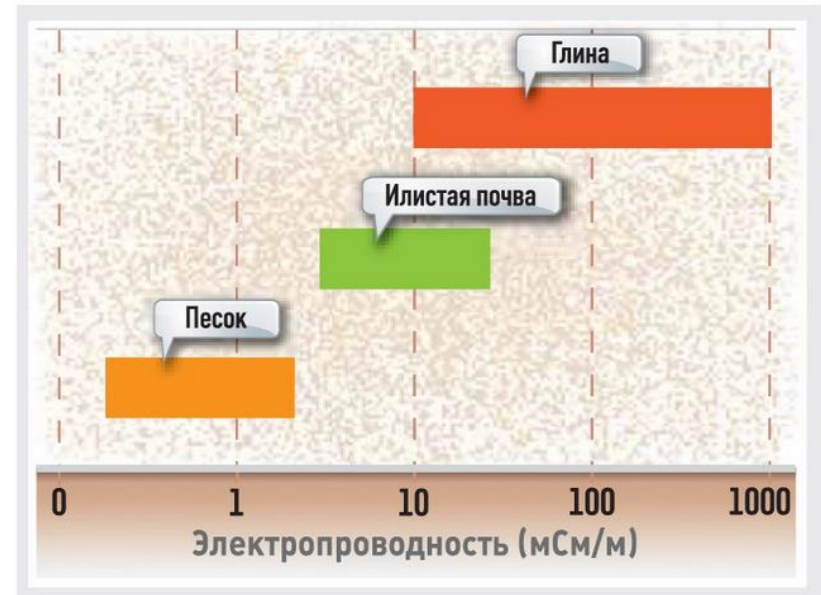
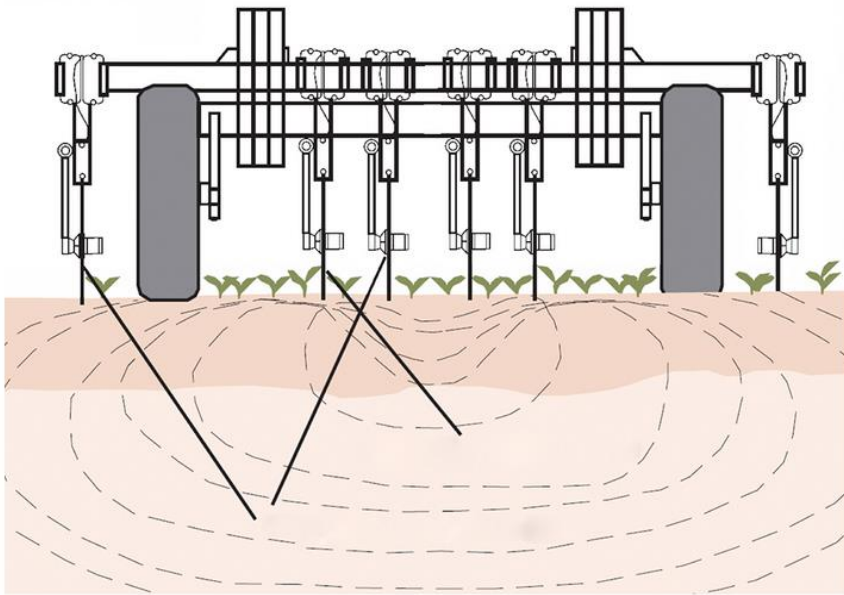


Рис. Вимірювання електропровідності ґрунту

FR≡NDT



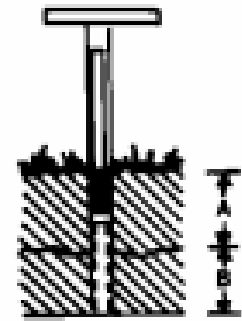
Визначення рН, вміст рухомих форм фосфору і калію в орному шарі на полях з диференційним внесенням добрив може проводитися періодично, тобто один раз в декілька років.



На результати ґрунтового аналізу істотно впливають проміжок часу між попереднім внесенням добрив і відбором проб протягом сезону, температура ґрунту і вміст вологи, вирощувана раніше культура.

Відбір ґрунтових проб рекомендується проводити на полях, не зайнятих у даний час сільськогосподарськими культурами. Для цього краще всього підходить осінній період після збирання культур.

Глибина відбору ґрунтових проб на орних землях для визначення основних агрохімічних показників ґрунтової родючості визначається глибиною орного шару. На дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах це, як правило, 0-20, 0-22 см, на чорноземах -0-25, 0-30 см.



Нулевая обработка
(а) 0-10 см - только для рН
(в) 0-20 см - Р и К

Таблиця 2

Вплив глибини відбору і способу ґрунтообробітку на вміст фосфору в пробах, мг/кг*

Глибина відбору проби, см	Оранка пругом	Чизелювання + дискування	Дискування	Нульовий обробіток
0-10	24	52	55	41
0-15	24	45	42	31
0-20	24	37	34	25
0-25	24	31	28	21

*зарубіжні дані

На сьогоднішній час на різних мобільних засобах монтують спеціальні пробовідбірники для взяття проб ґрунту. Це дозволяє максимально прискорити робочий процес і зменшити затрати завдяки механізації процесу відбору проб і часткової автоматизації.



Рис. Схема трактора з навісним механізованим пробовідбірником, що працює на основі гідравлічних ударних циліндрів з катушками

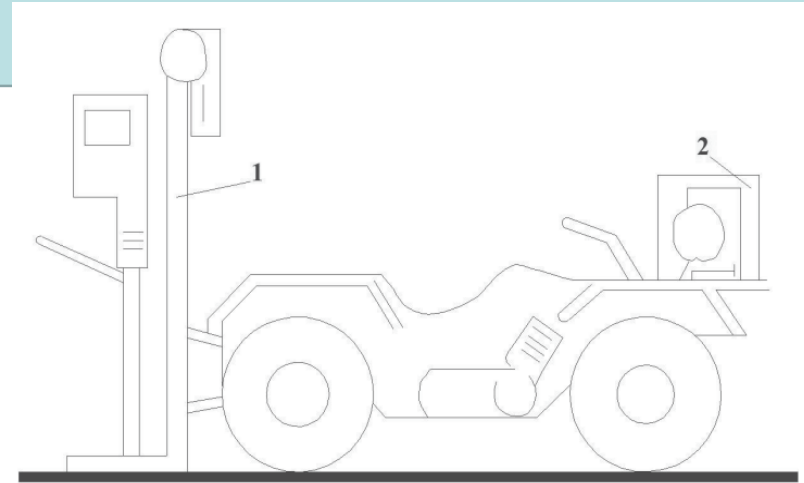


Рис. Схема механізованого пробовідбірника, що працює спільно з бурами на основі електропневматичних ударних механізмів

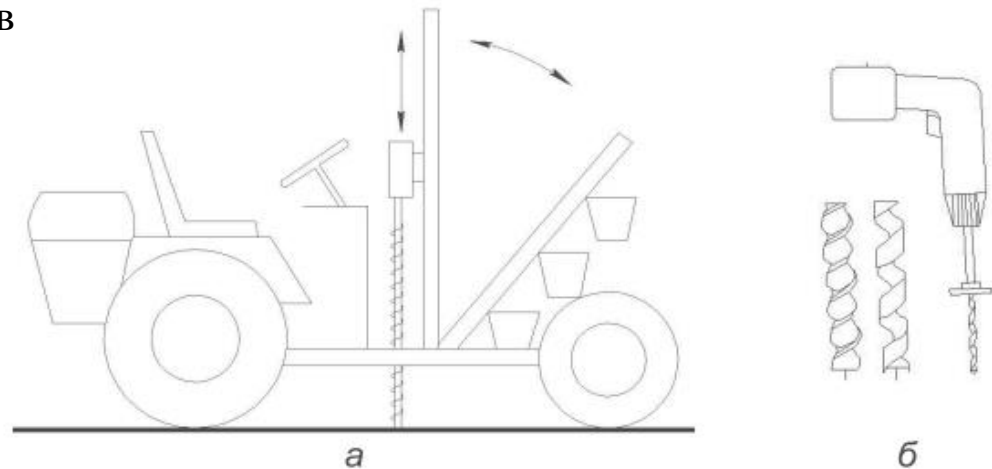


Рис. Схема механізованого пробовідбірника, що працює із спіральним буром: а – мобільний носій із спіральним буром; б – бур із спіральними формами

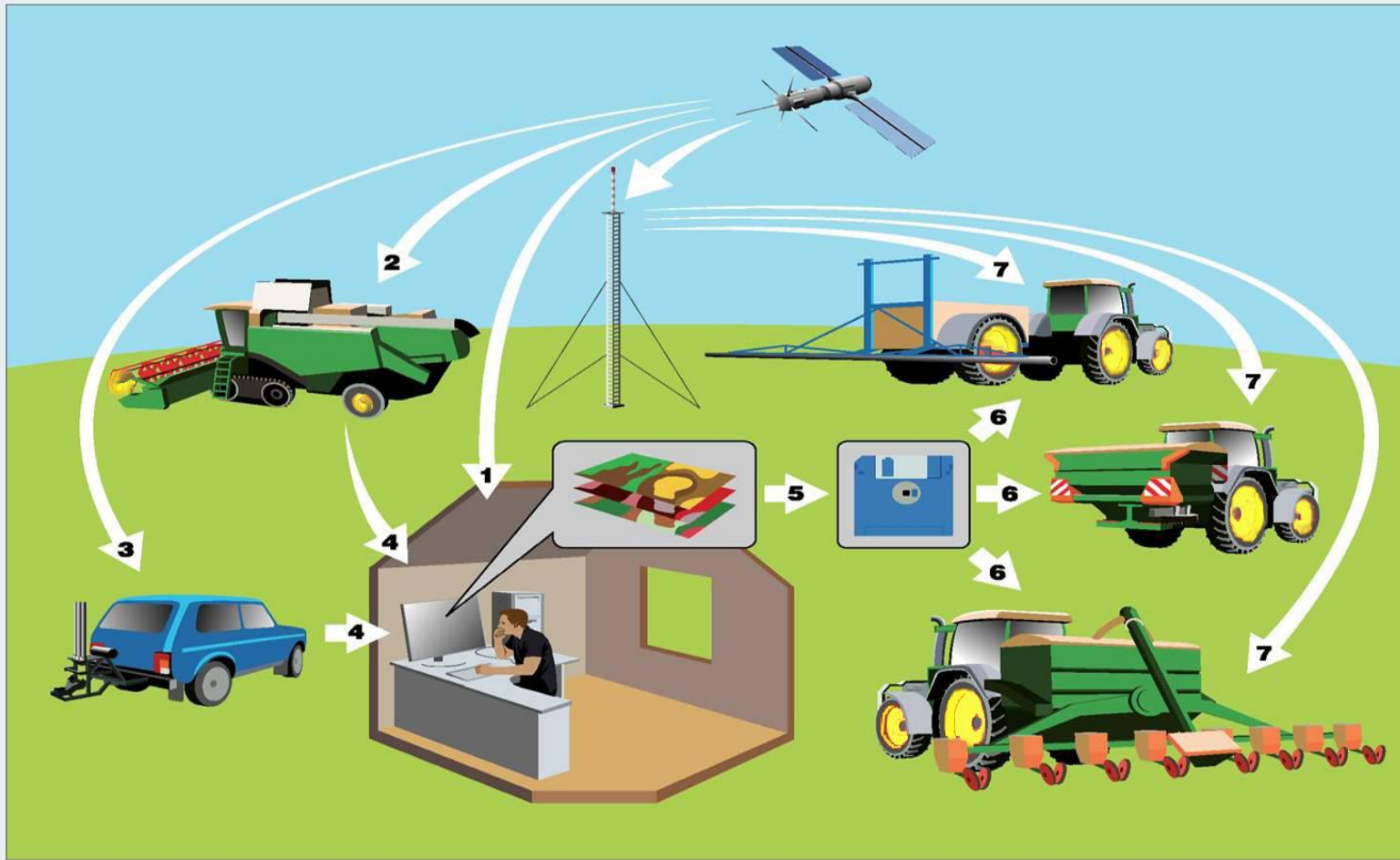
23

Skok Agro



АГРОБІЗНЕС Україна





Потрібно створити електронну карту.

- ✓ Визначити границі полів
- ✓ Визначити фактичні розміри (площі) полів

Способи визначення границь

✓ Об'їзд границь полів з використанням GPS обладнання і спеціального програмного забезпечення



✓ Визначення границь полів по знімку високою розділювальною здатністю



✓ Комбінований спосіб



Мобільний комплекс

Комплектація:

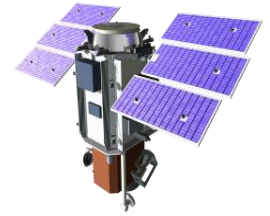
- ✓ Рушій
- ✓ Супутникова система позиціонування «GPS»
- ✓ Бортовий комп'ютер
- ✓ Програмне забезпечення



Мобільний комплекс

- ✓ По даним GPS приймача визначають фактичні границі полів с субметровою точністю
- ✓ Середня продуктивність робіт 1000 га
- ✓ Можливість визначати координати об'єктів - перешкод - гідрантів або газових стовпів
- ✓ Погрішність визначення координат
 - границь – до 0,5 м
 - площ - до 0,2%

Визначення границь полів по космічному знімку

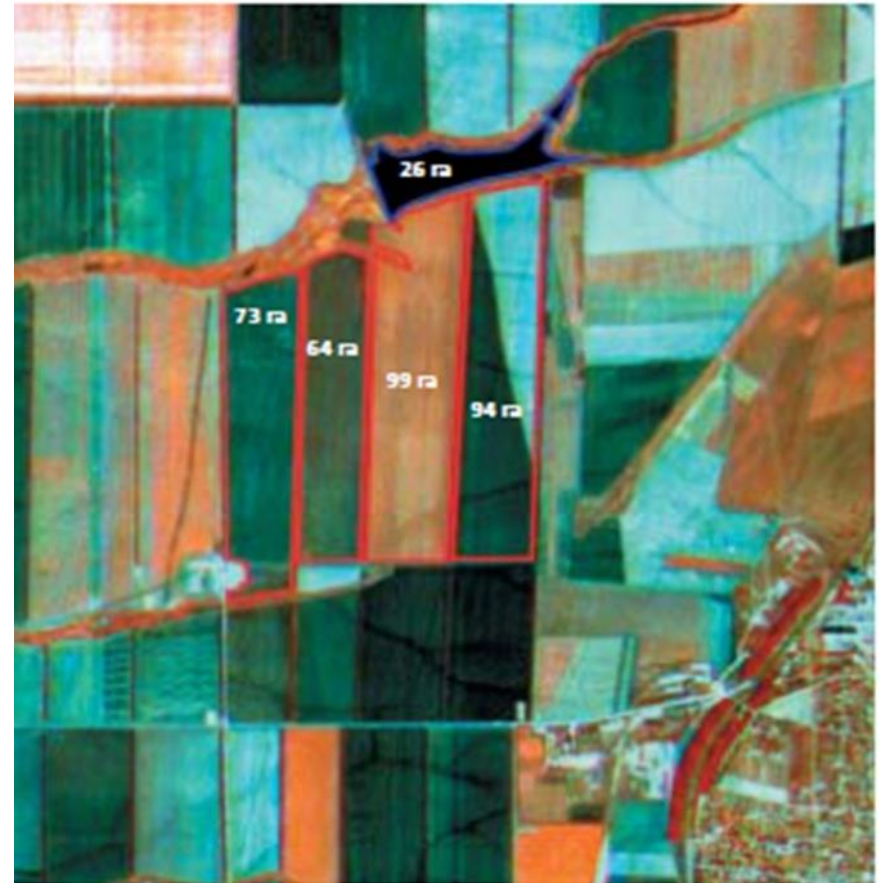
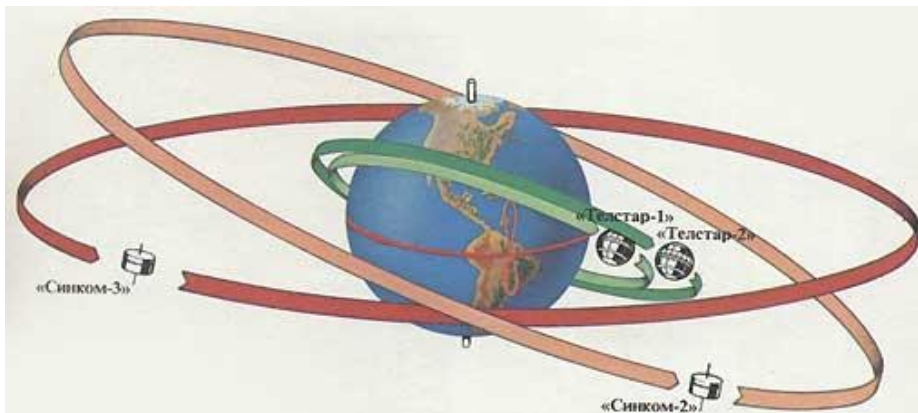


Режим реального часу

- Висока вартість

Архів

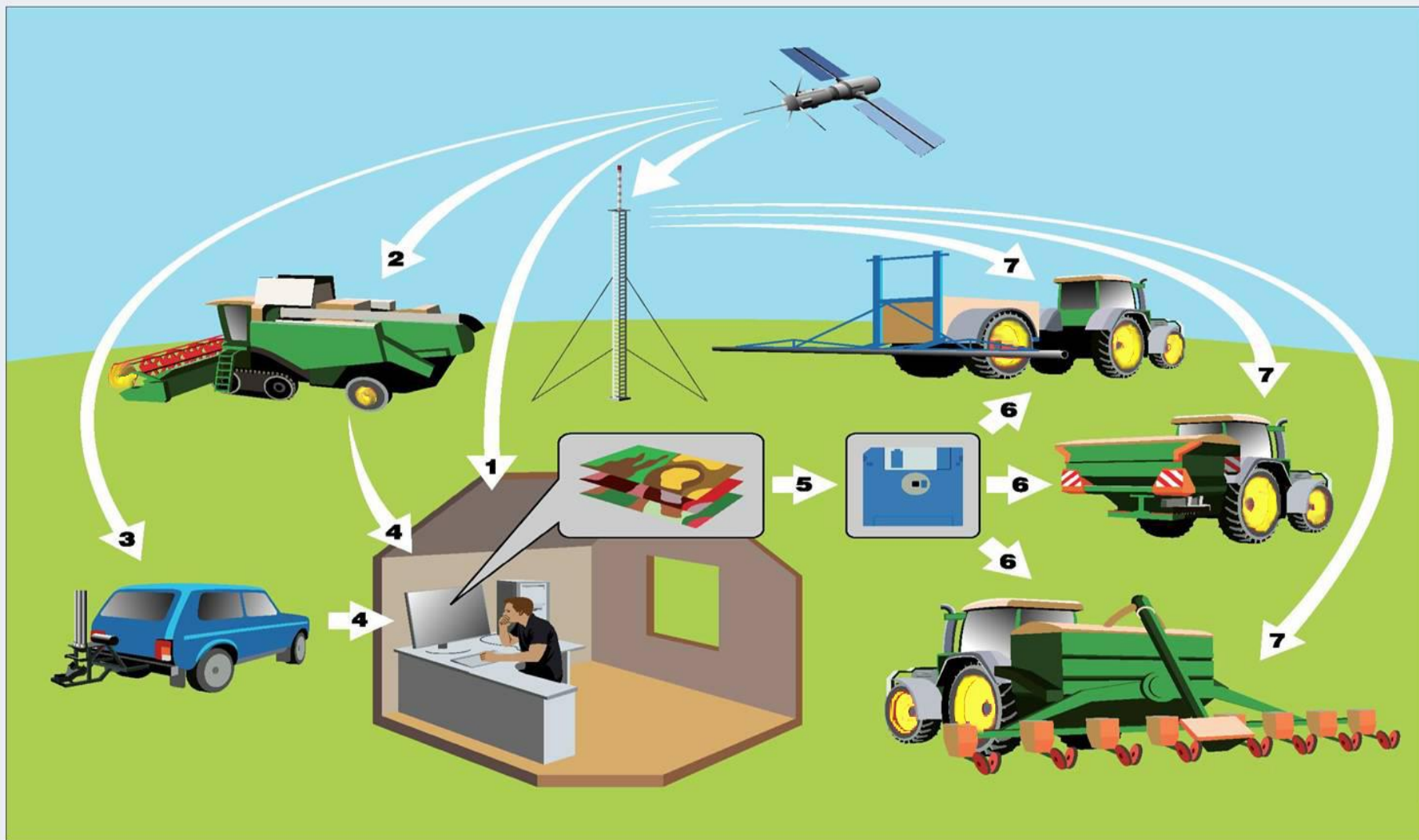
- Низька роздільна
здатність



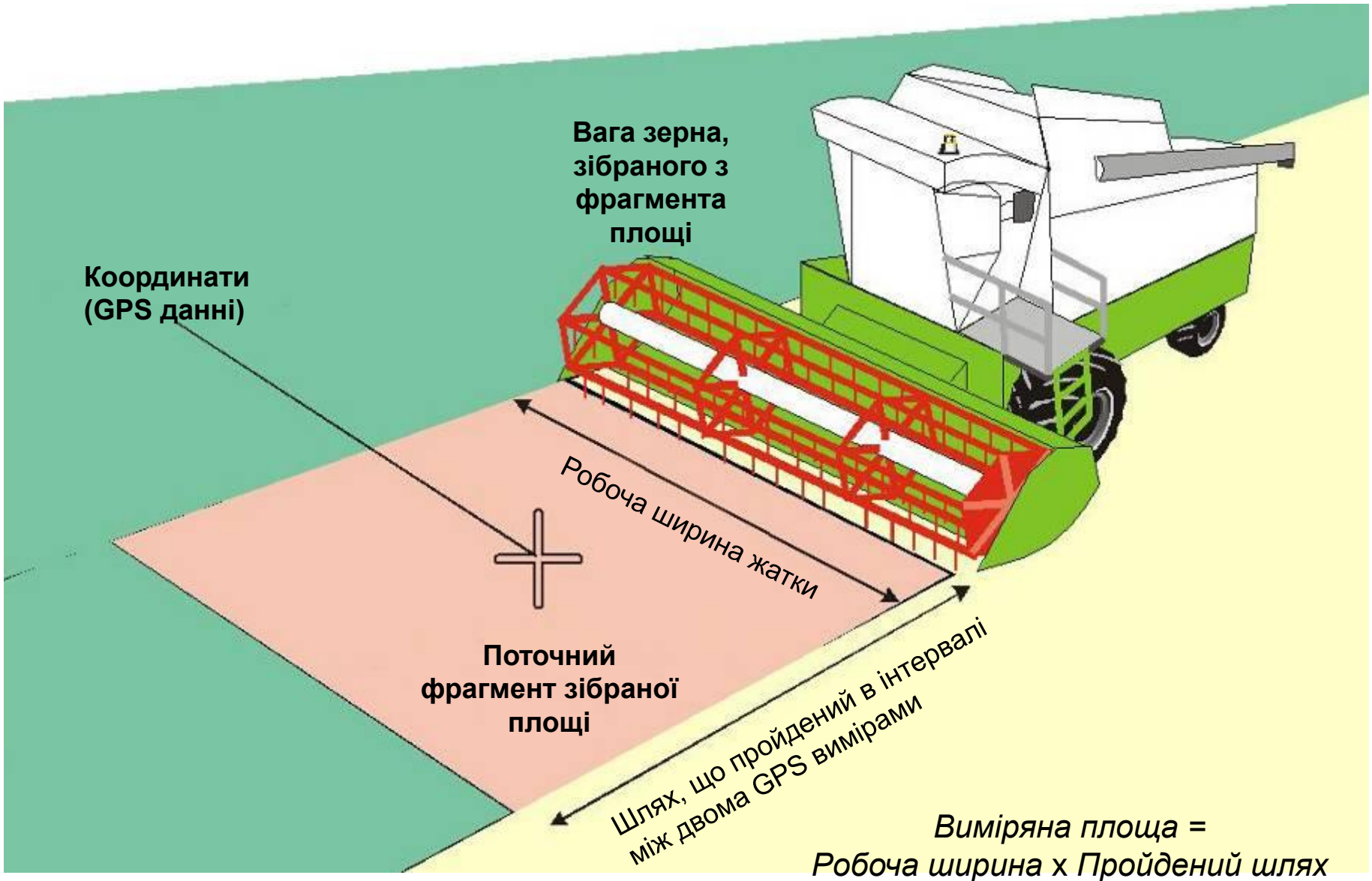
Космічний знімок високого розширення (2.4 м)



Моніторинг урожайності



Принцип картографування урожайності



Карта урожайності поля

Дата: 22.10.2001

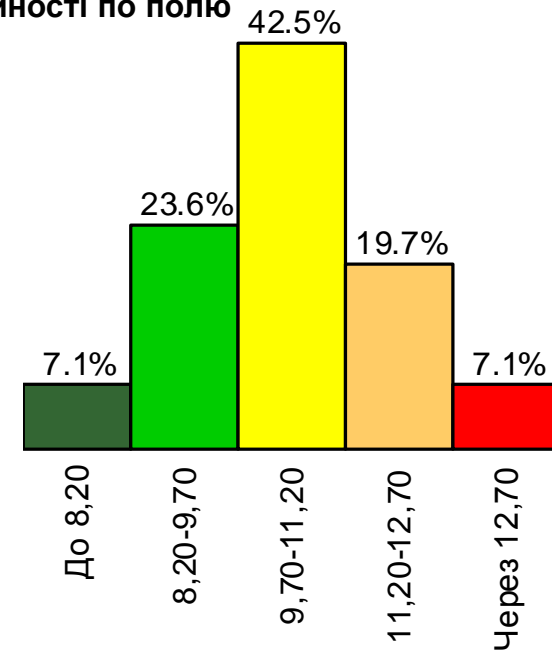
Площа поля: 5,2600 га

Середнє значення урожайності:
10,34 т/га

Загальна кількість: 54,404 т

Гістограма розподілу
урожайності по полю

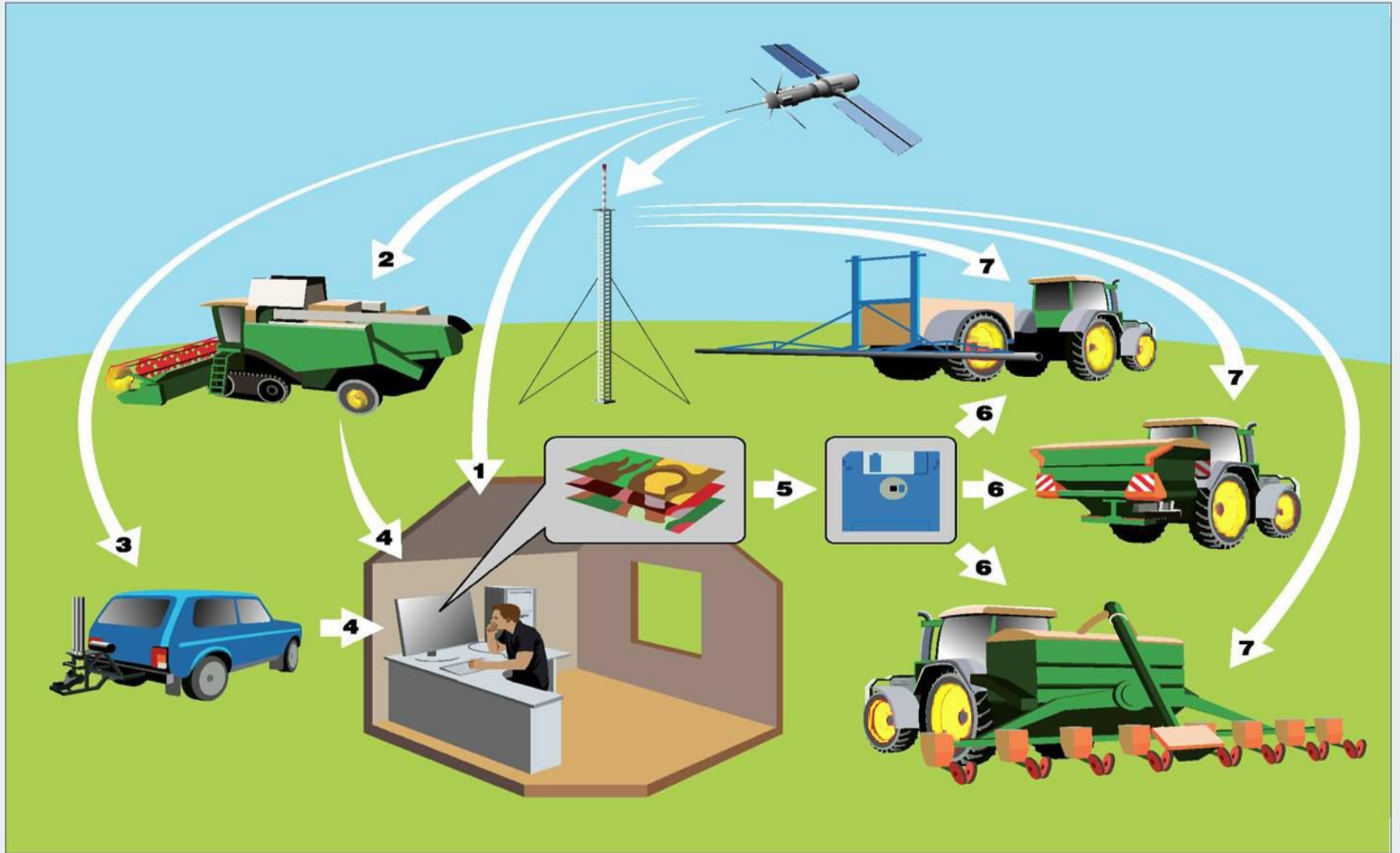
Умовні позначення рівнів
урожайності [т/га]:



Карта дає можливість
цілеспрямованого пошуку:

- ✓ Нестачі добрив у плямах з низькою урожайністю;
- ✓ Проблемних зон, що містять ущільнення ґрунту;
- ✓ Проблемних зон з поганим дренажем;
- ✓ Зон, вражених бур'янами і шкідниками.

Проведення агрохімічного обстеження



Проведення агрохімічного обстеження

Мобільний комплекс:

- Шасі
- Автоматичний пробовідбірник
- Супутникова система GPS
- Бортовий комп'ютер
- Програмне забезпечення

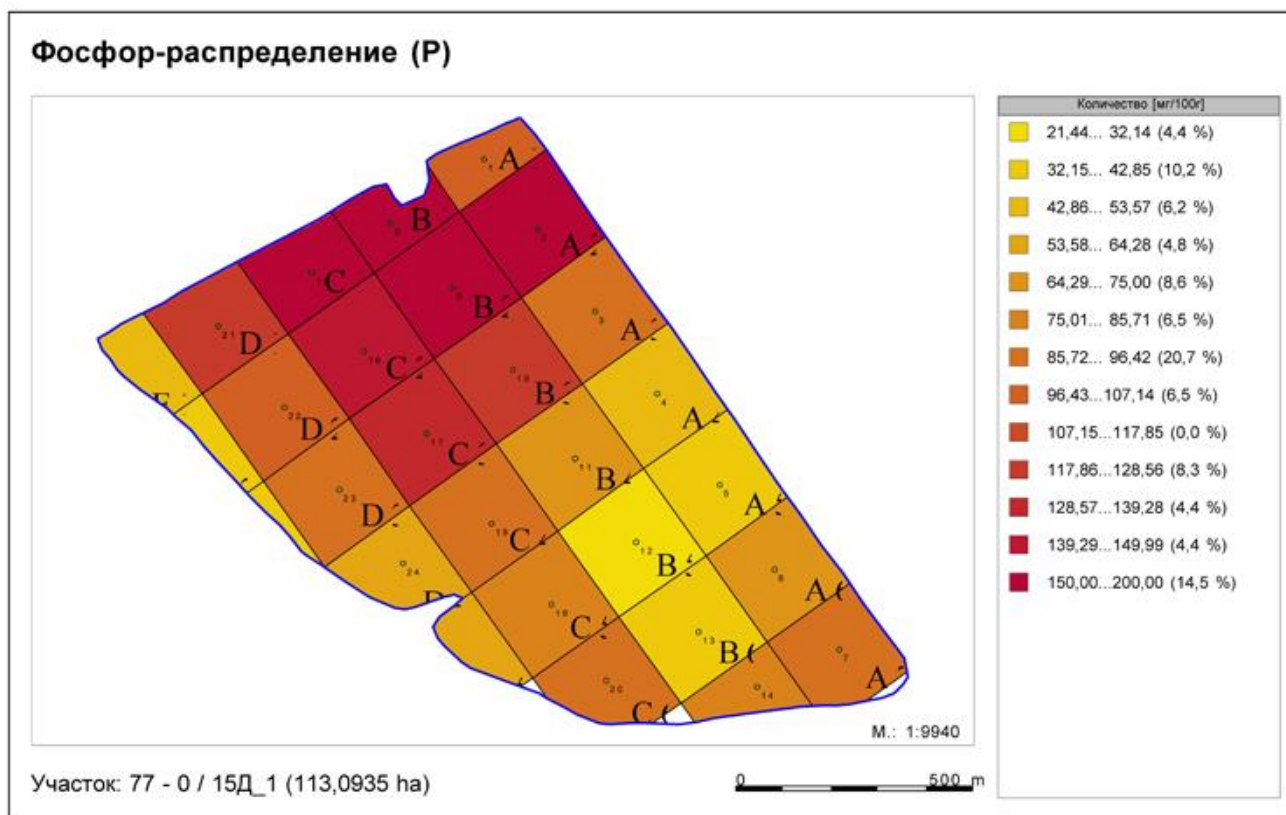


Ручний відбір

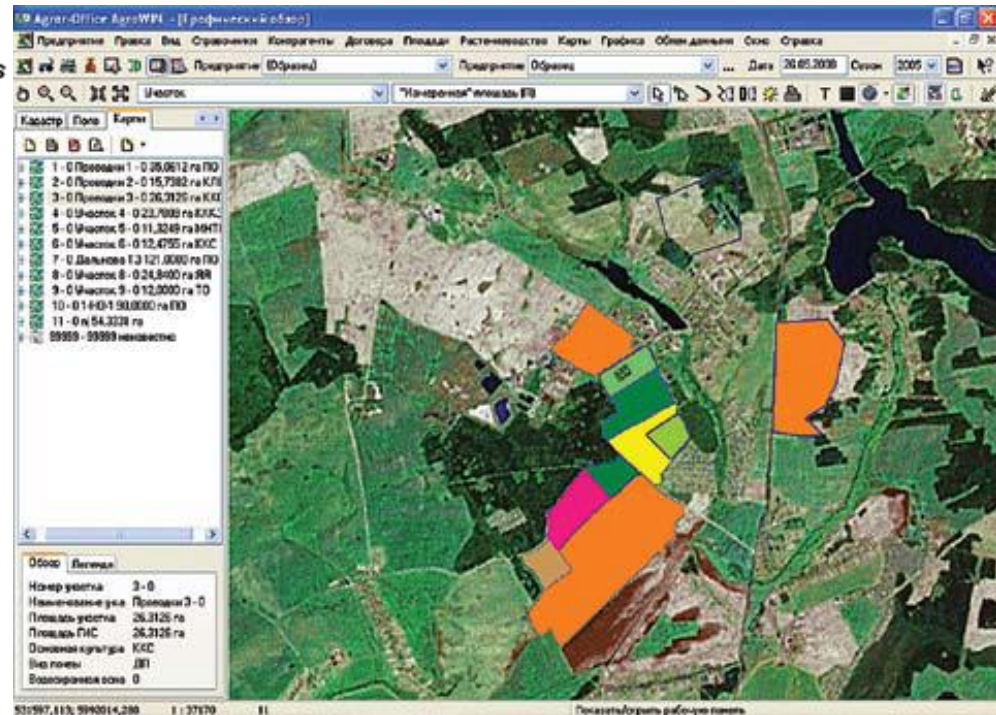
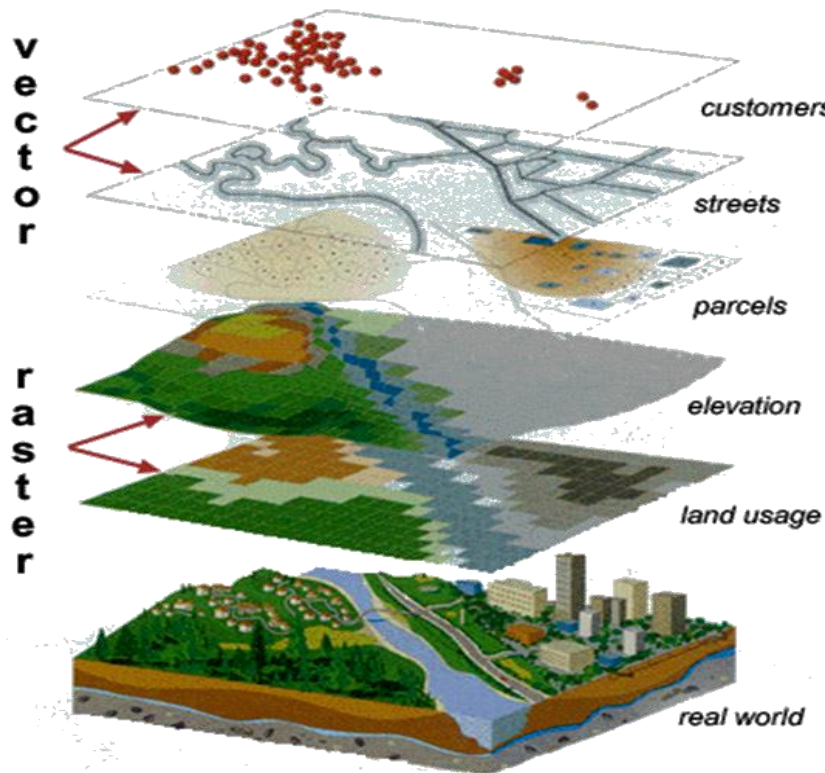
- Ручний пробовідбірник
- GPS-приймач
- Програмне забезпечення



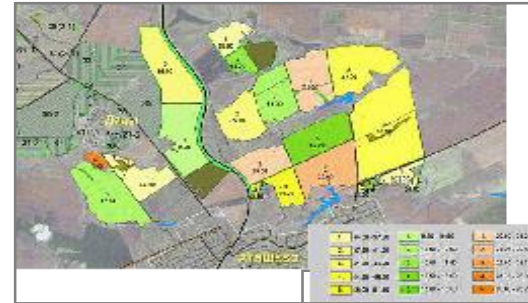
Карта обстеження



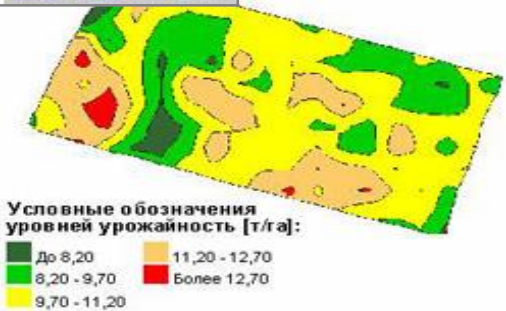
ГІС(географічна інформаційна система) - система комп'ютерних апаратних засобів, програмного забезпечення і заходів, розроблених для аналізу і просторового відображення місцевизначених даних з певних характеристик полів для планування і керування сільським господарством



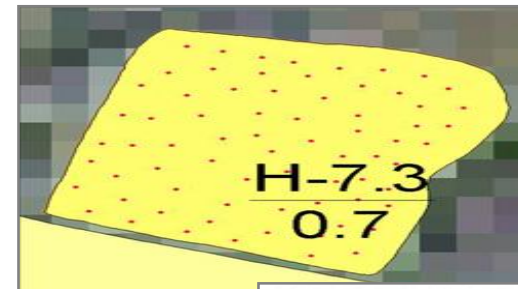
Карта обліку сівозміни



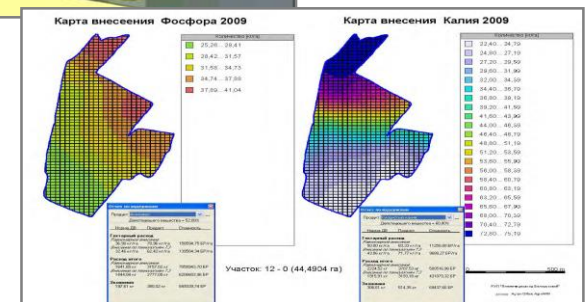
Карта урожайності



Дослідження ґрунту



Карта внесення добрив

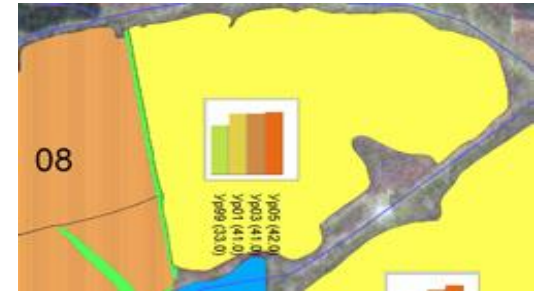


Багатошарові карти

Карта процесу планування



Карта статистичного і тематичного аналізу даних



Для моніторингу рухомих об'єктів



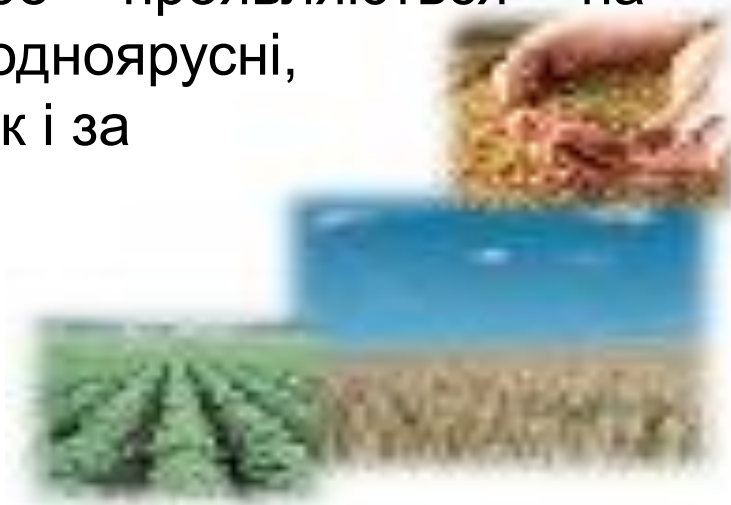
ДЗЗ

(Дистанційне зондування Землі)

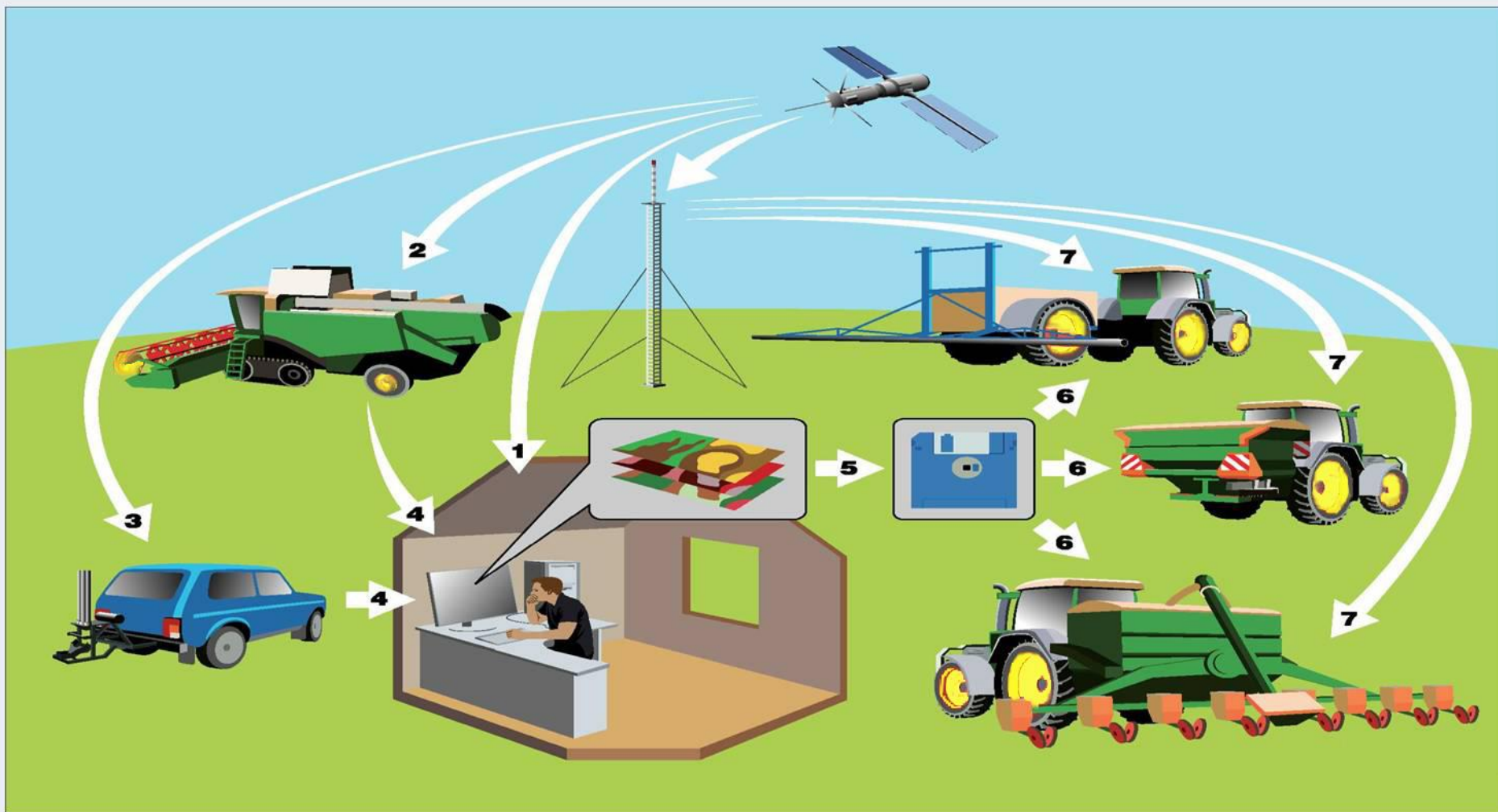


ДЗЗ спостереження поверхні Землі авіаційними і космічними засобами, оснащеними різними видами знімальної апаратури.

Моніторинг сільськогосподарських угідь проводиться коли вони зайняті рослинами і коли без рослинності. Сільськогосподарські культури добре проявляються на космічних знімках, нічим не приховані, одноярусні, добре дешифруються як по текстурі, так і за Спектральними характеристиками. Визначення характеристик ґрунту здійснюється в ранній весняний і пізній осінній період.

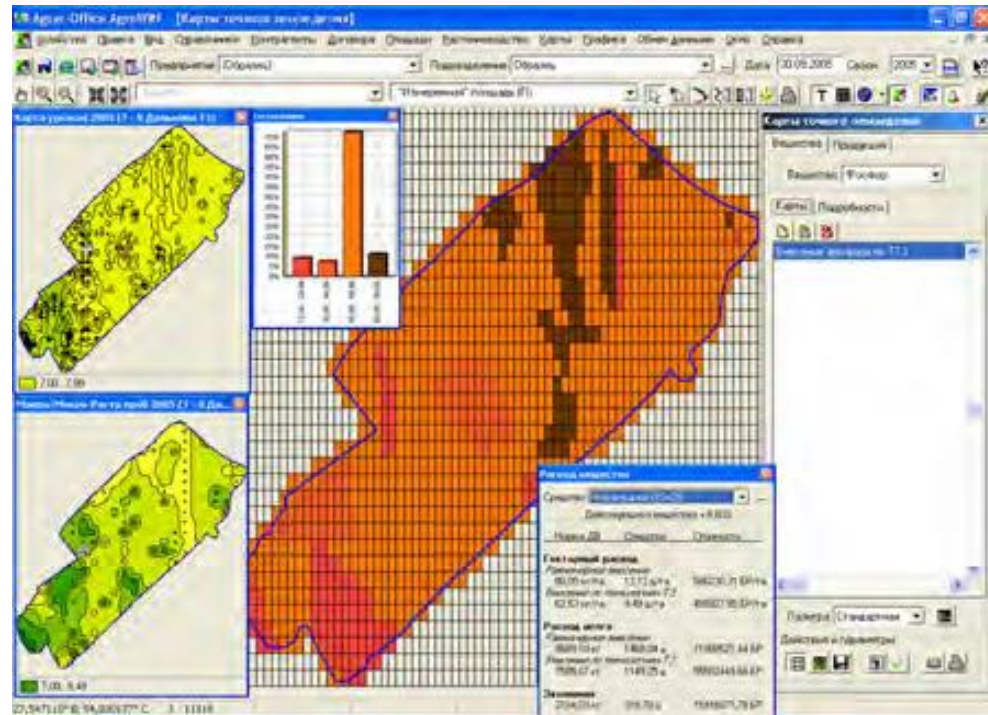


Створення карт-задач і виконання



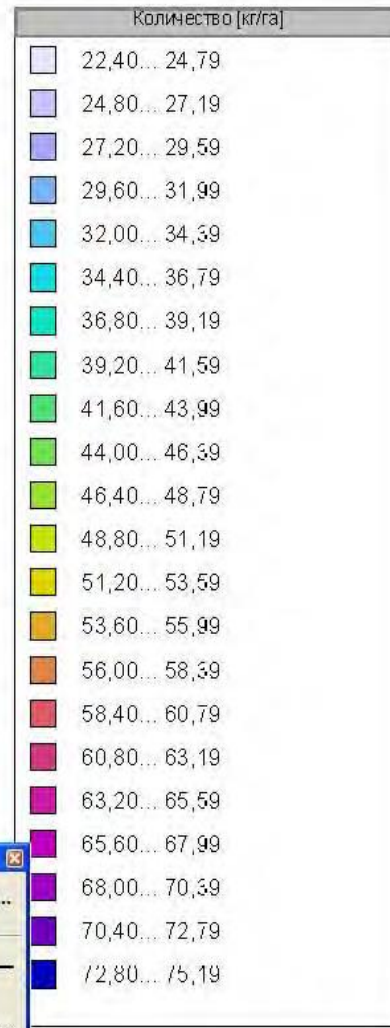
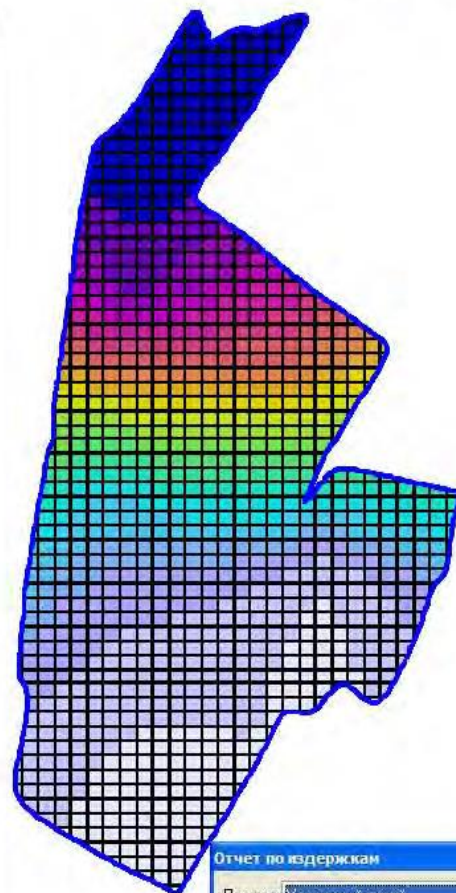
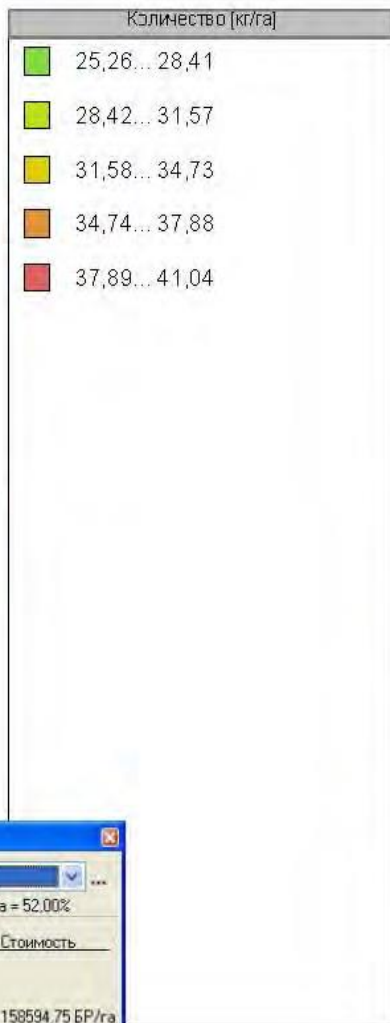
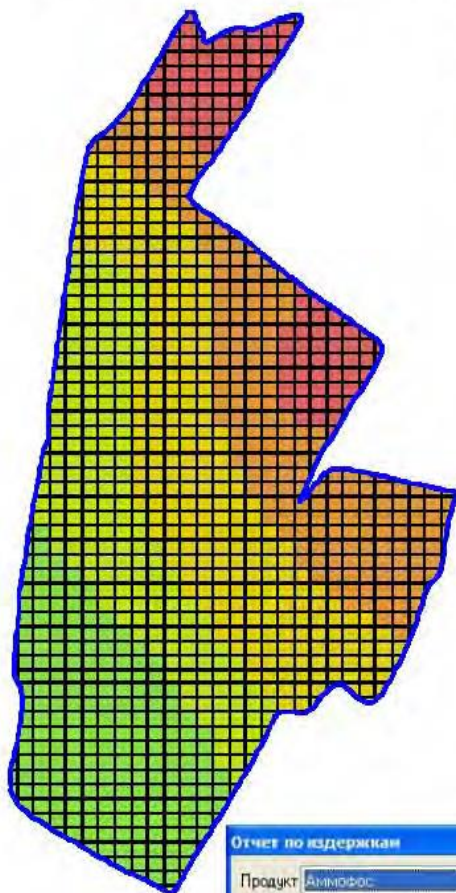
Карта завдання і диференційне внесення

- ✓ Самий «сучасний рівень» в точному землеробстві
- ✓ Самі найвищі затрати (добрива, отрутохімікати)



41 Карта внесения Фосфора 2009

Карта внесения Калия 2009 Крок №6



Отчет по издержкам

Продукт: **Аммофос**
 Действующего вещества = 52,00%

Норма ДВ	Продукт	Стоимость
Гектарный расход		
<i>Равномерное внесение</i>		
36,90 кг/га	70,96 кг/га	158594,75 БР/га
<i>Внесение по технологиям ТЗ</i>		
32,46 кг/га	62,42 кг/га	139504,34 БР/га
Расход итого		
<i>Равномерное внесение</i>		
1641,65 кг	3157,02 кг	7055943,70 БР
<i>Внесение по технологиям ТЗ</i>		
1444,04 кг	2777,00 кг	6206603,96 БР
Экономия		
197,61 кг	380,02 кг	849339,74 БР

Участок: 12 - 0 (44,4904 га)

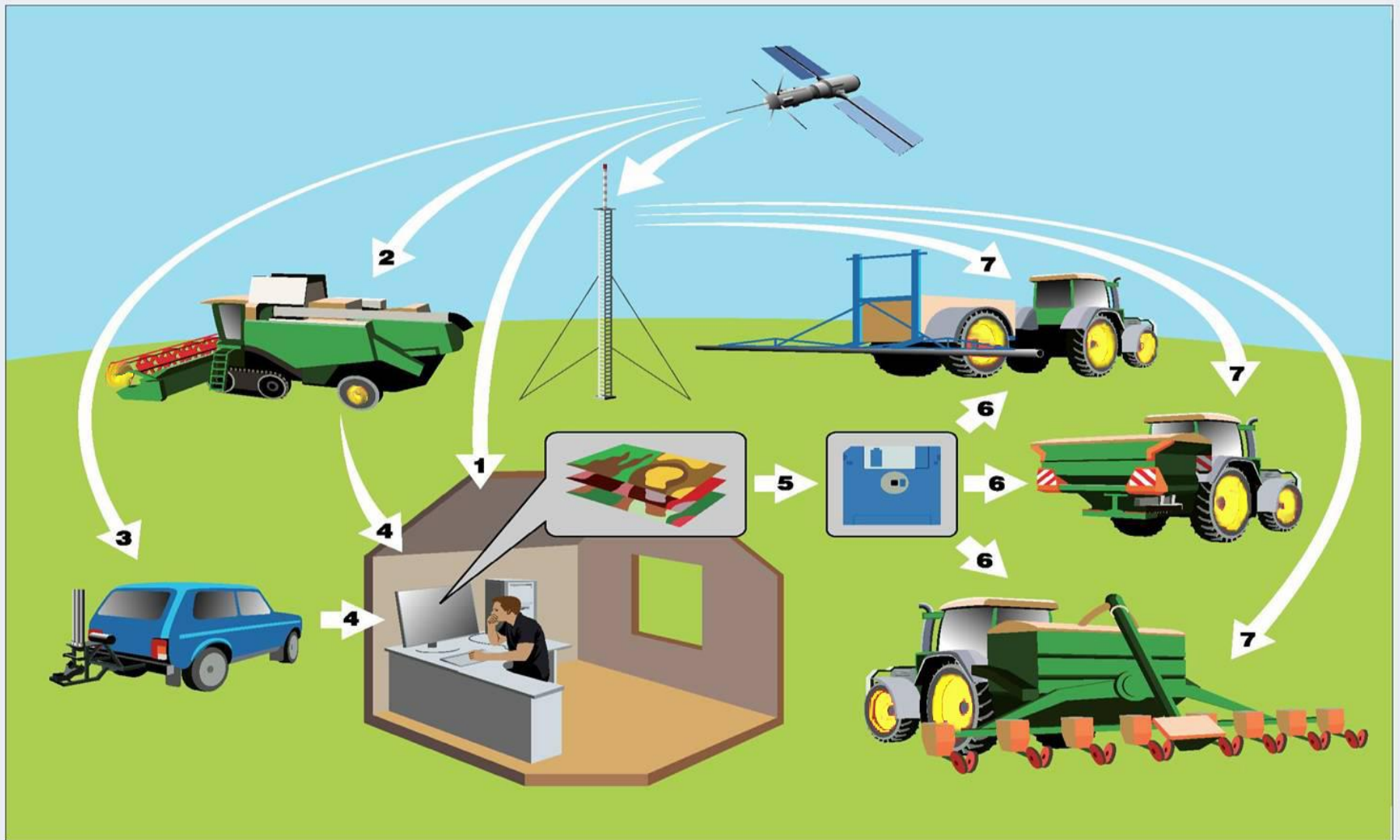
Отчет по издержкам

Продукт: **Хлористый калий**
 Действующего вещества = 60,00%

Норма ДВ	Продукт	Стоимость
Гектарный расход		
<i>Равномерное внесение</i>		
50,00 кг/га	83,33 кг/га	11250,00 БР/га
<i>Внесение по технологиям ТЗ</i>		
43,06 кг/га	71,77 кг/га	9689,27 БР/га
Расход итого		
<i>Равномерное внесение</i>		
2224,52 кг	3707,53 кг	500516,98 БР
<i>Внесение по технологиям ТЗ</i>		
1915,91 кг	3193,18 кг	431079,32 БР
Экономия		
308,61 кг	514,35 кг	69437,66 БР



Сенсорні датчики (on-line)



Сенсори (On-line внесення)



Інформація з датчиків обробляється в комутаційному блоці і передається на польовий комп'ютер, який формує команди для зміни норми внесення.

Дякую за увагу!



Тема 4

Моніторинг врожайності і картографування

Кафедра Агроінженерії і ТС
Дисципліна "Система точного землеробства"
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.



Зміст

1. Методи визначення врожайності сільськогосподарських культур.
2. Основні компоненти системи моніторингу врожайності.
3. Калібрування обладнання.
4. Збір даних про врожайність.
5. Складання карт врожайності.
6. Чинники неточних вимірювань.

Література

1. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deere Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
2. Сучасні тенденції розвитку конструкцій с.г.техніки. За редакцією В.І. Кравчука, М.І. Грецишина, С.М. Ковалю – К. Аграрна наука, 2004. – 396 с.
3. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підручник у 2 т. Т.2. / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012 – 432 с. (Розділ 5 ст. 204 – 235. Основи точного землеробства).
4. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник/ С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.П. Поліщук. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с. (ст. 48 – 73. ГІС технології у рослинництві).

1. Методи визначення врожайності сільськогосподарських культур



Моніторинг (картографування) – це геовизначена картограма поля з необхідним даними (довгота, широта і висота), що використовуються як основа для розміщення даних (врожайність зібраної культури) з місцевизначених характеристик.

Способи визначення врожайності сільськогосподарських культур

Зібрав і зважив

Зважування зерна в бункері комбайна

Миттєве визначення врожайності культури

3

Метод зважування ("Зібрав і зважив")



Збирання і вивантаження

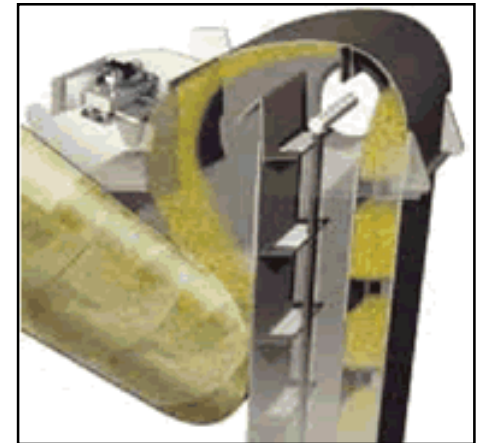


Зважування

Середня врожайність культури визначається шляхом розподілу маси зібраного зерна на площу поля, що була засіяна культурою.

Метод зважування зерна в бункері комбайна

Датчик встановлюється в зерноприймальному бункері комбайна і служить для визначення ваги зерна.



Показники датчиків виводяться на дисплей, встановлений в кабіні комбайна.



Недолік: відсутність реальної прив'язки зібраного в бункер урожаю до площі, з якої даний урожай був зібраний.

4

Метод миттєвого визначення врожайності

Монітори миттєвого визначення врожайності безперервно визначають і фіксують в базі даних врожайність культури безпосередньо під час роботи зернозбирального комбайна.

Датчики на комбайні можуть:

- вимірювати масу зерна в зерновому бункері;
- вимірювати вологість зерна на виході;
- рахувати урожайність на га під час збору урожаю;
- рахувати продуктивність машини: га/год і т/год.



Монітор урожайності:

- доведена можливість визначати варіанти урожайності на полі;
- дозволяє користувачам звертати увагу на фактори, що можуть впливати на урожайність;
- забезпечує змогу управління (продуктивність);

...



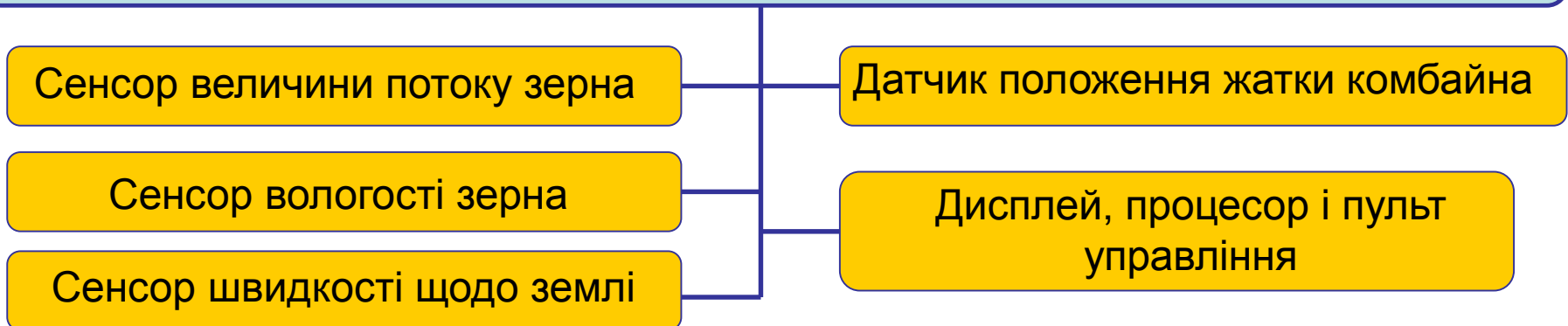


Система моніторингу (картування) врожайності – це сукупність обладнання та програмного забезпечення, за допомогою якого здійснюється облік кількості зібраної культури на кожній визначеній ділянці поля.

Для моніторингу врожайності необхідно володіти наступними даними:

- величину потоку зерна через зерночисну систему комбайна;
- швидкість руху комбайна;
- ширину захвату жатки.

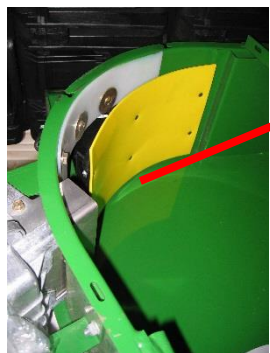
Системи **миттєвого моніторингу врожайності** зернових культур включають наступні компоненти:



6 Основні компоненти моніторингу і картування врожайності

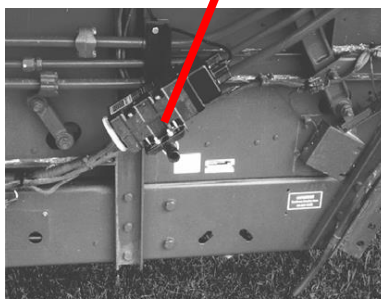


Датчик вологості Gen II



Датчик маси зерна

Датчик швидкості руху



Датчик нахилу комбайна



Приймач



Принтер



Дисплей GS 2

Датчик положення жатки

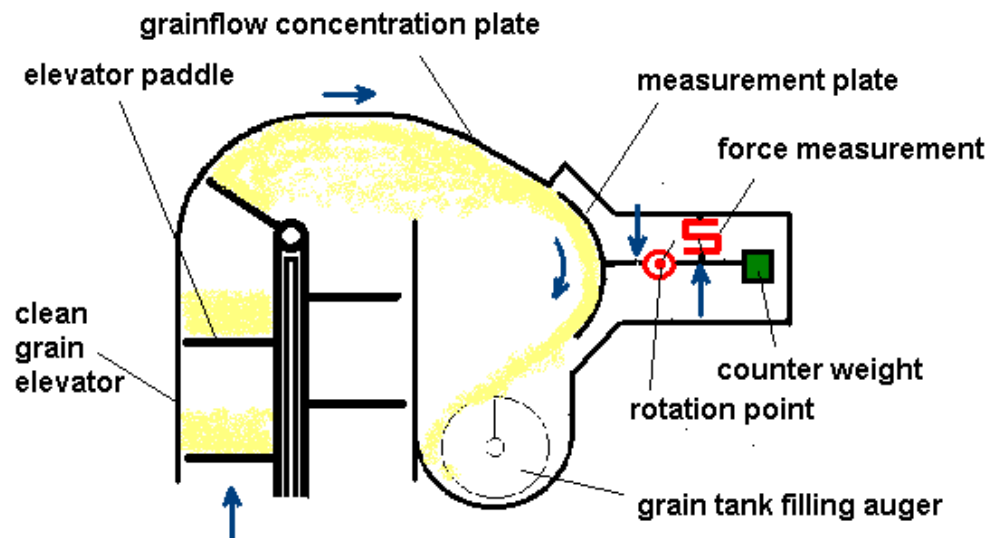
7 Сенсори потоку зерна

Методи визначення потоку зерна можуть бути різними, але практично у всіх використовується датчик, встановлений на шляху проходження очищеного зерна в бункер комбайна.

Сенсор ударної сили зерна

Інтенсивність потоку зерна може бути визначена шляхом установки відбивної (ударної) тарілки на шляху потоку зерна і визначення величини ударної сили потоку на сенсорну тарілку.

New-Holland CR - CX



Точність похибка менш ніж 1 -3%

1. New Holland стверджує, що калібрування здійснюється 1 раз в рік для будь-якої культури!

Тех. обслуговування: Не потребує.

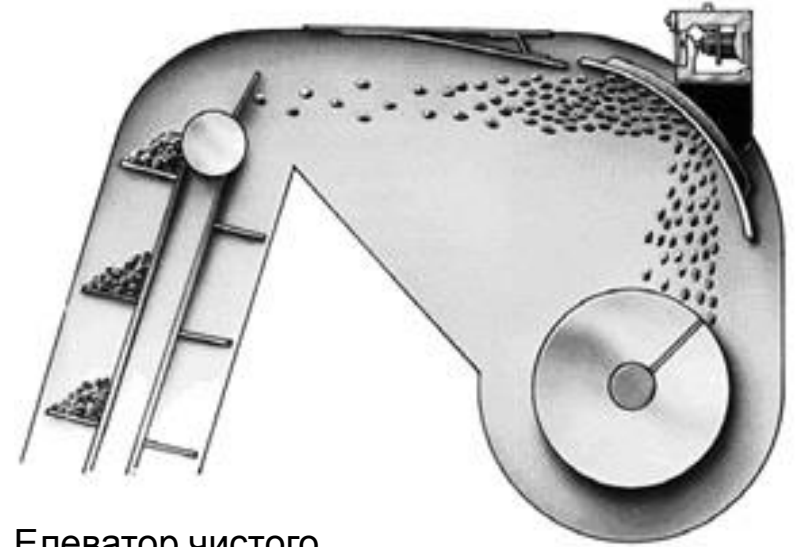
Для вимірювання величини зсуву підпружиненої тарілки під дією потоку зерна використовується потенціометр.

Потенціометр – це пристрій, здатний змінювати свій електричний опір при зміні положення його складових частин один відносно одного.

1. Точність: **1- 3% від зваженої маси**
2. Без впливу густоти зернових
3. Простий процес калібрування
4. Не накопичуються помилки
5. Компенсація низького потоку (опція)

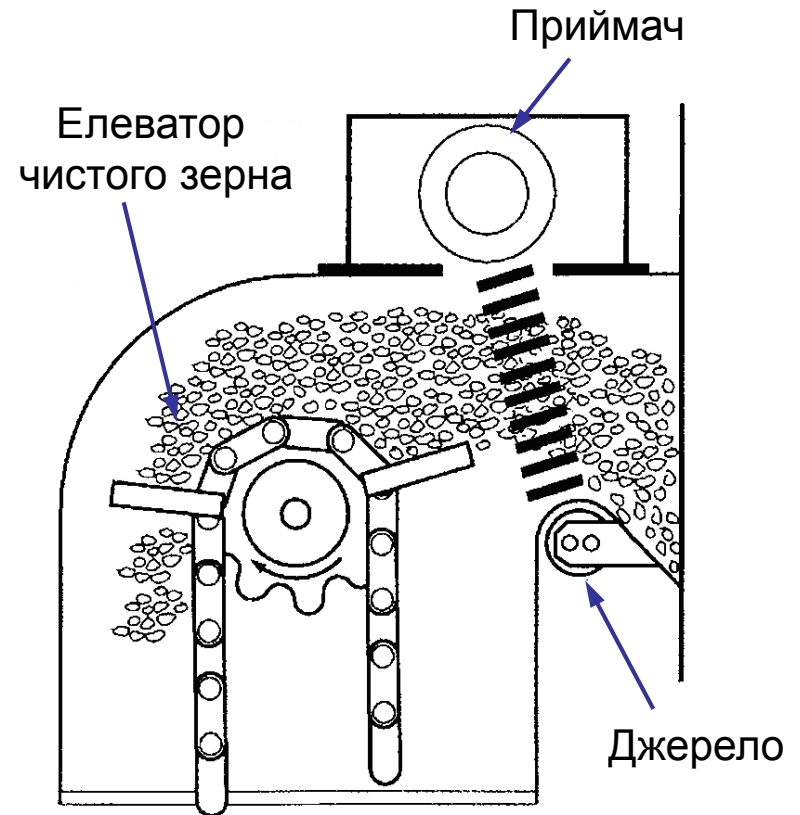
John-Deere 9000i

Сенсор потоку зерна

Елеватор чистого
зернаЗавантажувальний
шнек

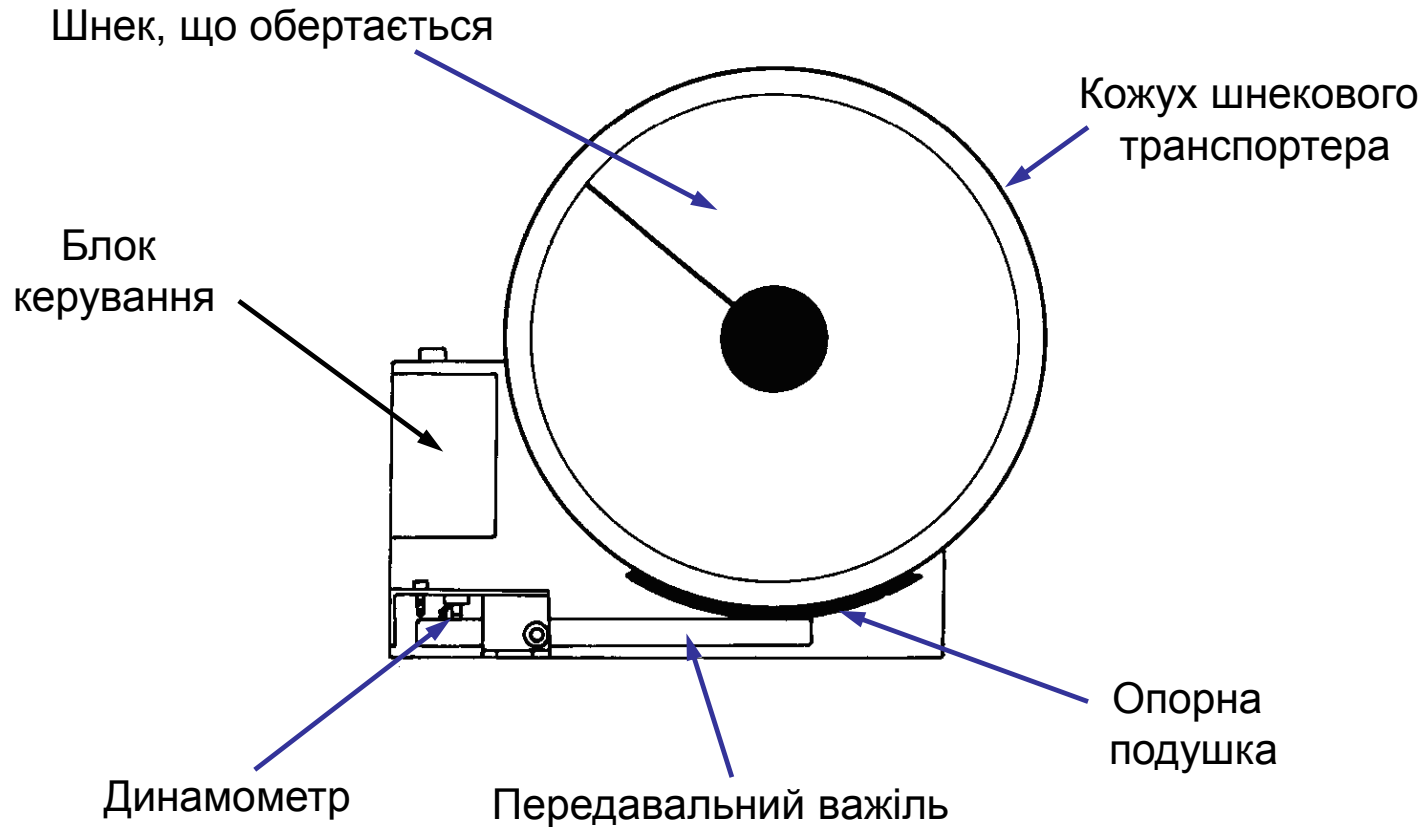
Радіометричні системи

Радіометричні системи засновані на вимірюванні енергії випромінювання. Системи радіометричного моніторингу врожайності використовують джерело радіоактивного випромінювання (ізоп америцій, Am_{241}) і чутливий до радіоактивного випромінювання сенсор.



Максимальна інтенсивність радіації на сенсорі досягається за відсутності об'єктів між джерелом випромінювання і приймачем. Будь-які перешкоди між джерелом і сенсором зменшують інтенсивність випромінювання, яку сенсор може визначити.

Дана система визначає масу зерна і точність визначення не залежить від виду збирання зернових або зернобобових культур.



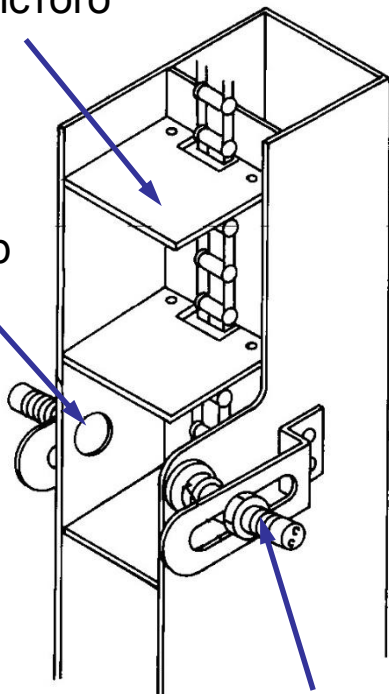
Принцип роботи моніторингу врожайності полягає у постійному визначенні ваги зерна, що проходить через шнек транспортера очищеного зерна. На основі даних про масу зерна, швидкості руху комбайна, вміст вологи в зерні і ширини захвату жатки розраховується приблизна врожайність зерна з одиниці площі.

Порівняння похибок, пов'язаних з калібруванням датчиків намоту під час стандартних умов збирання

Датчик урожайності	Відносна помилка %	Стандартне відхилення %
CERES 2 (RDS)	-0,51	+/- 5,50
FLOWCONTROL (MF)	-1,64	+/- 3,02
LH565 (LH-Agro)	-1,71	+/- 3,65
Quantimeter (CLAAS)	-2,71	+/- 1,72
Pro-Series (RDS)	-3,89	+/- 5,54
Greenstar	-2,89	+/- 2,81
Fieldstar N-Set	-0,22	+/- 1,52

Елеватор чистого
зерна

Фотосенсор



Джерело світла

Використання джерела світла і фотосенсора (світлочутливого елемента) дозволяє визначити ступінь заповнення очищеним зерном елеватора комбайна.

Вимірювання за допомогою фотосенсора тривалості періодів світла і темноти використовується для визначення зразкової інтенсивності потоку зерна через зерноочищувальну систему комбайна.

Точність вимірювання даної системи залежить від виду збираної культури і вмісту вологи у зерні.

Для калібрування густоти для підрахунку маси коли вимірюється об'єм необхідно знати густоту. Рекомендовано 3 рази на день.

Сенсори вологості зерна

Вміст вологи в зерні впливає на терміни початку збирання, ступінь пошкодження зерна при обмолоті і очищенні, а також на те, які післязбиральні заходи необхідно застосовувати і як зерно зберігати. Великий вміст вологи впливає на об'ємну масу зерна.

Сенсори ємкісного типу

Сенсори працюють за принципом конденсатора, що акумулює і утримує електричні заряди на металевих пластинах, розділених діелектриком. Сенсор визначає діелектричні властивості зерна, що проходить між металевими пластинками. Чим вище вміст вологи в зерні, тим вища діелектрична стала. Дана величина і показує вміст вологи в зерні.



Рис. Сенсор вологості зерна ємкісного типу

John-Deere 9000i

- Датчик вологості
 1. Точність +/- 1 % вологості
 2. Просто кожні 10 секунд
 3. Сумісна чутливість використання кінетичної енергії зерна з елеватора
 4. Точне вимірювання температури зерна завдяки розташуванню термоелемента і загального розташування датчика
 5. Велика площа пластини датчика 280 см²
 6. Друга пластина датчика для ступеневого вимірювання.
 7. Поршневе очищення



Claas Lexion

- Датчик вологості:
 1. Точність +/- 3%
 2. Просто кожні 20 с
 3. Мала пластина сенсора: 30см².
 4. Автоматичне очищення порожнини датчика від зерна після виміру



New-Holland CR - CX

Датчик вологості:

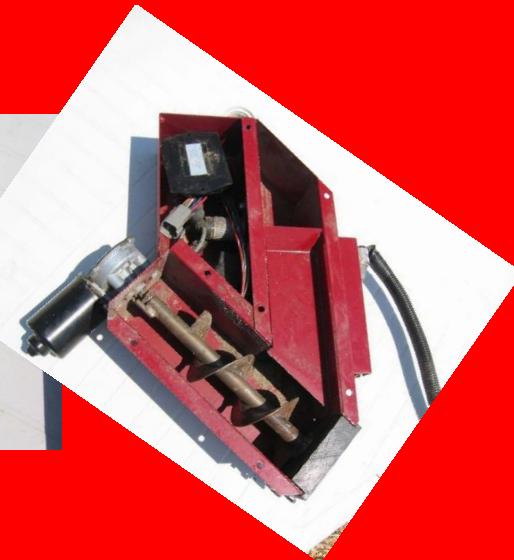
1. Точність +/- 3%
2. Продовжується під час потоку маси
3. Мала площа пластини сенсора: 30cm²



Case IH

Датчик вологості:

- Точність +/- 3%
- Продовжується під час потоку маси
- Мала площа пластини датчика: 30cm²



16

Визначення ваги одного гектолітра зерна.

Принцип: зважування на ручних вагах одного літра зібраного зерна.

- Використовується для перерахування обмірюваного оптичним датчиком обсягу зерна у вагові одиниці.
- Щільність насипаного зерна залежить від:
 - виду культури що збирається ;
 - розміру й форми зерен;
 - вологості зерна;
 - засміченості врожаю бур'янами.
- Виміру проводити у випадку:
 - переїзду на інше поле;
 - зміни часу доби;
 - зміни погодних умов.



Моніторинг врожайності можна проводити за умови, що відомі швидкість руху комбайна щодо землі, інтенсивність потоку зерна і ширина захвату жатки.

Розрахунок врожайності культури ведеться процесором монітора врожайності по наступному алгоритму:

$$\text{Миттєва врожайність} = \frac{\text{інтенсивність потоку зерна} \times \text{перевідний коефіцієнт}}{\text{ширина захвату жатки} \times \text{швидкість руху щодо землі}}$$

$$Q' = \frac{q \cdot k}{B_p \cdot V_p}$$

$$\left[\frac{\text{кг/с}}{\text{м} \cdot \text{м/с}} \right]$$

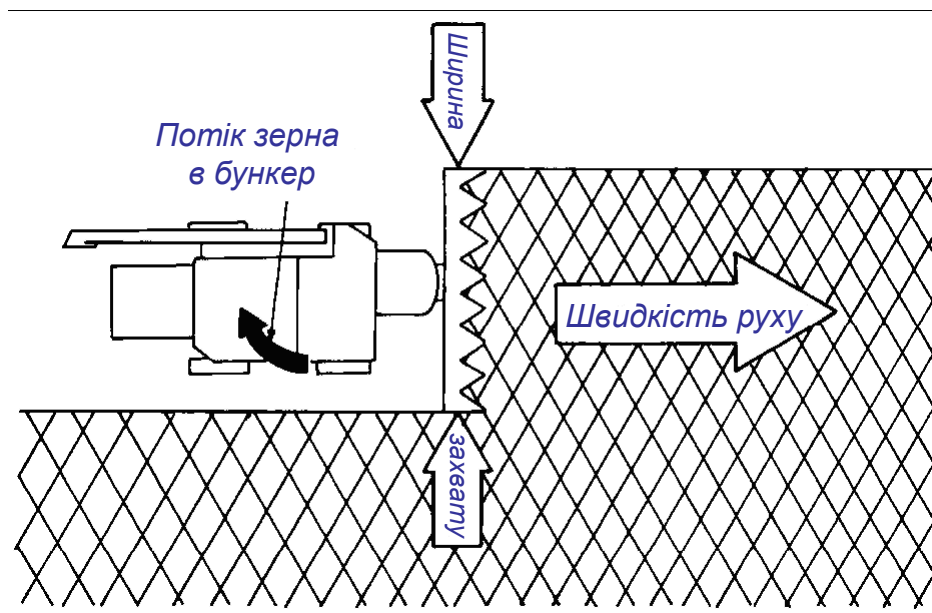


Рис. Миттєве визначення врожайності комбайном при збиранні культури

Магнітний сенсор, що фіксує частоту обертання карданного валу трансмісії комбайна, дозволяє фіксувати швидкість руху комбайна (трактора) та передати дані на процесор монітора врожайності. Швидкість обертання карданного валу напряду пов'язана із швидкістю обертання коліс.



Чинники, що впливають на точність визначення швидкості щодо землі:

- пробуксовування коліс комбайна;
- деформація шин при заповненні бункера комбайна.



??? Альтернативні способи визначення швидкості.

Деформація шин при заповненні бункера комбайна.

Радарні і ультразвукові сенсори

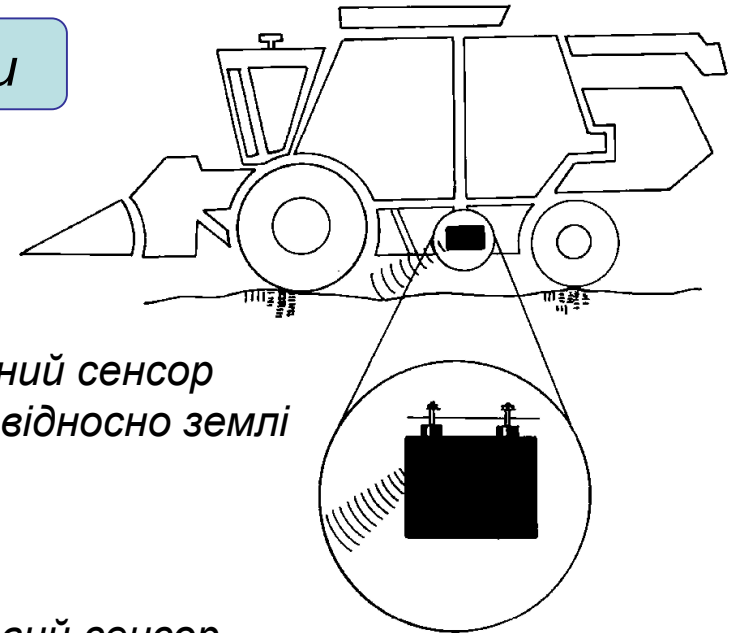


Рис. Радарний сенсор швидкості відносно землі

Рис. Ультразвуковий сенсор швидкості відносно землі

Принцип роботи ультразвукових сенсорів і радара полягає у випромінюванні сигналу у напрямі ґрунту. Радарні системи випромінюють мікрохвильові сигнали, а ультразвукові сенсори – високочастотні звукові хвилі. Сигнали, досягнувши поверхні ґрунту, відбиваються назад в напрямі сенсорів. У кожному з випадків, переміщення комбайна відносно ґрунту приводить до зсуву частоти сигналу, який повертається назад до датчика швидкості.

Сенсор положення жатки необхідний для роботи деяких моделей моніторів урожайності для точного визначення прибраної площі. Сигнал сенсора при піднятому положенні жатки припиняє обчислення прибраної площі, навіть за умови, що комбайн знаходиться в русі і всі його системи працюють.



Функція дозволяє при розворотах комбайна на кінцях поля і об'їздах перешкод не включати ці площі в сумарну прибрану площу, що використовується при розрахунку врожайності.

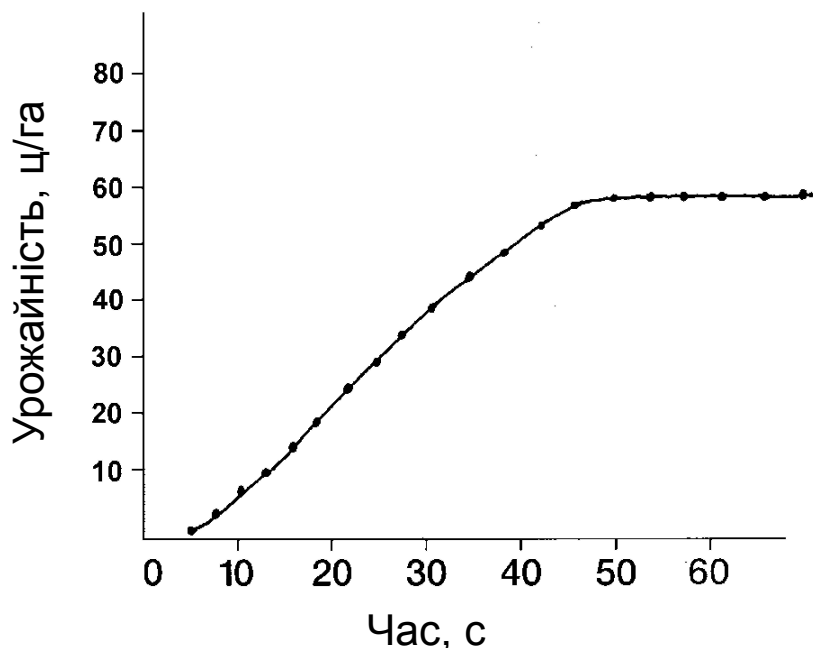


Рис. Потік зерна, виміряний монітором врожайності у момент початку руху комбайна по полю

Пульт керування або пристрій відображення інформації встановлюється в кабіні в зручному для огляду і маніпуляцій місці. Пульт з'єднується з всіма датчиками, які надають дані, необхідні для розрахунку врожайності зернових.



GreenStar GSD4 (John Deere)

- Формат зображення на екрані
- Чорно-білий екран
- Вказівки та документування на одному екрані (Погана оглядовість)



GreenStar 2630 (John Deere)

- Формат екрану з відтворенням рель'єфу
- Кольоровий
- Картографування на екрані
- Вказівки, документування та картування на одному екрані

22 Інформація, що може вводиться оператором:

- Назва поля;
- Маркування і номер відвантаженої партії зерна;
- Ширина захвату жатки;
- Зібрана сенсорами і обчислена інформація;
- Вміст вологи в зерні;
- Урожайність в поточній момент;
- Середня урожайність;
- Прибрана площа;
- Швидкість руху;
- Інтенсивність приймання DGPS сигналу.



Сенсорний монітор **AFS® Pro** (Case)

Відстежуйте основні показники продуктивності обладнання в реальному часі. Фіксує:

- витрати палива;
- навантаження на двигун;
- буксування коліс;
- продуктивність.



- А – Ввід
- В – Стрілка ввєрх
- С – Стрілка вниз
- D – Відміна
- E – Повернення у вихідне положення



- USB Порт
 - Зовнішня клавіатура
- Компактна Flash Картка
 - 1 CF Слот для карти пам'яті
 - 256 MB card
 - з КОЖНИМ дисплеєм
- RS232 Порт
 - Без приймача
 - Без контролера

Оновлення програмного забезпечення є необхідністю

Точність залежить від калібрування датчиків і майже не залежить від культури яку збирають.

Калібрування устаткування здійснюється для того, щоб гарантувати, правильність визначення монітором точності врожайності в ц/га, які були одержані за допомогою сенсорів і датчиків.

Досліди показують, що при середній завантаженості стандартне відхилення вимірювань не перевищує 3 %, і тільки при навантаженні менше 10 т/га відхилення досягали від 3 % до 10 % для всіх типів датчиків.

Динамометричні сенсори і сенсори зсуви повинні бути відкалібровані для зведення до мінімуму впливу вібрації комбайна на точність одержаних даних.

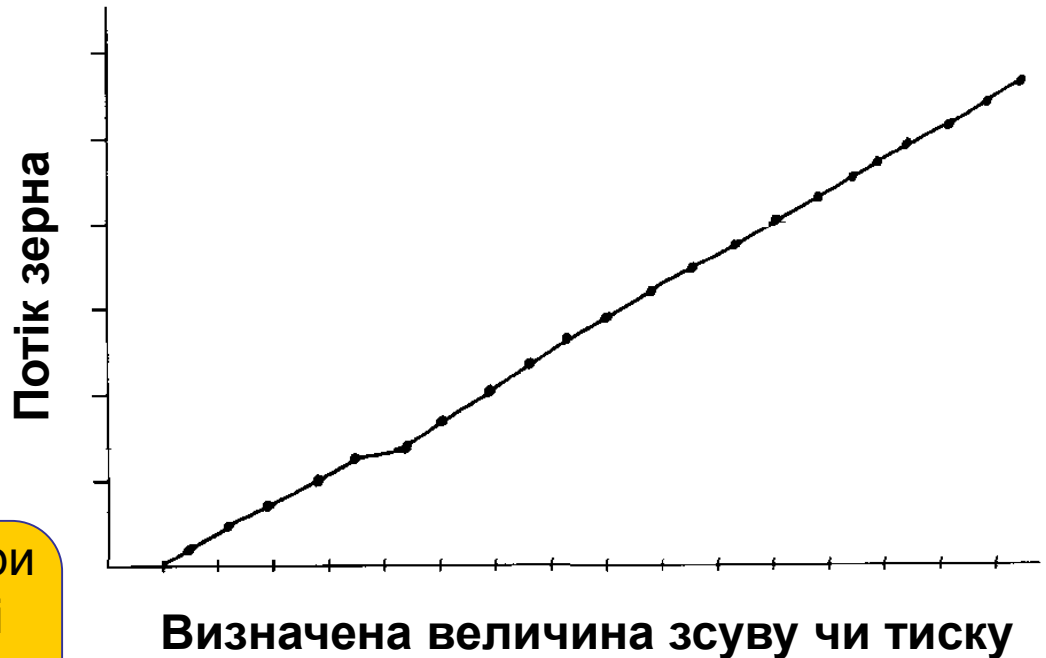
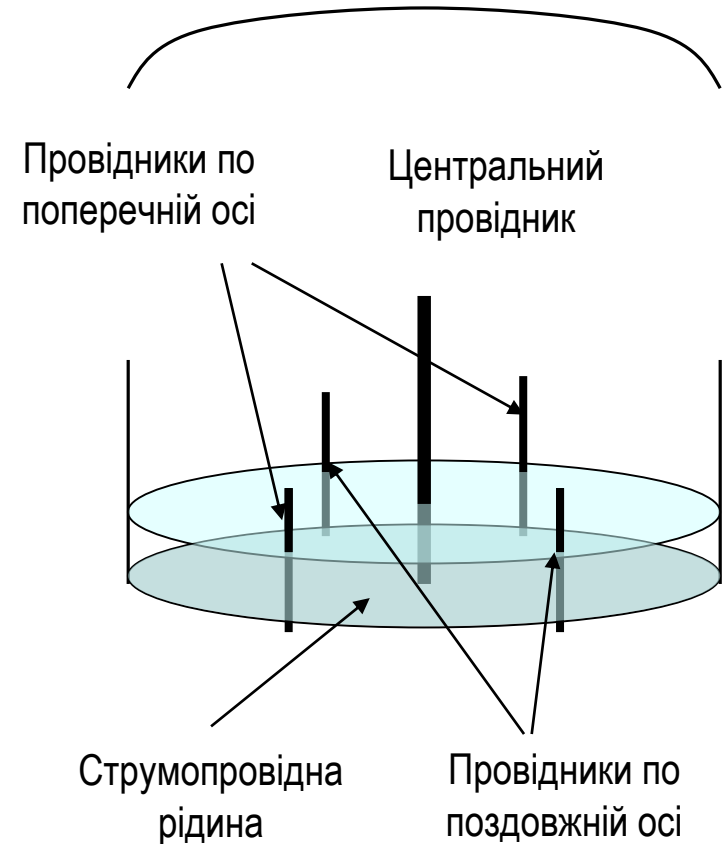


Рис. Модельована калібрувальна крива монітора урожайності

25 Також деякий вплив на точність вимірювання має зміна кута нахилу комбайна. Тому до складу систем картування врожайності обов'язково повинен бути включений датчик кута нахилу (гіроскоп).

Принцип виміру електричної провідності

- У герметичній місткості залита струмопровідна рідина й розміщені 4 вимірювальні пари "центральный провідник - бічний провідник".
- Поверхня рідини завжди горизонтальна. Якщо кутових відхилень немає, то провідність кожної вимірювальної пари однакова.
- При відхиленні від горизонталі змінюється рівень рідини в кожній парі, отже, змінюється провідність.
- За значеннями провідності кожної вимірювальної пари обчислюється величина й напрямок відхилення від горизонталі.



Порівняння похибок, пов'язаних з калібруванням датчиків намоту під час зміни кута нахилу комбайну при збиранні

Датчик намоту	Відносна помилка калібрування, %	Стандартне відхилення, %
CERES2-RDS	3,38	±8,07
FLOWCONTROL MASSEY FERGUSON	1,11	±2,17
YM 2000 AGLADER LH 565 LH AGRO	0,24	±4,31
QUANTIMETER- CLAAS	0,91	±3,74
PRO SERIES 2000-RDS	0,90	±11,73
GREENSTAR-JOHN DEERE	1,36	±3,37
FIELDSTAR N-SET DRONNINGBORG / AGCO	0,02	±2,38

* Похибки вимірювання намоту пшениці при навантаженні 20 т/га і зміні кута нахилу комбайну від 5° до 13° у різні боки.

Перелік типових калібрувань



Установка (перевірка) робочої ширини захоплення жатки



Корекція числа імпульсів на дистанції 100 метрів



Калібрування "нульового врожаю"



Установка нульового положення датчика нахилу



Визначення ваги одного гектолітра зерна



Корекція даних датчика вологості зерна



Контрольне зважування зібраного врожаю



Перевірка роботи DGPS приймача

Складові системи картування врожайності, що розміщуються на комбайні



Перенесення даних з системи моніторингу врожайності в систему, що використовується для картографування

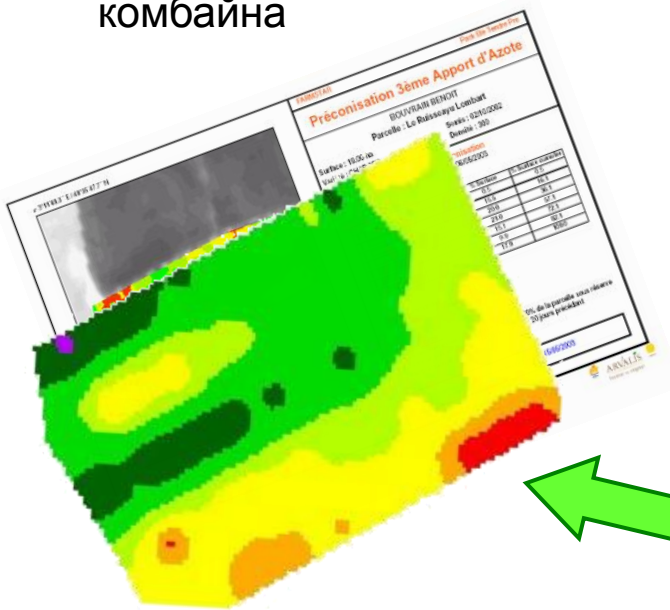


Панель керування комбайна

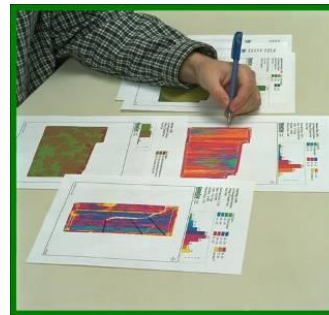
Гніздо флеш-карти



Робота із одержаними даними на ноутбуку чи стаціонарному комп'ютері



Карти врожайності і таблиці врожайності



Друк кольорових карт

5. Складання карт врожайності

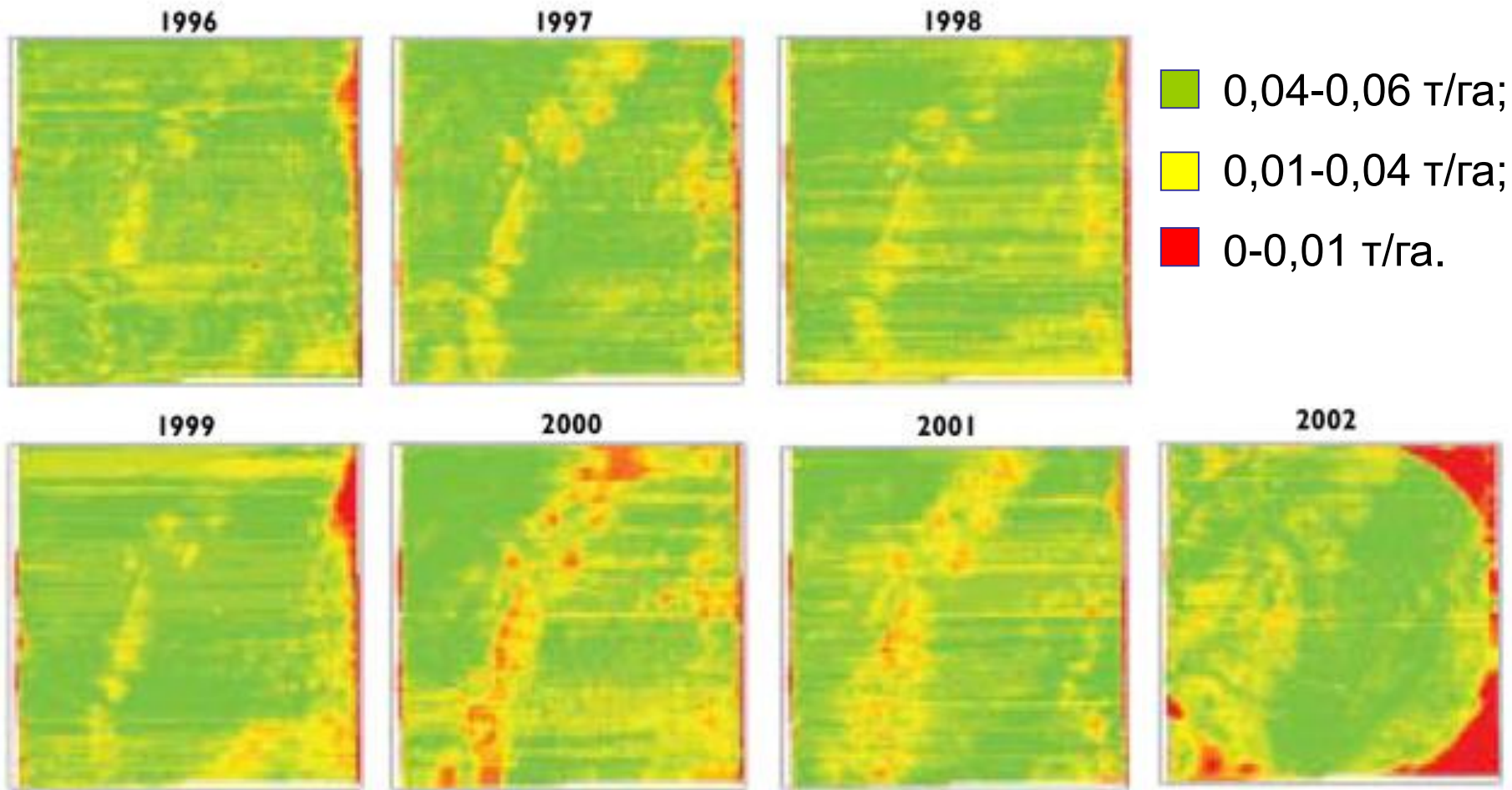
Приклади набору даних, асоційованих з кожною окремою точкою збору інформації про врожайність

долгота	широта	поток	время	расстояние	ширина	содерж.	проход	серийный номер	номер	культура
		кг/с	(с)	(дюйм)	(дюйм)	влаго, %		монитора урожайн.	поля	
-85.152185	40.244240	8.73	225657	56	180	16.0	2	950181	Field M2	Corn
-85.152185	40.244247	8.55	225658	56	180	15.9	2	950181	Field M2	Corn
-85.152186	40.244254	8.23	225659	56	180	15.7	2	950181	Field M2	Corn
-85.152187	40.244262	8.07	225660	56	180	15.9	2	950181	Field M2	Corn
-85.152187	40.244272	8.04	225661	55	180	16.6	2	950181	Field M2	Corn
-85.152188	40.244283	8.03	225662	56	180	16.8	2	950181	Field M2	Corn
-85.152189	40.244292	8.09	225663	57	180	17.2	2	950181	Field M2	Corn
-85.152189	40.244302	8.15	225664	57	180	17.1	2	950181	Field M2	Corn
-85.152190	40.244312	8.20	225665	57	180	17.7	2	950181	Field M2	Corn
-85.152190	40.244324	8.38	225666	58	180	17.6	2	950181	Field M2	Corn
-85.152190	40.244335	8.50	225667	59	180	17.7	2	950181	Field M2	Corn
-85.152190	40.244347	8.56	225668	59	180	17.7	2	950181	Field M2	Corn
-85.152190	40.244360	8.75	225669	60	180	17.7	2	950181	Field M2	Corn
-85.152191	40.244372	9.07	225670	57	180	17.2	2	950181	Field M2	Corn

Щоб побудувати карти врожайності на основі сукупності точок на полі з відомою врожайністю необхідно визначити і записати в базу даних точні географічні координати кожної з цих точок збору інформації про врожайність.

31

На рисунку зображено історію відносної врожайності для поля кукурудзи (соя в 2000 році), яка вирощувалась на зрошенні (до 2001) і на круговому зрошенні (2002 рік).



Карти відносної врожайності кукурудзи і сої за 7 років (червоний колір зображує ділянки з низьким рівнем урожайності, а зелений – вище за середнє значення з поля).

Приклад карти врожайності у програмі AgroMAP Start

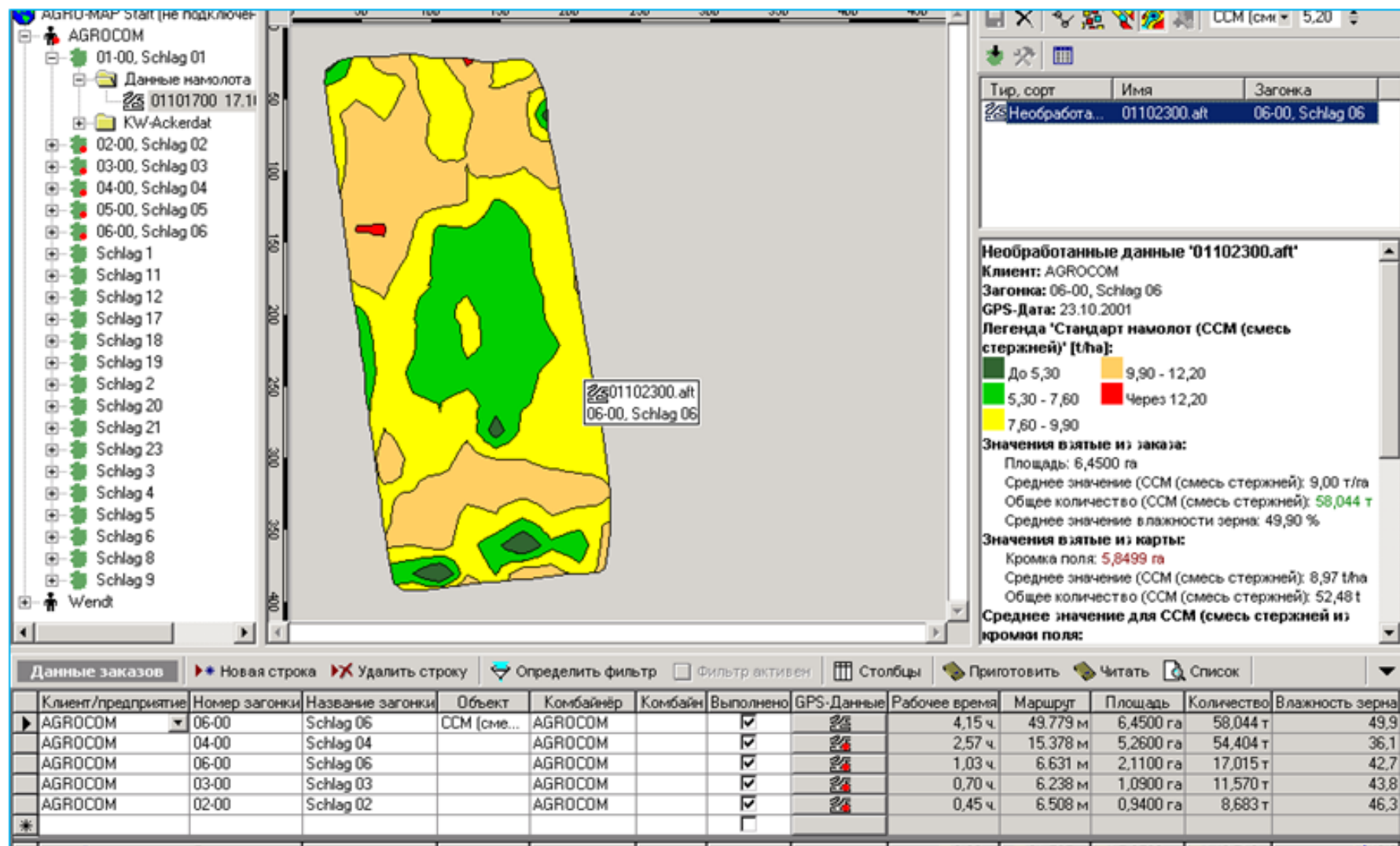
Необработанные данные '01102300.af'
 Клиент: AGROCOM
 Загонка: 06-00, Schlag 06
 GPS-Дата: 23.10.2001
 Легенда 'Стандарт намолот (CCM (смесь стержней)) [t/ha]:

До 5,30	9,90 - 12,20
5,30 - 7,60	Через 12,20
7,60 - 9,90	

Значения взятые из заказа:
 Площадь: 6,4500 га
 Среднее значение (CCM (смесь стержней): 9,00 т/га
 Общее количество (CCM (смесь стержней): 58,044 т
 Среднее значение влажности зерна: 49,90 %

Клиент/предприятие	Номер загонки	Название загонки	Объект	Комбайнер	Комбайн	Выполнено	GPS-Данные	Рабочее время	Маршрут	Площадь	Количество	Влажность зерна
AGROCOM	06-00	Schlag 06	CCM (сме...	AGROCOM		✓	📍	4,15 ч.	49,779 м	6,4500 га	58,044 т	49,9
AGROCOM	04-00	Schlag 04		AGROCOM		✓	📍	2,57 ч.	15,378 м	5,2600 га	54,404 т	36,1
AGROCOM	06-00	Schlag 06		AGROCOM		✓	📍	1,03 ч.	6,631 м	2,1100 га	17,015 т	42,7
AGROCOM	03-00	Schlag 03		AGROCOM		✓	📍	0,70 ч.	6,238 м	1,0900 га	11,570 т	43,8
AGROCOM	02-00	Schlag 02		AGROCOM		✓	📍	0,45 ч.	6,508 м	0,9400 га	8,683 т	46,3

Після інтерполяції карта набуває наступний вигляд



Можливі варіанти для ухвалення рішень щодо напрямків інвестицій на основі аналізу карт врожайності полів.



При розрахунку врожайності беруть за основу наступні величини:

- Тиск, що діє потоком зерна на відбивну тарілку;
- Потік зерна через зерноочисну систему комбайна;
- Вміст вологи;
- Швидкість руху комбайна;
- Ширина захвату жатки комбайна.

При визначенні кожною з приведених вище змінних, **можуть бути помилки**, що впливають на точність визначення врожайності.



Між моментом зрізу колоса жнивваркою комбайна і моментом, коли зерно досягне верхньої частини елеватора комбайна, існує певна затримка в часі.



Величина цієї затримки може коливатися від **8 до 20 секунд**, що відповідає **7-45 метрам**, які комбайн може пройти за цей час на стандартній швидкості.

Фізичний вплив систем комбайна на характер руху зерна через системи і пов'язана з цим можлива зміна інтенсивності потоку зерна **являються найбільш важкою проблемою**, яку необхідно усунути. Кожна з систем комбайна під час збирання урожаю в деякій мірі змінює розподіл врожайності зерна на полі, яке було до збирання.

37 *Вплив зміни швидкості руху комбайна на точність визначення врожайності*



V_p , км/год



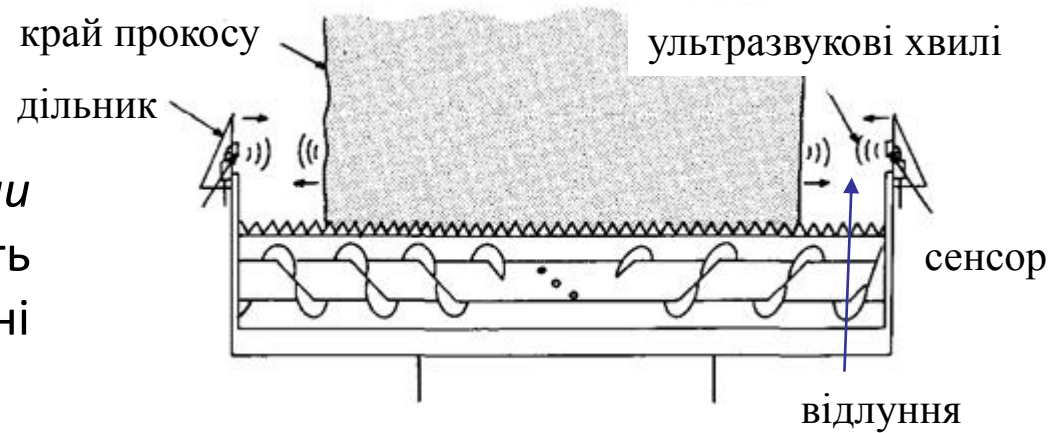
Якщо комбайн починає різке прискорення, то розрахована врожайність для ряду наступних точок може виявитися дещо заниженою. І, навпаки, при різкому гальмуванні врожайність для декількох точок на даному відрізку може виявитися завищеною.



Комбайнер повинен брати до уваги вплив різкої *зміни швидкості руху* комбайна на точність визначення врожайності.

38 Вплив ширини захвату жатки

Помилки при визначенні ширини захвату жатки також можуть привести до помилки у визначенні врожайності.

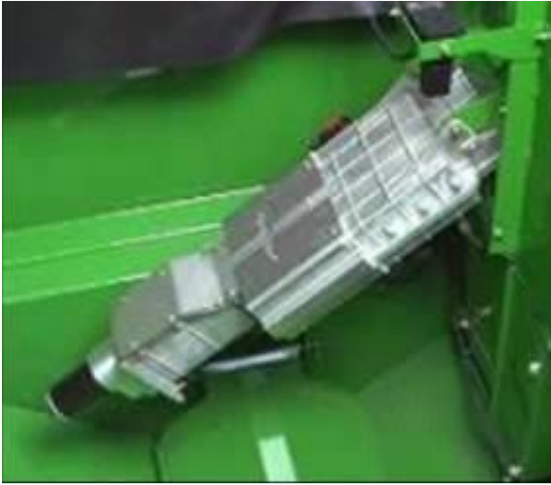


Ширина скошуваної смуги в ідеалі повинна відповідати ширині захвату жатки комбайна і залишатися постійною величиною. Проте, фактична скошувана ширина практично завжди менше за теоретичну.



Фактична ширина залежить від уміння оператора використовувати всю теоретичну ширину захвату. Часто умови роботи змушують оператора зменшувати ширину скошуваної смуги.

39 *Вплив датчика визначення вологості зерна*



Точні значення вмісту вологи можна одержати за допомогою сенсора вологості, перед цим ретельно відкаліброваного з використанням точного тестера вологості. *Помилки у визначенні вологості зерна* спричиняють за собою погрішності у визначенні врожайності.

Більшість систем моніторингу врожайності дозволяють вручну вводити значення вміст вологи якщо є підозра, що сенсор вологості працює з погрішностями. Більшість користувачів даних систем відзначають, що **точне визначення вмісту вологи в зерні є найпроблематичнішим моментом** у роботі всіх систем моніторингу врожайності.

Виробники сучасних систем моніторингу врожайності гарантують точність визначення врожайності **в межах $\pm 2\%$** .

40

Помилки при визначенні координат точок збору даних

До іншої категорії помилок, що знижують якість карт врожайності, відносяться *помилки при визначенні координат точок збору даних*. Цінності і точність карт врожайності безумовно пов'язана з точністю географічної прив'язки певних величин врожайності.

Візьмемо наприклад комбайн з **6-ти** метровою жаткою, що рухається по полю із швидкістю **6 км/год**. Якщо оператор запрограмував монітор відбирати дані про врожайність з секундним інтервалом, то кожна "точка" фактично представлятиме середню врожайність на ділянці поля в **10 м²**.

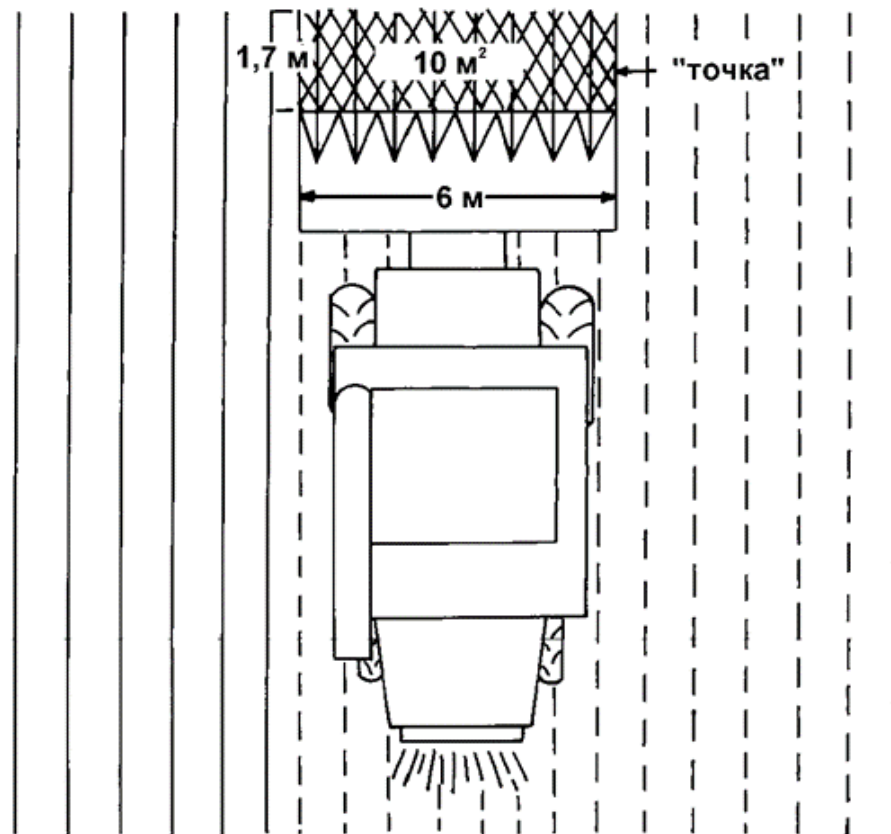


Рис. Ілюстрація розміру ділянки представлені точкою визначення врожайності поля

Висновки

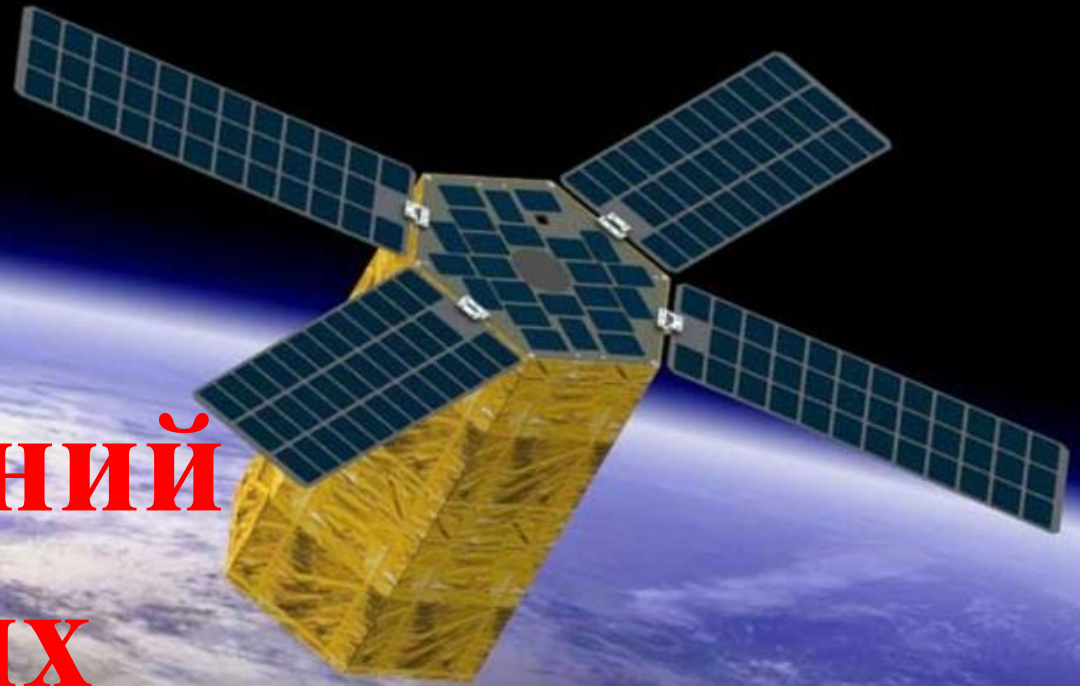
- Складання карт із застосуванням GPS- Технологій несе в собі принципово новий підхід в агротехнологіях
- Карта врожайності - це одна з перших речей, які хоче бачити фермер після збирання врожаю з поля.
- Карти врожайності - це не єдиний вид карт, які можуть бути сформовані за допомогою технологій GPS. На карті можна відобразити вологість зерна, швидкість комбайна, схеми руху комбайна й висотні оцінки ландшафту, отриманих з даних, зібраних під час збору врожаю.
- Карти врожайності можуть займати надзвичайно важливе місце в процесі прийняття рішень, результати яких можуть бути дуже вигідні.



Дякую за увагу!

Тема 5

Дистанційний збір даних



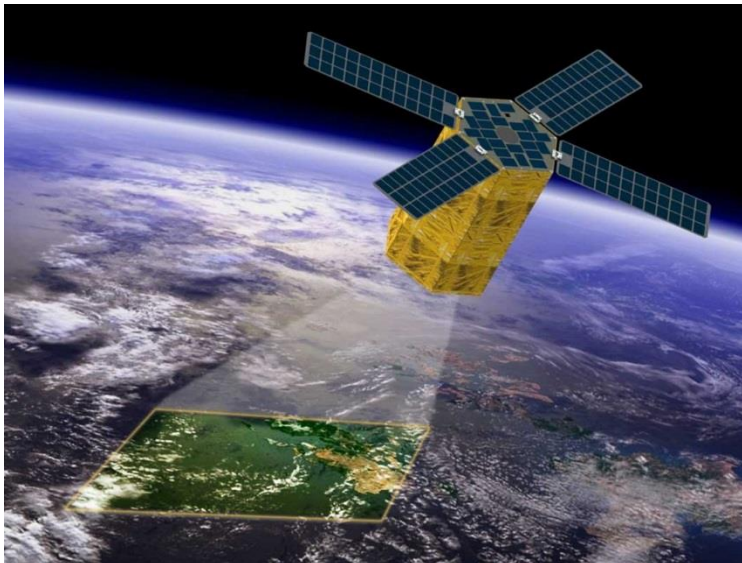
Кафедра Агроінженерії і ТС
Дисципліна "Система точного землеробства"
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

Зміст

1. Основи дистанційного збору даних.
2. Взаємодія об'єктів з електромагнітною енергією.
3. Системи дистанційного збору даних
4. Характеристики систем дистанційного збору даних.
5. Використання даних дистанційного зондування.
6. Джерела даних супутникового зондування об'єктів.
7. Джерела даних при зондуванні об'єктів за допомогою авіації.
8. Застосування дистанційного збору даних в сільському господарстві - важливі питання.
9. Економічні аспекти використання дистанційного збору даних в сільському господарстві.
10. Майбутній розвиток методів дистанційного збору даних стосовно сільського господарства.

Література

1. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deer Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
2. Сучасні тенденції розвитку конструкцій с.г.техніки. За редакцією В.І. Кравчука, М.І. Грецишина, С.М. Ковалю – К. Аграрна наука, 2004. – 396 с.
3. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підручник у 2 т. Т.2. / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред.. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012 – 432 с. (Розділ 5 ст. 204 – 235. Основи точного землеробства).
4. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник/ С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.П. Поліщук. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с. (ст. 48 – 73. ГІС технології у рослинництві).

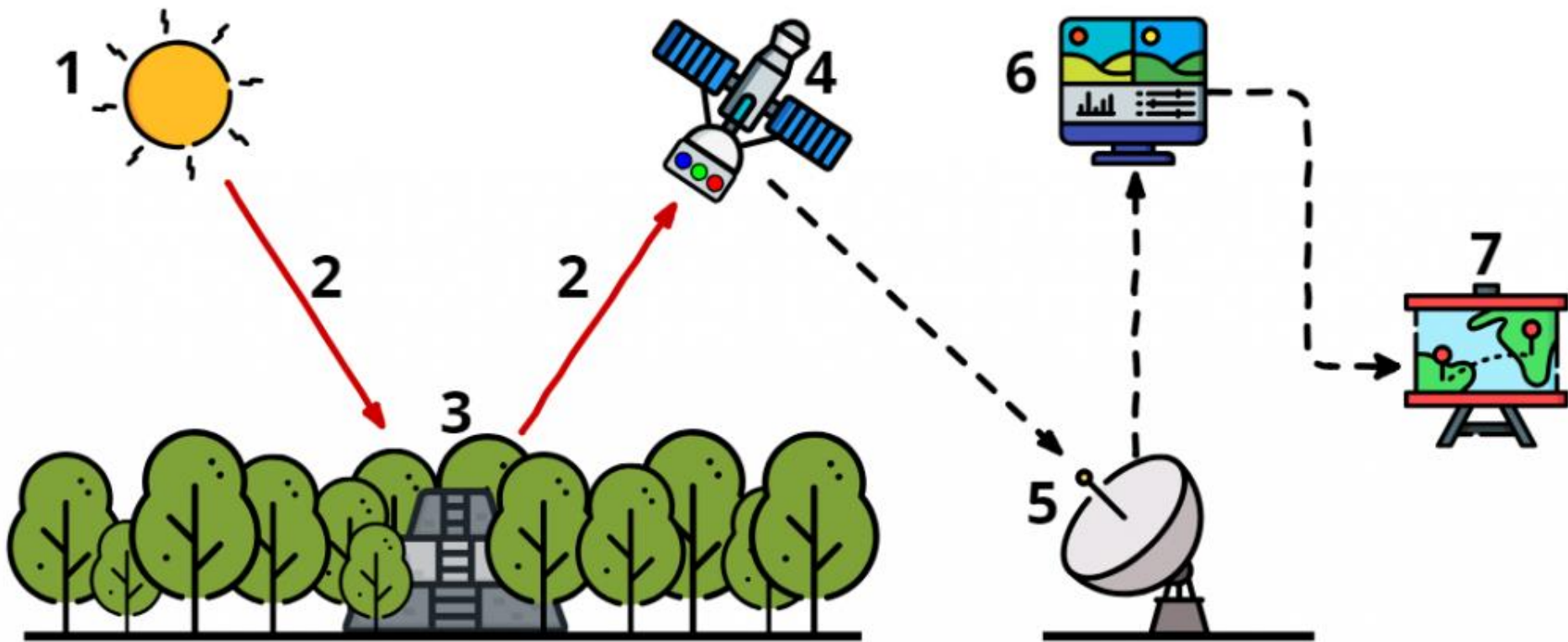


Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) – спостереження поверхні Землі авіаційними і космічними засобами, оснащеними різноманітними видами знімальної апаратури.

Дистанційне зондування Землі – це метод вивчення земної поверхні, що заснований на неконтактній реєстрації електромагнітного випромінювання земної поверхні в різних діапазонах спектру електромагнітного випромінювання.

Дані, отримані дистанційними методами знаходять застосування в різних галузях – від збору даних збройними силами до планування використання землі коммунальними службами або в промисловості, а також для контролю стану посівів і ґрунтового покриву.

Дистанційне зондування включає вимірювання відбитої від об'єктів енергії без контакту з самим об'єктом.



Електромагнітне випромінювання – взаємопов'язані коливання електричного і магнітного полів, що утворюють електромагнітне поле.

3

Ця енергія (електромагнітна енергія) поширюється в просторі у вигляді електромагнітних хвиль.

Електричне поле

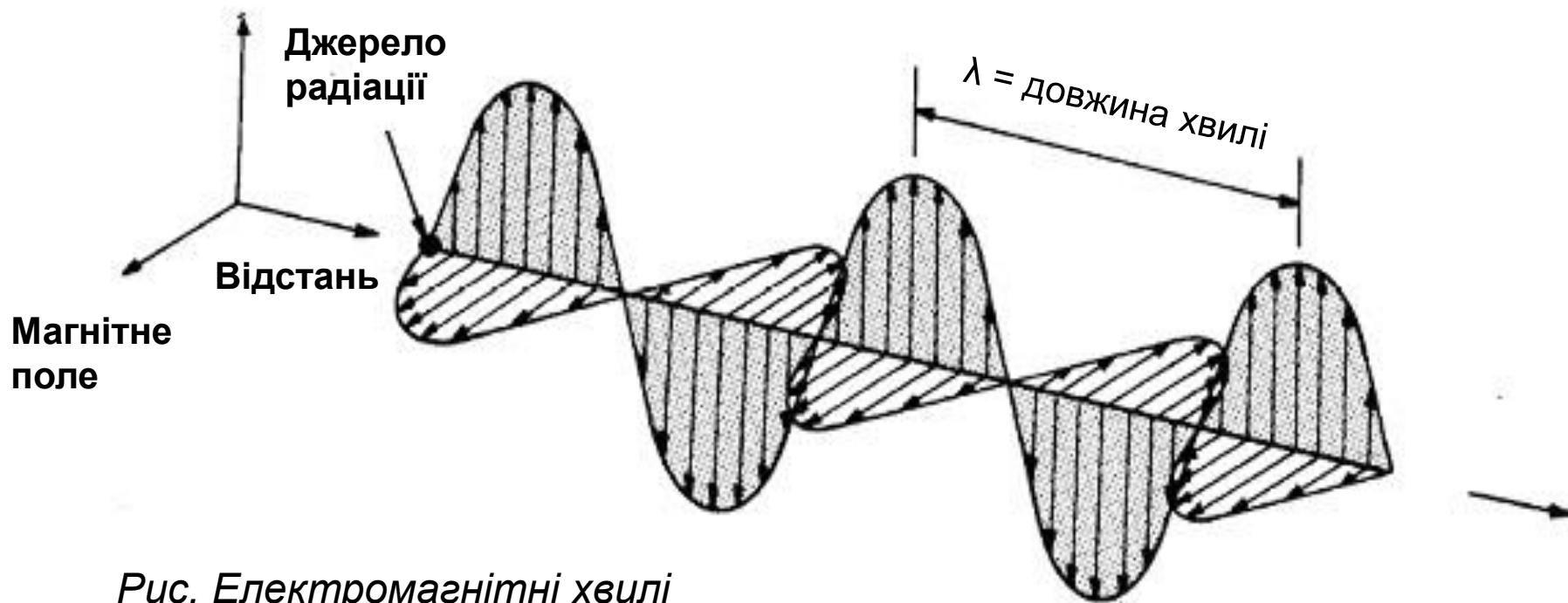
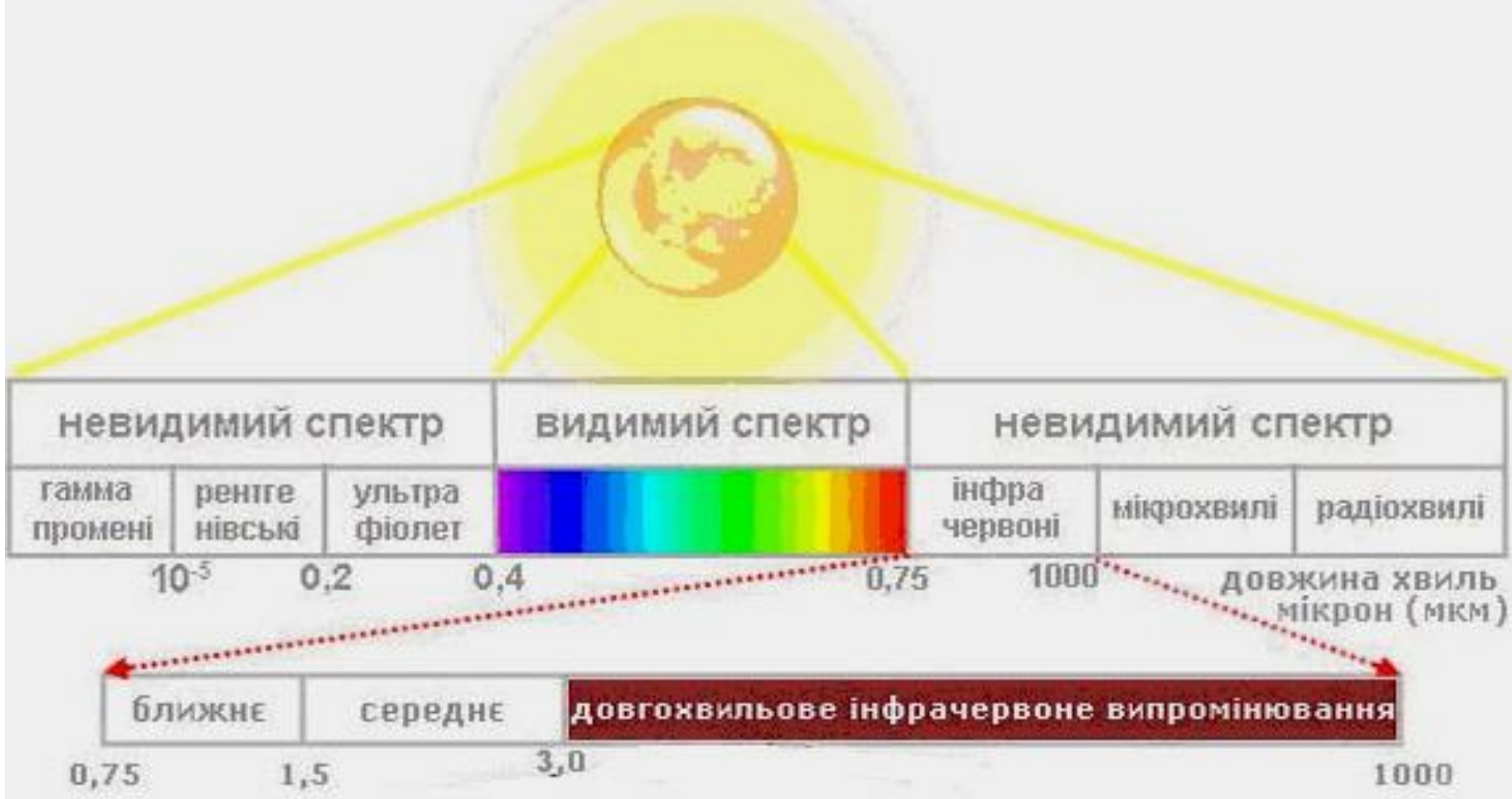


Рис. Електромагнітні хвилі

Хвилі розрізняються **довжиною** - відстанню між амплітудами сусідніх хвиль. Спектр електромагнітних хвиль утворений електромагнітною енергією з різною довжиною хвиль.



Для дистанційного зондування використовують наступні групи випромінювання:
ультрафіолет. - від 0,27 до 0,4 мкм; **видимий або світловий** - від 0,4 до 0,78 мкм;
ближній або фотографічний, інфрачервоний - від 0,7 до 0,9 мкм; **тепловий інфрачервоний** - від 3,5 до 5,0 мкм і від 8,0 до 14 мкм; **мікрохвильовий** - від 0,3 до 10 см.

5

Промені ближньої інфрачервоної зони спектру невидимі людським оком, але можуть бути зафіксовані за допомогою різних сенсорів і є дуже важливим елементом в дистанційному зондуванні.

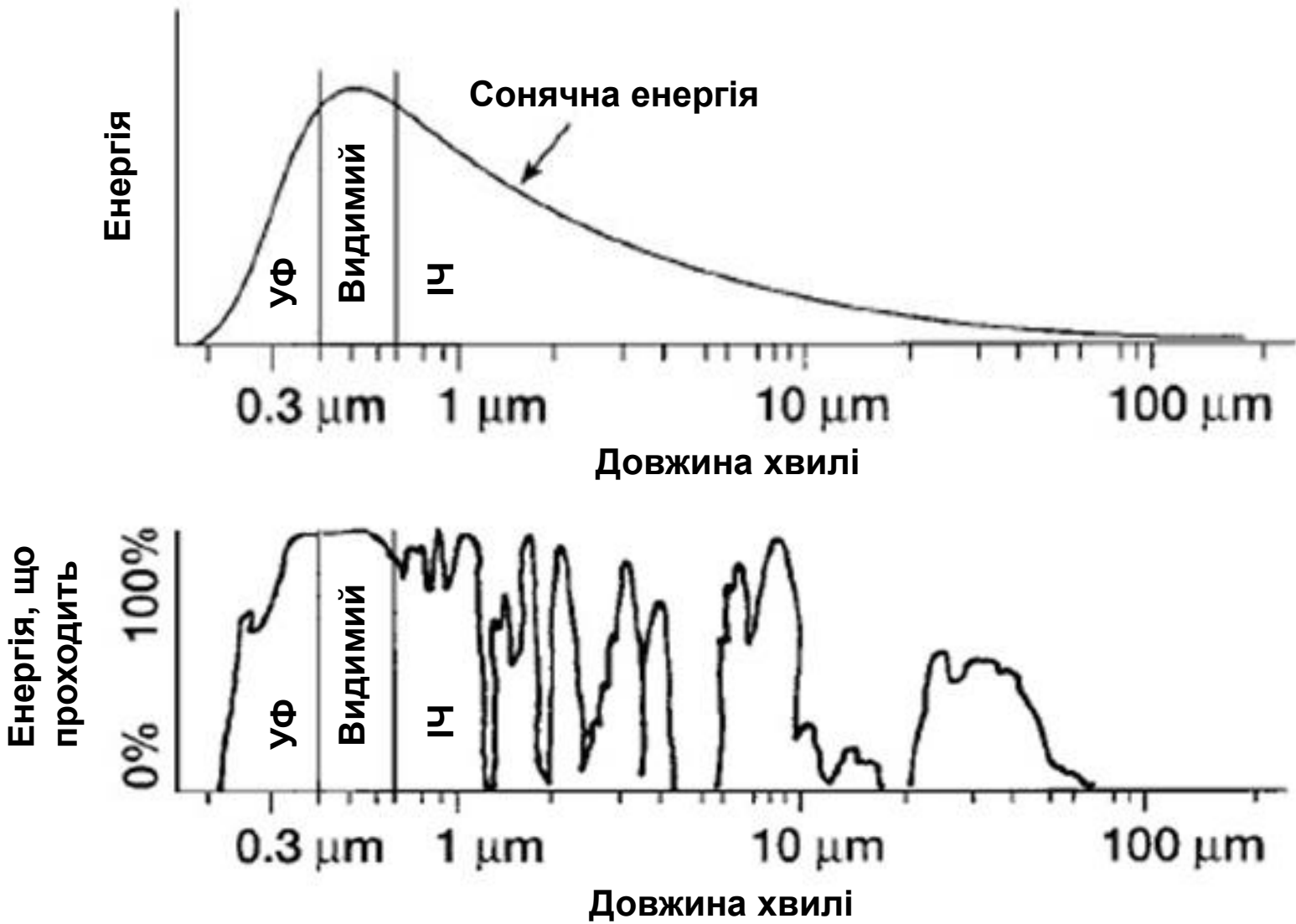


Рис. Розподіл енергії і вплив атмосфери на поширення електромагнітної енергії

З електромагнітною енергією, такою як сонячне світло, при досягненні поверхні об'єкту може статися три сценарії:

промінь може бути відбитим

промінь може пройти крізь об'єкт

енергія може бути поглинена об'єктом

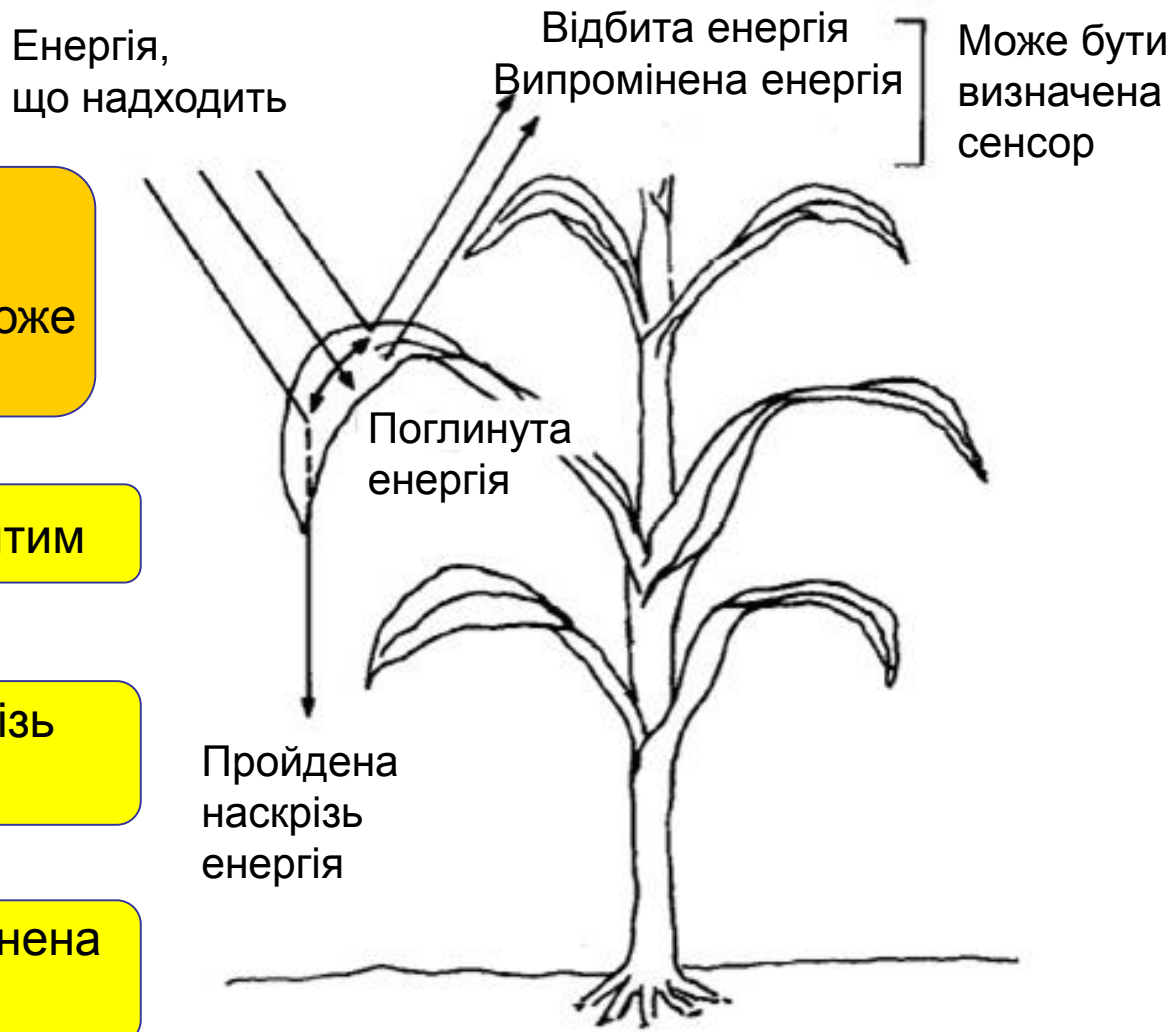


Рис. Взаємодія між електромагнітною енергією та листком рослини

Кожен об'єкт або група об'єктів, обстежених за допомогою методів дистанційного зондування, **відбиває унікальний, властивий тільки йому спектр довжин хвиль.**

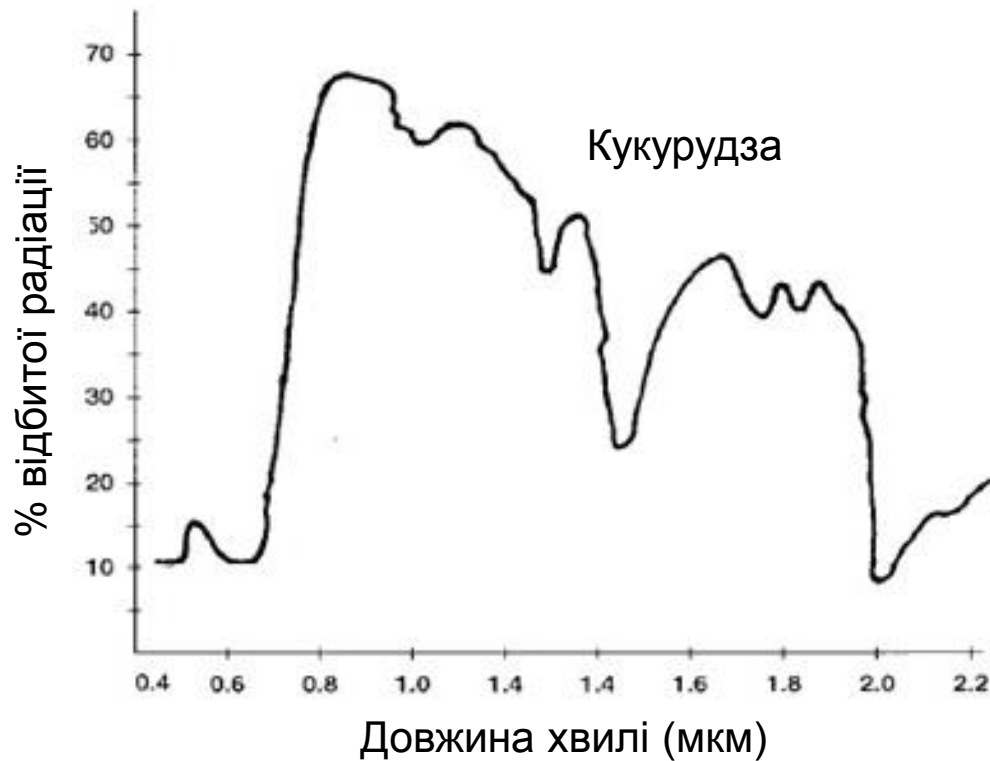


Рис. Радіація, що відбилася від вегетативної маси кукурудзи

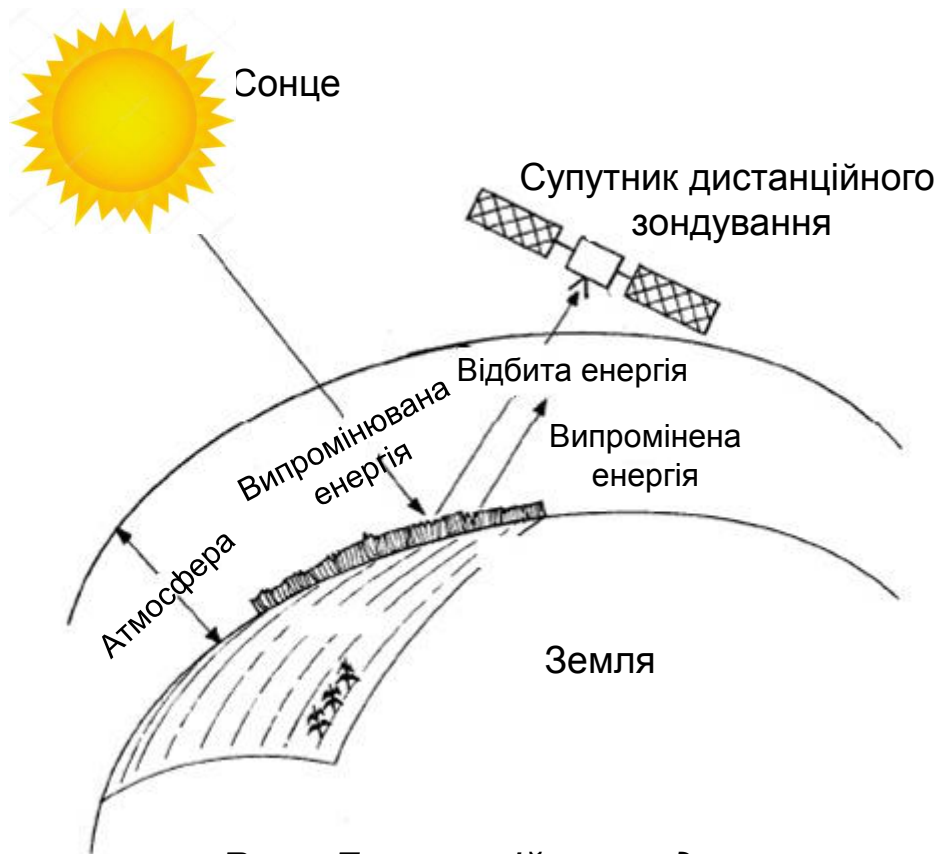


Рис. Дистанційне зондування

Здорові рослини, які нормально розвиваються відбивають більше зелених променів чим уражені шкідниками або хворобами рослини, що відбивають більше червоних і жовтих променів.

3. Системи дистанційного збору даних

Способи дистанційного збору інформації

Активне зондування

Пасивне зондування

Системи активного зондування генерують сигнал, направляють його до досліджуваного об'єкту і вимірюють характеристики відбитого від нього сигналу.

Відбиті сигнали можуть використовуватися радарними системами для визначення відстані і напрямку до об'єкту.

Радари можуть використовуватися для моніторингу вологозабезпеченості рослин.



Силос Сховище

Рис. Дистанційне зондування за допомогою радара

Системи пасивного зондування приймають випромінювані і відбивані сигнали від досліджуваних об'єктів.

При обговоренні і порівнянні систем дистанційного зондування, які дозволяють одержати зображення, необхідно звертати увагу на такі їх **важливі характеристики**:

- просторова роздільна здатність;

- спектральна чутливість;

- спектральне розширення;

- часове розширення.

*Перша характеристика, **просторова роздільна здатність**, характеризує розміри найменшого об'єкту, який може бути розпізнаний на зображенні, отриманому за допомогою дистанційного зондування.*

*Друга характеристика, **спектральна чутливість** має відношення до здатності систем зондування відповідати і збирати дані про радіацію в межах певної ділянки спектру.*

10

Третя характеристика спектрального розширення характеризує здатність систем дистанційного зондування розрізняти і розмежувати електромагнітну радіацію з різними довжинами хвиль.

Четверта характеристика, часове розширення показує, наскільки часто система зондування може бути доступна для збору даних на певній ділянці поверхні планети.

Параметри систем ДЗЗ

Супутник (країна)	Роздільна здатність панхроматич- ного каналу, м	Роздільна здатність багато- спектральних каналів, м	Ширина смуги огляду, км	Висота орбіти, км
IKONOS-2 (USA)	1	4	11	682
QuickBird-2 (USA)	0,6	2,4	16,5	450
EROS-B (Israel)	0,7	-	7	500
KOMPSAT-2 (Korea)	1	4	15	685
Cartosat-2 (India)	0,8	-	10	635
GeoEye-1 (USA)	0,41	1,65	15,2	684
WorldView-1 (USA)	0,41	1,65	15,2	684

Панхроматичне зображення - формує зображення у вигляді значень інтенсивності випромінювання в усьому оптичному діапазоні, а не в окремому каналі. Ці зображення виходять на основі отриманої радіації в діапазоні від **0,45 до 0,9 мкм**.

Дистанційне зондування здійснюється шляхом переміщення сенсора певним способом над об'єктом, що досліджується.

Встановлювані на літаках сенсори можуть бути або фотокамерами або електрооптичними сенсорами.

Зображення об'єкту за допомогою системи лінз фокусується на світлочутливому матеріалі, який після подальшої обробки використовується для отримання друкарських зображень.

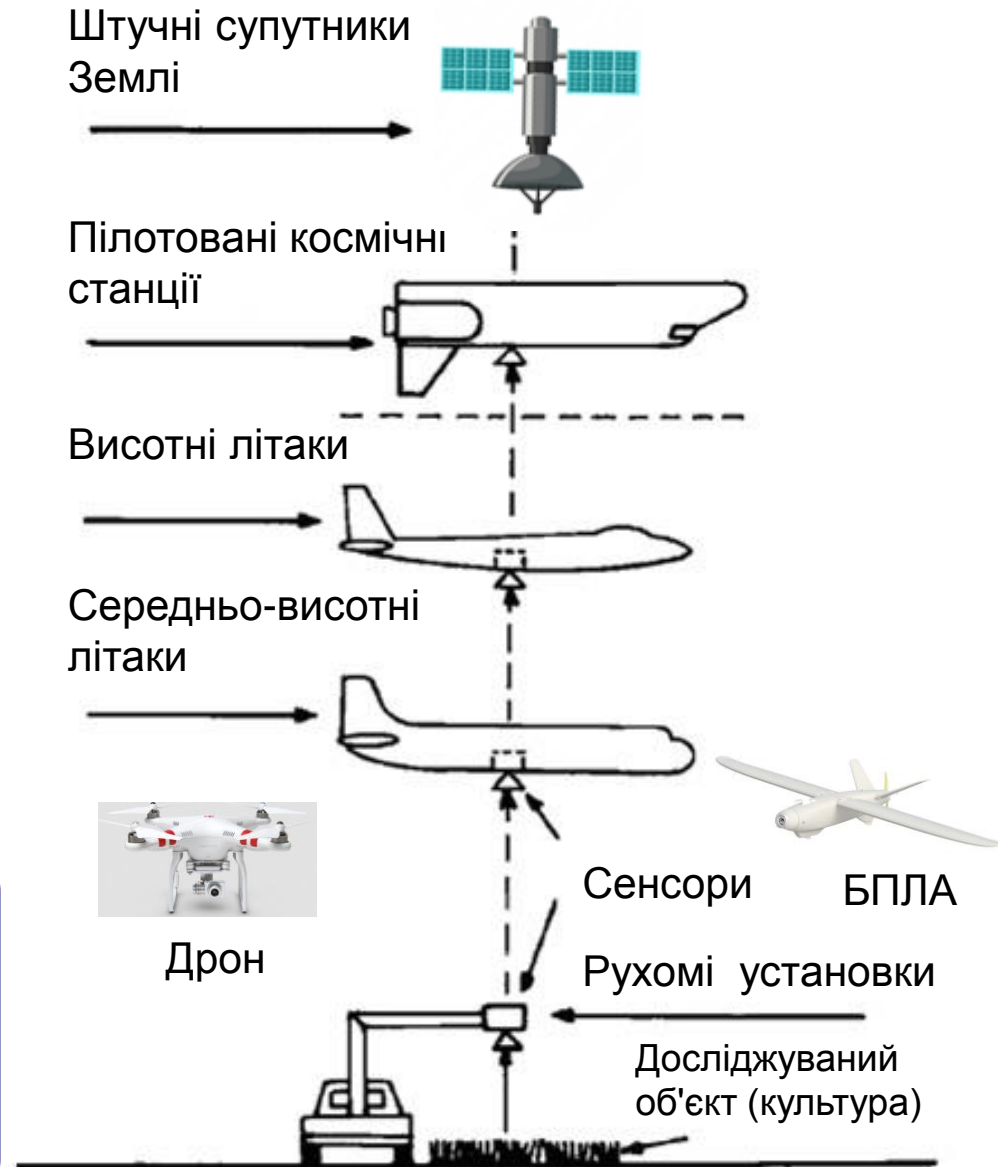


Рис. Платформи дистанційного зондування

Фотографічні технології здатні забезпечити отримання зображень землі високою мірою деталізації і розширення.

Недоліки фотометричного методу отримання зображень у видимому спектрі:

1. можливість отримання знімків тільки в денний час;
2. значний вплив хмарності на можливість отримання зображень;
3. зняті плівки неможливо повторно використовувати.

Електрооптичні сенсори чутливі до рівня освітленості при цьому електронні датчики генерують електричні сигнали пропорційно кількості електромагнітної енергії, що потрапляє на них. Електричні сигнали потім записуються в цифровому форматі з використанням додаткових електронних і комп'ютерних систем.

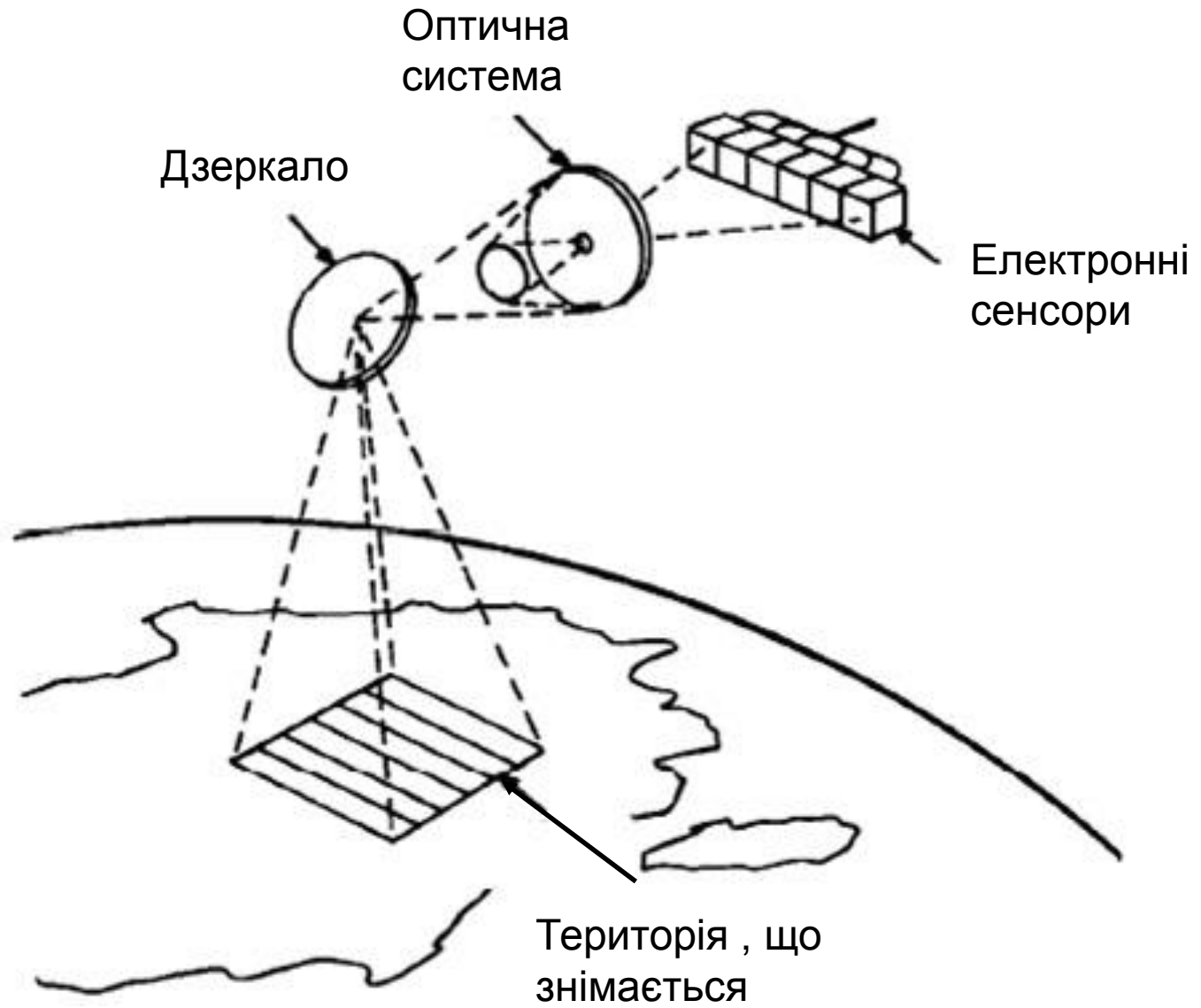


Рис. Механізм електронно-оптичної системи дистанційного зондування

У певних випадках поворот дзеркала і оптики використовуються для того, щоб за допомогою одного і того ж сенсора знімати різні ділянки місцевості.

Збір даних з паралельних проходів називається скануванням, а сенсори називаються **сканерами**.

Територія, що оглядає сканером, в його граничних положеннях називається **миттєвим полем огляду** (МПО).

МПО є мірою просторового розширення сканера і зазвичай наводиться в одиницях відстані (метри або фути) або площі (гектари або акри).

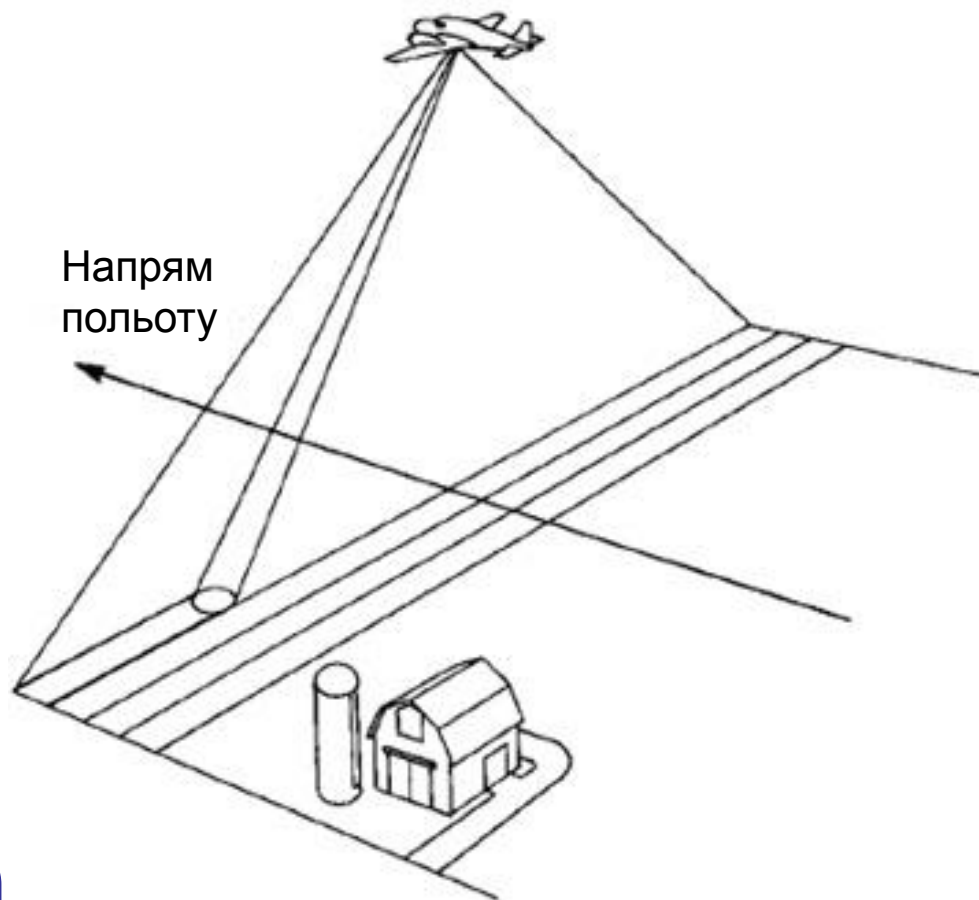


Рис. Дистанційне зондування з використанням електронно-оптичних сканерів

Інші електронно-оптичні сенсори мають вбудовану матрицю або лінійні сенсори, які збирають ряд даних із смуги огляду сенсора за один раз.

Сенсорна матриця може складатися з декількох сотень сенсорних елементів кожен з яких генерує цифровий сигнал, що характеризує інтенсивність випромінювання, отриманого з окремої ділянки смуги огляду.

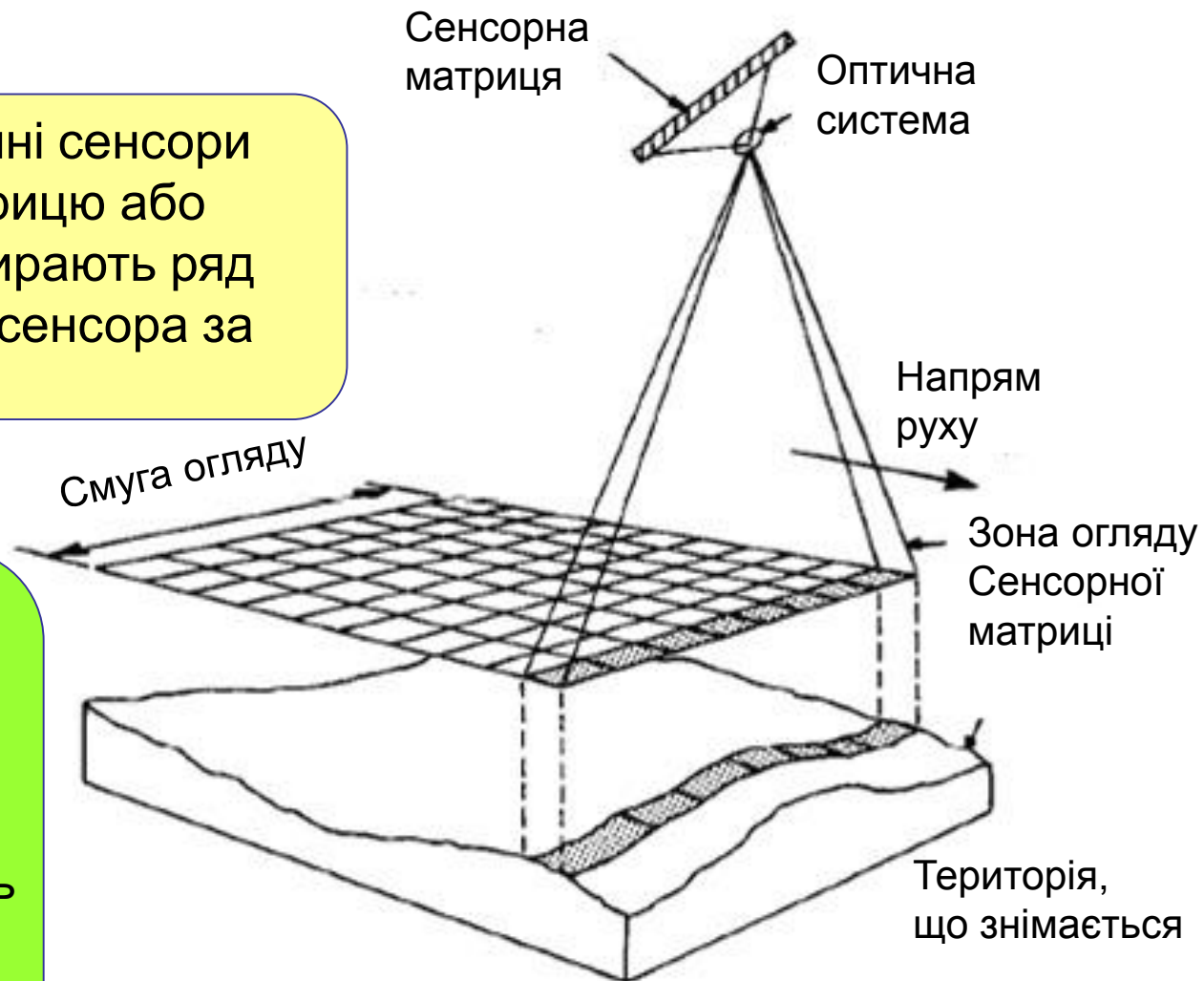


Рис. Дистанційне зондування з використанням сенсорної матриці

Недоліком сенсорних матриць є те, що кожен міні сенсор матриці вимагає індивідуального калібрування для того щоб усі сенсори генерували однаковий сигнал у відповідь на однакову інтенсивність випромінювання, що падало на них.



16 5. Використання даних дистанційного зондування

Послідовні етапи дистанційного зондування в точному землеробстві

1. Збір - отримання даних дистанційного зондування.

2. Первинна обробка - калібрування, реєстрація зображення.

3. Аналіз зображення - поліпшення, інтерпретація і класифікація.

4. Наземна перевірка достовірності/звіряння - порівняння даних ДЗЗ з наземними спостереженнями.

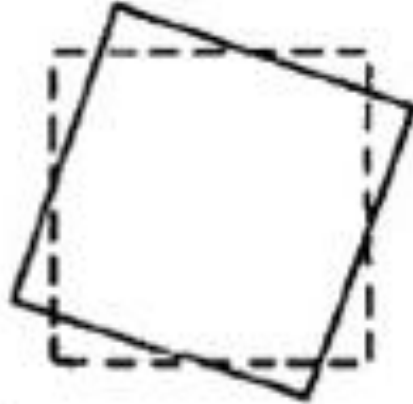
5. Об'єднання - створення суцільних карт з використанням ГИС.

6. Ідентифікація - встановлення причин послідуєчих зв'язків між виміряними змінними і польовими або ґрунтовими умовами.

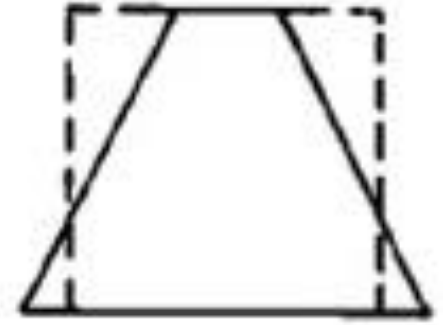
7. Заходи - використання сайт-специфічних технологій.



Асиметрія сканування



Курсова нестійкість



Не стабільність висоти



Обертання Землі



Швидкість космічного апарату

Рис. Геометрична дисторсія на не відкоректованих зображеннях

18

Об'єднання - створення суцільних, таких, що описують окремі характеристики польових умов, карт з використанням ГИС.

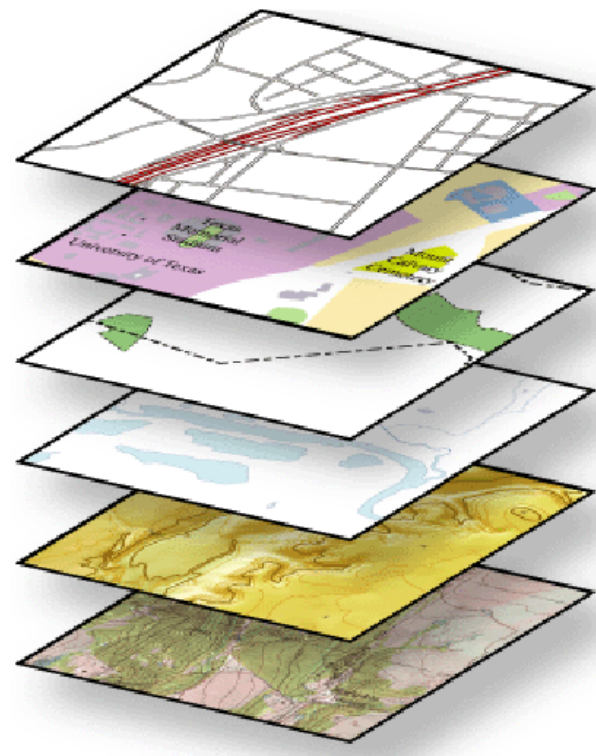
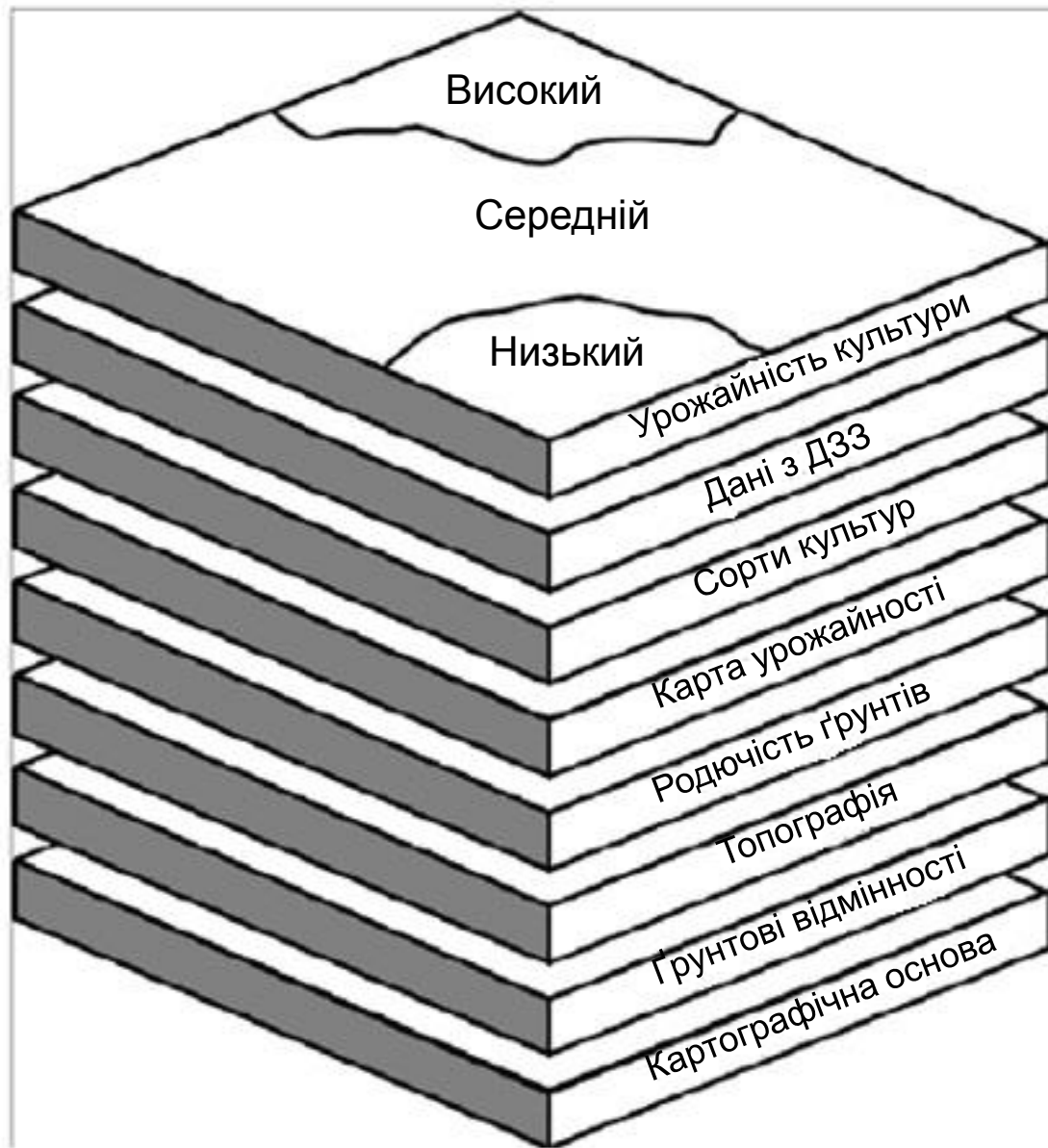
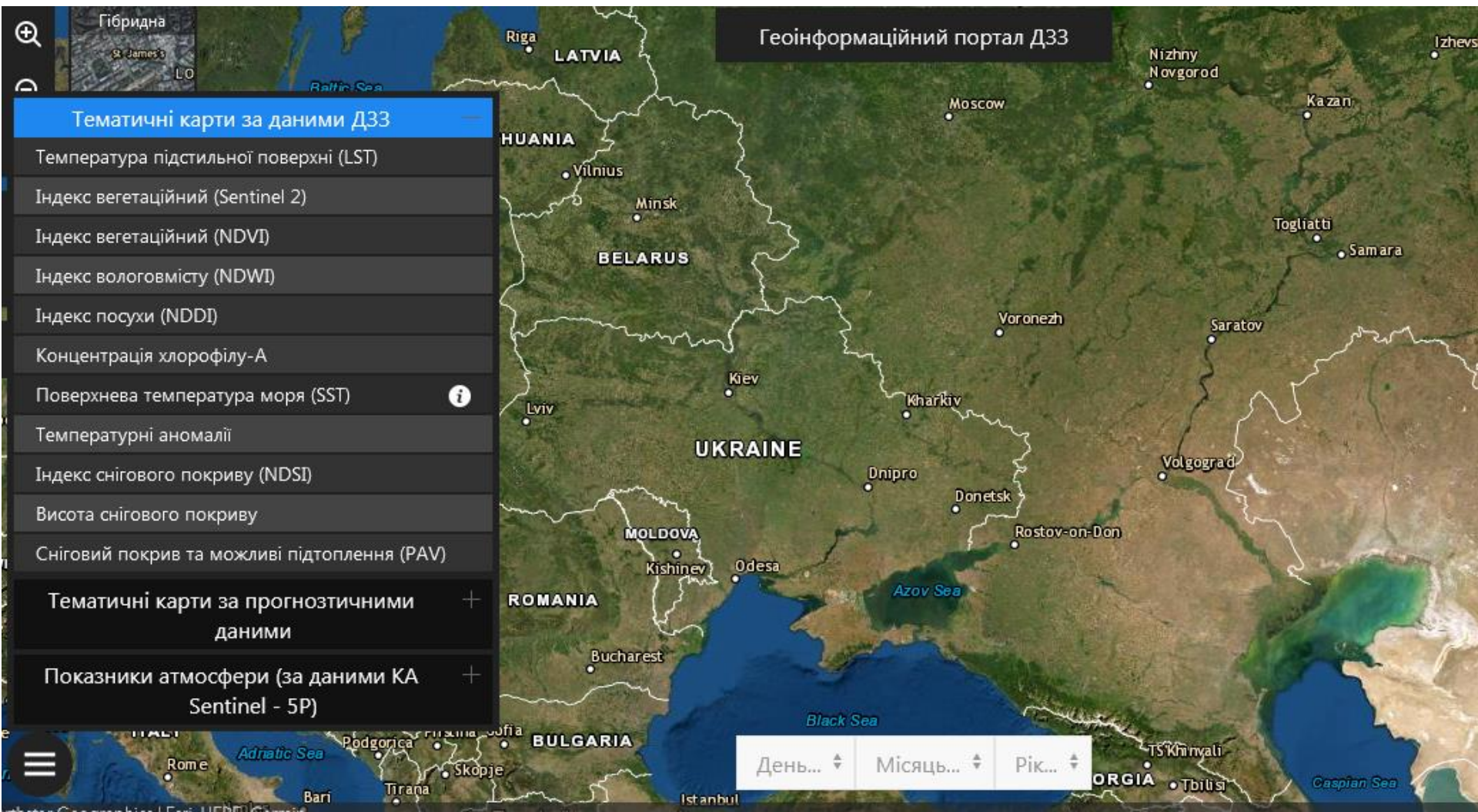


Рис. Шари даних в геоінформаційних системах

Український державний портал Дистанційного Зондування Землі (ДЗЗ)

Тут цілком безкоштовно можна дізнатися багато корисної для аграрія інформації стосовно погоди, індексів вегетації, прогнозування кліматичних подій. Можна дивитися не тільки свої поля, а спостерігати ситуацію в районі, області й Україні загалом, і прогнозувати для себе майбутню картину, наприклад, стан сніготанення чи загрозу посухи.

<http://portal.dzz.gov.ua/?p=50.238381,36.472559,5>



19

6. Джерела даних супутникового зондування об'єктів

Першою на ринку комерційного використання методів дистанційного зондування з'явилася в 1984 році компанія під назвою Earth Satellite Corporation, що надавала дані про стан сільськогосподарських культур.

На сьогоднішній час доступні декілька джерел отримання даних дистанційного зондування з космосу: NASA (LANDSAT), SPOT, Space Imaging і Digital Globe, індійської Irs, російської "Ресурс".

Супутники LANDSAT 1-6 були запуснені в період з 1972 по 1993 роки.

Супутники LANDSAT 1-3 були на орбіті 915 км над Землею робили і виконували один оберт навколо Землі за 103 хвилини або 14 обертів за день, що дозволяло за 18 днів зняти усю поверхню планети. LANDSAT 4-5 (LANDSAT 6 не вийшов на орбіту) були виведені на орбіту в 705 км, що дозволило скоротити період між циклами зйомки до 16 днів.



Супутник Landsat 7 на складальному майданчику

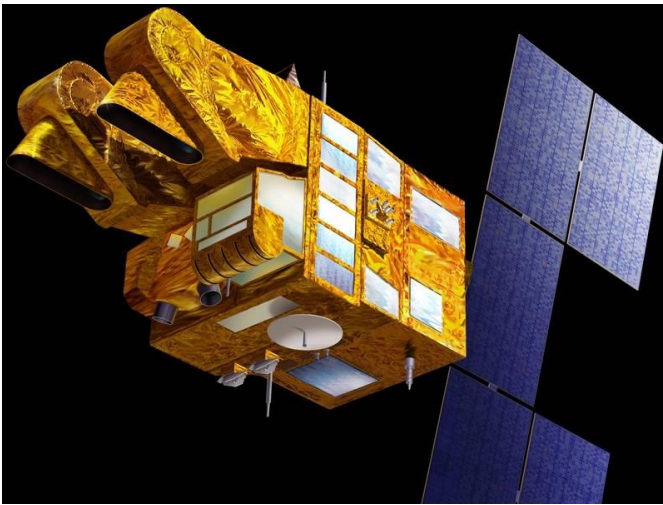
20 Супутники LANDSAT, які запуснені з метою моніторингу земельних ресурсів, обертаються по сонячно-синхронній орбіті, що означає що кожен прохід над заданою точкою над поверхнею Землі відбувається в один і той же час, один раз в 16 днів.

Landstat 8 – супутник дистанційного зондування Землі, восьмий із Запущених в рамках космічної програми LANDSAT. Виведений на орбіту 11 лютого 2013 року.

Landstat 9 – супутник дистанційного зондування Землі, запуск якого запланований на 2023 рік. NASA відповідальна за усі технічні аспекти побудови, виведення на орбіту й подальшого обслуговування супутника. Геологічна служба США – за обробку і поширення усієї інформації, яку буде отримувати супутник.



Модель дослідницького супутника Землі [ERS 2](#) у повний розмір



SPOT (System Pour l'Observation de la Terre) є власністю і управляється Францією і дозволяє отримувати зображення з роздільною здатністю в 10-20 м. Перший супутник SPOT був запуснений в 1986 р.

У цих супутниках використовуються на відміну від сканерів, встановлених на LANDSAT, лінійний матричний сенсор.

Розширення знімків SPOT становлять 20 м в мультиспектральному режимі і 10 м в панхроматичному.

На SPOT-5 встановлено два панхроматичний сенсора з роздільною здатністю в 5 метрів, які дозволяють отримувати знімки при спільній їх роботі з роздільною здатністю в 2,5 м.

22

Нова супутникова система **IKONOS**, запущена американською компанією Space Imaging в 1999 року дозволяє отримувати панхроматичні і мультиспектральні знімки з високою роздільною здатністю.

Супутник обертається по сонячно-синхронній орбіті з 11 денним циклом повторної зйомки. Сенсор здатний відхилитися на кут до 45 градусів, що дозволяє отримувати кожні 3-5 днів повторні покриття, що поліпшують якість даних.

Розмір області, що знімається складає 11 на 11 км. Як і SPOT, IKONOS використовує для збору даних лінійні матричні сканери.

Довжини хвиль складають:

0,45-0,52 мкм для блакитного, 0,51-0,6 мкм для зеленого, 0,63-0,7 мкм для червоного і 0,76-0,86 мкм для ближньої-інфрачервоної ділянки спектра.



Технічні характеристики установлених на супутниках систем дистанційного зондування землі

Спутник / режим	Пространственное разрешение (м)	Полоса обзора (км)	Длина волны (мм)	Повторяемость съемки (дней)
LANDSAT 5				
MCC	80	185	0,5-0,6 0,6-0,7 0,7-0,8 0,8-1,1	16
TM	30	185	0,45-0,52 0,52-0,6 0,63-0,69 0,76-0,9 1,55-1,75 2,08-2,35 10,4-11,7	16
	120			
LANDSAT 7				
ETM	20	185	0,45-0,52 0,53-0,61 0,63-0,69 0,78-0,9 1,55-1,75 2,09-2,35 0,52-0,9 10,4-12,5	16
	15			
	60			

Технічні характеристики установлених на супутниках систем дистанційного зондування землі

Спутник / режим	Пространственное разрешение (м)	Полоса обзора (км)	Длина волны (мм)	Повторяемость съёмки (дней)
SPOT				
МСС	20	60	0,5-0,59 0,61-0,68 0,79-0,89	26
Панхром.	10	60	0,51-0,73	26
SPOT 5				
МСС	10	60	0,5-0,59 0,61-0,68 0,79-0,89	26
Панхром.	5	60	0,51-0,73	26
Ср. ИК	20	60	1,58-1,75	26
IKONOS				
МСС	4	11	0,45-0,52 0,51-0,6 0,63-0,7 0,76-0,85	3
Панхром.	1	11	0,45-0,9	3
Quickbird				
МСС	2,5	15	0,45-0,52 0,52-0,6 0,63-0,69	1
Панхром.	0,7	15	0,76-0,9 0,45-0,9	1

На цьому малюнку розмір пікселя по земній поверхні складає 250 метрів, і, таким чином просторовий дозвіл під прямим кутом(у кадрі) також складає 250 метрів. Проте, якщо подивитися на пікселі, поза надіром просторовий дозвіл отриманих даних зменшується.





26

7. Джерела даних при зондуванні об'єктів за допомогою авіації

Комерційні фірми пропонують широкий спектр продуктів, таких як карти дистанційного зондування культур, здатні допомогти фермерам у встановленні ділянок на полях, що зазнають проблеми з харчуванням рослин, уражені хворобами чи шкідниками і т.д. на основі вимірювання електромагнітного випромінювання польових культур.

Аерофотозйомка має певні переваги:

- *можливість повторної зйомки через короткий проміжок часу;*
- *доступність;*
- *велика маневреність;*
- *краще відповідає формі, розмірам і розташуванню ділянок, що знімаються;*
- *використання більш адаптованих до потреб сільського господарства сенсорів.*

Зазвичай використовуються пристрої таких видів: широкосмугові сенсори, що працюють в інфрачервоному та видимому ділянках діапазону частот, дозволяють отримувати як традиційний знімок, так і знімок у цифровому форматі.



Просторова роздільна здатність сенсорів варіює в широких межах від 0,25 до 10 метрів і залежить від висоти польоту літака при зйомці і зазвичай обмовляється при отриманні замовлення.

Дані, зібрані під час польотів над територією, використовуються для створення набору карт і пов'язаних з ними статистичних показників, що надаються фермеру (замовнику) в електронному або в друкованому вигляді.

Прикладом продуктів аерофотозйомки є:

- Знімки та дані з непокритого рослинністю ґрунту
- Географічно прив'язані знімки культур
- Карти нормалізованих індексів рослинного покриву
- Карти інших класифікованих вегетаційних індексів
- Карти зміни стану рослинності

Інформація, що міститься в одному знімку, отриманому дистанційними методами, може мати цінність для фермера, якщо дана інформація буде ув'язана з польовими умовами.

29

Метод дистанційного визначення дефіциту азоту за спектральними характеристиками листків у видимій області зводиться, по суті, до вимірювання вмісту хлорофілу, що є мірою асимільованого рослинного азоту.

Розрахунок за супутниковими даними спектрального індексу зеленості (GI) надає можливість оцінити вміст хлорофілу в рослинах.

Спектральний індекс зеленості (Greenness Index, GI) розраховують за формулою:

$$GI = \frac{Y_3}{Y_4} \quad (1)$$

де Y_3 – значення яскравості в зеленому діапазоні; Y_4 - значення яскравості в червоному діапазоні.

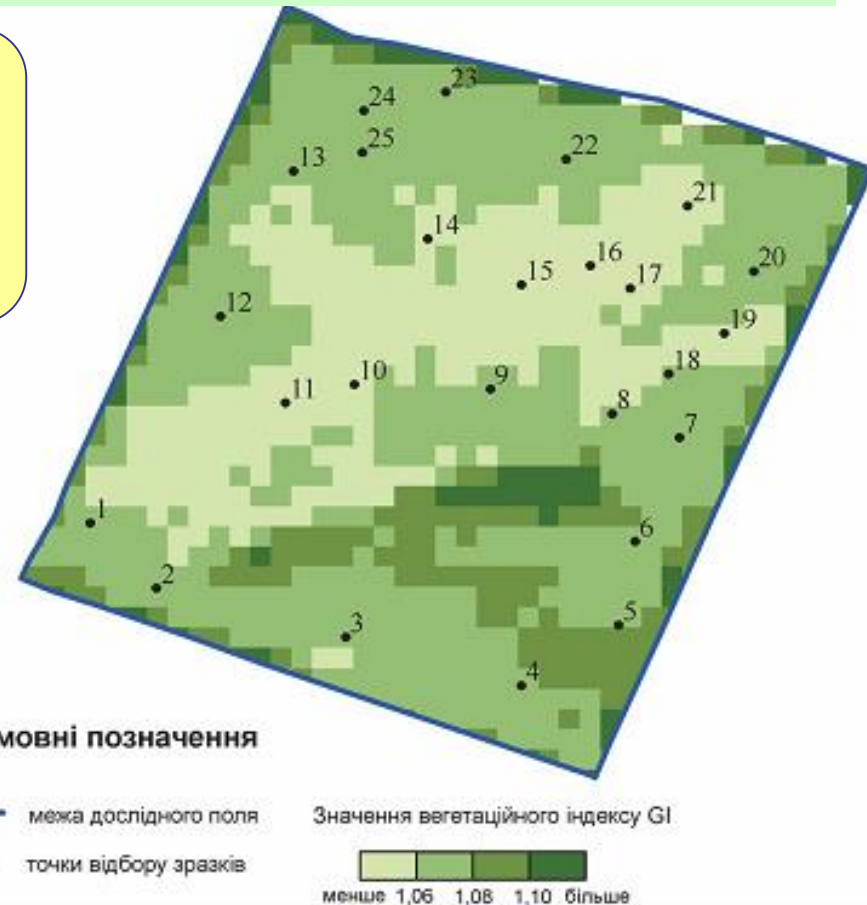


Рис. Картограма індексу GI на полігоні в Харківській області

30 Оперативна оцінка біомаси рослинності базується на визначенні таких спектральних характеристик, як вегетаційні індекси (VI, NDVI, EVI), що отримують в результаті аналізу спектральної яскравості в червоній та інфрачервоній зонах.

Спектральний нормалізований вегетаційний індекс (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) розраховують за формулою:

$$NDVI = \frac{Y_{бiч} - Y_{ч}}{Y_{бiч} + Y_{ч}} \quad (2)$$

де $Y_{бiч}$ – значення яскравості в ближньому інфрачервоному діапазоні;
 $Y_{ч}$ - значення яскравості в червоному діапазоні.

Побудова картограм індексу вегетації слугує основою для оцінки стану культури, її біомаси в різних частинах поля, прогнозу її врожайності.

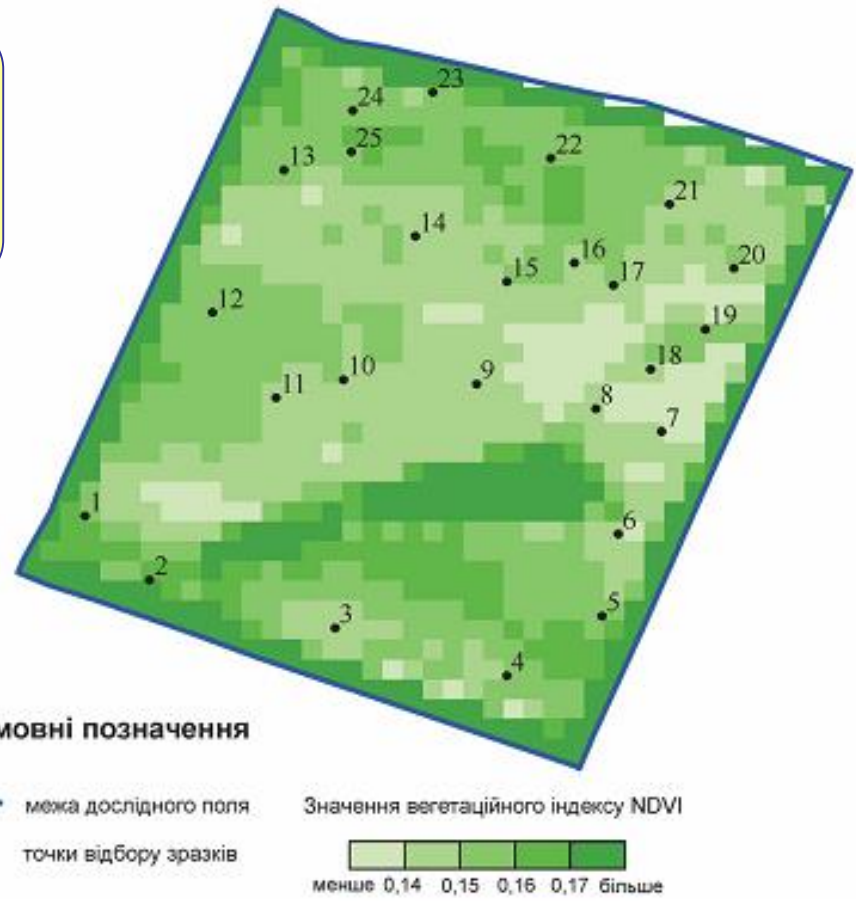


Рис. Картограма вегетаційного індексу NDVI на полігоні в Харківській області

Для достовірності просторової оцінки стану сільськогосподарських культур не менш важливим показником є індекси вологозабезпеченості рослин. Це так звані водні індекси.

Спектральний нормалізований водний індекс

$$NDWI = \frac{Я_{біч} - Я_{січ}}{Я_{біч} + Я_{січ}} \quad (3)$$

Спектральний індекс водного стресу (Moisture Stress Index, MSI) розраховується за формулою:

$$MSI = \frac{Я_{січ}}{Я_{біч}} \quad (4)$$

де $Я_{біч}$ – значення яскравості в ближньому інфрачервоному діапазоні;
 $Я_{січ}$ - значення яскравості в середньому інфрачервоному діапазоні.

Для оцінки вологозабезпеченості розраховано водні індекси для поля в Харківській області.

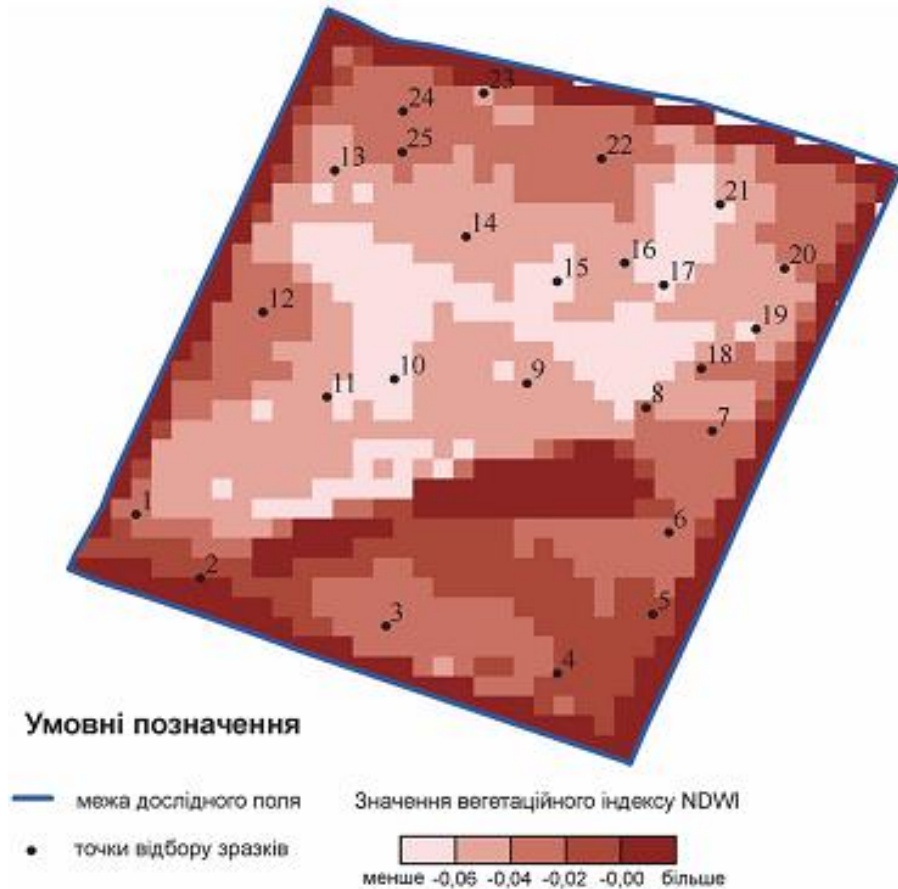


Рис. Картограма вегетаційного індексу NDWI на полігоні в Харківській області

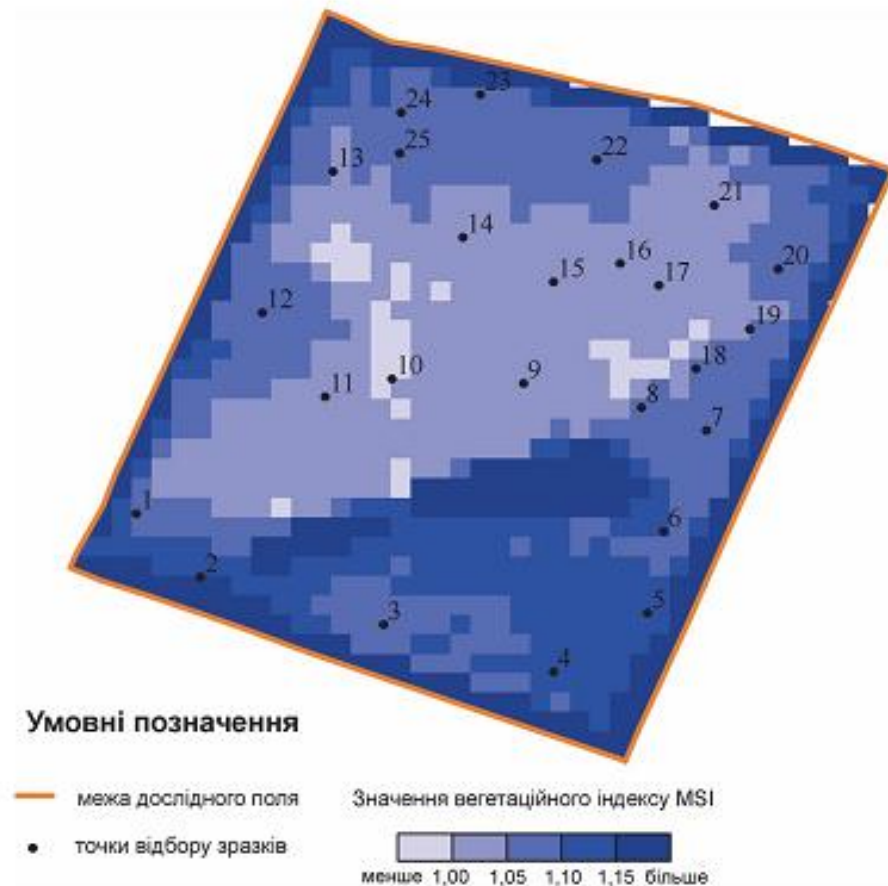


Рис. Картограма вегетаційного індексу MSI на полігоні в Харківській області

33

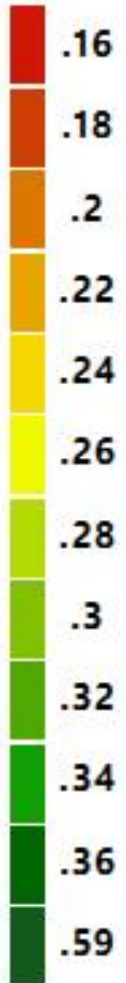
Ці ілюстрації наочно демонструють те, яким чином показники NDVI розподілені по полю. Варто відмітити різницю між цими двома картами отриманими в один і той же день, - вона пов'язана з різним просторовим розширенням.



Landsat 8 - 30 m NDVI



Sentinel 2A - 10 m NDVI





8. Застосування дистанційного збору даних в сільському господарстві

Фактори, що впливають на корисність даних одержаних ДЗЗ для керівників чи фермерів:

1. Інформація, отримана на основі даних ДЗЗ повинна також бути точною.
2. Зібрані дистанційними способами дані повинні бути оброблені і правильно зформатовані.
3. Дані повинні бути зібрані у відповідний час, оброблені і доставлені замовникові в найкоротші терміни.
4. Висока просторова роздільна здатність. Чим менше розмір кожного пікселя, тим вище розширення отриманого зображення.
5. Терміни доставки даних дистанційного зондування замовнику.



9. Економічні аспекти використання дистанційного збору даних в сільському господарстві

На вартість супутникових даних впливають:

- Тип одержуваного зображення (панхроматичне або мультиспектральне)
- Розмір зображення (розмір покритої території)
- Ступені необхідної обробки
- Термін доставки даних клієнтові
- Необхідне просторове розрізнення

10. Майбутній розвиток методів дистанційного збору даних стосовно сільського господарства

Новими сенсорними системами, яким буде надаватись перевага при дистанційному зондуванні поверхні планети зі супутників і літаків, є гіпер-спектральні сенсори.

Гіпер-спектральні сенсори здатні генерувати дані на сотнях довжин хвиль одночасно.

До початку застосування гіперспектральних сенсорів необхідно розробити систему більш ефективного практичного використання джерел мульти-спектральних і панхроматичних даних.

Лімітуючим фактором залишається недосконалість системи ефективного перетворення даних ДЗЗ в інформацію, що використовується для прийняття управлінських рішень.

Моделюючи і аналізуючи просторову варіабельність полів, фермер може почати відповідати на питання про те, що відбувається в окремій виробничій ситуації, і пророкувати, що станеться при певному збігу обставин. Тому управлінські рішення можуть бути прийняті і перевірені ще до того, як буде посіяна культура.

Дякую за увагу !



Тема 6

Географічні інформаційні системи



Кафедра Агроінженерії та ТС
Дисципліна "Система точного землеробства"
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

Зміст

1. Основи геоінформаційних систем.
2. Застосування ГІС в агросфері
3. Характеристики карт.
4. Формати ГІС даних.
5. Масштаби карт.
6. Системи координат.
7. ГІС: обладнання та програмне забезпечення.
8. Етапи створення карт на прикладі ГІС Панорама.

Література

1. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deere Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
2. Морозов В.В., Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М. Геоінформаційні системи в агросфері: Навч. Посібник. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2007 – 223 с.
3. Морозов В.В. Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем / В.В. Морозов, С.Я. Плоткін, М.Г. Поляков та ін. За ред професора В.В. Морозова. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2007 – 328 с.
4. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник/ С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.П. Поліщук. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с. (ст. 48 – 73. ГІС технології у рослинництві).

1. Основи геоінформаційних систем

Одним з факторів, що лімітують розвитку точного землеробства є колосальна кількість зібраних даних під час таких операцій як, наприклад, моніторинг врожайності або проведення ґрунтового обстеження.



Географічно-інформаційні системи (ГІС) - це програмно-технічний комплекс, що забезпечує автоматизований збір, обробку, зберігання, аналіз, відображення і розповсюдження просторово-координованої інформації.

Ця сучасна комп'ютерна технологія забезпечує інтеграцію баз даних та операцій над ними, таких як запит і статистичний аналіз, з потужними засобами подання даних, результатів запитів, вибірок і аналітичних розрахунків у наглядній, легко доступній картографічній формі.

3

Системи управління базами даних створені для отримання, зберігання і пошуку даних. Сам по собі масив даних, що зберігається в системі, називається **базою даних**.

У випадку з ГІС, в базах даних зберігається географічна інформація. Географічні дані містять не тільки якісні характеристики різних ділянок поверхні планети (атрибути), а й дані про становище в просторі даних ділянок.

У таблиці наведений приклад бази даних про врожайність кукурудзи, який одержаний за допомогою моніторингу врожайності.

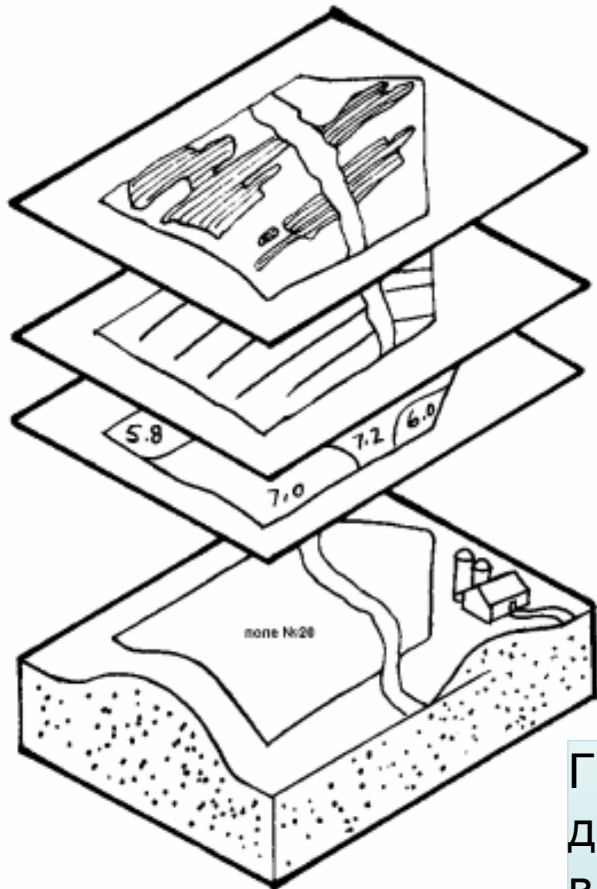
Культура: кукуруза			
Широта, град	Долгота, град	Урожайність, ц/га	Влажність зерна, %
41.8048984	-91.8310704	185.1	19.0
41.8048862	-91.8310705	185.4	18.5
41.8048750	-91.8310718	184.2	18.4
41.8048632	-91.8310743	183.9	18.9
41.8048529	-91.8310752	182.1	19.0
41.8048420	-91.8310765	181.0	18.5
41.8048317	-91.8310718	179.9	18.8
41.8047288	-91.8310645	182.7	18.7

4

Географічні дані ще іноді називаються **просторовими даними**.

Просторові дані, які відносяться до місця розташування об'єкта на поверхні планети, називаються **географічно прив'язаними даними**.

ГІС, що використовуються в точному землеробстві, пов'язують разом просторові характеристики об'єкта (координати) з його властивостями.

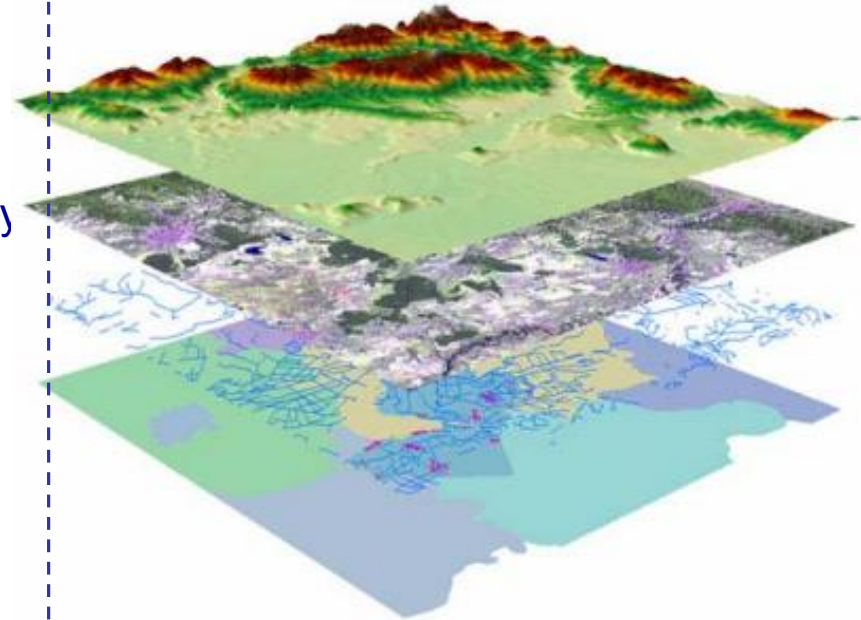


Шар даних про
врожайність

Шар даних про
дренажну систему

Шар даних про
кислотність рН
ґрунту

Контури поля



ГІС може відобразити і аналізувати дані, представлені декількома шарами, які характеризують різні властивості одного і того ж поля.

2. Застосування ГІС в агросфері



Агросфера – новоутворена складова біосфери, яка знаходиться під постійним антропогенним впливом, та є головним джерелом забезпечення населення продовольством і сировиною, середовище існування значної частини населення.

Розвиток світового аграрного виробництва значною мірою залежить нині від досягнень науково-технічного прогресу, які створюють умови для якісних змін в агросфері.

Агросфера створена та існує завдяки розуму й діяльності людини, і тому є як природничою, так і соціальною категорією. Їй притаманні особливі фундаментальні закономірності внутрішнього розвитку, що є результатом взаємодії різних природних і соціально-економічних факторів.

6

свійські
тварини



оброблені ґрунти і пов'язані
з ними організми

культурні
рослини



типи агроландшафтів,
агробіоценозів і агроєкосистем



природно-технічні
системи

луки, пасовиська,
сільські поселення



**Складові
агросфери**

Галузі сучасного застосування ГІС в агросфері є:

- управління на всіх рівнях (від державного до локального, до окремих сільськогосподарських ділянок);

- землевпорядкування і земельний кадастр;

- гідрометеослужба;

- геодезія, картографія і географія;

- сільське господарство, агрономія, землеробство, рослинництво, захист рослин, агрохімія і ґрунтознавство;

- водне і рибне господарство, гідромеліорація, лісове господарство;

- екологія;

- природокористування;

- транспорт;

- інженерні комунікації;

- агробізнес, агроконсалтинг, банківські послуги тощо.

8

ГІС має можливість зв'язувати всі елементи складних виробничих систем (підприємств), в т.ч. гідромеліоративних систем з будь-яким іншим елементом або системою.

Перспективним є застосування ГІС в системі еколого-меліоративного моніторингу, стратегії соціально-економічного розвитку аграрного сектора виробництва.

Геоінформаційна система (ГІС) - інформаційна система, здатна аналізувати, зберігати, обробляти, надавати доступ і візуалізувати просторові дані і супутню інформацію.

ГІС об'єднує традиційні операції при роботі з базами даних з можливістю візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта.



Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ, подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням чинників і причин.

Геоінформаційні системи

Класифікаційні ознаки





3. Характеристики карт

Зазвичай карти діляться на **тематичні та топографічні**.

Тематичні карти відображають карти, які стосуються визначеної теми або питання, таких як гранулометричний склад ґрунту, рН ґрунту або розповсюдження на поле бур'янів.

Топографічні карти в основному відображають тематику, що описує такі характеристики ландшафту як висота над рівнем моря, кордони, дороги і т.д.

Найбільш важливими характеристиками карт, використовуваних в ГІС, є:

- формат даних;
- масштаб;
- картографічна проекція;
- система координат.

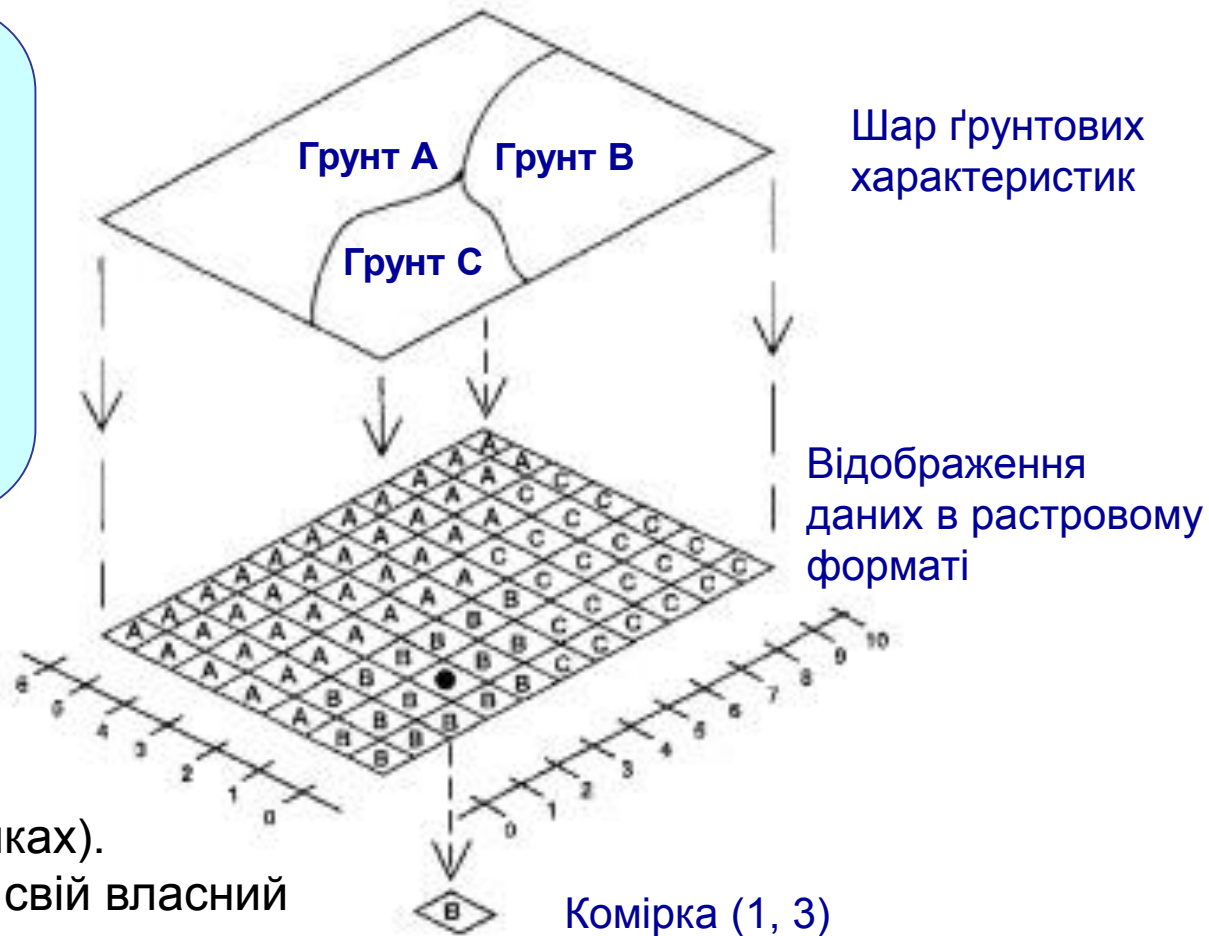
Створення карт включає в себе наступні процеси:

- Визначення мети для чого створюється карта
- Вибір відповідного масштабу
- Вибір теми або характеристики, яка буде відображена на карті
- Вибір способів відображення об'єктів на карті (наприклад, точки, лінії, полігони)
- Встановити картографічну проекцію, що дозволить відображати об'єкти (властивості) на плоскій поверхні
- Вибрати систему координат і її геодезичної основи для розташування всіх об'єктів на карті
- Створити легенду карти для полегшення читання карти

4. Формати ГІС даних

Існує дві моделі або формати, в яких просторові дані відображаються і зберігаються в ГІС. Це **растрові і векторні** формати.

У **растровому форматі** простір поділений на осередки, зазвичай квадратні, які розташовані в системі координат. Кожна клітинка розташована в визначеному стовпчику і рядку системи координат.



В растровому форматі дані зберігаються в комірках (ячейках). Кожна комірка в шарі містить свій власний єдиний атрибут.

В растровому форматі дані зберігаються шляхом пов'язання атрибута або цифровий величини до кожної клітинки. Ці комірки (осередки) і є основними елементами, з яких будується візуальне відображення шару.

Дані, які зберігаються в растровому форматі, зазвичай називають **растровими даними**. Файли растрових даних зазвичай містять мільйони комірок (осередків).

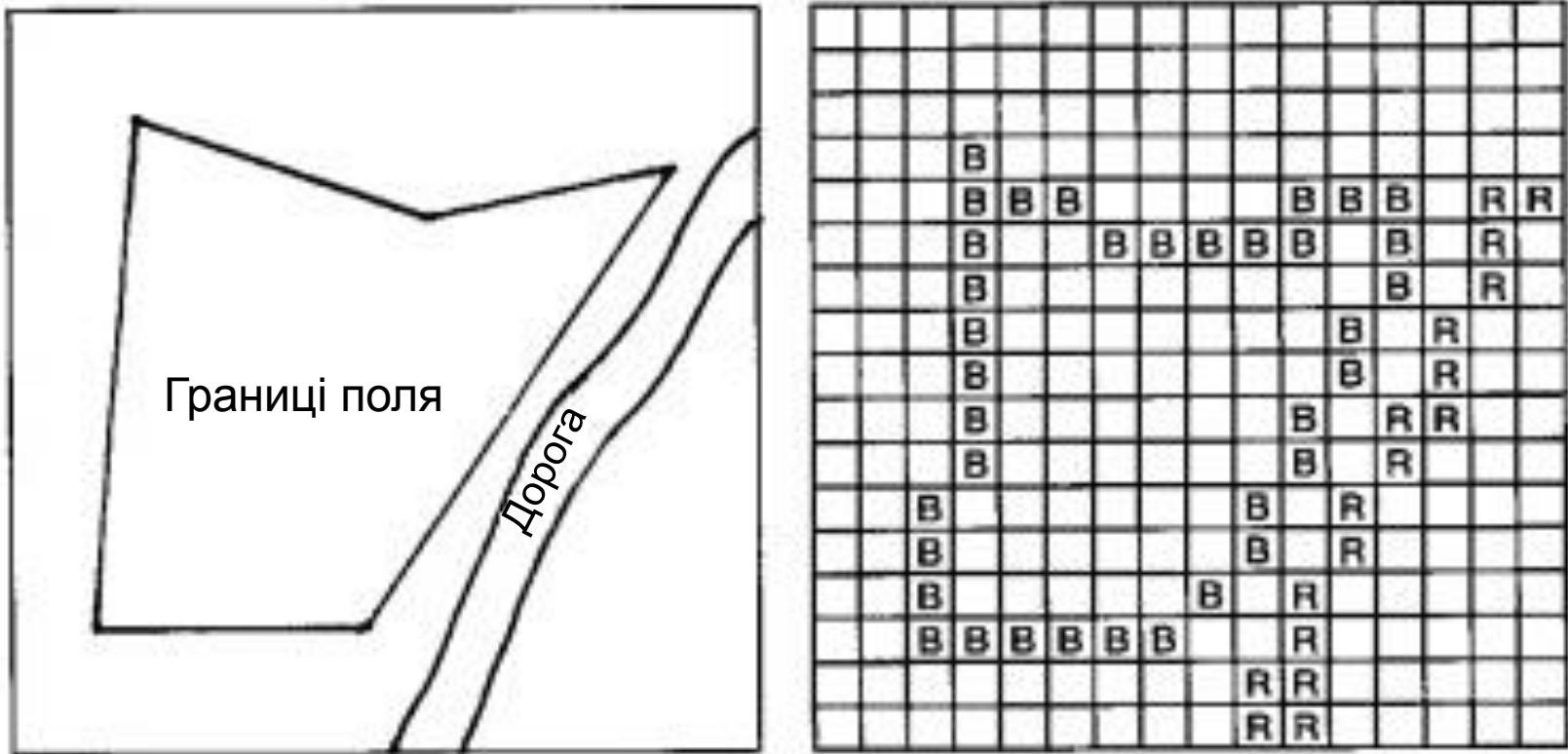


Рис. Границі поля (B) і дорога (R) в растровому форматі

Однією їх характеристик уявлення растрових даних є те, що лінії і об'єкти мають зубчате зображення. Причиною цього є розширення даних, що обмежене розміром комірки.

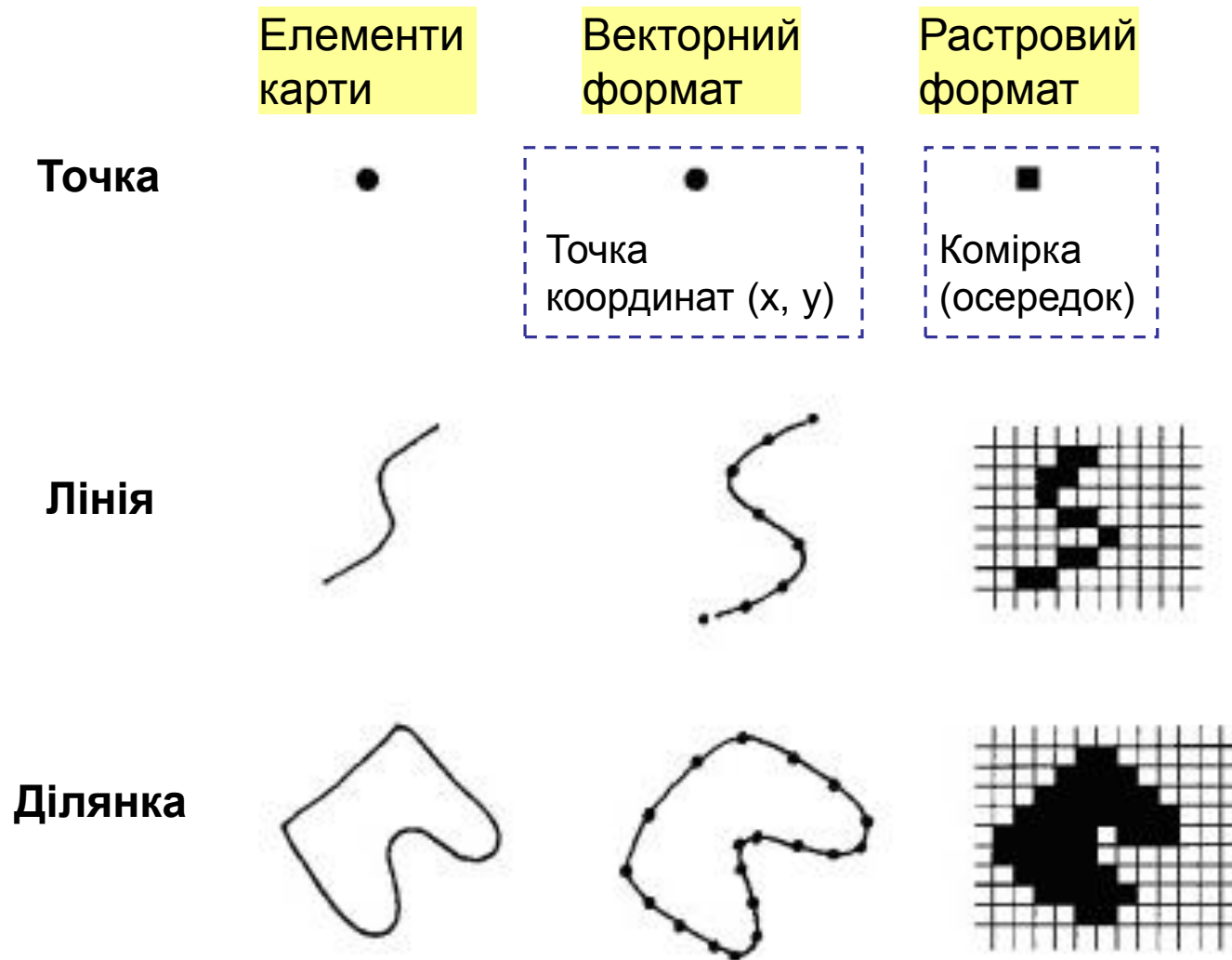


Рис. Точки, лінії і ділянки, які представлені в векторному і растровому форматах

16

У векторному форматі основними елементами для відображення та зберігання даних, є точки, лінії або полігони (ділянки), що відображають фізичні особливості місцевості і об'єктів на карті.

Суть методу представлення даних полягає в імітуванні географічних об'єктів в основному в вигляді точок, ліній і форм, які були намальовані на карті.

Більшість програмного забезпечення ГІС, що використовується у точному землеробстві, здатні зберігати шари, що містять обидва види даних: растрові і векторні. Наприклад, дані про врожайність культур можна зберегти в растровому шарі, тоді як карти обстеження стану посівів можна зберегти у векторному форматі.

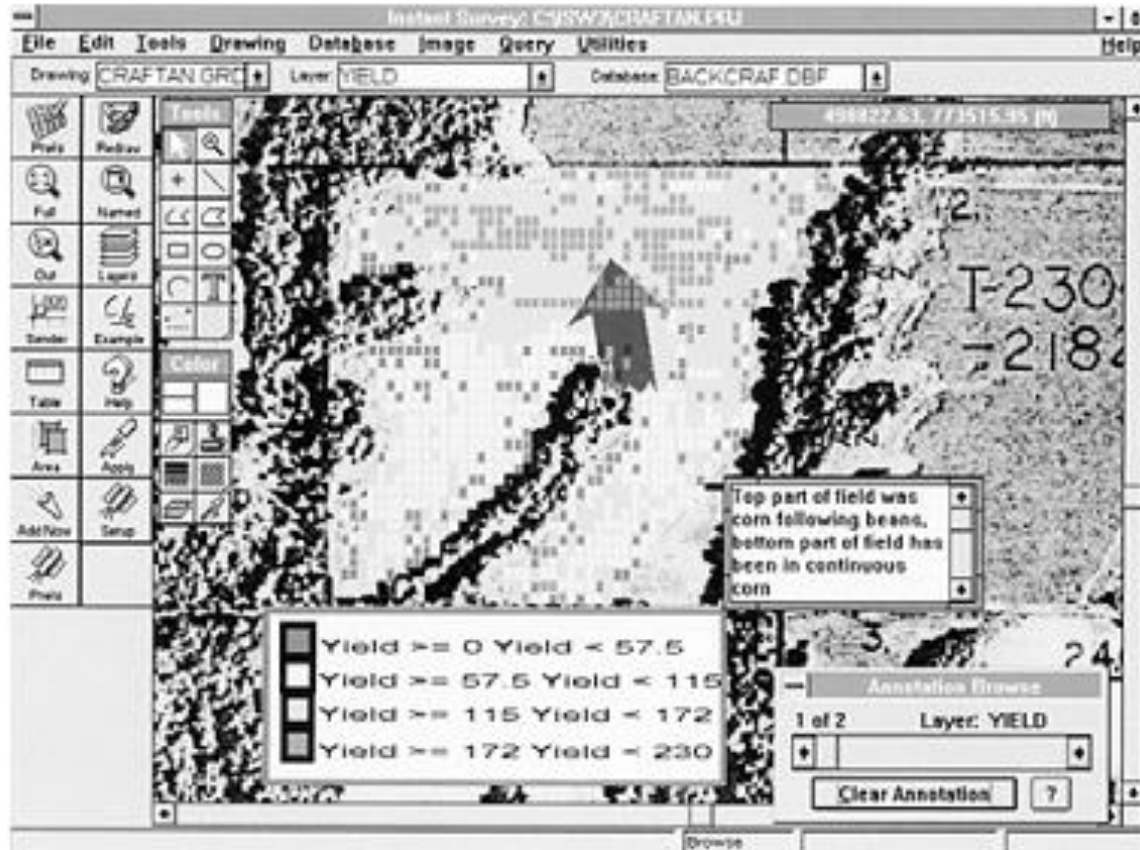


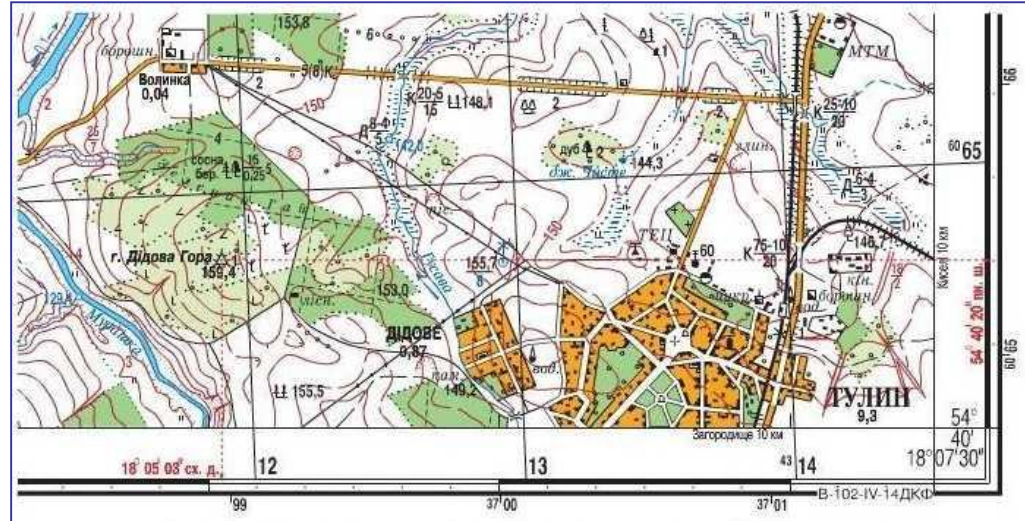
Рис. Карти дослідження стану посівів збережені в векторному форматі, карти врожайності – в растровому

Масштаб - відношення довжини відрізка на плані або карті до відповідної йому горизонтальної проекції на місцевості.

Чим менше знаменник числового масштабу, тим крупнішим вважається масштаб і навпаки. Числовий масштаб величина умовна і не залежить від системи лінійних мір.

Лінійний масштаб - графік, на якому відкладені відрізки, що відповідають певним відстаням на місцевості, які називаються основою масштабу.

Топографічні плани складають в масштабі 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000.



Масштаб

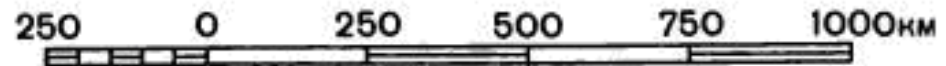
Числовий

1:25 000 000

Іменний

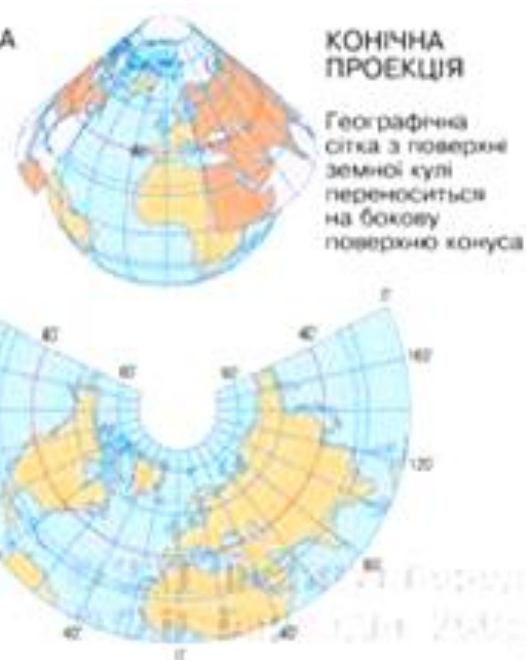
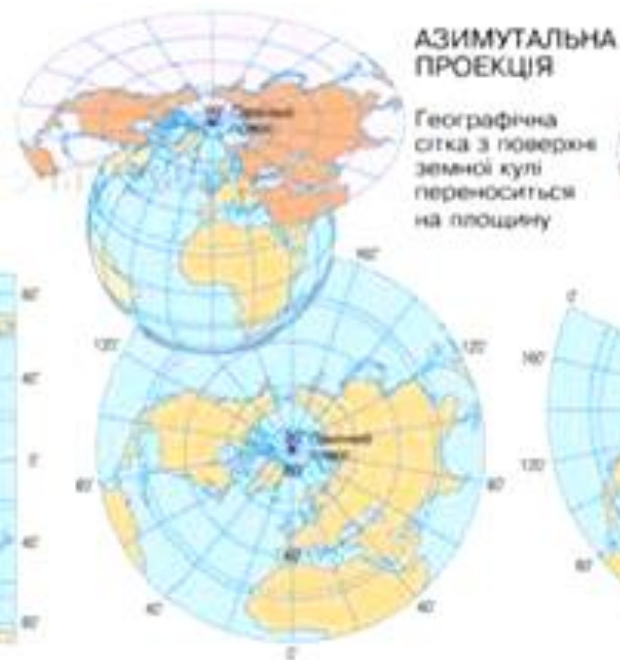
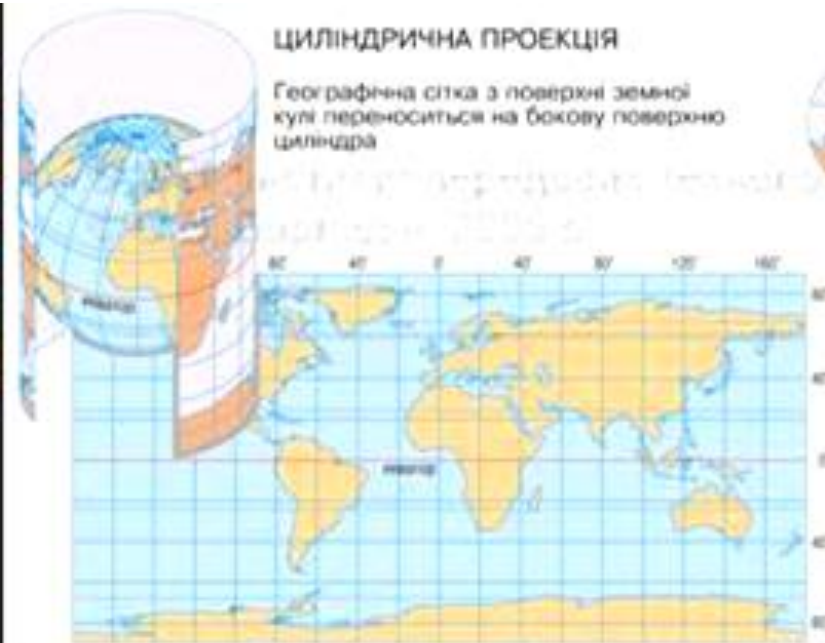
в 1 см 250 км

Лінійний



Картографічна проєкція – це математично визначений спосіб зображення земної поверхні на площині (карті).

Картографічні проєкції поділяють за видом допоміжної поверхні, яка використовується при переході від кулі до площини карти. Розрізняють проєкції **циліндричні**, коли проєктування з кулі здійснюється на поверхню циліндра, **конічні**, коли допоміжною поверхнею служить конус, і **азимутальні**, коли проєктування ведеться безпосередньо на площину.



Все програмне забезпечення ГІС географічно пов'язує просторові дані.

У ГІС використовуються різні системи географічних координат. Найбільш часто використовують наступні:

- Локальна система координат
- Широта довгота
- Universal Transverse Mercator (UTM)
- State Plane coordinates (SPC, США)

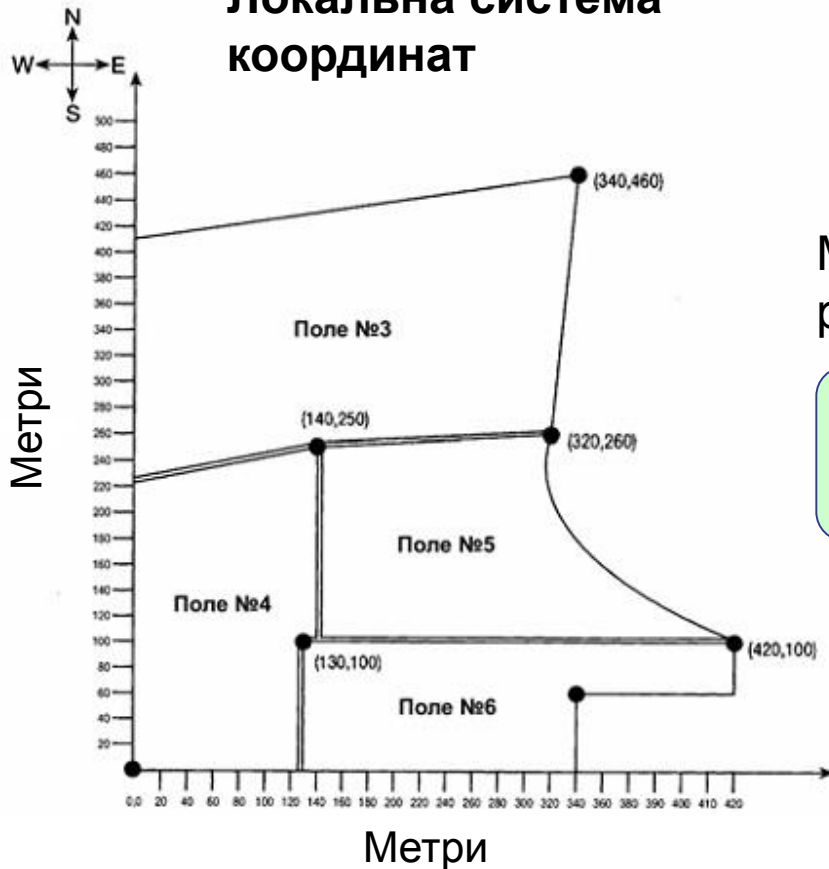
Місцеві координати прив'язуються до відомого розташування на місцевості.

Використання локальної системи координат обмежується маленькими площами, такими як поле або ферма

Недоліки:

- складність конвертування топографічних карт в дану систему;
- наявність помилок при великих площах території.

Локальна система координат



20

Широта та довгота

Широта/довгота є величиною двох кутів: одного - від екватора і іншого - від центрального меридіана до точки на земній поверхні. Ці координати подаються в кутових одиницях - градуси, хвилини, секунди.

Одна секунда за широтою дорівнює приблизно 30 метрам.

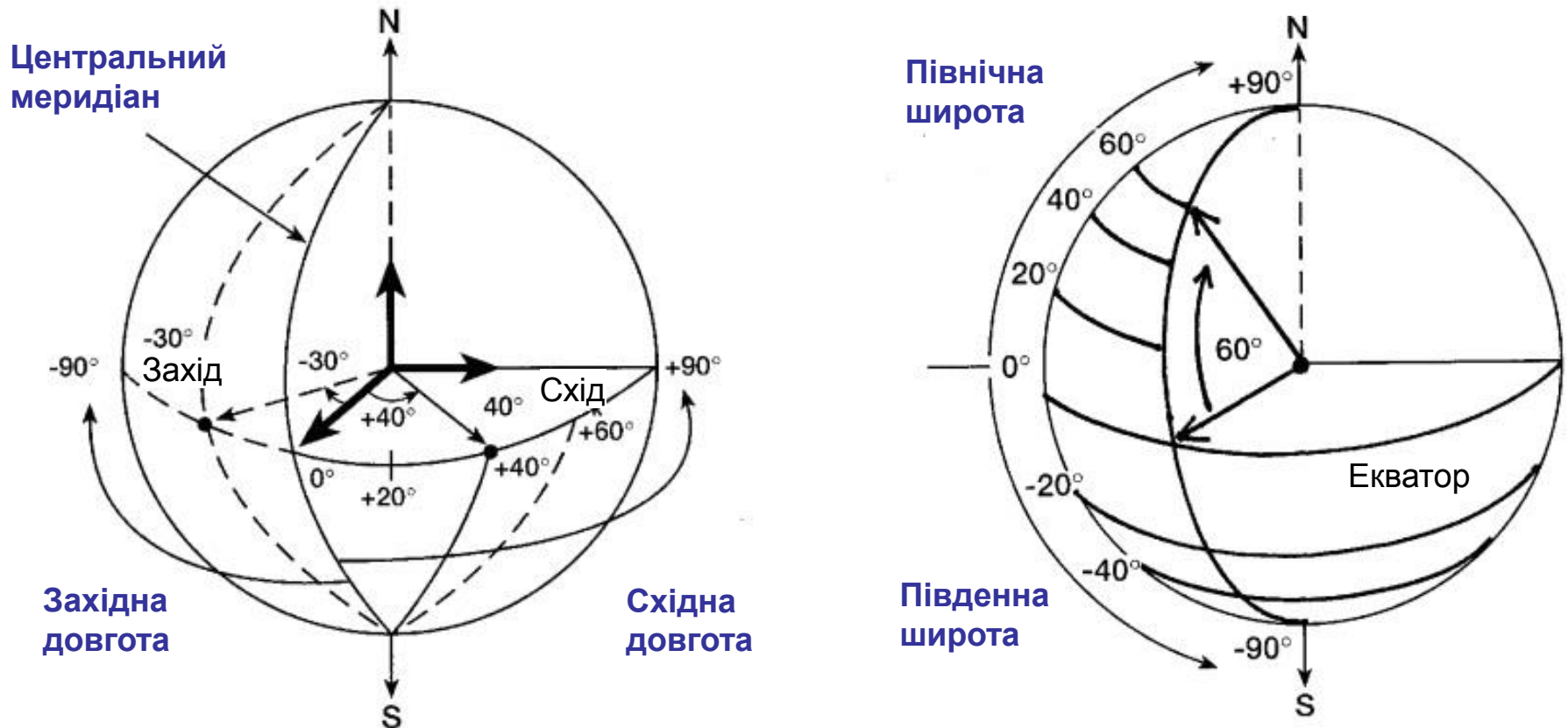
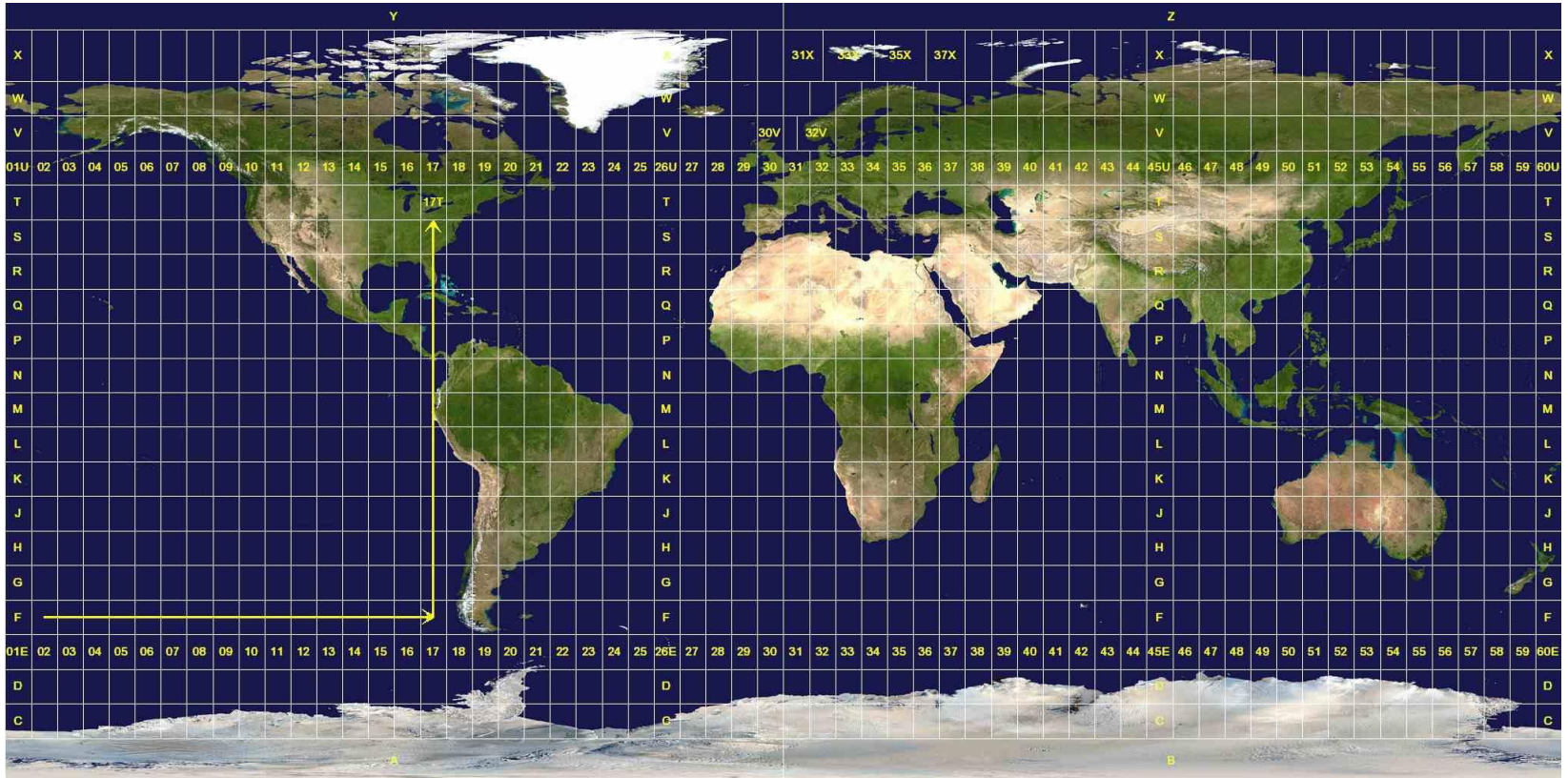


Рис. Паралелі і меридіани - це кутові координати, виміряні або від екватора (широта), або від центрального меридіана (довгота).

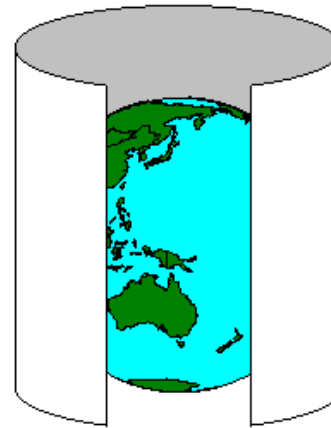


UTM є метричною системою координат і широко використовується при складанні карт масштабом від 1: 500 000 до 1: 24 000.

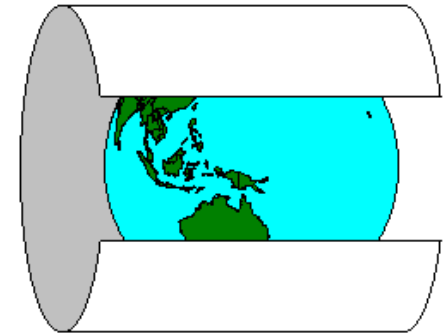
Це прямокутна система координат, що заснована на циліндричній картографічній проєкції, яка має таку ж назву, тобто проєкція Universal Transverse Mercator.

Проєкція UTM переводить кутові значення широти і довготи в звичайну прямокутну систему координат.

Величини координат в UTM приводяться в метрах, вертикальна вісь вказує відхиленням на північ, горизонтальна - на схід.

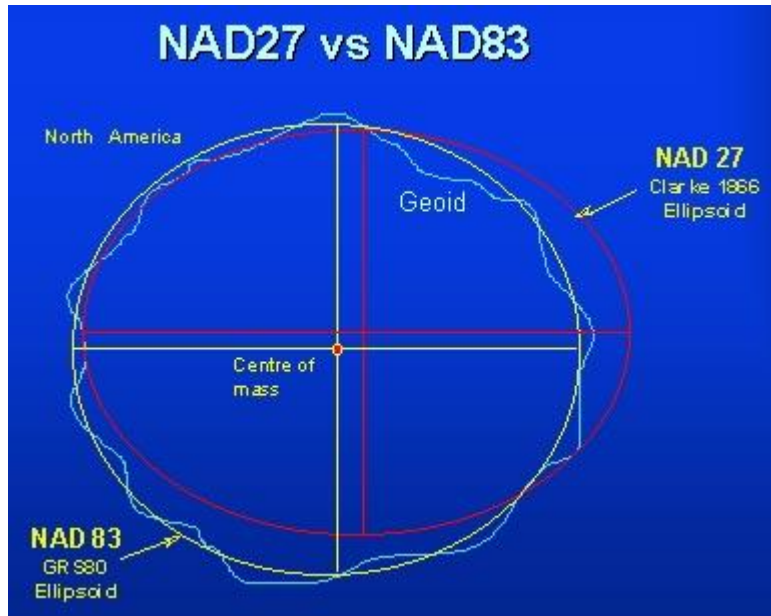


Mercator projection



Transverse Mercator projection

При використанні UTM або інших систем координат, важливим є вибір правильної геодезичної основи (datum), в якій відображаються кутові координати. Datum є моделлю форми Землі, що являє собою еліпсоїд.



Датум – сукупність параметрів, що використовуються для перетворення референтц-еліпсоїда в локальні географічні координати

У США використовуються два основних datum: North American Datum 1927 року (NAD27) і NAD83.

У всьому світі дуже широко використовується datum, відомий під назвою World Geodetic Reference System 1984 роки (WGS84).

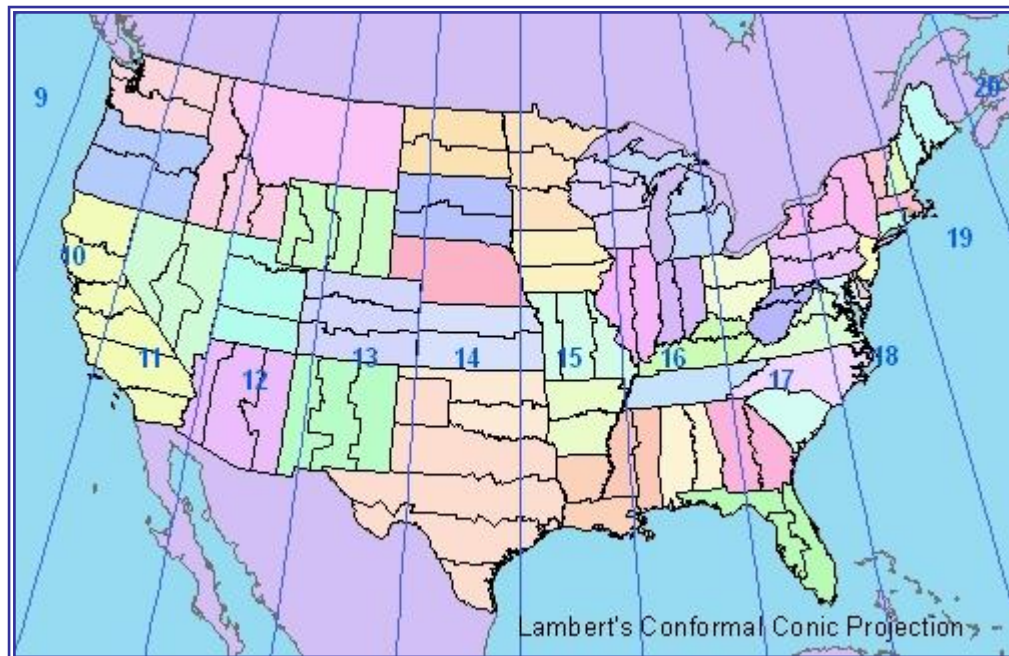
23 STATE PLANE COORDINATES

State Plane coordinates (SPC), не використовує за основу одну проекцію, але натомість ділить 50 штатів США на 120 зон.

Використовується тільки в США різними державними агентствами.

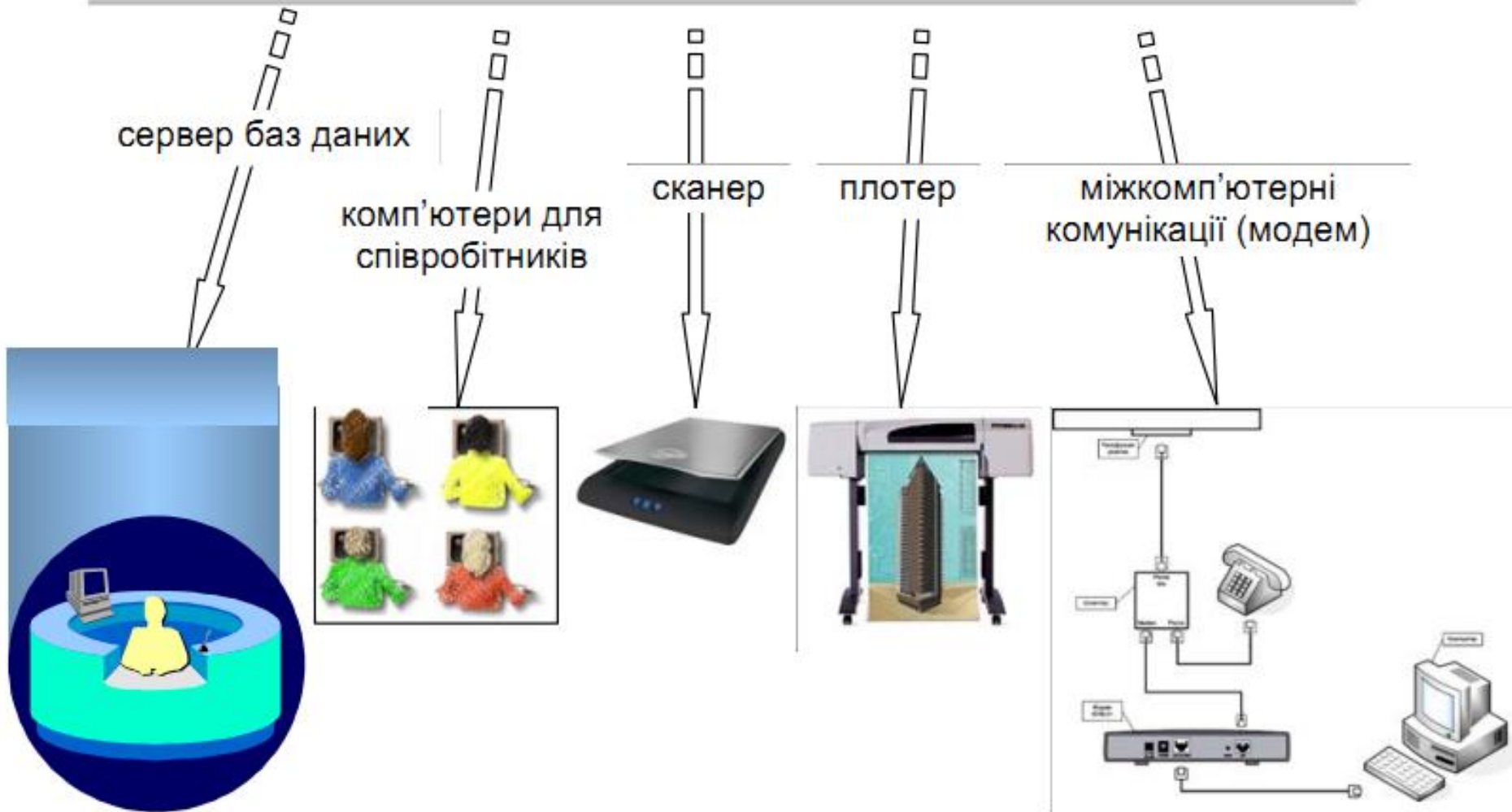
SPC подібно UTM, але одиницею вимірювання відстаней прийнятий фут, а за геодезичну основу узятий NAD27.

Недоліком SPC і те, що кожний штат може мати власну систему координат або бути розбитим на кілька зон, з метою мінімізувати дисторсію в межах штату.



24 7. ГІС: обладнання та програмне забезпечення

Апаратна частина географічної інформаційної системи

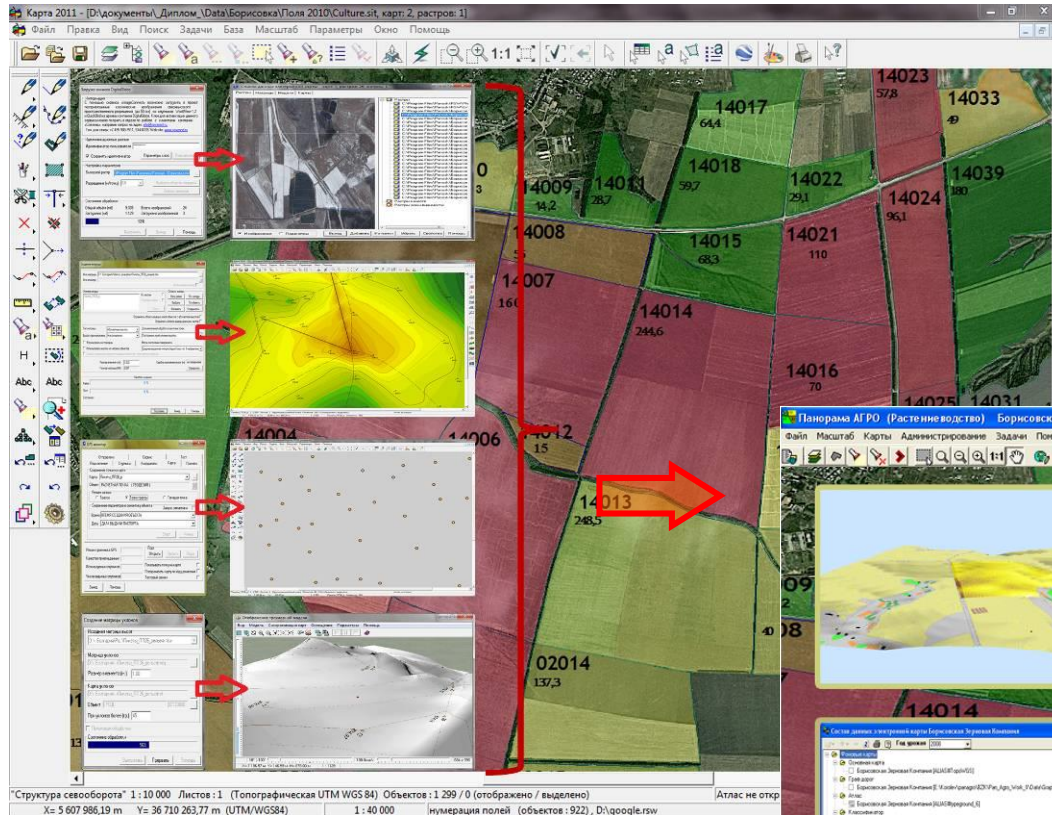


25 8. Етапи створення карт на прикладі ГІС Панорама

Програмні засоби

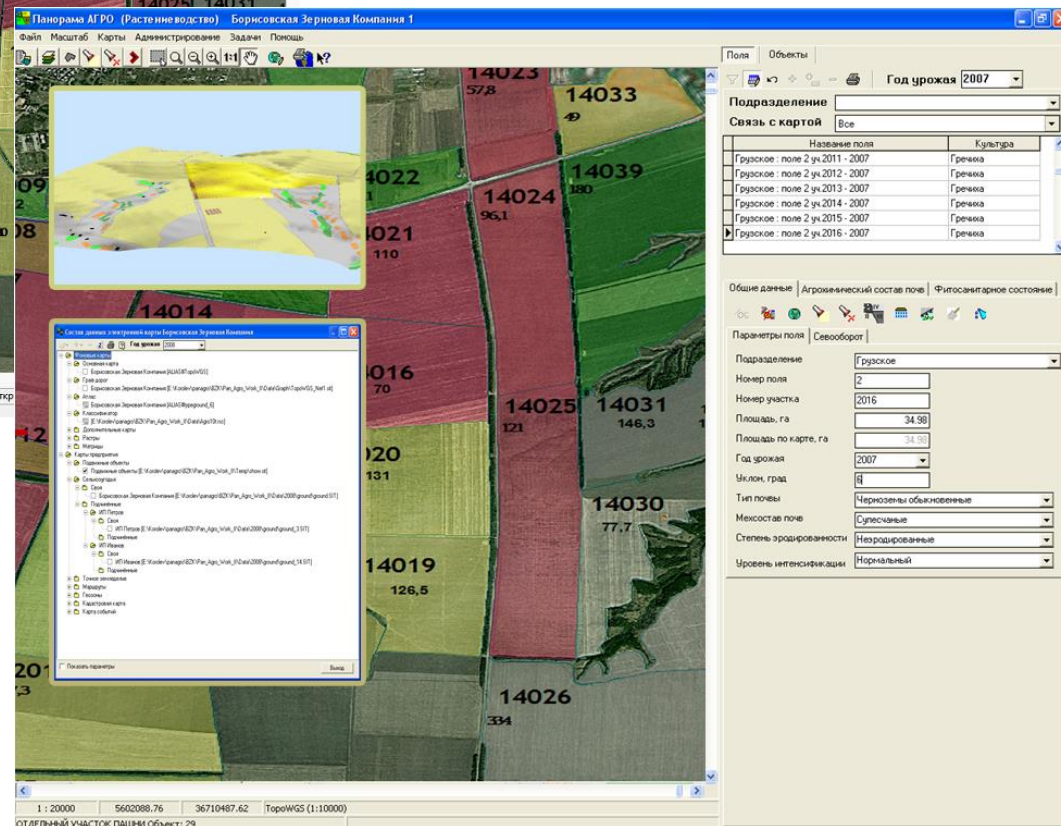
ГІС Карта 2011

Обробка результатів вимірювання і підготовка електронної карти полів



ГІС Панорама АГРО

Обробка навігаційних даних і управління землеробством на основі карт полів і бази даних про ріллу

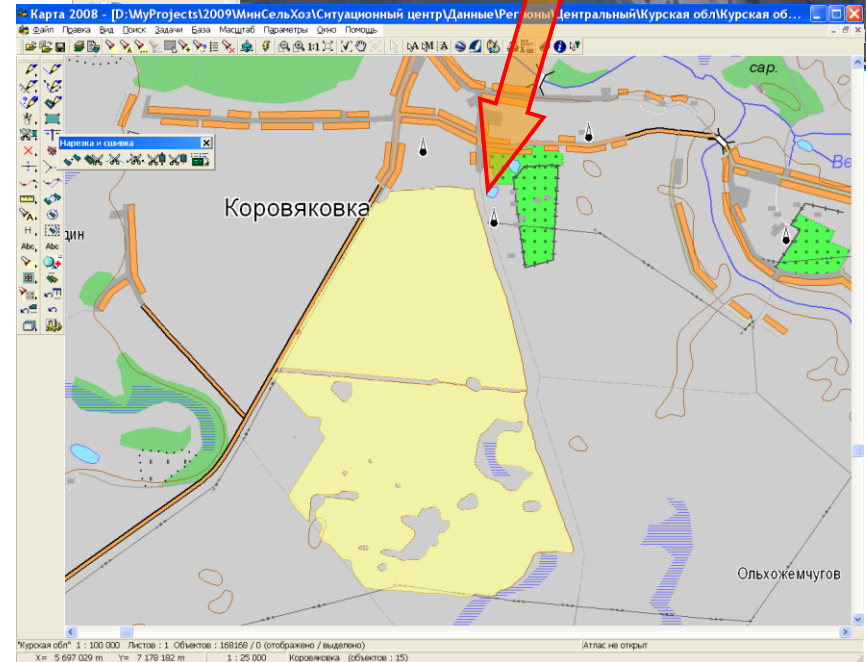
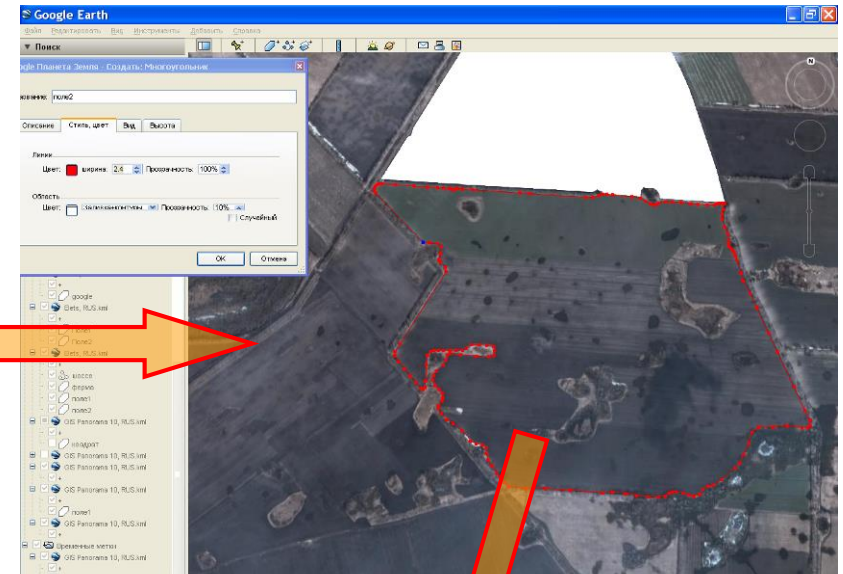
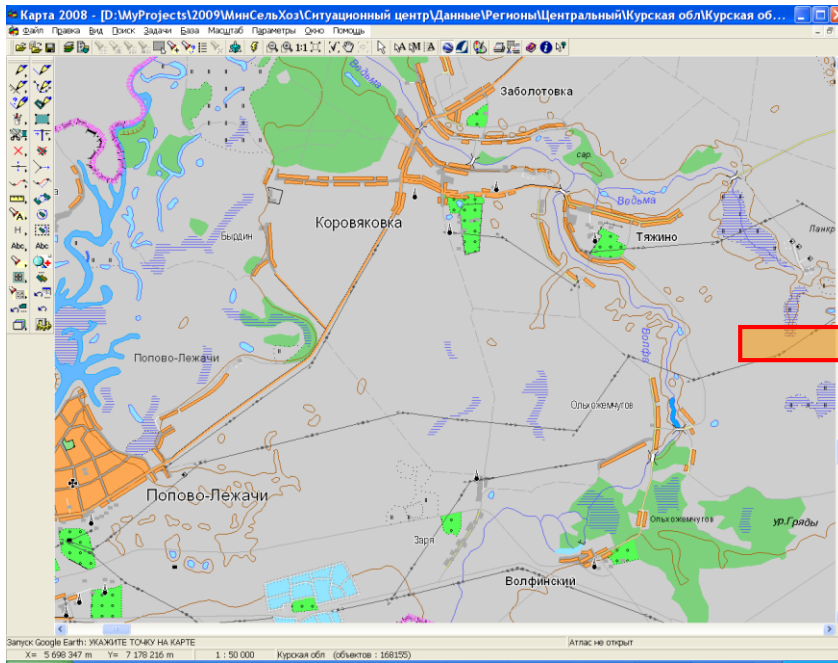


ГІС Карта 2011 забезпечує створення електронних карт полів, що підтримують геодезичні параметри (проекція, вид еліпсоїда, система координат та ін.). Це дозволяє застосовувати їх в процесі моніторингу за допомогою GPS-вимірів: кутових і поворотних точок полів, точок складу ґрунтів, точок агрохімічного моніторингу, навігаційних даних і інших вимірів.

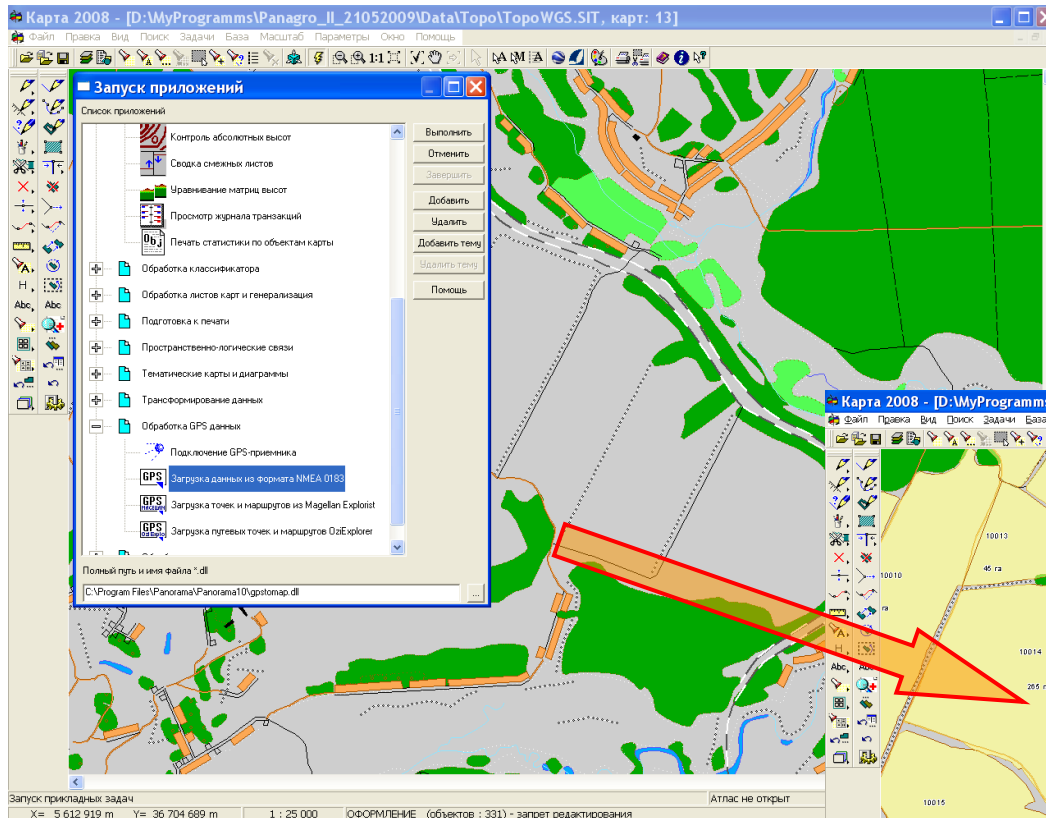


- ✓ Прив'язка зображень аеро- і космічних знімків;
- ✓ Прив'язка сканованих планів внутрішньогосподарського облаштування;
- ✓ Оцифрування контурів полів по зображенню місцевості (плани і знімки);
- ✓ GPS / ГЛОНАС вимірювання кордонів полів;
- ✓ Редагування контурів полів (зміна форми, нарізка, зшивання);
- ✓ Побудова матриць висот рельєфу;
- ✓ Визначення поздовжніх і поперечних ухилів, ракурсів і експозиції схилів;

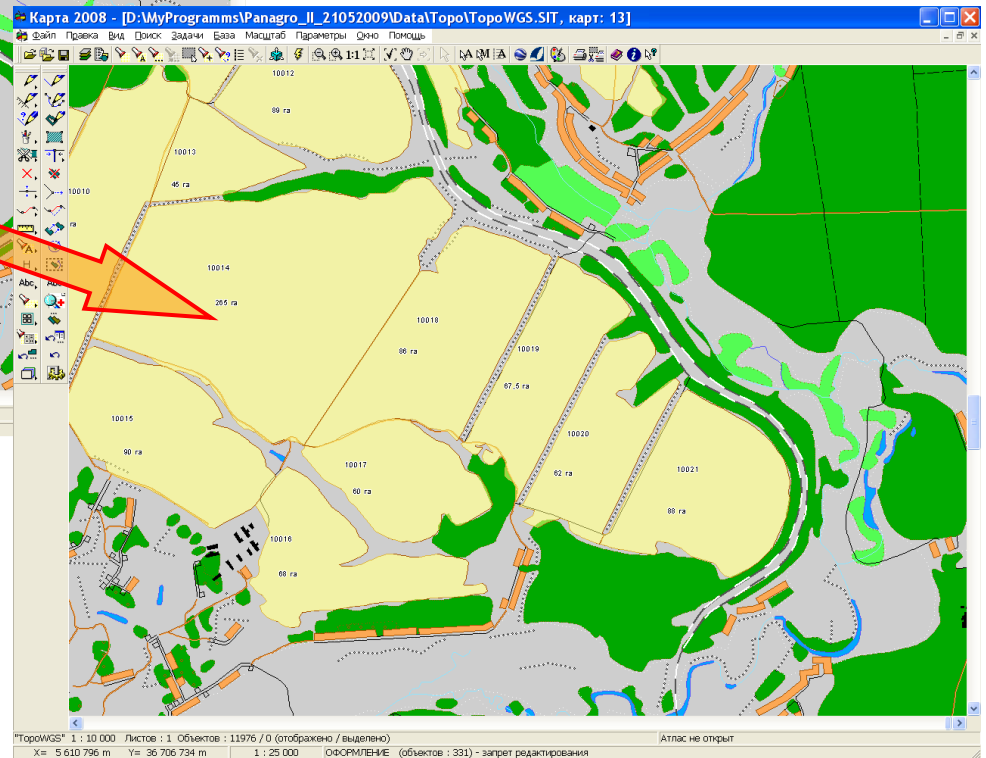
- Завантаження точок випробування (вологість, вегетація, засміченість, агрохімічні показники, механічний склад ґрунтів та ін.);
- Формування матриць розподілу поживних речовин або досліджуваної характеристики.



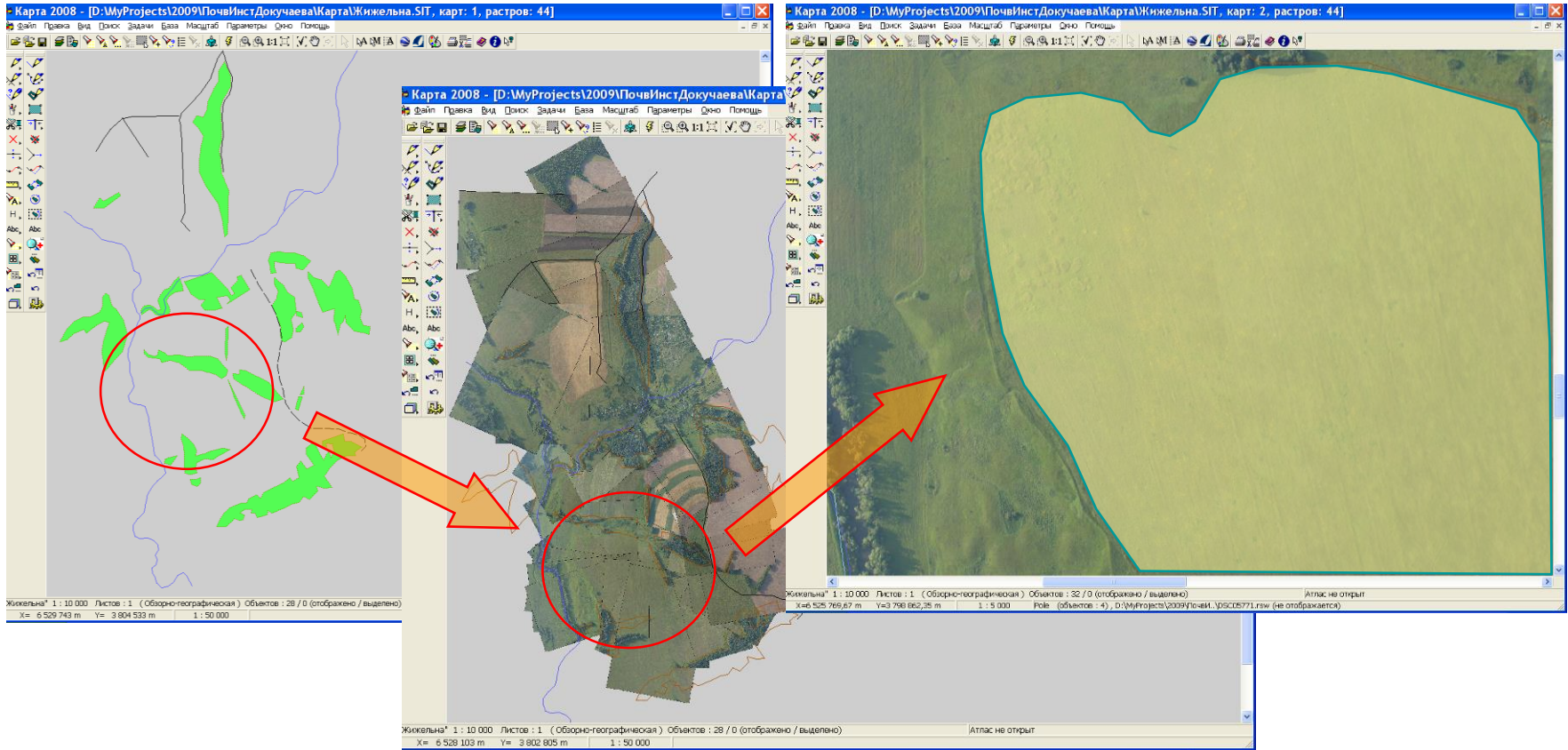
- ✓ визначення місця розташування в ГІС; виїзд в точку на Google (або еквівалент) ;
- ✓ оцифровка зовнішніх кордонів с/г угідь;
- ✓ оцифровка внутрішніх кордонів полів (заболоченість, острівці лісу та ін.) ;
- ✓ завантаження координат меж полів в ГІС і автоматичне створення об'єктів;
- ✓ обробка та редагування метрики;
- ✓ введення атрибутів с/г угідь.



- ✓ **польовий комплект:**
ноутбук + GPS-приймач;
- ✓ **об'їзд меж полів і**
реєстрація поворотних
точок GPS-приймачем

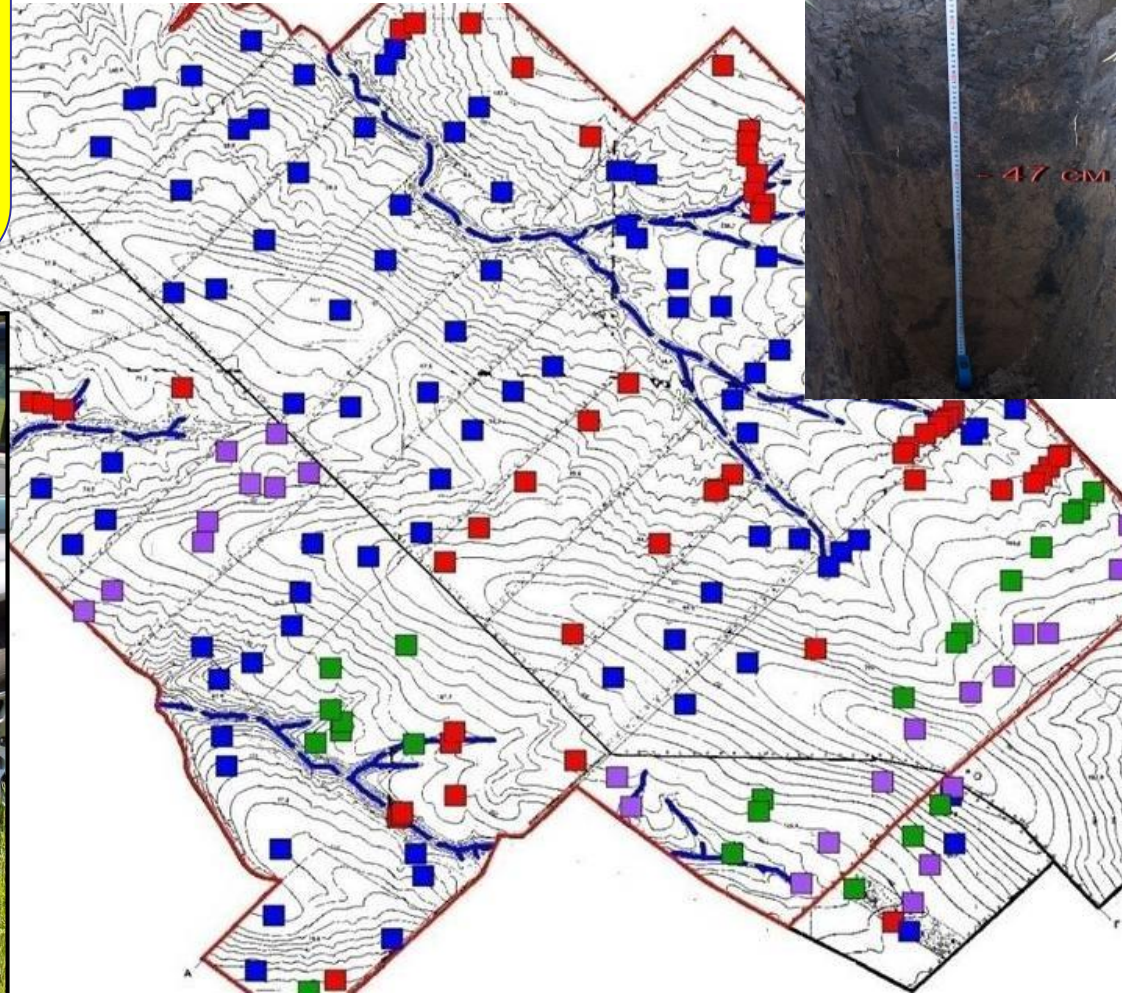


- ✓ **завантаження координат меж**
полів в ГІС і автоматичне
створення об'єктів
- ✓ **обробка та редагування**
метрики
- ✓ **введення атрибутів с/г угідь**

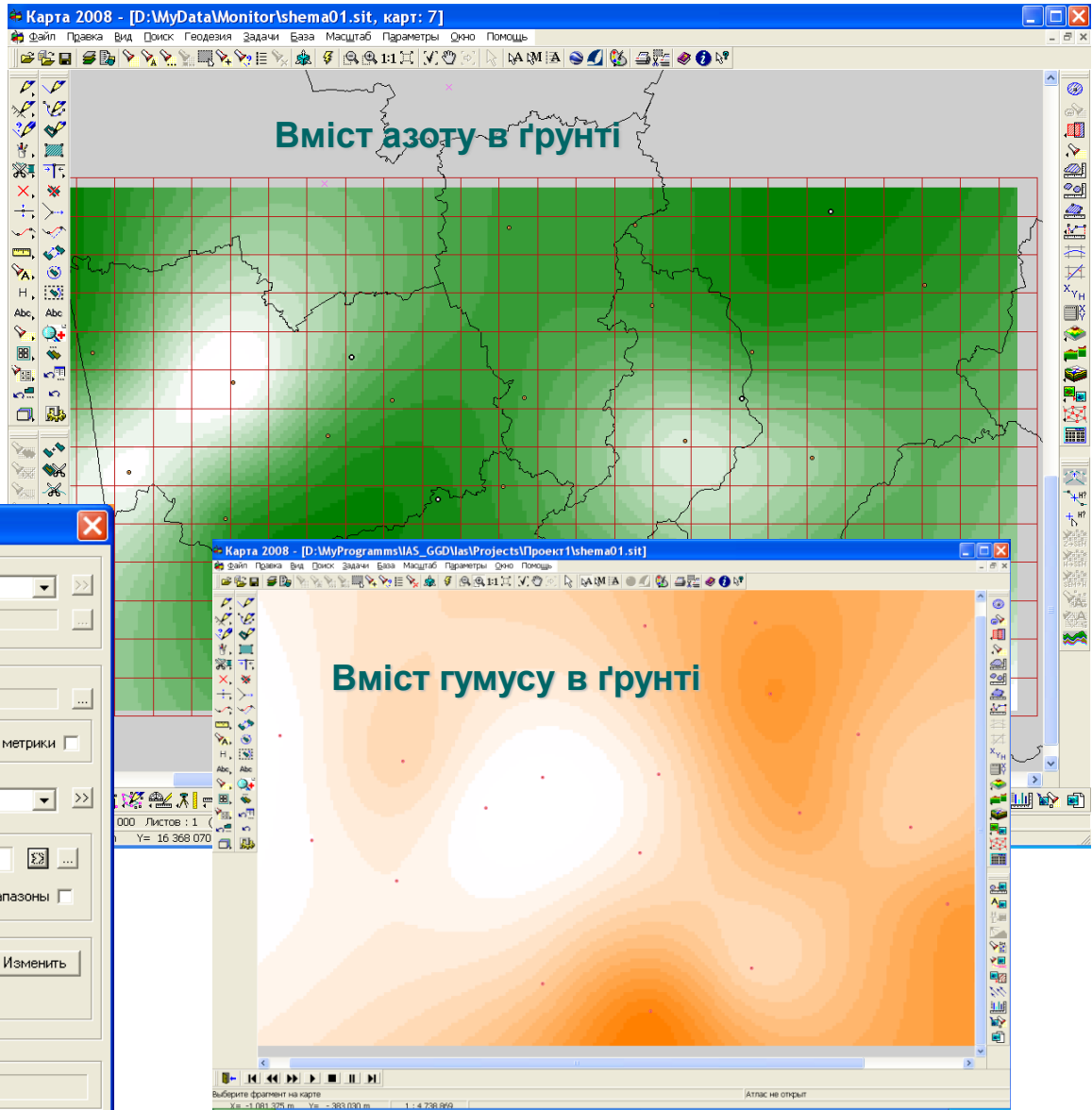


- **цифрова аерофотозйомка місцевості (літак, дельтаплан, БЛА та ін.);**
- **польові геодезичні роботи для встановлення координат опорних точок;**
- **створення матриці висот рельєфу (по векторній карті, по набору вимірюваних точок і т.п.);**
- **автоматизоване завантаження зображень в ГІС і побудова ортофотопланів;**
- **оцифрування кордонів (метрика) і введення атрибутів (семантики) сільгоспугідь.**

- ✓ схема відбору проб;
- ✓ польові роботи;
- ✓ лабораторні роботи;
- ✓ обробка результатів агрохімічного моніторингу, засобами ГІС



- ✓ вихідні дані - набір точок в кожній точці виміряна кілька показників складу ґрунтів;
- ✓ побудова матриць по точках для кожного показника;
- ✓ накопичення даних з прив'язкою до часу



Создание матрицы

Исходные данные

Формат данных: Векторные карты (*.map;*.sit)

Имя файла: D:\MyProgramms\IAS_GGD\As\Projects\Проект1\shema02.sit

Имя матрицы (*.mtq; *.mtw): D:\MyProgramms\IAS_GGD\As\Projects\Проект1\shema02_p3.mtq

Моделируемый параметр: Семантика 2003 ПОКАЗАТЕЛЬ3

Метод построения поверхности: Логарифмическая интерполяция (по точкам метрики объектов карты)

Палитра: Число цветов: 16

Неравномерные диапазоны:

Область вывода:

Размер элемента (м): 5000.00

Размер матрицы (Мб): 0.241

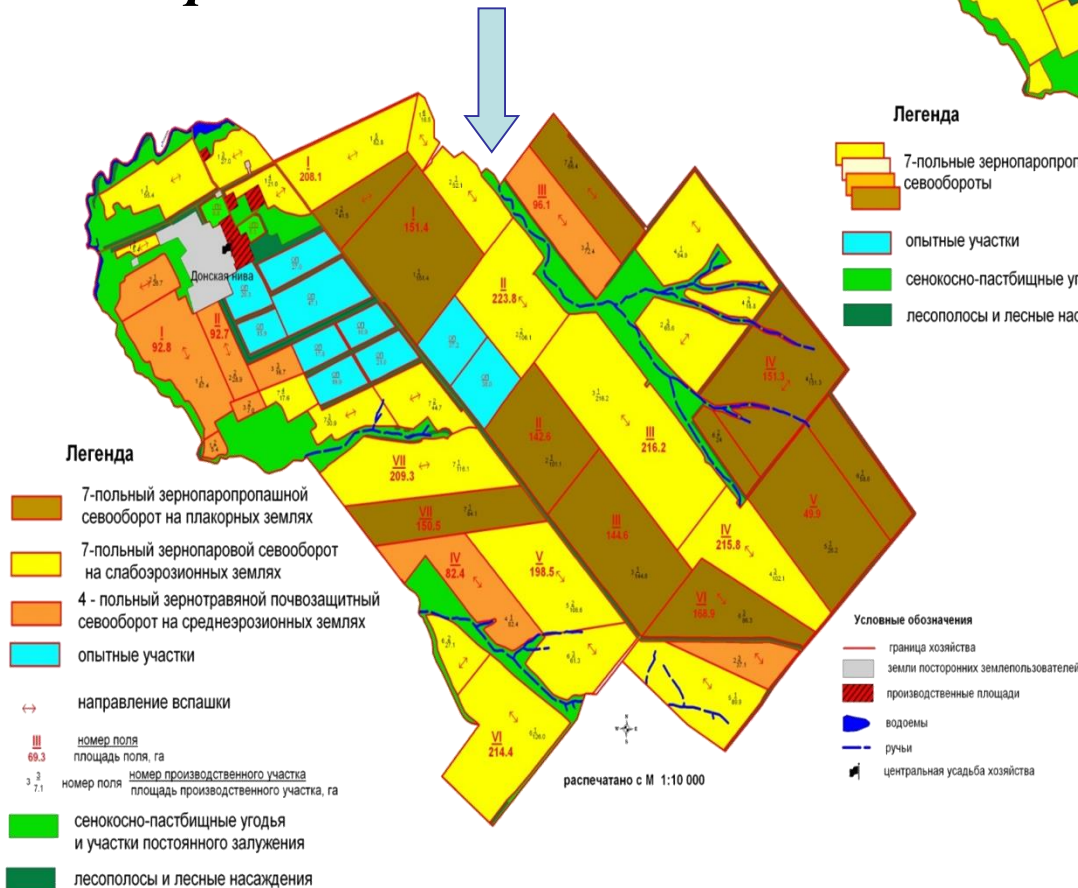
Паспортные данные из карты:

Процесс построения: 0%

Існуюча схема

Карта полів сівозмін і виробничих ділянок

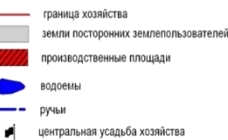
Перспективна схема



Легенда

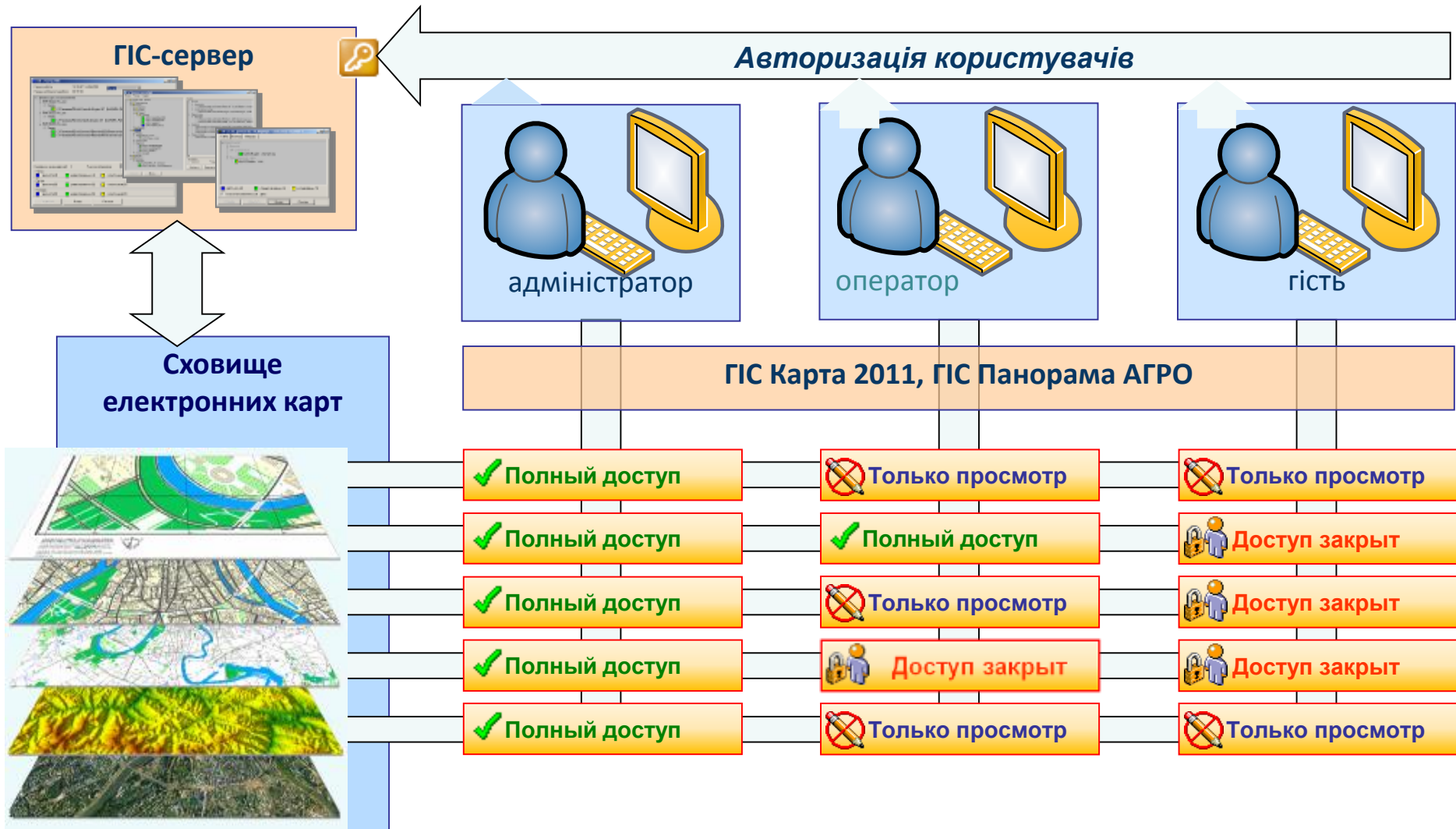


Условные обозначения



распечатано с М 1:10 000

Проведено перепланування кордонів орних угідь з урахуванням всіх агрофізичних, агрохімічних і агро-екологічних умов. Підготовлені цифрові дані розміщуються в сховище системи.



Довідники і класифікатори

Список справочников

Категории справочников

- Базовые справочники
 - Нормативные данные о составе почв
 - Содержание гумуса в почве
 - Минерализация и воспольнения гумуса
 - Кислотность почв
 - Содержание NPK в почве
 - Нормативно-справочная информация о выращиваемых:
 - Культуры
 - Сорта
 - Допустимый уровень кислотности для различных к
 - Кoeffициент использования культурой питательн
 - Нормативные затраты минеральных удобрений на
 - Кoeffициенты получения побочной продукции
 - Кoeffициенты пересчета в зачетный вес культур
 - Севообороты
 - Сведения об удобрениях, средствах защиты растений и
 - Сведения о технических средствах
 - Наименование марок техники
 - Наименование с/х агрегатов
 - Датчики топлива
 - Терминал
 - Парк с/х агрегатов
 - Парк техники
 - Сведения о персонале
 - Нормативно-справочная информация по агротехническ
 - Технологический справочник предприятий
 - Организации (хозяйства)
 - Подразделения
 - События системы

Марка техники	Тип техники	Группа техни	Норма амортиз
Валтра	Трактор		1
ГАЗ	Грузовик		1
Джон-Дир	Трактор		3
ДОН-1500	Комбайн		3
ДТ-75	Трактор		3
ДТ-75МС	Трактор		2
ЗИЛ-554	Автомобиль		1
К-701	Трактор		5
К-744	Трактор		3
КАМАЗ	Бензовоз		1
КАМАЗ	Грузовик		1
МАТРОФРАНС	Другие		3
МТЗ-1221	Трактор		1
МТЗ-1523	Трактор		5
МТЗ-80Л	Трактор		1
МТЗ-82	Трактор		3
СК-5	Комбайн		3
T-130	Трактор		3
T-150	Трактор		3
T-150K	Трактор		3
T-70С	Трактор		2
T-70СМ	Трактор		2
Фермер	Грузовик		1

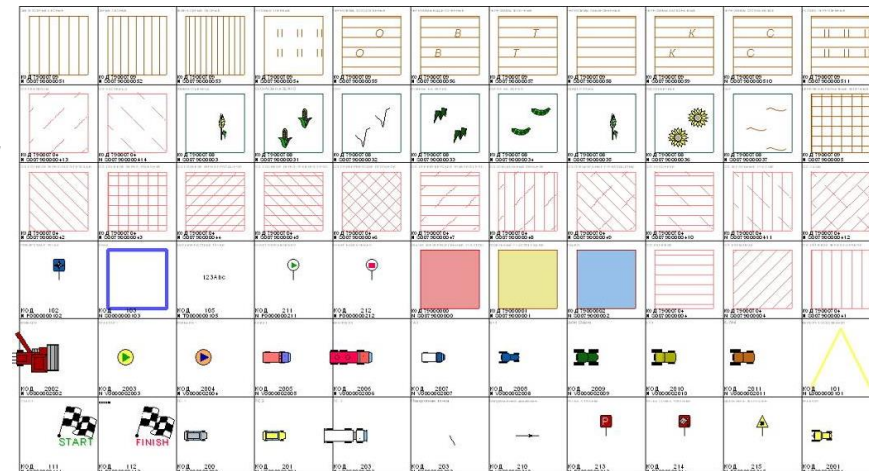
Запись 1 из 25 Дата изменения: 14.05.2008 13:58:00 Автог

Склад довідників:

- ✓ Базові довідники (класифікатори);
- ✓ Нормативні відомості про склад ґрунтів;
- ✓ Інформація про вирощувані культури;
- ✓ Відомості про технологічні матеріали;
- ✓ Відомості про технічні засоби;
- ✓ Відомості про персонал;
- ✓ Відомості про агротехнічні заходи;
- ✓ Відомості про господарюючі суб'єкти;
- ✓ Відомості про події системи моніторингу.

Класифікатор карти:

- ✓ Межі ріллі;
- ✓ Типи ґрунтів;
- ✓ Культури;
- ✓ Сівозміни;
- ✓ Логістика;
- ✓ Моніторинг;
- ✓ Механічний склад ґрунтів;
- ✓ Агрохіміч. склад ґрунтів;
- ✓ Геоморфологічні умови;
- ✓ Агроекологічні умови;
- ✓ Інфраструктура госп-ва.



Список справочников

Название датчика	Инвентарный номер	Код типа датчика	Коэффициент импульса	Приращения	Обработка
Датчик1		Расход	0.003125		
Датчик3		Расход	0.0125		

Номер терминала	Телефон	Интервал
351266002941344	89611738749	10
351266005329885	89611738752	10

Наименование	Гос. номер	Инвентарный номер
КАМАЗ 55102J E957 MT	E957MT	_A0000058
Трактор МТЗ-82.1 ЕО 09-96		_00000103
КАМАЗ-53215-050 бортовой Е 694 КТ		_00000160
Камаз - 55102 -053 Е 952 МТ		_A0000048

Наименование	Гос. номер	Инвентарный номер	Тип	Марка
КАМАЗ 55102J E957 MT	E957MT	_A0000058	Грузовик	КАМАЗ

Техника	Тип	Количество	Интервал
T-150	Трактор	3	10
T-150K	Трактор	3	10
T-70С	Трактор	2	12.5
T-70СМ	Трактор	2	12.5
Фермер	Грузовик	1	

Парк техники

Название	Терминал
Автомобиль ГАЗ-52	351266006131637
Камаз - 55102С Е 956 МТ	351266006131462
КАМАЗ 45143-12-15 самосвалЕ 743XX	351266006131595
КАМАЗ 55102 J E957 МТ	351266006131793
КАМАЗ 55102-050 Е 036 АС	351266006131363
КАМАЗ 55102J E 953 МТ	351266006132106
КАМАЗ 55102J E 961 МТ	351266006131504
КАМАЗ 55102J E 954 МТ	351266005329885
КАМАЗ-53215-15 бортовой К855 ВВ	351266006131694
КАМАЗ-54115 Е 156 КК	351266006131934
КАМАЗ-54115 Е 25100	351266006132114
КАМАЗ-55102-0583-самосвал Е 378КК	351266006131215
КАМАЗ-55102С автомобиль-самосвал С 760 УС	351266006132122

Напряжение	Уровень
0.6	60
1.3	100

Типы техники

Марки техники

Парк техники

Датчики

Терминалы

Автопилоты

Объекты мониторингу

Типи агрегатів

Найменування агрегатів

Парк агрегатів

Заплановані завдання

Об'єкти моніторингу

Список справочников

Наименование агрегата	Тип агрегата	Норма амортизации, %	Норматив на ТО	Груп. плановых нормосмен
10Присыпатель Бортекс (24 метров)+30% (средне)	Прицепной инвентарь			
Автомобильный прицеп СЗАП-8357А АЕ 5661				
Агрегат универсальный посевной АУП-18.05(V=1,2х)				
АКШ - 7.2 (весна)	Прицепной инвентарь	12,5	17,77	40
АКШ - 7.2 (осень)	Прицепной инвентарь			
АКШ - 7.2	Прицепной инвентарь	14,2	17,77	25
АКШ - 7.2	Прицепной инвентарь	12,5	17,77	27
БДМ 4	Прицепной инвентарь	12,5	17,77	
Борона пружинная 24 м.	Прицепной инвентарь			
Вспашка ПЛН - 4:35	Прицепной инвентарь	12,5	17,77	35

Список справочников

Тип оборудования	Наименование оборудования	Инвентарный номер	Ширина полосы
Прицепной инвентарь	Автомобильный прицеп СЗАП-8357А	_00000357	0
Прицепной инвентарь	Агрегат универсальный посевной АУП	_00000191	18
Вспомогательные с/х машины	АКШ - 7.2	1	7.2
Другой	Дискатор БДМ - 4 (осень)	34234234234	4
Прицепной инвентарь	Дискатор БДМ - 6х4	34232322	6
Прицепной инвентарь	Дискатор БДМ 4х4 П	_00000015	4
	Дискатор БДМ 4х4 П	_00000023	0
Прицепной инвентарь	Дискатор БДМ 6х4	_00000087	6
Прицепной инвентарь	Культиватор АКШ-7.2	_00000002	7.2
Прицепной инвентарь	Культиватор КПЗ-5.4	_00000318	5.4
	Культиватор КПЗ-5.4	_00000317	0
	Культиватор КРН-8.4	_00000041	0
	Культиватор КРН-8.4	_00000126	0
Прицепной инвентарь	Культиватор КРН-8.4	_00000040	8.4
Прицепной инвентарь	Культиватор КШУ-12 с подвеской КУШ	_00000090	12
	Машина МЖТ-11 ЕМ 26-27	_00000033	0
Прицепной инвентарь	Машина МЖТ-11 ЕМ 26-28	_00000032	0
	Плуг ПЧ -2,5	_00000072	0
	Пресс-подборщик-Ролант	_00000238	0
	Прицеп 0014003 НЕ ФАС 8560-012-02	_00000010	0
	Прицеп ПЦ8638-012 (шасси СЗАП 8357	_00000203	0
	Прицеп -самосвал СЗАП 8551А-самос	_00000383	0
	Прицеп -самосвал СЗАП 8551А-самос	_00000346	0
	Прицеп -самосвал СЗАП 8551А-самос	_00000382	0
	Прицеп -самосвал СЗАП 8551А-самос	_00000384	0
	Прицеп самосвальный П НЕ ФА3-8560	_A0000295	0
	Прицеп самосвальный П НЕ ФА3-8560	_A0000294	0
	Прицеп СЗАП 85514 АЕ 1558	_A0000061	0
	Прицеп СЗАП - 85514 АЕ 3791	_A0000051	0
	Прицеп СЗАП 85514 АЕ 3784	_A0000055	0
	Прицеп СЗАП 85514 АЕ 3788	_A0000059	0
	Прицеп СЗАП 85514 АЕ 3787	_A0000057	0
	Прицеп СЗАП 85514 АЕ 3790	_A0000063	0

Запись 1 из 67 Дата изменения: 11.12.2008 18:05:00 Автор: sa

добрива **ЗЗР** **меліоранти** **культури**

Заплановані завдання **Технологічні карти**

Список справочников

- Категории справочников
 - Базовые справочники
 - Наименование единиц измерения
 - Наименование сезона
 - Наименование типов севооборота
 - Наименование типов технологических операций
 - Наименование важности технологических операции
 - Нормативные данные о составе почв
 - Содержание гумуса в почве
 - Минерализация и воспольнения гумуса
 - Кислотность почв
 - Содержание NPK в почве
 - Нормативно-справочная информация о выращиваемых культурах
 - Культуры
 - Сорта
 - Допустимый уровень кислотности для различных культур
 - Козфициент использования культурой питательных элементов
 - Нормативные затраты минеральных удобрений на производство
 - Козфициенты получения побочной продукции
 - Козфициенты пересчета в зачетный вес культур
 - Севообороты
 - Сведения об удобрениях, средствах защиты растений и химической мелиорации
 - Козфициент перевода органических удобрений в навоз
 - Параметры удобрений
 - Параметры препаратов защиты растений
 - Параметры средств химической мелиорации
 - Сведения о технических средствах
 - Сведения о персонале
 - Технологические операции
 - Технологический справочник предприятий
 - События системы

Список справочников

Код	Наименование культуры	Тип культуры
000000013	Горох	
000000020	Горчица	Полевой зерно-паро-пропашной
000000005	Гречиха	Полевой зерно-паро-пропашной
000000005	Коловие культуры	Полевой зерно-паро-пропашной

Список справочников

Код	Наименование препарата	Тип препарата
00000006411	Авенрол	

Список справочников

Код	Наименование удобрений	Вид удобрения	Единица
00000000064	Азофоска	Минеральное	
00000000093	Аммиачная селитра	Минеральное	
63D60A06-12CE	Аммиачная селитра	Минеральное	
00000003799	Биоудобрение "Нитрагил КМ"	Минеральное	
00000005141	Брексил Zn	Минеральное	
855C74F8-BC1E	Дiamмофоска	Минеральное	
00000002418	ЖОУ	Минеральное	
00000002094	Кемира полевое (ББ) минеральное	Минеральное	
00000000900	Кристалон	Минеральное	
00000000091	Мегафол	Минеральное	
00000006393	Микровит	Минеральное	
00000006273	Мин.удобрение "Микромакс"	Минеральное	
E1980CA6-8EE0	Мочевина	Минеральное	
00000006599	Нитроаммофоска NPK 8:24:24	Минеральное	
6B9797EF-A2CC	Нитроаммофоска	Минеральное	
00000003726	Нутригент Плюс Зерновые	Минеральное	
00000003727	Нутригент Плюс Масляный	Минеральное	
D8A175C5-2D2E	Подстилочный навоз КРС	Органическое	
00000000065	Полифид	Минеральное	
00000003497	Селитра известково-аммиачная	Минеральное	
F8EEA38F-9B5E	Солома злаковых	Органическое	
D34982F8-611B	Суперфосфат	Минеральное	

Запись 1 из 22 Дата изменения: 12.09.2008 13:41:00 Автор: I

Типи сівозміни

Опис складу культур

Вибір поля - ділянки

Призначення полю сівозміни

Зміна року врожаю

Автоматична зміна культур

Панорама АГРО ехатрле Борисовская Зерновая Компания
Проект Карта Сервис Задачи Отчеты Помощь

Поля Объекты Логистика Пункты

Год урожая 2008

Связь с картой Все

Организация	Название поля	Культура
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03001 - 2008	Гречиха
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03002 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03003 - 2008	Кукуруза на зерно
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03004 - 2008	Кукуруза на зерно
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03005 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03006 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03007 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03008 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03009 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03010 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03011 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03012 - 2008	Озимая пшеница
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03013 - 2008	Озимая пшеница
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03014 - 2008	Озимая пшеница
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03015 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Байцурь	: поле 03000 уч.03016 - 2008	Ячмень
Борисовская Зерновая Компания Березовка	: поле 01000 уч.01001 - 2001	Кукуруза на зерно
Борисовская Зерновая Компания Березовка	: поле 01000 уч.01002 - 2001	Кукуруза на зерно
Борисовская Зерновая Компания Березовка	: поле 01000 уч.01003 - 2001	Кукуруза на зерно
Борисовская Зерновая Компания Березовка	: поле 01000 уч.01004 - 2001	Кукуруза на зерно
Борисовская Зерновая Компания Березовка	: поле 01000 уч.01005 - 2001	Кукуруза на зерно
Борисовская Зерновая Компания Березовка	: поле 01000 уч.01006 - 2001	Кукуруза на зерно

Следить

Общие данные | Агрохимический состав почв | Фитосанитарное состояние

Параметры поля Сивооборот

Тип сивооборота Полевое зерно-паро-пропашной

Сивооборот Озимая пшеница; Горчица; Подсолнечник; Ячмень; Соя

Культура Озимая пшеница

Сеообороты

Наименование

Культура1	Культура2
Горох; Кормовые культуры; Кормовые Горох	Кормовые культуры
Кукуруза на зерно; Кормовые культуры Кукуруза на зерно	Кормовые культуры
Озимая пшеница; Горчица; Подсолнечник; Озимая пшеница	Горчица
Озимая пшеница; Пар; Подсолнечник; Озимая пшеница	Пар

Запись 1 из 4 | Дата изменения: 05.12.2008 13:17:00 | Автор: sa

Сеообороты

Название сивооборота Озимая пшеница; Горчица; Подсолнечник; Ячмень; Соя

Культура1 Озимая пшеница

Культура2 Горчица

Культура3 Подсолнечник

Культура4 Ячмень

Культура5 Соя

Сохранить Выход

ОТДЕЛЬНЫЙ УЧАСТОК ПАШНИ Объект: 1287
X= 5 598 685.98 м Y= 36 724 985.37 м (UTM/WGS84) 1 : 50 000 ТороWGS (1 : 10 000) Объектов : 18478 / 0 (отображено / вь
Запись 13 из 270 | Дата изменения: 29.09.2008 10:13:00 | Автор: KOROLEV\USER0



Панорама АГРО BZK_PROJECT Борисовская Зерновая Компания

Проект Карта Сервис Задачи Отчеты Помощь

Поля Объекты Логистика Пункты

Год урожая 2008

Панель редактирования

Расчеты по карте

Инструменты редагування

Межі загибелі посівів

Название поля	Культура
Байцурь 03000 03001 32.32 га	Гречиха
Байцурь 03000 03002 61.97 га	Ячмень
Байцурь 03000 03003 96.34 га	Кукуруза
Байцурь 03000 03004 156.21 га	Кукуруза на зерно
Байцурь 03000 03005 202.10 га	Ячмень
Байцурь 03000 03006 127.00 га	Ячмень
Байцурь 03000 03007 157.30 га	Ячмень
Байцурь 03000 03008 118.76 га	Ячмень
Байцурь 03000 03009 97.20 га	Ячмень
Байцурь 03000 03010 63.56 га	Ячмень
Байцурь 03000 03011 214.50 га	Ячмень
Байцурь 03000 03012 433.05 га	Озимая пшеница
Байцурь 03000 03013 1189.67 га	Озимая пшеница
Байцурь 03000 03014 1108.07 га	Озимая пшеница
Байцурь 03000 03015 1110.40 га	Ячмень
Байцурь 03000 03016 209.65 га	Ячмень
Березовка 01000 01001 114.02 га	Кукуруза на зерно
Березовка 01000 01002 161.70 га	Кукуруза на зерно
Березовка 01000 01003 125.43 га	Кукуруза на зерно
Березовка 01000 01004 314.73 га	Кукуруза на зерно
Березовка 01000 01005 84.25 га	Кукуруза на зерно
Березовка 01000 01006 107.91 га	Кукуруза на зерно

03001 29 га

03002 62 га

03003

15 га

47 га

2037 га

191 га

ОТДЕЛЬНЫЙ УЧАСТОК ПАШНИ Объект: 1338
X=5.597 212.77 м Y=36.718 148.08 м (UTM/WGS84) 1:10 000 Topo/WGS (1:10 000) Объектов: 37537 / 0 (отображено / выделено)

Запись 1 из 540 Дата изменения: 14.01.2011 17:17:00 Автор: sa

Общие данные | Агрохимический состав почвы | Фитосанитарное состояние

Параметры поля | Севооборот

Организация: Борисовская Зерновая Компания

Подразделение: Байцурь; Борисовская Зерновая Компания

Номер поля: 03000

Номер участка: 03001

Площадь, га: 32.32

Площадь по карте, га: 32.32

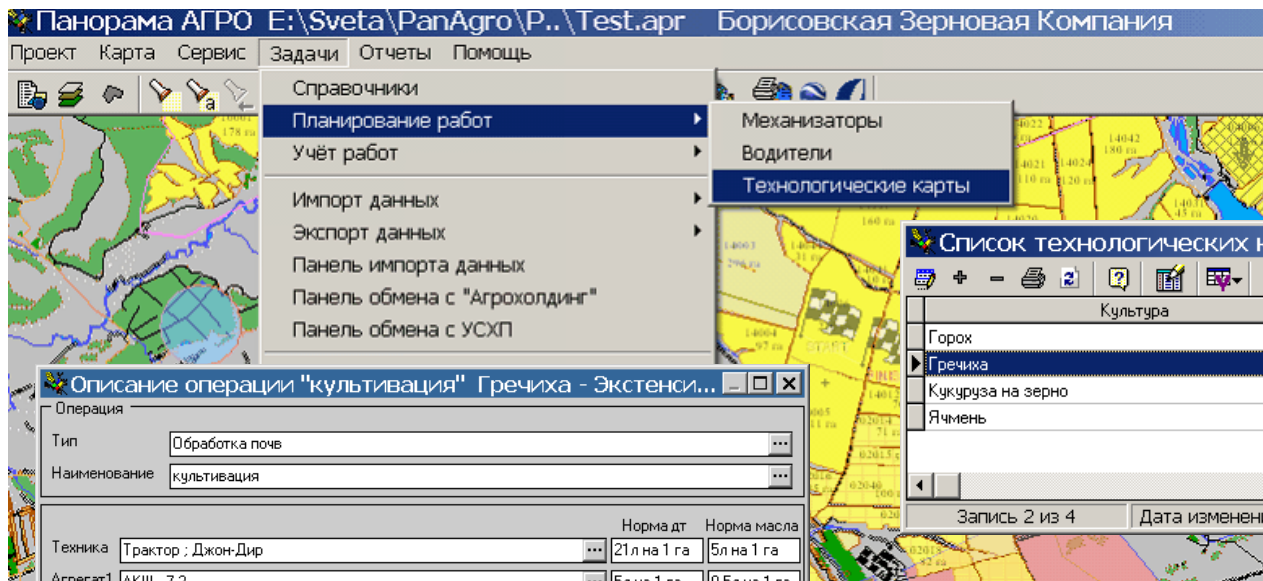
Уклон, град: 0

Тип почвы: Дерново-карбонатные типичные

Мехсостав почв: Тяжелосуглинистые

Степень эродированности: Неэродированные

Уровень интенсификации: Экстенсивный



Список технологических карт культур

Культура	Уровень интенсификации	Урожайность	Ед. измер
Горох	Экстенсивный		25 ц
Гречиха	Экстенсивный		30 т
Кукуруза на зерно	Экстенсивный		22 т
Ячмень	Экстенсивный		20 т

Запись 2 из 4 Дата изменения: 30.12.2010 11:06:00 Автор: sa

Описание операции "культивация" Гречиха - Экстенси...

Операция

Тип

Наименование

Техника	Норма дт	Норма масла
Трактор : Джон-Дир	21л на 1 га	5л на 1 га
Агрегат1 АКШ - 7.2	5л на 1 га	0,5л на 1 га
Агрегат2 БДМ 4	5л на 1 час	0,3л на 1 час
Агрегат3 Дискатор Б.ДМ - 4	40л на 100 км	2л на 100 км
Агрегат4	0	0

Количество рабочих часов

Коз.фициент корректировки объема работ,%

Агротехнические требования

Примечания

Расходы на операцию

Список расходов	Количество	Единица измерения	Тип нормы
Расход на Дизтопливо на 1 га	26	л	на 1 га
Расход на Дизтопливо на 1 час	5	л	на 1 час
Расход на Дизтопливо на 100 км	40	л	на 100 км
Расход на Масло на 1 га	5,5	л	на 1 га
Расход на Масло на 1 час	0,3	л	на 1 час
Расход на Масло на 100 км	2	л	на 100 км
Расход на Мелиорант Известь	30	кг	на 1 га
Расход на Удобрение Азофоска	30	кг	на 1 га

- ✓ **Технологія обробітку культури залежить від типу ґрунтів, що виражається рівнем інтенсифікації;**
- ✓ **Для планування агротехнологій необхідні відомості про структуру посівних площ;**
- ✓ **Планування агротехнологій проводиться виходячи з наявності технічних засобів в підприємстві;**
- ✓ **Терміни проведення агротехнічних заходів визначаються кліматичними особливостями;**
- ✓ **Автоматизована технологія формування технологічних карт полів;**
- ✓ **та ін.**

Дата	Объект	Исполнитель	Заказчик	Груз
05.05.2008	КАМА.3 55102J E 961	Водяницкий Анатолий Витальевич	000 "Б.ЗК"	
05.05.2008	SHEVROLET NIVA E	Водяницкий Анатолий Витальевич	000 "Б.ЗК"	
06.05.2008	КАМА.3 55102J E 961	Ищенко Олег Николаевич	000 "Б.ЗК"	
06.05.2008	КАМА.3-53215-15 бор	Золотухин Евгений Сергеевич	000 "Б.ЗК"	
06.05.2008	КАМА.3 55102J E 961	Водяницкий Анатолий Витальевич	000 "Б.ЗК"	
06.05.2008	КАМА.3 55102J E 95	Гавриков Сергей Иванович	000 "Б.ЗК"	
07.05.2008	КАМА.3 55102J E 95	Задеренко Алексей Васильевич	000 "Б.ЗК"	
07.05.2008	КАМА.3 55102J E 961	Ищенко Олег Николаевич	000 "Б.ЗК"	
08.05.2008	КАМА.3 55102J E 95	Задеренко Алексей Васильевич	000 "Б.ЗК"	
08.05.2008	КАМА.3-53215-15 бор	Золотухин Евгений Сергеевич	000 "Б.ЗК"	
10.05.2008	КАМА.3 55102J E 95	Задеренко Алексей Васильевич	000 "Б.ЗК"	
11.05.2008	КАМА.3 55102J E 95	Гавриков Сергей Иванович	000 "Б.ЗК"	

Планирование механизированных работ

Борисовская Зерновая Компания

Дата	Объект	Исполнитель	Ширина захвата
06.05.2008	Трактор Джон-Дир8400 ЕУ 26-56	Мельничук Алексей Адамович	10.8
11.05.2008	Трактор Джон-Дир8400 ЕУ 26-56	Мельничук Алексей Адамович	10.8
15.05.2008	Трактор Джон-Дир8400 ЕУ 26-56	Мельничук Алексей Адамович	10.8
15.05.2008	Трактор К-744Р2 АС 23-48	Адаь Сергей Николаевич	18
17.05.2008	Трактор Джон-Дир8400 ЕУ 26-56	Мельничук Алексей Адамович	10.8
19.05.2008	Трактор К-744Р2 АС 23-48	Шульгин Вячеслав Александрович	6

Задание | Зоны | Маршруты

Время работы:
Дата начала: 11.05.2008 08:00:00 | Дата окончания: 11.05.2008 20:00:00 | Смена: Первая

Техника, Персонал
Тип техники: Трактор | ФИО исполнителя: Борисовская Зерновая Компания ; Мельничук Алексей Адамович
Техника: Борисовская Зерновая Компания | Трактор Джон-Дир8400 ЕУ 26-56 | ЕУ2656 | _00000243

Состав прицепного оборудования
Агрегат 1: Борисовская Зерновая Компания ; Сеялка Джон-Дир 1710 ; Нет данных ; _00000239
Агрегат 2: ...
Агрегат 3: ...
Агрегат 4: ...

Место выполнения работ

Год урожая	Номер участка	Наименование поля	Норма	Культура	Площадь	Севооборот
2008	02030	Борисовская Зерновая Компания;02030	0	Подсолнечник	119	Значение не опр

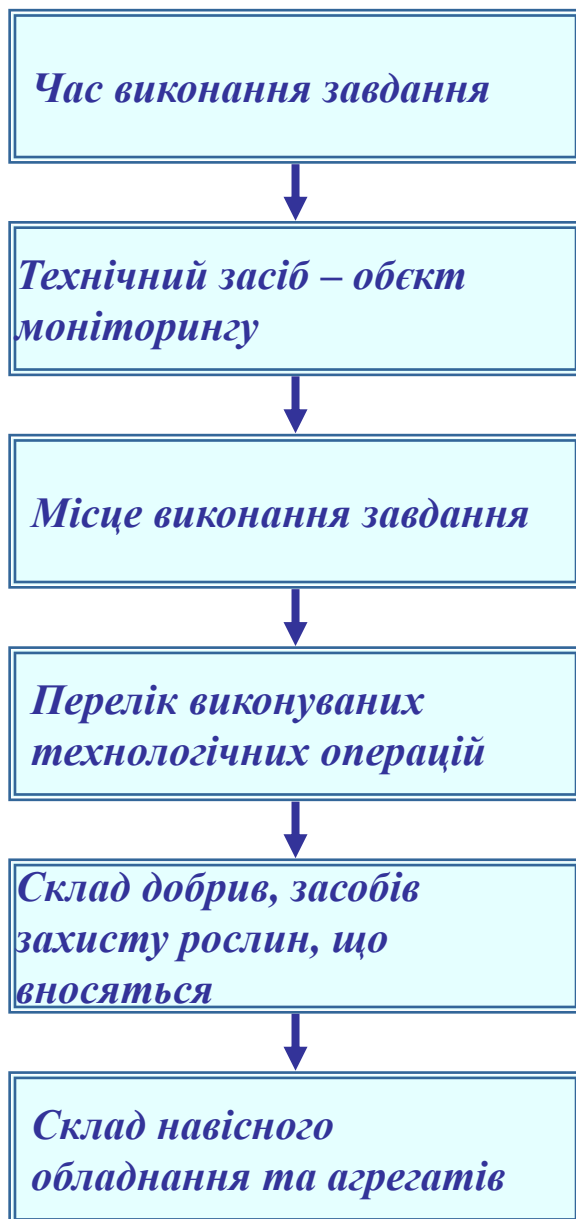
Внесения

Номенклатура	Наименование	Количество	Норма	Е. И.
Средство защиты растений	Авентрол	1000	1	доз
Удобрение	Аммиачная селитра	2000	2	куб.м.
Семена	Гречиха ГРС1	3000	3	цт
Мелиорант	Известь	4000	4	доз

Описание механизированных работ
Тип работ: Посев | Заказчик: ...
Наименование работ: сев | Норма расхода, л/ед. изм: 0
Тип задания: Обработка площади | Ед. измерения: га
Сезон: Лето | Источник данных: Терминал
Условия выполнения работ: ...

Запись 2 из 18 | Дата изменения: 27.05.2008 12:00:00 | Автор: sa

- ✓ Планування вестеться напередодні кожного дня;
- ✓ Завдання формуються окремо для водіїв і механізаторів;
- ✓ Передбачено коригування планових завдань вранці, за фактом наявності персоналу та справності технічних засобів;
- ✓ При формуванні завдань використовуються відомості з технологічних карт полів;
- ✓ Автоматичне формування дорожніх листів і карток механізатора; та ін.



Время работы
 Дата начала 15.05.2008 08:00:00 Дата окончания 15.05.2008 20:00:00 Смена Первая

Техника, Персонал
 Тип техники Трактор ФИО исполнителя Мельничук Алексей Адамович
 Объект Трактор Джон-Дир8400 ЕУ 26-56 ЕУ2656 _00000243

С/Х угодье
 Подразделение Грузское Поле 02000 Участок 02028 Год 2008
 Севооборот Площадь 182.79 Культура Подсолнечник

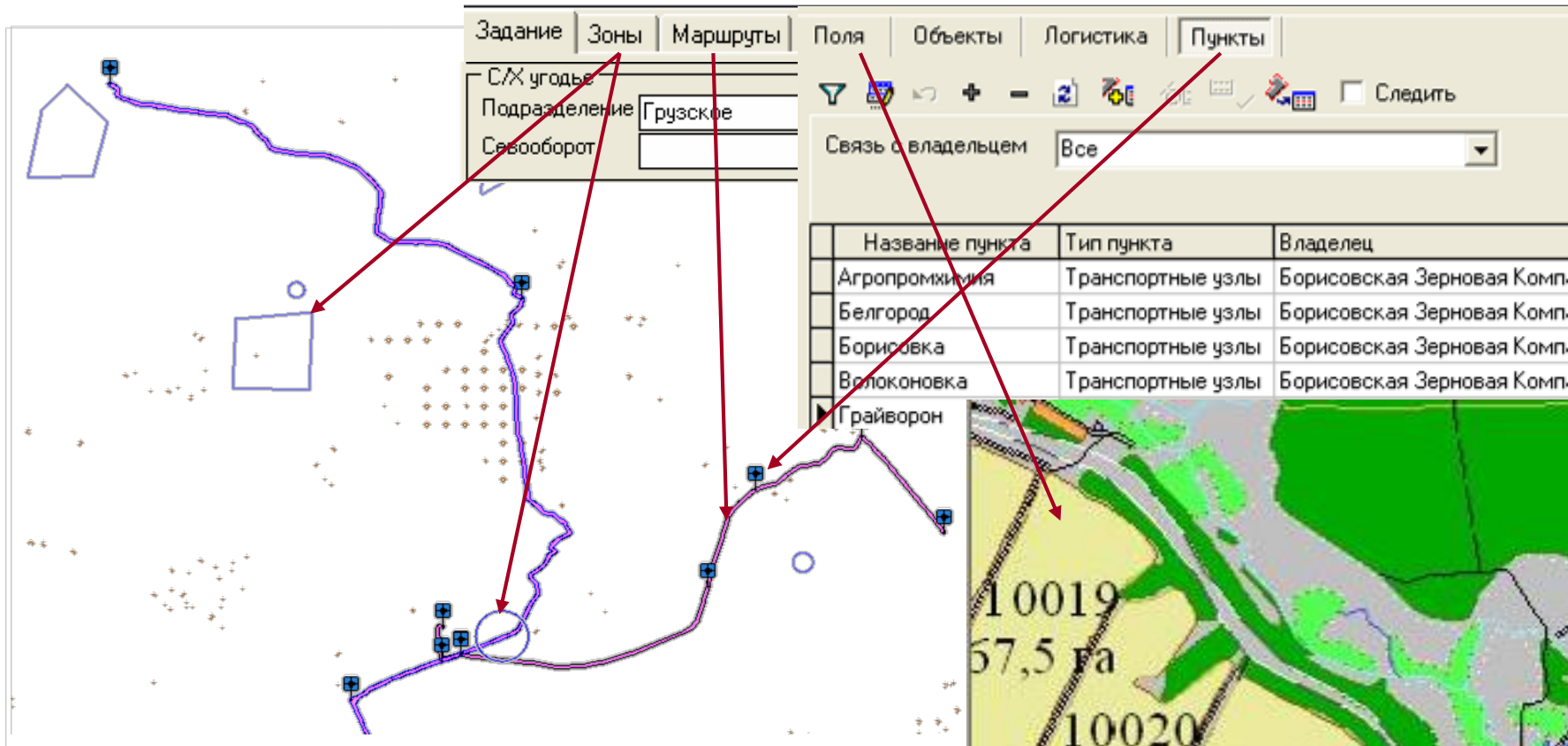
Агротехнические мероприятия
 Тип работ Посев Норма выработки 50
 Наименование работ сев Ед. измерения га
 Сезон Лето Норма расхода, л/ед. изм 0
 Агротехнические условия
 Тип задания Обработка площади

✓ | ⚙ | ↺ | + | - | 📄 | ?

Наименование	Количество	Норма внесения, ед./га

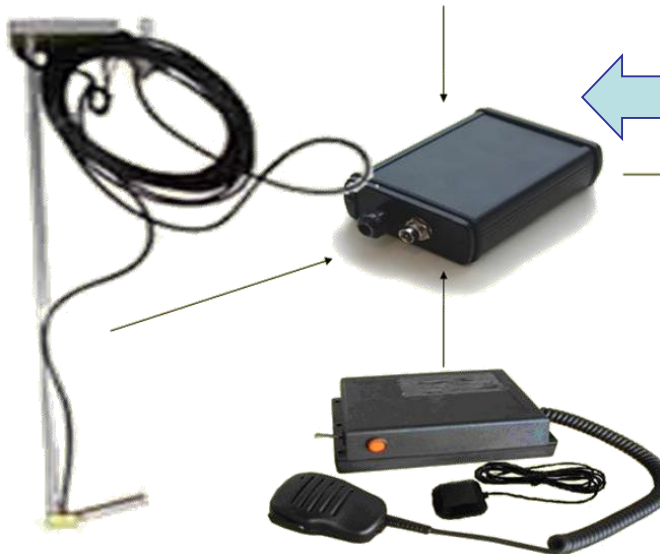
Наименование
 Количество Номенклатура Норма

Состав прицепного оборудования
 Агрегат 1 Сеялка Джон-Дир 1710 Прицепной инвентарь _00000239
 Агрегат 2
 Агрегат 3
 Агрегат 4



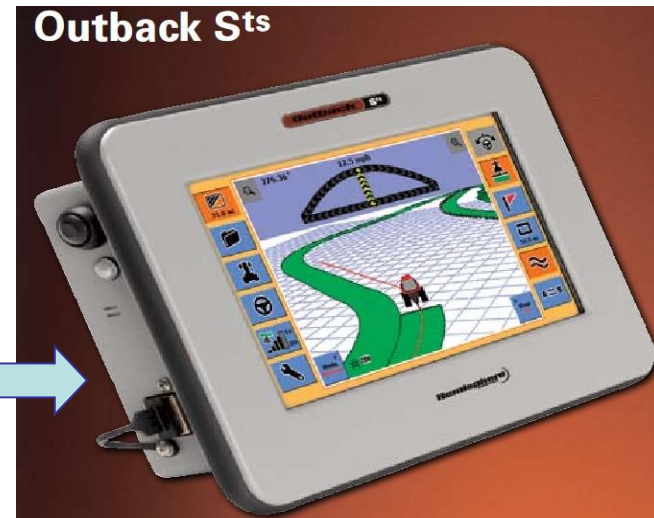
- ✓ Прив'язка завдання до року врожаю;
- ✓ Прив'язка завдання до поля або декількох полів;
- ✓ Прив'язка до геозони, до завдання;
- ✓ Прив'язка маршруту (маршрутів) до завдання;
- ✓ Прив'язка транспортних завдань до пунктів інфраструктури господарства.

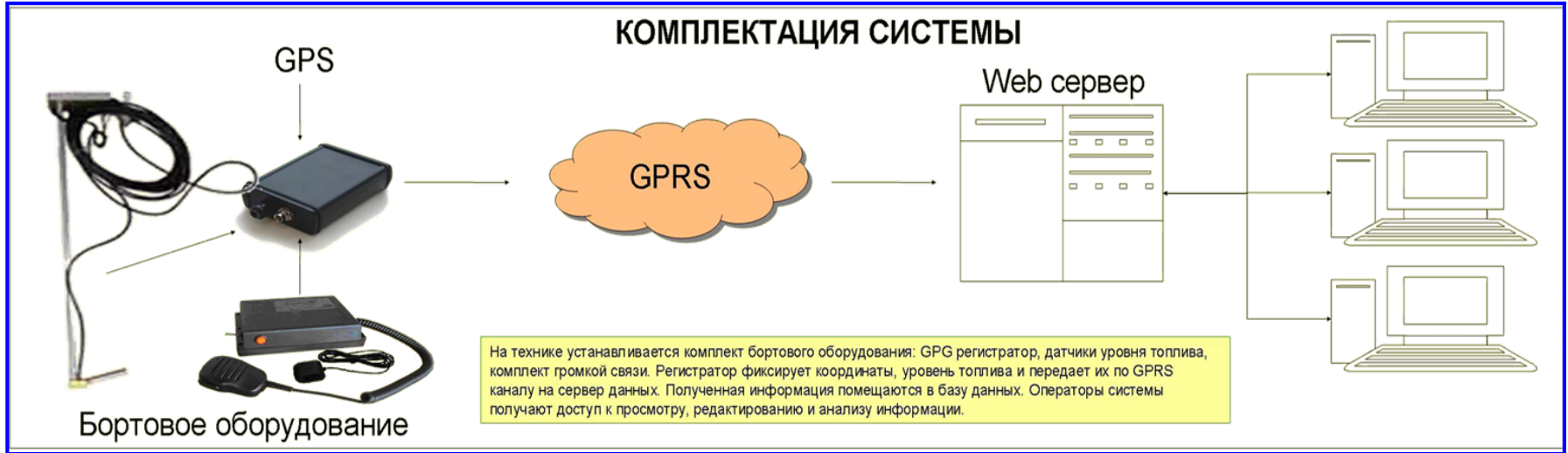
Навігаційні дані об'єкта моніторингу включають такі відомості: час вимірювання, координати, швидкість, курс. Так само до навігаційних даних належать покази різних датчиків, встановлених на об'єкті моніторингу. Фіксація навігаційних даних може бути виконана наступними типами пристроїв: *телематичний термінал* або *автопілот*.



Телематичний термінал - програмований логічний контролер (ПЛК), що включає в себе GPS / ГЛОНАСС приймач і GSM модем. Він забезпечує реєстрацію координат об'єкту, збір вимірів від встановлених датчиків і передачу зібраної інформації по каналах зв'язку на сервер даних.

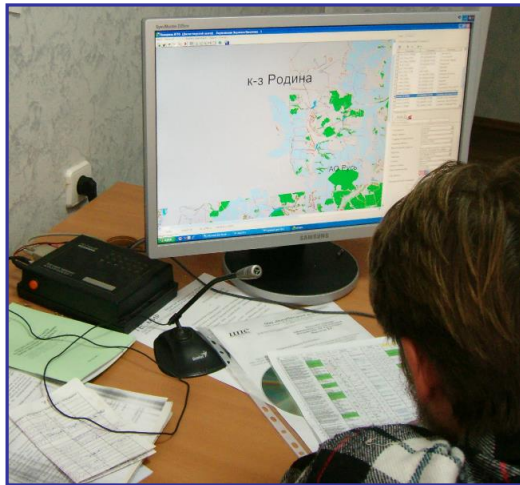
Автопілот - пристрій, що включає в себе GPS / ГЛОНАСС приймач та записуючий переміщення техніки в файл встановленого формату. Дані з таких файлів можуть бути зчитані СИСТЕМОЮ і нанесені на карту, прив'язані до планових завдань механізаторів і по ним може розраховуватися оброблена площа.





Принцип работы системы:

- ✓ отримання сигналу від навігаційної GPS / ГЛОНАСС системи;
- ✓ запит стану датчиків і вимірюваних параметрів;
- ✓ створення і пересилання файлу вимірювань по GSM / GPRS каналах;
- ✓ обробка файлу вимірювань і розміщення даних на сервері;
- ✓ визначення місця розташування техніки та зображення позиції і колії технічного засобу в картографічній програмі;
- ✓ відображення навігаційних показників параметрів: швидкість, курс, показники датчиків;
- ✓ розрахунок похідних показників: рівень і витрата палива, пробіг, оброблена площа та ін .;
- ✓ фіксація подій на підставі показань датчиків, відомостей про стан на маршруті тощо.



Список справочников

Название датчика	Код типа датчика	Коэффициент импульса
Датчик расхода	Расход	0.003125
Датчик расхода 2	Расход	0.0125
Датчик объёма	Объём	
Датчик зажигания	Зажигание	
Датчик работы агрегата	Агрегат	
Датчик загрузки	Загрузка	

Список датчиков объекта

Название группы	Групповая операция
G0	Нет операции
G1	Среднее рядов
G2	Среднее конечных значений
G3	Сумма рядов
G4	Сумма конечных значений
G5	Максимум рядов
G6	Максимум конечных значений
G7	Минимум рядов
G8	Минимум конечных значений

Калибровочные данные

Показания датчика	Значение измеряемой величины
0.6	60
1.3	100
2	140.5
2.65	180
3.4	220
4.1	260
4.8	300
5.5	340

Напряжение, В:

Уровень топлива, литры:

Налаштування типів датчиків

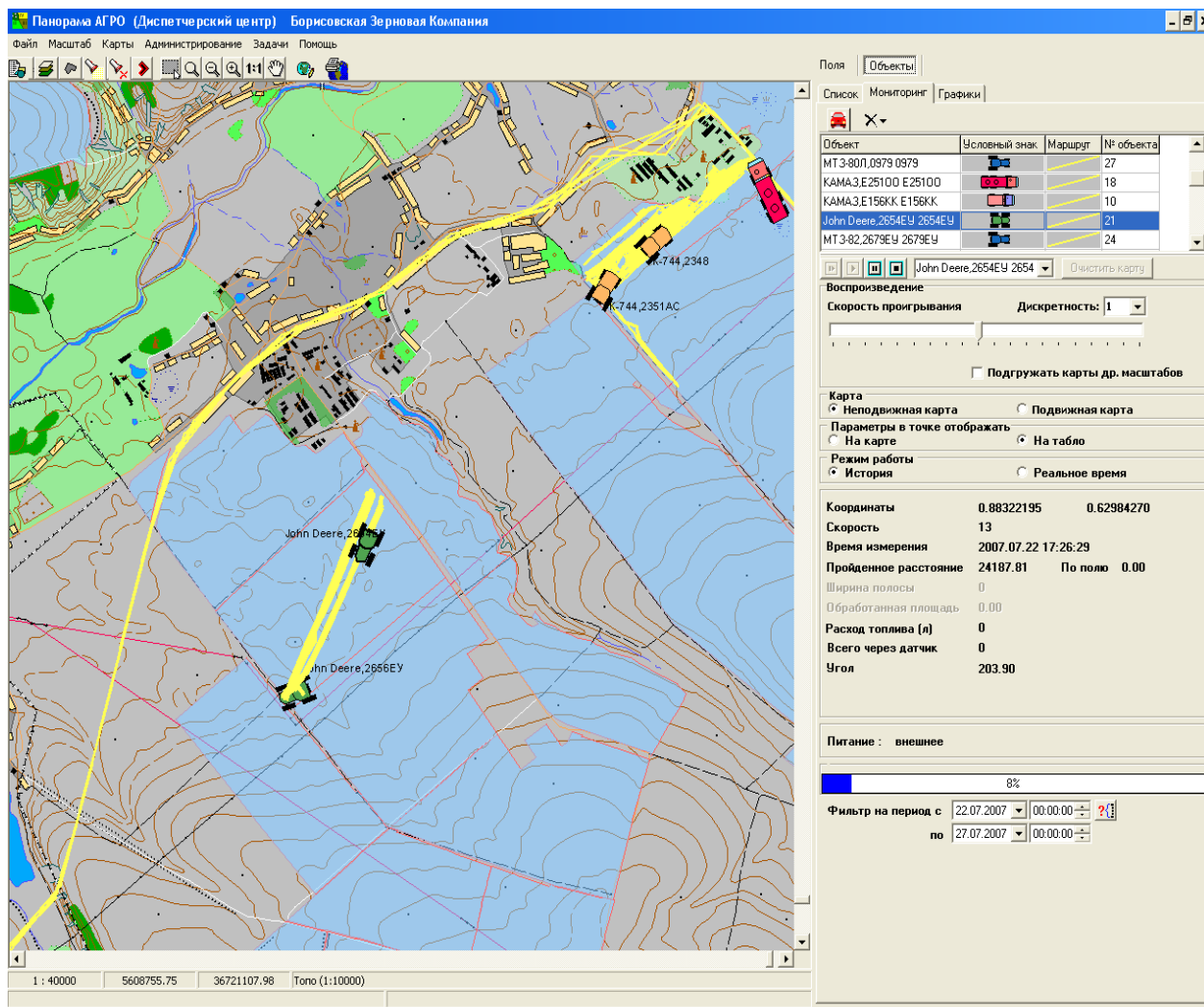
Налаштування групи датчиків із зазначенням методики розрахунку показника моніторингу

Приписування датчиків об'єктів моніторингу

Встановлення відповідності «покази датчика» = «поле в навігаційних даних»

Налаштування калібрувальних таблиць для перерахунку «сирих» вимірювань в показники

Розрахунок значення похідного показника моніторингу



Налаштування умовних позначень об'єктів моніторингу

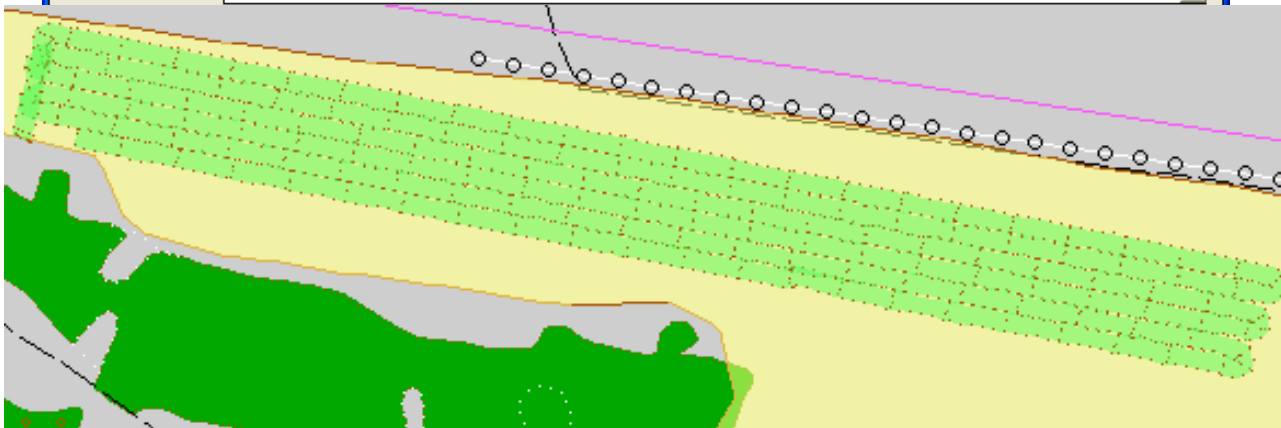
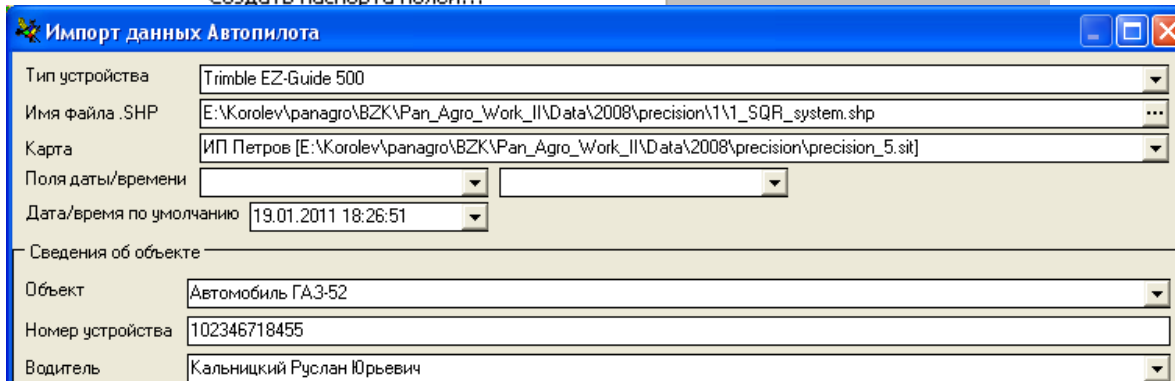
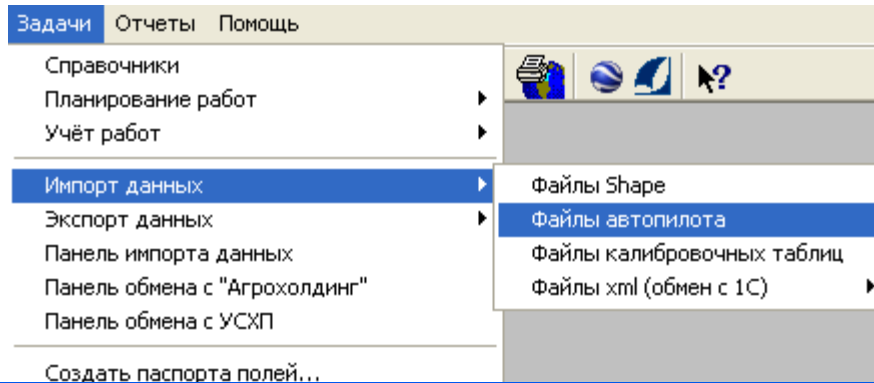
Формування списку об'єктів моніторингу

Вибір режиму моніторингу: «реальний час» або «історія»

Автоматичне оновлення карти переміщень

Відображення показників моніторингу

Екранна навігація: «об'єкт» в списку – «об'єкт» на карті



Збереження даних автопілота на зовнішній накопичувач

Запуск режиму зчитування даних від автопілота

Налаштування параметрів в діалозі завантаження даних

Нанесення на карту треків і полігонів обробленої площі

Аналіз якості виконаних робіт

Використання даних автопілотів при розрахунку обсягів робіт

Список справочников

Категории справочников

- Базовые справочники
- Нормативные данные о составе почв
- Нормативно-справочная информация о в
- Сведения об удобрениях, средствах защи
- Сведения о технических средствах
- Сведения о персонале
- Технологические операции
- Технологический справочник предприятия
- События системы
 - Статусы событий
 - События

Название события	Статус	Изображение
Разрыв связи	Предупреждающий	
Превышение скорости	Информативный	
Отклонение от маршрута	Предупреждающий	
Разгрузка машины вне геозоны разгр	Тревога	
Превышение времени остановки	Предупреждающий	
Выгрузка в чужюю машину	Тревога	
Переход на внутреннее питание	Информативный	
Восстановление связи	Информативный	
Вхождение на маршрут	Информативный	
Превышение времени остановки вне г	Информативный	
Превышение времени остановки в гео	Информативный	
Стоянка в геозоне в недопустимый ин	Информативный	
Предположительный слив	Предупреждающий	
Предположительная заправка	Информативный	
Зажигание включено	Информативный	
Зажигание выключено	Информативный	
Агрегат переведён в рабочее положен	Информативный	
Агрегат переведён в нерабочее полож	Информативный	
Произошла погрузка	Информативный	
Произошла разгрузка	Информативный	
Шнек выдвинут	Информативный	
Шнек задвинут	Информативный	

- ✓ **Налаштування типів подій з урахуванням їх статусу (інформаційне, попередження, тривога);**
- ✓ **Фіксація подій моніторингу проводиться на основі показників датчиків, взаємного положення і переміщень об'єктів моніторингу з урахуванням маршрутів і геозон;**
- ✓ **Відображення подій в списку;**
- ✓ **Відображення подій на карті.**



Время	Событие	Объект
06.05.2008 10:55:00	Произошла разгрузка	Камаз - 55102С Е 956 МТ
06.05.2008 10:55:00	Зажигание включено	Камаз - 55102С Е 956 МТ
06.05.2008 09:12:00	Превышение времени остановки	Трактор МТ 3-82,1 ш. 80821
06.05.2008 09:00:00	Шнек задвинут	Трактор МТ 3-82,1 ш. 80821
06.05.2008 09:00:00	Выгрузка в чужую машину	Трактор МТ 3-82,1 ш. 80821
06.05.2008 09:00:00	Агрегат переведён в рабочее положение	Трактор МТ 3-82,1 ш. 80821
06.05.2008 08:58:00	Произошла погрузка	Камаз - 55102С Е 956 МТ
06.05.2008 08:58:00	Зажигание выключено	Камаз - 55102С Е 956 МТ
06.05.2008 08:57:00	Произошла погрузка	КАМАЗ 55102J Е 951 МТ
06.05.2008 08:57:00	Шнек выдвинут	Трактор К-744Р2 АС 23-48
06.05.2008 08:57:00	Произошла разгрузка	Трактор К-744Р2 АС 23-48
06.05.2008 08:31:00	Превышение времени остановки	Трактор МТ 3-82,1 ш. 80821
06.05.2008 13:22:00	Превышение времени остановки	КАМАЗ 55102J Е 957 МТ
06.05.2008 13:05:00	Превышение времени остановки	КАМАЗ 55102J Е 953 МТ
06.05.2008 12:59:00	Произошла погрузка	КАМАЗ 55102J Е 953 МТ
06.05.2008 12:59:00	Зажигание выключено	КАМАЗ 55102J Е 953 МТ
06.05.2008 12:57:00	Произошла погрузка	КАМАЗ 55102J Е 957 МТ
06.05.2008 12:57:00	Зажигание выключено	КАМАЗ 55102J Е 957 МТ
06.05.2008 12:51:00	Превышение времени остановки	КАМАЗ 55102J Е 957 МТ
06.05.2008 12:03:00	Превышение времени остановки	КАМАЗ 55102J Е 953 МТ

Учёт работ водителей

Борисовская Зерновая Компания

Рассчитать... 0%

Объект

КАМА3 55102J E 961 MT
КАМА3 55102J E 953 MT
КАМА3 55102J E 961 MT
КАМА3 55102J E 961 MT
КАМА3-53215-15 бортовой K855 BV
КАМА3 55102J E 953 MT
КАМА3 55102J E 961 MT
КАМА3 55102J E 953 MT
КАМА3-53215-15 бортовой K855 BV
КАМА3 55102J E 953 MT
КАМА3 55102J E 953 MT
КАМА3 55102J E 961 MT
КАМА3-53215-15 бортовой K855 BV
КАМА3-53215-15 бортовой K855 BV

Фактические работы и расход топлива | Задание

Работы

Пройдено км 293.821

Расход

Датчик	Фактический расход	Уровень на начало задания	Уровень на конец задания	Гру
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Сл
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Сл
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Сре
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Сре
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Неп
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Неп
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Сре
Датчик объёма	134.809	178.441	151.48	Сре

Учёт механизированных работ

Рассчитать за период 21.02.2008 по 21.02.2008

Дата	Объект	Исполнитель	Подразделение	Наименование работ
31.10.2007	K-744.2349AC	Зубарев Денис Викторович	Байцурь	Внесение минеральных удобрений
30.10.2007	K-744.2348	Иваненко Григорий Иванович	Колос	Внесение гербицидов
30.10.2007	K-744.2351AC	Ищенко Олег Иванович	Колос	Внесение мелиоранта (гипс)
30.10.2007	John Deere,2655	Алейник Дмитрий Николаевич	Дмитриевка	Внесение минеральных удобрений
30.10.2007	John Deere,2654EY	Гавриков Сергей Иванович	Русь	Внесение гербицидов

Время работы

Дата 31.10.2007 Время начала 08:00:00

Смена Переход Время окончания 01:00:00

Техника

Тип техники Трактор

Объект K-744.2349AC

Персонал

ФИО исполнителя Зубарев Денис Викторович

С/Х угодье

Подразделение Байцурь Тип севооборота

Номер поля 111 Площадь 0

Номер участка 1111 Культура

Год урожая 2007

Агротехнические мероприятия

Тип работ Внесение Удобрений Норма выработки 100

Наименование работ Внесение минеральных удобрений жидких Ед. измерения га

Сезон Осенние работы

Агротехнические условия

Наименование удобрения	Количество план	Количество факт	Норма внесения, кг/га
Азотоселитра	1000	809.235	10
Аммиачная селитра	1000	809.235	10

Количество факт 809.235

Количество 1000

Норма внесения 10

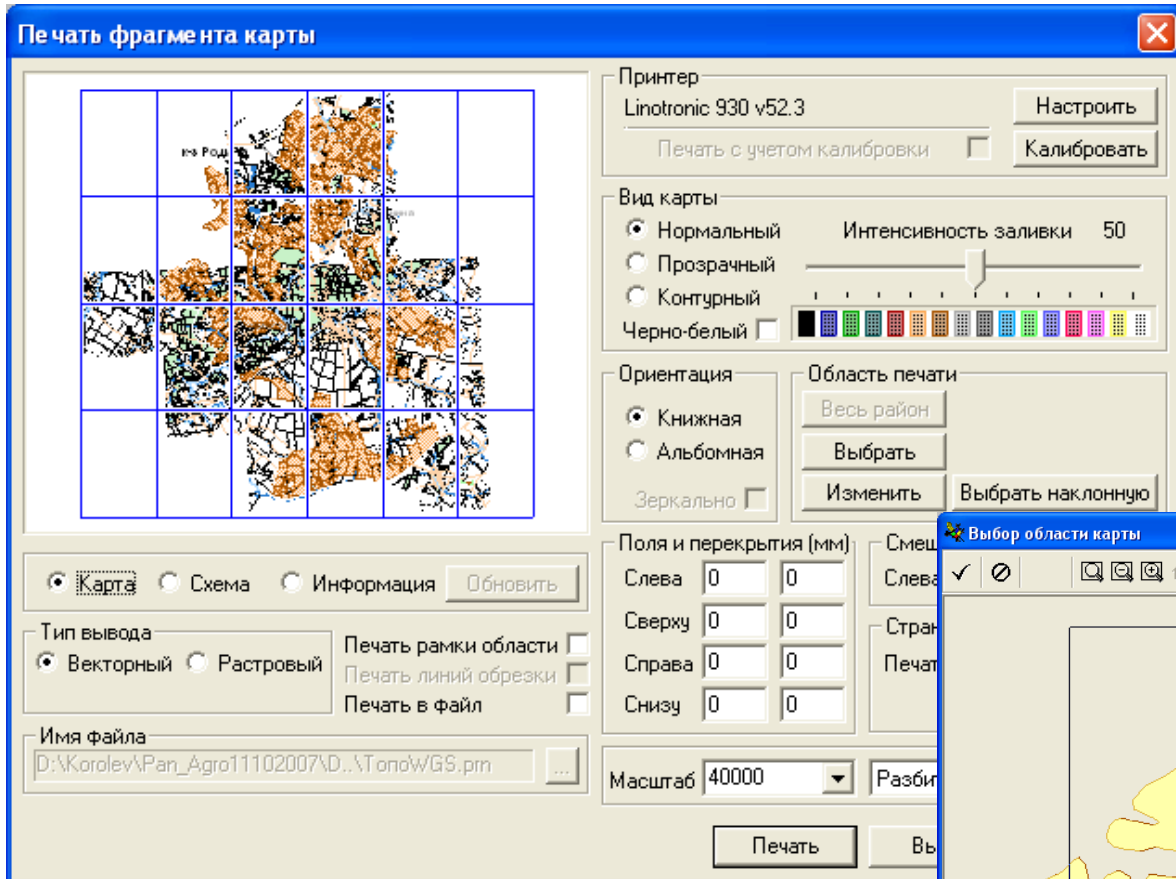
Фактически выполнено

В натуре га (км) 80.923 В эталонных га 175.604 Сменных норм 0.809

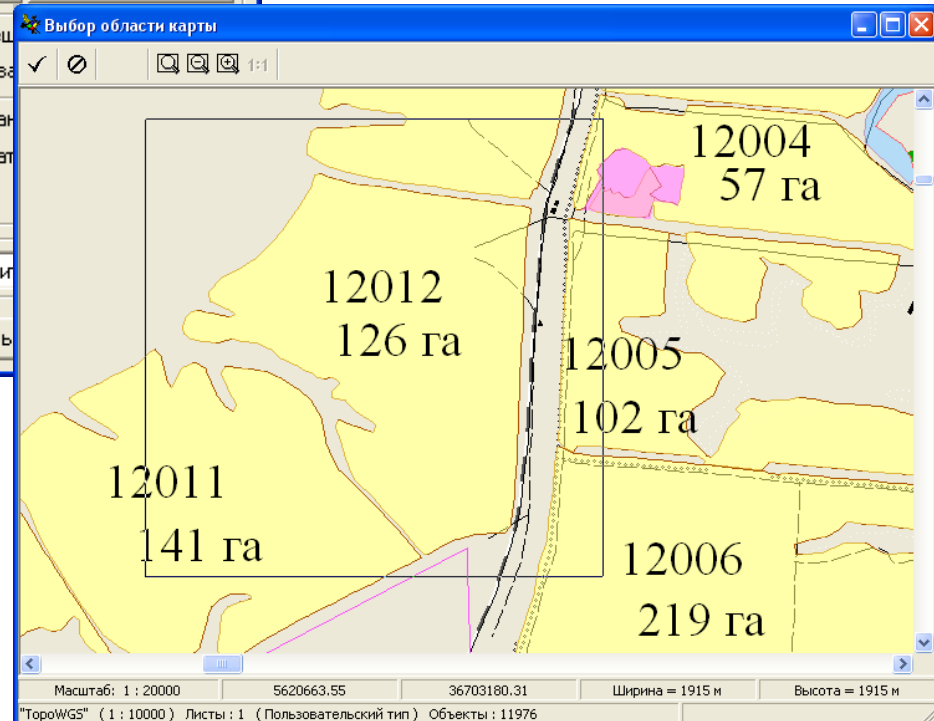
Качество 0

Розрахунок фактичних обсягів виконаних робіт з прив'язкою до об'єкта моніторингу:

- фактичне внесення добрив;
- фактичне внесення засобів захисту рослин, боротьби з шкідниками, хворобами і бур'янами;
- фактичний висів насіння.



- ✓ *Вибір довільної області карти для друку;*
- ✓ *використання двох наборів умовних знаків – для екрану і для виводу на друк;*
- ✓ *гнучке керування масштабом фрагменту, що друкується;*
- ✓ *формування рамкового оформлення.*



План-фактичне порівняння технологій

Технологическая карта поля Байцурь; поле: 03000; уч: 03001; 2008 г.

Технологическая карта Гречиха - Экстенсивный Площадь 32,32га

План. Факт

Защита от редактирования

Список технологических операций Стадия выполнения работ Дата

культивация
Подвоз удобрений
Опрыскивание

Технологическая карта культуры

Технологическая карта Гречиха - Экстенсивный

Список технологических операций

культивация
Подвоз удобрений
Опрыскивание

Операция

Тип

Наименование

Стадия выполнения операции

Дата начала проведения операции

Дата окончания проведения операции

Техника

Агрегат1

Агрегат2

Агрегат3

Агрегат4

Количество рабочих часов

Козфициент корректировки объема работ,%

Агротехнические требования

Примечания

Расходы на "культивация"

Список расходов	Количество	Ед. изм.
Расход на Дизтопливо	102141,542	л
Расход на Масло	9623,603	л
Расход на Мелиорант Известь	969,6	кг
Расход на Удобрение Азофоска	969,6	кг

Операция

Тип

Наименование

Количество рабочих часов

Козфициент корректировки объема работ,%

Агротехнические требования

Примечания

Расходы на "культивация"

Список расходов	Количество	Ед. измерения
Расход на Дизтопливо на 1 га	26	л на 1 га
Расход на Дизтопливо на 1 час	5	л на 1 час
Расход на Дизтопливо на 100 км	40	л на 100 км

Техника

Агрегат1

Агрегат2

Агрегат3

Агрегат4

Норма дт

Норма масла

Агрегат1

Агрегат2

Агрегат3

Агрегат4

Количество рабочих часов

Козфициент корректировки объема работ,%

Агротехнические требования

Примечания

Планова технологічна карта поля

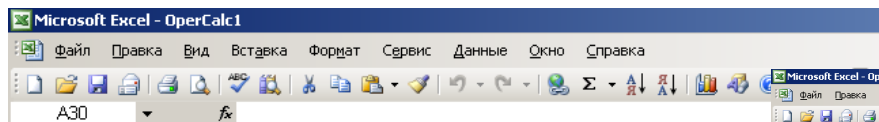
Фіксація набору операцій (план) агрономом

Щоденне формування планових завдань

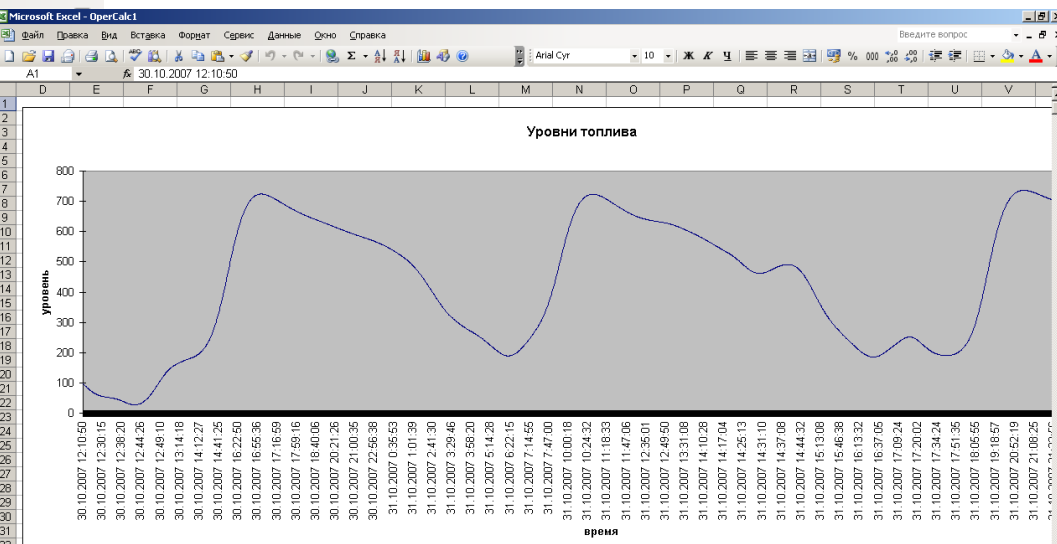
Обробка навігаційних даних

Автоматичне заповнення списку операцій (факт)

Відображення списку операцій план – факт

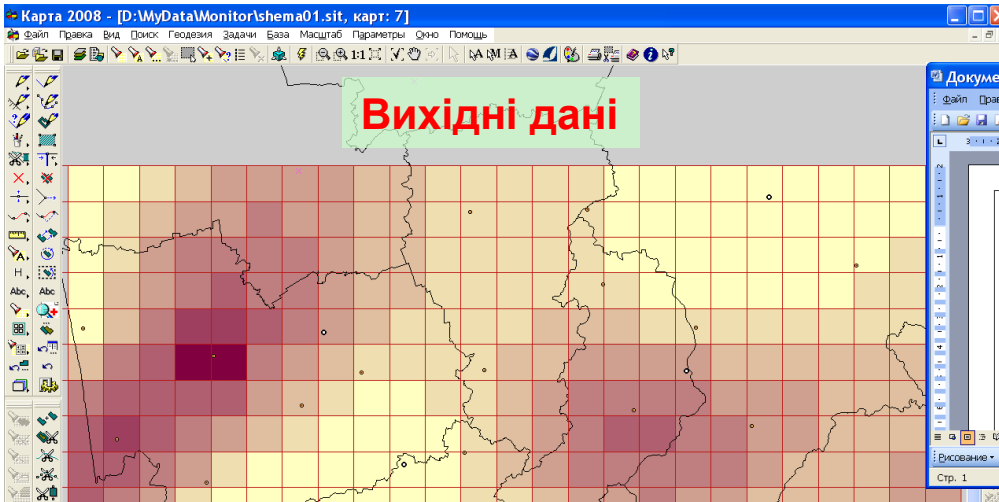


Оперативный учёт расхода топлива и пробега				
№	Объект	Водитель (механизатор)	Расход, л	Пр
1	ДОН-1500_T123K	Андреев	0	
2	ДОН-1500_A456B	Андреев	0	
3	К-744_2349AC	Клименко В.	1149.138473	231
4	ГАЗ_E13300	Бедрицкий	0	
5	КАМАЗ_E954MT	Цапенко Владимир Петрович	0	
6	КАМАЗ_E743XX	Ищенко Олег Иванович	0.047521552	439
7	КАМАЗ_K855BB	Иваненко Григорий Иванович	128.622425	232
8	КАМАЗ_E156KK	Семенченко Николай Владим	301.4806236	232
9	КАМАЗ_E953MT	Гавриков Сергей Иванович	176.3478985	440
10	КАМАЗ_C760УС	Крохмаль Виктор Иванович	0	
11	КАМАЗ_E036АС	Задеренко	211.0999061	45
12	КАМАЗ_E956MT	Колесник Сергей Викторович	78.90495575	124
13	КАМАЗ_E378KK	Алейник Дмитрий Николаевич	8.271414014	121
14	КАМАЗ_E961MT	Водяницкий А.А.	225.0005898	363
15	КАМАЗ_E957MT	Несмеян Дмитрий Андреевич	0	248
16	КАМАЗ_E25100	Целищев Евгений Николаевич	67.25071754	138
17	К-744_2351АС	Андреев	1128.646571	279
18	К-744_2348	Радченко Виталий	1304.667307	263



Сельхозучёт, форма № 61-6																				
Утверждена Министерством с/х																				
Год	Месяц	Сельхоз предприятие		Шифр	Отделение (участок, цех)	Бригада	УЧЕТНЫЙ ЛИСТ			ФИО тракториста-машиниста	профессия	категория	Табельный номер	Марка машины	Шифр машины	Инвентарный номер				
2003	12 - 2	ЗАО Красненское					ТРАКТОРИСТА-МАШИНИСТА			Андронов А.Н				МТЗ-82		498.00				
Числа месяца	№ поля	Севооборот	Культура	Вид работы	Состав агрегата	Агротехнические условия	Единица измерения	Отработано часов	Норма выработки	Расценка	Сменная эталонная выработка	Фактически выполнено		Оплата труда тракториста-машиниста			Расход горючего			
												в натуре	в пересчете на условные гектары	основная	дополнительная	за стаж	за классность	всего	по норме	фактически
24.12	1	Полевой	Гречиха	Боронование пахоты.	БЗТС-1-1шт, С-11У-1шт,	га	7.00	30.00	29.25	21.00	30.00	27.00	1.00	43.88	0.00	0.00	43.88	7.00	210.00	0.00
Отработано часов трактористом								7.00	Итого		27.00	1.00								
Движение горючего																				
Остаток горючего на дату выдачи учётного листа										кг		Отработано машино-дней								
Получено (заправлено)										кг		Машино-смен								
Остаток горючего на дату сдачи учётного листа										кг										
Тракторист-машинист																				
Замечания агронома по выполненным работам (качество, сроки и т.д.)										Бригадир					Агроном					
Утверждаю																				

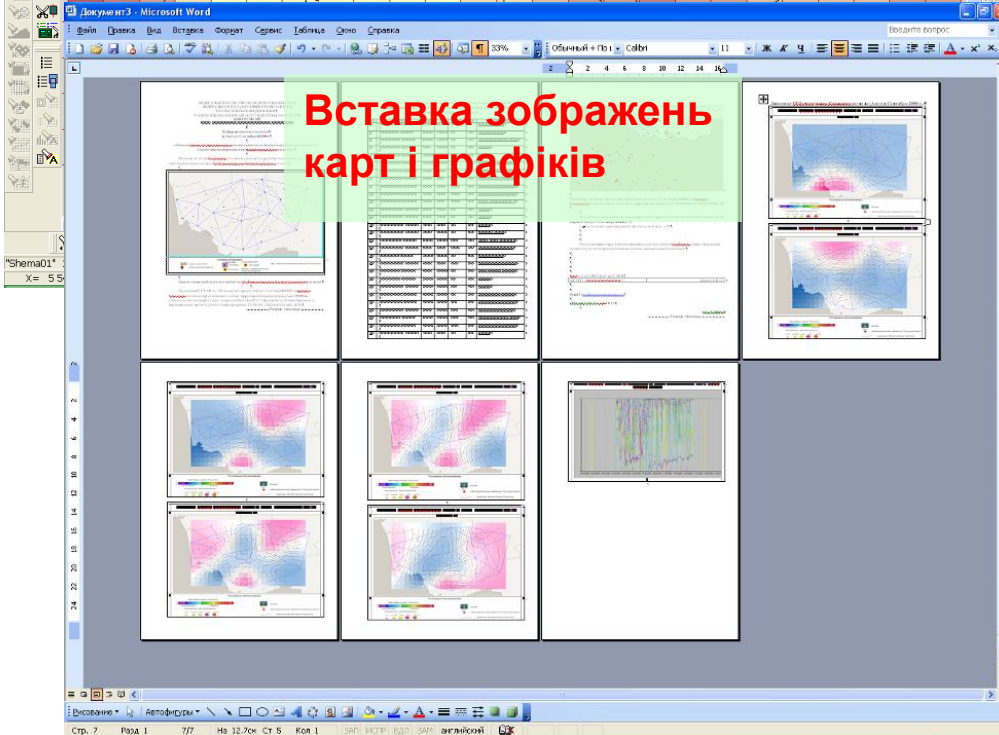
- ✓ звіти по полям;
- ✓ звіти по техніці;
- ✓ оперативні звіти;
- ✓ технологічні звіти;
- ✓ шляхові листи;
- ✓ та ін.



Документ9 - Microsoft Word

Word

№	№ п/п (учетный номер)	Наименование объекта	Площадь кв. км		Показатель-10	Показатель-20	Показатель-30	Показатель-40
			га	р				
10	10		16805640.784	168056.414	2806.230	7.040	48.850	98.830
20	20	Алтайский край	9336202.924	93362.034	1050.770	5.130	17.110	87.050
30	30	Кемеровская область	31465463.350	314654.630				
40	40	Республика Алтай	9316414.274	93164.144	1490.840	5.160	-6.270	90.290
50	50	Республика Тыва	16897367.590	168973.690	3026.920	3.770	37.030	89.820
60	60	Республика Хакасия	6173326.084	61733.264	310.420	4.670	114.070	96.260
70	70	Новосибирская область	17784432.404	177844.324	433.110	6.450	38.170	93.480
80	80	Красноярский край	72001575.174	720015.754	892.430	6.000	37.650	98.250
90	90							
00	00							



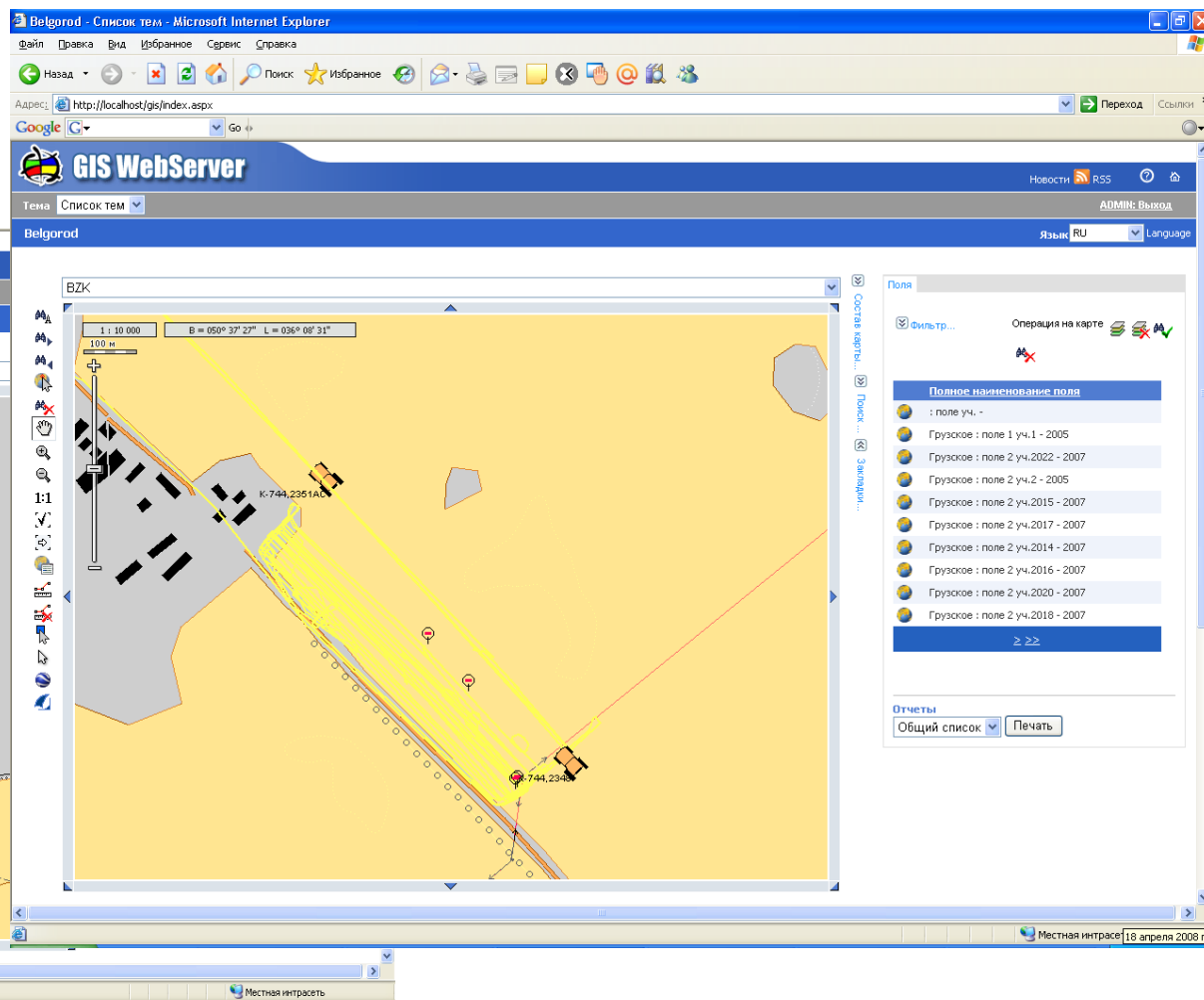
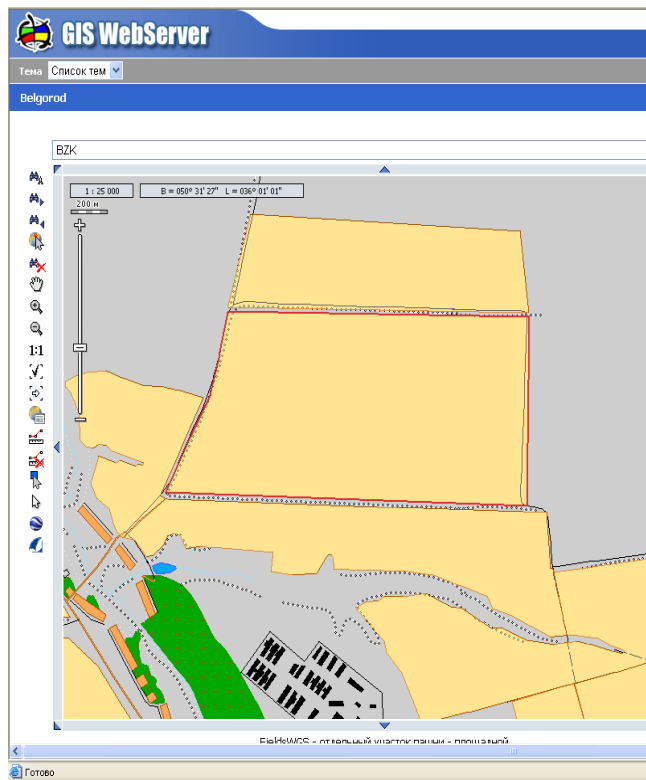
Microsoft Excel - СеткаП1-4

Excel

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2		№	Area	П1	П2	П3	П4	
3		1	2488241608					
4		2	2488824698	3313.2	7.04	104.19	94.25	
5		3	2489654080	3497.74	6.87	87.62	93.71	
6		4	2490729654	3762.97	6.67	68.55	93.1	
7		5	2492053242	4125.67	6.47	50.41	92.41	
8		6	2493626481	4569.34	6.25	36.7	91.64	
9		7	2495164135	5022.01	5.98	29.35	90.78	
10		8	2494657037	5346.5	5.64	27.84	89.84	
11		9	2494411010	5336.58	5.16	29.32	88.84	
12		10	2494428028	4740.14	4.5	29.41	87.82	
13		11	2494708113	3513.67	3.67	25.49	86.8	
14		12	2495251257	2041.91	2.9	19.34	85.7	
15		13	2496059128	899.18	2.56	14.38	84.49	
16		14	2497133986	590.69	3.05	13.72	83.19	
17		15	2498475098	834.73	3.93	16.8	82.02	
18		16	2499377425	1266.54	4.67	23.38	81.3	
19		17	2498657762	1689.93	5.02	33.29	81.2	
20		18	2498213102	2062.12	4.99	44.46	81.66	
21		19	2498043915	2407.87	4.74	54.8	82.43	
22		20	2498150572	2737.82	4.38	64.1	83.34	

Програма **GIS Web Server** в комплексі з ГІС **Панорама АГРО** забезпечують підготовку даних про поля і об'єкти моніторингу для відкритого опублікування в мережі Internet. Користувач, що володіє правами доступу, може переглянути стандартними засобами

Web браузера картографічні та атрибутивні дані, що зберігаються на сервері господарства.



The screenshot displays the GIS WebServer interface in a Windows Internet Explorer browser. The main window shows three different map views:

- Top Left:** A regional map of the Belgorod region (Белгородская область) at a scale of 1:200,000. A red circle highlights a specific area.
- Top Right:** A detailed farm map (Карта хозяйства) at a scale of 1:10,000, showing land parcels with numbers and names. A red circle highlights a specific parcel.
- Bottom Right:** A crop culture map (Карта хозяйства (культуры)) showing the same area with different colors representing various crops.

The interface includes a menu (Файл, Правка, Вид, Избранное, Сервис, Справка), a search bar, and a legend (ГОРОДА, НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ, РАСТИТЕЛЬНОСТЬ, etc.). The title bar of the browser window reads "http://85.159.40.101/PAGIS/index.aspx - Windows Internet Explorer".

- ✓ управління «темами» - набір карт і баз даних;
- ✓ управління картами в межах «теми»;
- ✓ управління шарами карти (топографічна основа, межі об'єктів обліку, тематичні шари);
- ✓ управління таблицями баз даних.

Дякую за увагу!



Тема 7

Технології змінних норм внесення технологічних матеріалів



Кафедра Агроінженерії та ТС
Дисципліна "Система точного землеробства"
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

Тема. ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІННИХ НОРМ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Зміст

1. Варіанти використання технологій диференційного (варіабельного) внесення ТМ.
2. Порівняння методів диференційного внесення ТМ.
3. Сфера застосування технологій диференційного внесення.
4. Компоненти системи диференційного внесення матеріалів

Література

1. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deere Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
2. Морозов В.В., Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М. Геоінформаційні системи в агросфері: Навч. Посібник. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2007 – 223 с.
3. Морозов В.В. Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем / В.В. Морозов, С.Я. Плоткін, М.Г. Поляков та ін. За ред професора В.В. Морозова. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2007 – 328 с.
4. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник/ С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.П. Поліщук. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с. (ст. 48 – 73. ГІС технології у рослинництві).

1. Варіанти використання технологій диференційного (варіабельного) внесення ТМ

ТЗНВ (технологія змінних норм внесення) (VRT (Variable rate technology) – технологія, що реалізується за допомогою спеціального обладнання для зміни норм внесення технологічних матеріалів (добрива, насіння, пестицидів тощо) відповідно до особливостей елементарної ділянки поля.

Диференційне внесення добрив має наступні переваги:

- збільшення врожайності;
- збереження та вирівнювання родючості ґрнту;
- зменшення собівартості продукції;
- зменшення кількості добрив;
- збереження навколишнього середовища

Варіабельний - такий, що може, здатний мати, створювати варіанти, різновиди; який створює варіанти, різновиди.



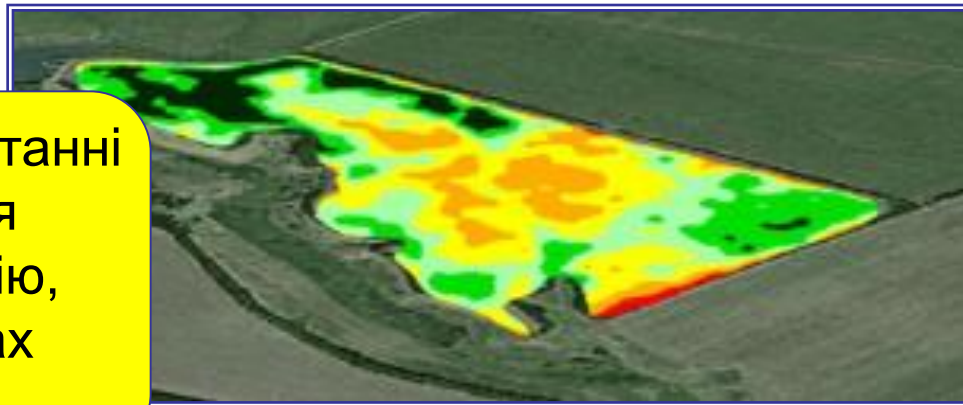
Технологія змінних норм внесення

використання карт
(offline)

використання сенсорів
(online)

Метод карт-технології (offline)

Метод, що заснований на використанні карт ТВВ, коригує норми внесення матеріалів, враховуючи інформацію, яка міститься в електронних картах характеристик поля.



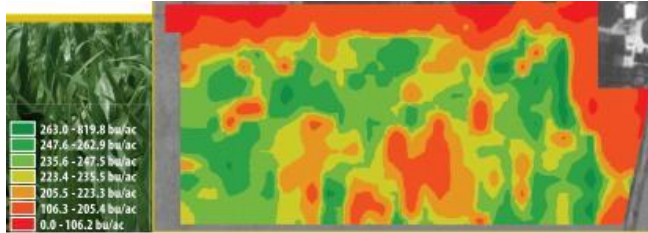
Така система повинна бути обладнана навігаційною системою, що дозволяє визначати місцезнаходження агрегату на полі і вносити ту кількість технологічних матеріалів, яка зазначена в карт-завданні.

Норми внесення матеріалів вказуються в одиницях об'єму (л/га) або у вагових одиницях на одиницю площі (кг/га).

4

Порядок реалізації карт технології

Підготовка карти-завдання



Чіп-карта



Обприскувач



Метод сенсор-технології (online)

Засновані на використанні сенсорних систем ТВВ для автоматичного контролю технологічних операцій використовують дані від працюючих в реальному часі сенсорів замість карт на внесення матеріалів.



Розкидач мінеральних добрив та датчик з системою GreenSeeker RT 200

5

Дані сенсори при русі агрегату визначають властивості ґрунту, характеристики рослинного покриву (культури) і умови навколишнього середовища.

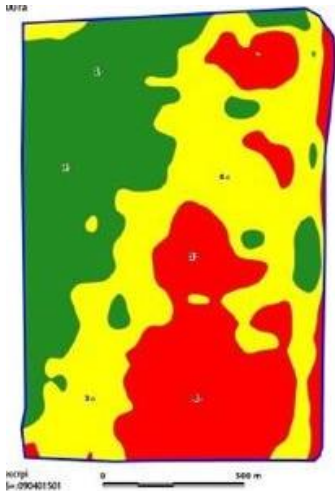


Використовувані в ТВВ контролери в автоматичному режимі аналізують дані і на їх основі оптимізують витрати таких матеріалів як добрива або пестициди відповідно до властивостей ґрунту і потреб культури.

Цей різновид ТВВ **не потребує** установки системи позиціонування **GPS**.



Yara N-Sensor



Засновані на використанні карт технології диференційного внесення дозволяють розділити стадії збору інформації та внесення матеріалів.

Дані операції можуть бути здійснені в різний час з використанням різного обладнання.

Переваги карт технологій диференційного внесення матеріалів:

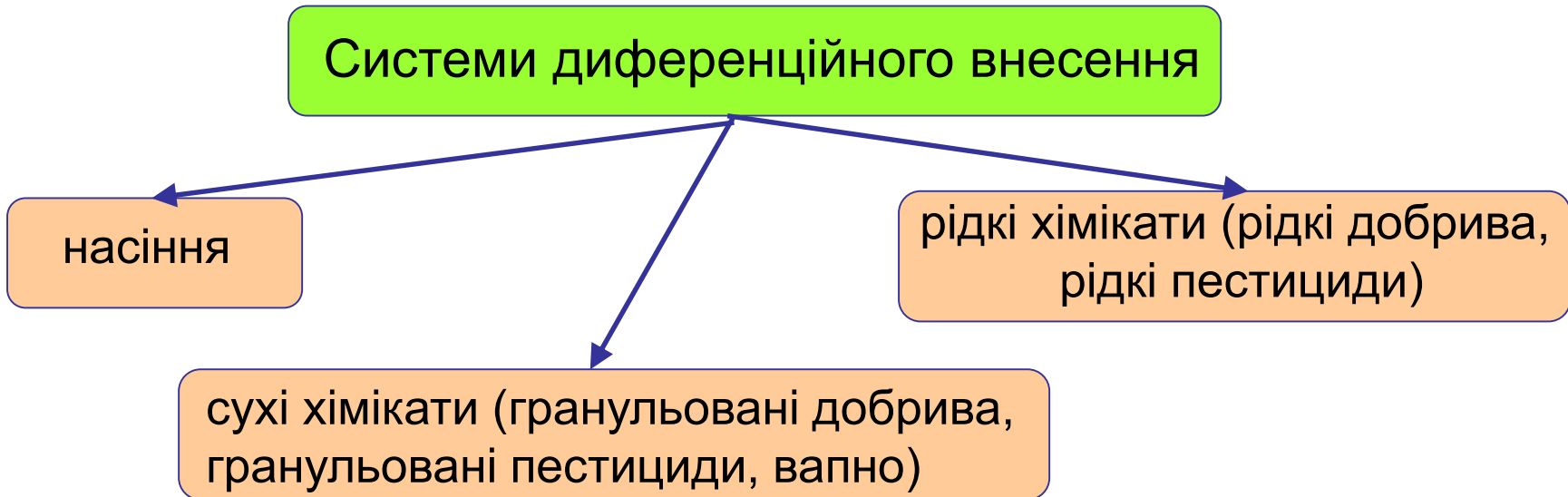
- Потреба в препаратах та інших матеріалах може бути встановлена заздалегідь до виходу в поле агрегатів обладнаних засобами диференційного внесення добрив.
- Розрив у часі між збором даних та проведенням на їх основі агротехнічних заходів дозволяє якісно обробити дані і часто навіть покращити їх точність.
- Зміни норм внесення можуть бути випереджені обладнанням і таким чином компенсовані будь-які затримки в переналаштуванні обладнання з однієї норми внесення на іншу.

7

Недоліки використання карт технологій диференційного внесення матеріалів:

- Потреба у встановленні на агрегаті системи позиціонування DGPS.
- Збір і збереження значної кількості первинної інформації, яка потім обробляється з використанням ГІС.
- Використання спеціального програмного забезпечення.
- Внаслідок накопичення похибки при позиціонуванні при зборі первинної інформації або при встановленні координат агрегату під час його руху по полю можуть відбуватись помилки при внесенні препаратів.
- Виникнення помилок у розрахунку значень на ділянках поля між точками відбору зразків.
- Ймовірність зміни властивостей ґрунту і рослинності за час обробки зібраних даних, які збережені в картограмах.

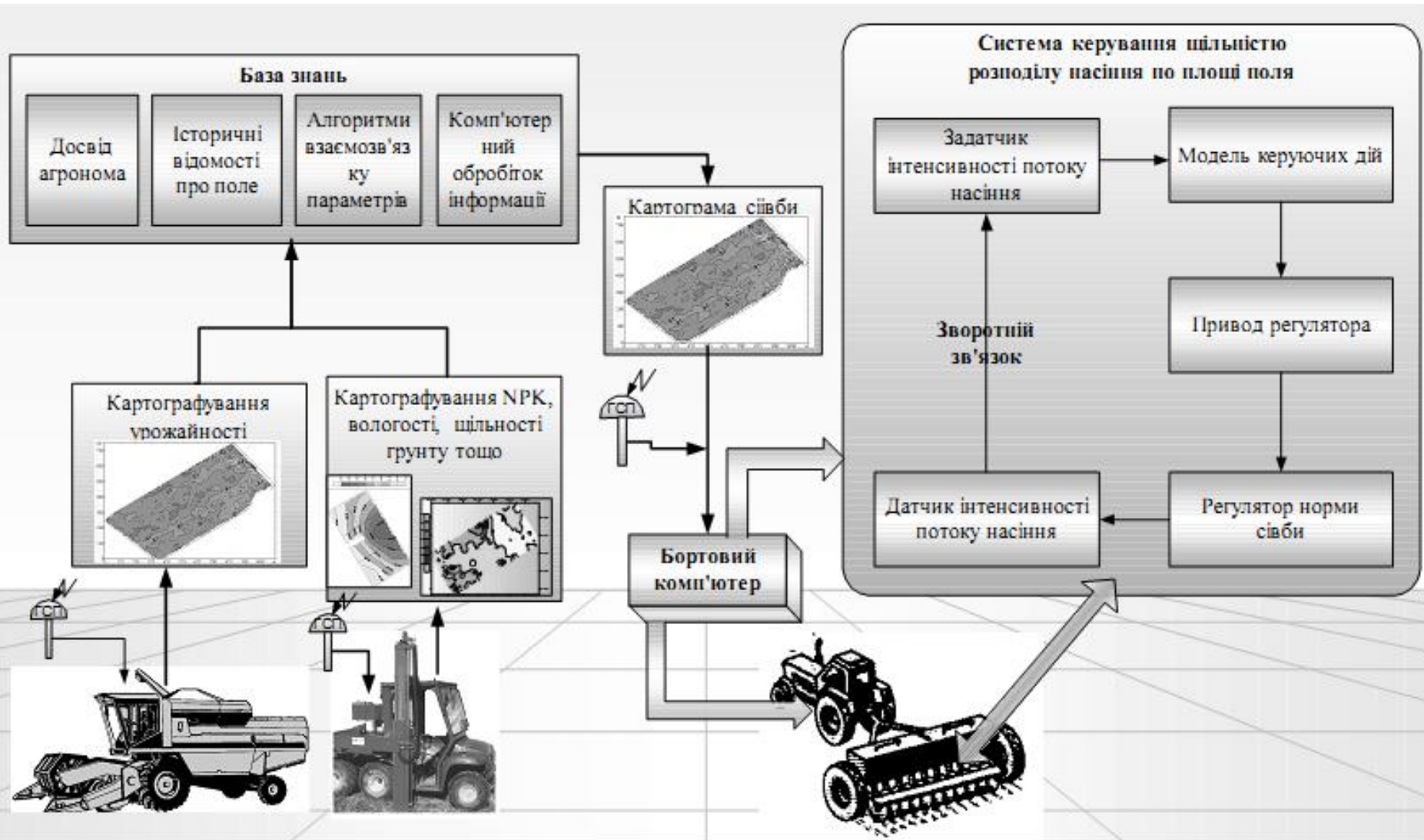
Системи диференційного внесення можна класифікувати відповідно до типу матеріалів (речовин), який вони вносять на полях.



1. Висів насіння із змінними нормами

Сівалки, у разі їх застосування в точному землеробстві, повинні виконувати завдання реалізації електронних картограм (планів) сівби, які синтезовані на підставі алгоритмів оптимального співвідношення між агробіологічним потенціалом елементарних ділянок поля і нормою сівби.

Схема формування і реалізації картограми сівби



На даний час, метод карт-технології найбільш широко застосовується при виконанні польових механізованих робіт. Цю технологію можна інтерпретувати як систему з жорстким ладнанням в якій реалізується інформація щодо схеми внесення ТМ по заздалегідь складеному плану (картограмі) для реалізації якого не використовується поточна інформація про стан поля на момент виконання технологічної операції.

Крім того, за певних умов агробіологічного стану поля виникає необхідність повного відключення частини висівних систем для виконання заданого плану сівби.

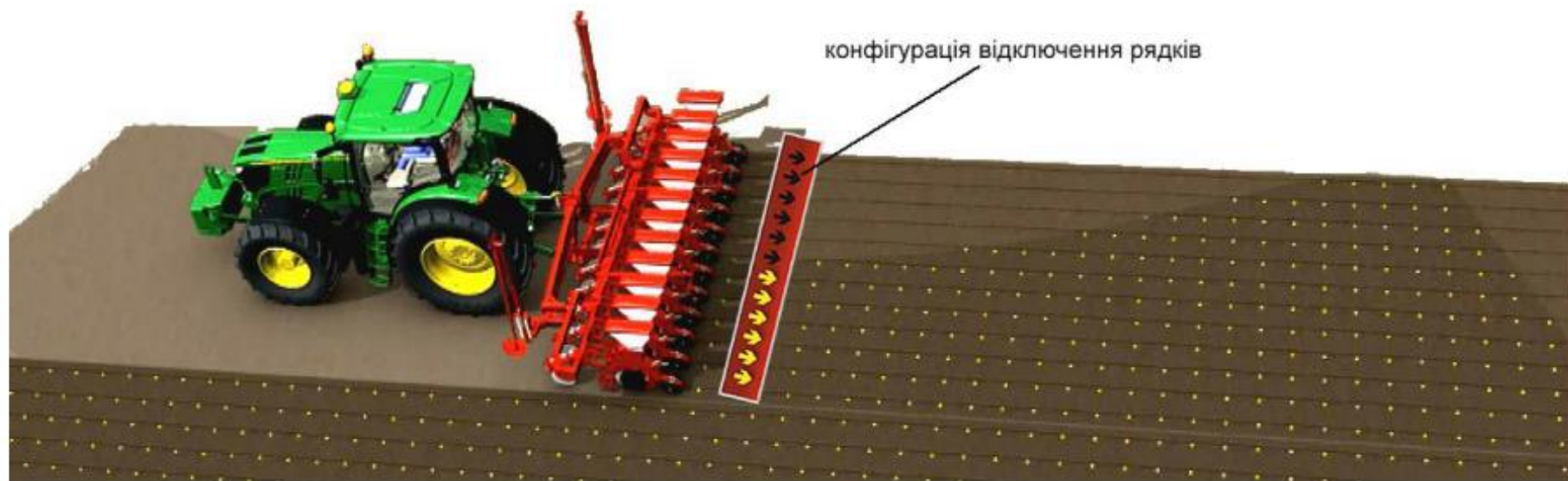
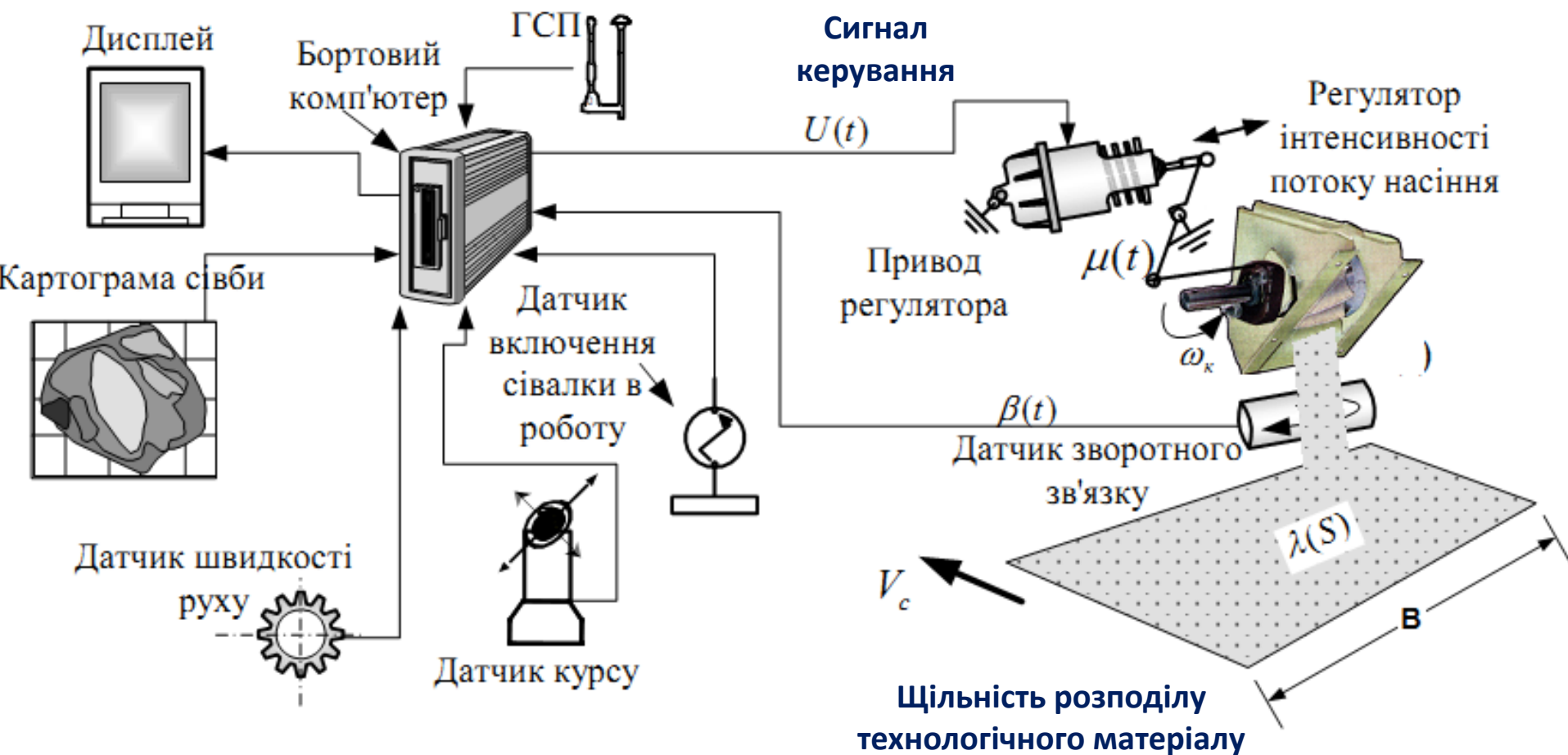
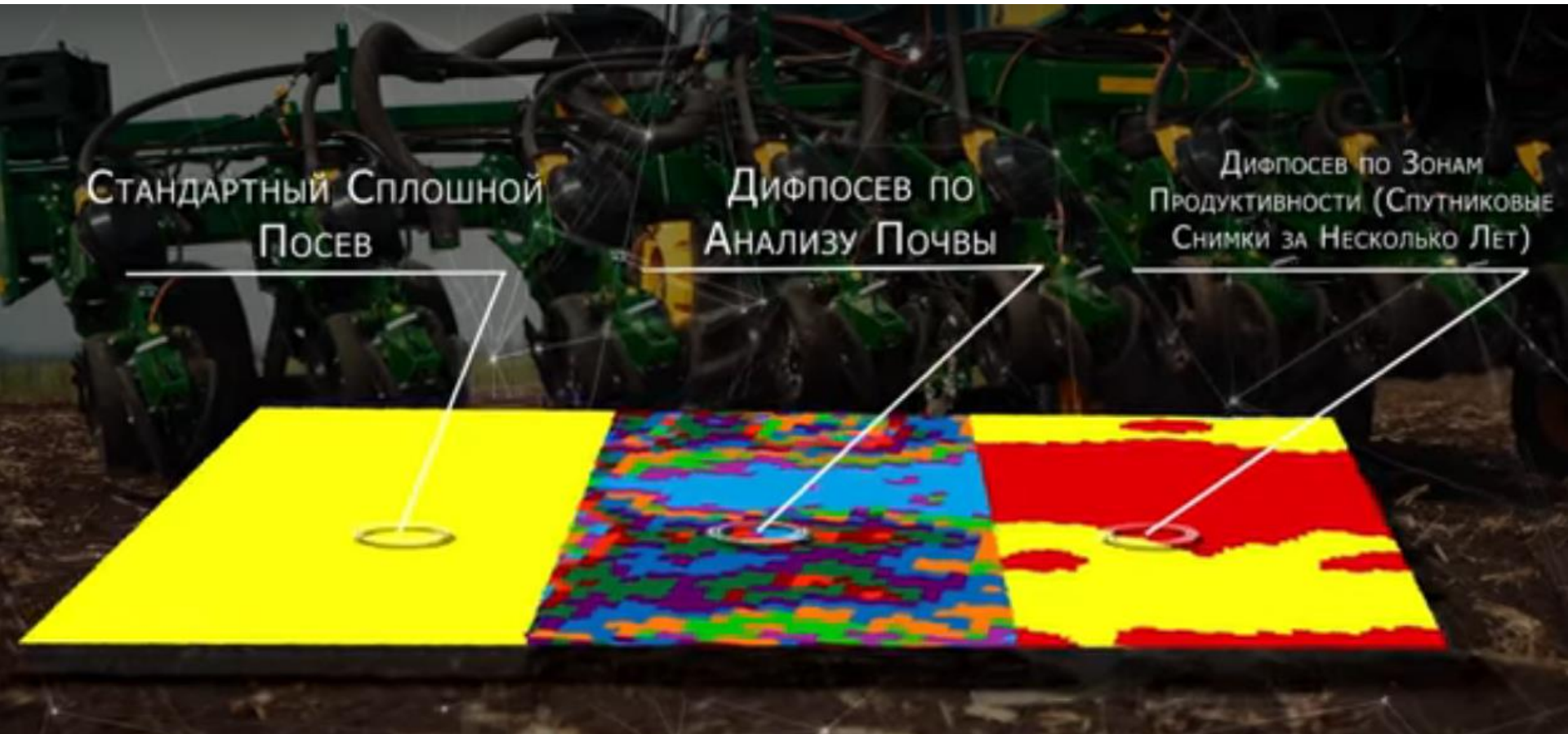


Рис. Місцевизначена сівба з можливим варіантом відключення висіву насіння в рядках.

Схема обладнання для керування щільністю розподілу насіння на площі поля



Дифференційований посів



<https://www.youtube.com/watch?v=g3fl976ouRI>

КАРТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОСІВУ

Технології



Паралельне водіння



Управління нормами

Обладнання



Автопілот



RTK 2-4 cm



Висівний апарат



Датчик висіву



Контролер висіву



Електро-двигун

Контроль



Моніторинг висіву



Моніторинг сходів



Моніторинг стану посівів



Карта-завдання на посів



Карта виконання операції



Найпростіша опція при посіві – можливість відімкнення секцій сівалки на перекриттях. Якщо поля неправильної форми, то ця опція забезпечить економію в **2-3 % посівного матеріалу.**

11

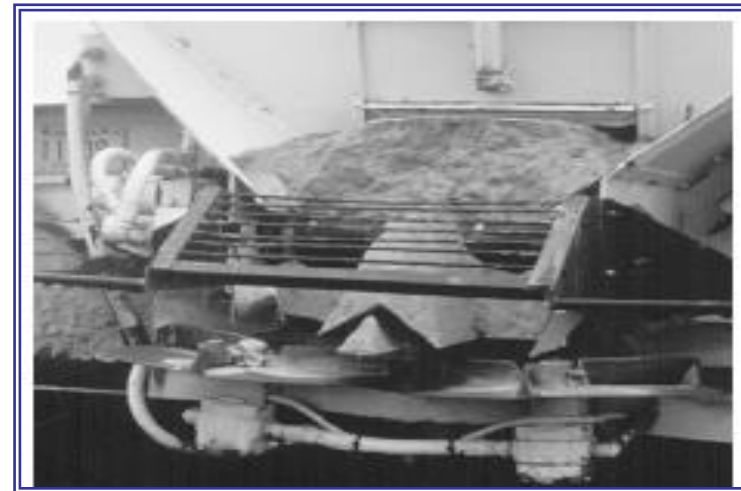
2. Машини для внесення сухих хімікатів



Машини для внесення сухих хімікатів із змінними нормами в межах поля можуть бути обладнані як дисковими розкидачами, так і пневматичними механізмами.

Норми внесення регулюється за допомогою заслінки і конвеєра, що подає сухий матеріал на обертові диски, які розподіляють його по полю.

Норма внесення сухих хімікатів може бути змінена двома способами: за допомогою регулювання ступеня відкриття заслінки або за допомогою зміни швидкості руху стрічки транспортера.



12

Пневматичні розкидачі, що дозволяють вносити агрохімікати зі змінними нормами складаються з бункера і пневмопроводів, що йдуть від дозатора до точок внесення даних хімікатів.

Варійована (змінна) кількість сухих хімікатів знаходяться в підвішеному стані в повітряному потоці.

Сухі продукти розподіляються за допомогою відбивачів, які встановлюються на кожному з випускних отворів, розподілених рівномірно на штанзі розкидача.



13

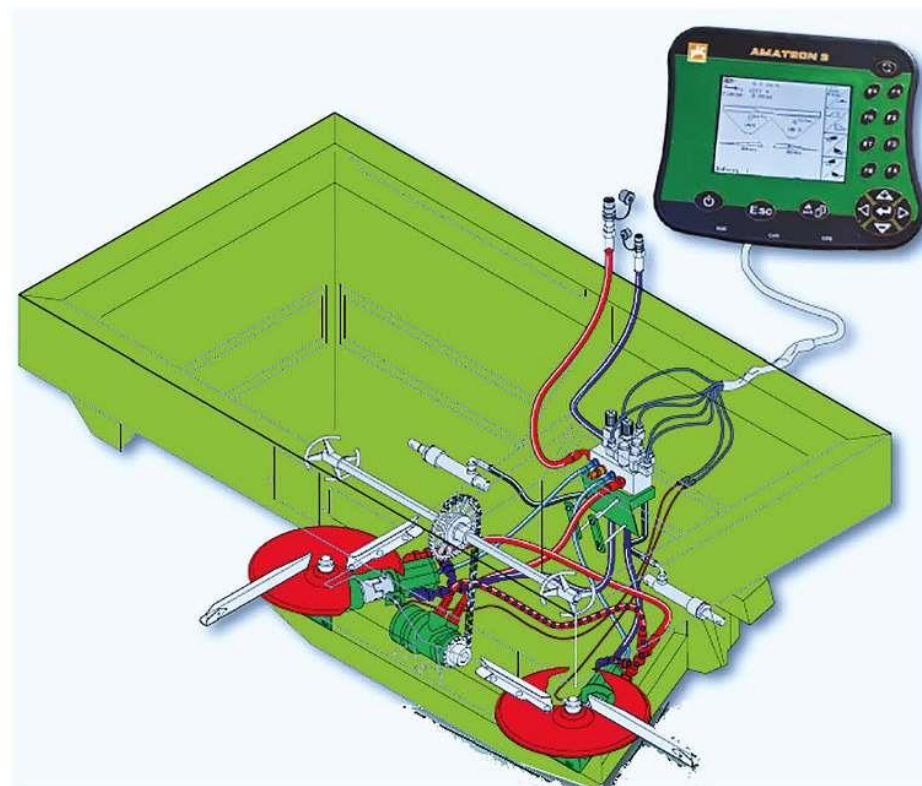
KUHN AGT 6036



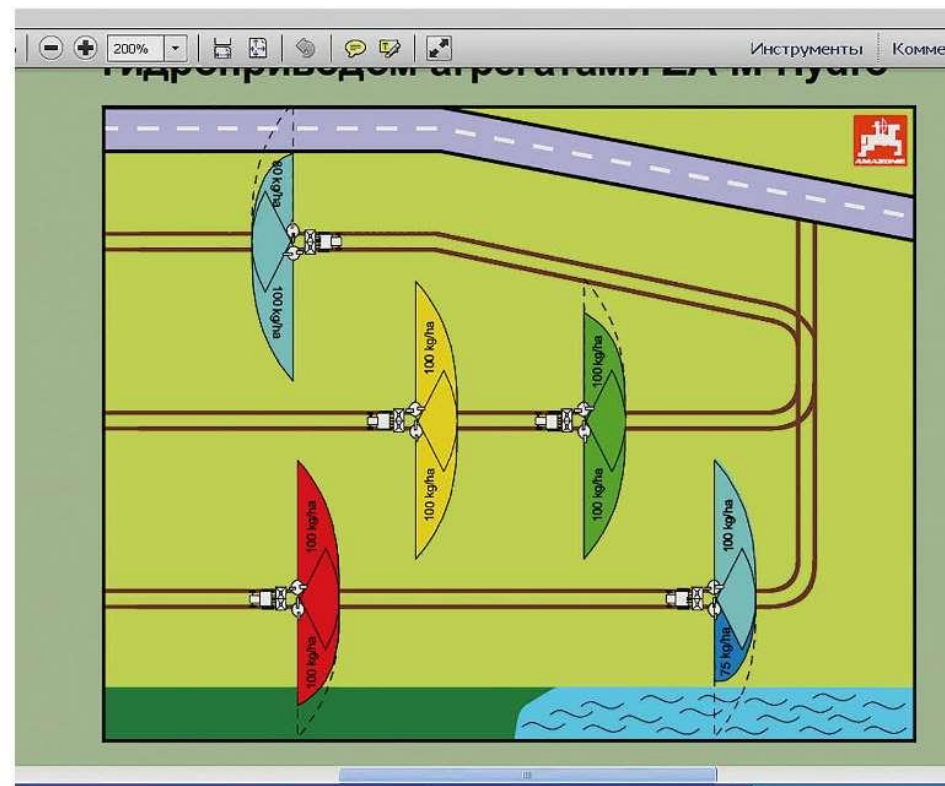
www.kuhn.com

14

Основною перевагою такої системи приводу є змінна регульована ширина захвату на краях і клиновидних ділянках поля. Програмоване безступеневе вимикання секцій запобігає надмірному або недостатньому внесенню добрив на великих площах.



а

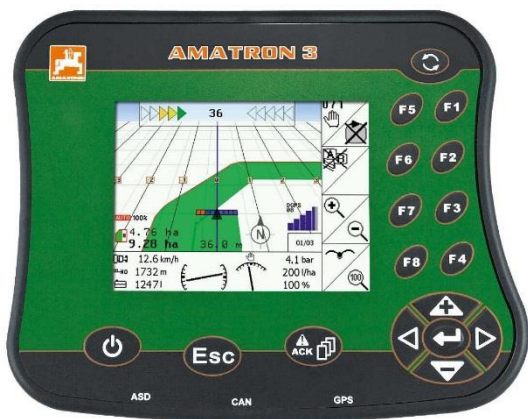


б

Рис. Розкидач мінеральних добрив гідравлічним приводом розкидних дисків моделі ZA-M Hydro терміналом AMATRON 3 (а) та схема внесення добрив на різних ділянках поля

15

Програмне забезпечення GPS-Switch терміналу AMATRON3 забезпечує автоматизоване та точне управління ZA-M Profis Hydro: за допомогою точного визначення місця розташування через супутникову навігаційну систему (DGPS), вмикання і вимикання розподільника добрив здійснюється в повністю автоматичному режимі і з точним позиціонуванням. Те ж саме належить і до точного налаштування ширини захвату.



Додаткове програмне забезпечення Software для AMATRON3 за допомогою GPS вимикає привід і розкидні диски на поворотній смузі і краях поля. Уже при першому об'їзді поля із увімкненою системою обмеження розподілу бортовий комп'ютер запам'ятовує границі поля.

За цими даними бортовий комп'ютер, залежно від параметрів агрегату (ширина захвату, дальність розкидання і т. д.), визначає, у яких позиціях на полі потрібно увімкнути або вимкнути агрегат і налаштувати ширину захвату.

КАРТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ



Диференційоване внесення мінеральних добрив дозволяє економити **10-15%** матеріалів та до **30 %** на їх вартості.

16

3. Машини для внесення рідких хімікатів

Агрегати для внесення рідин із змінними нормами (польові обприскувачі) створені для того, щоб розподіляти по полю робочі розчини агрохімікатів з регульованими витратами (одиниці об'єму за одиницю часу).



Норма внесення препаратів (об'єм на одиницю площі) залежить як від витрати робочої рідини, так і від швидкості руху агрегату по полю. Таким чином, для підтримки встановленої норми внесення препаратів необхідно контролювати **швидкість руху агрегату** поряд з **регулюванням витрати робочого розчину**, для компенсації можливих змін швидкості руху.

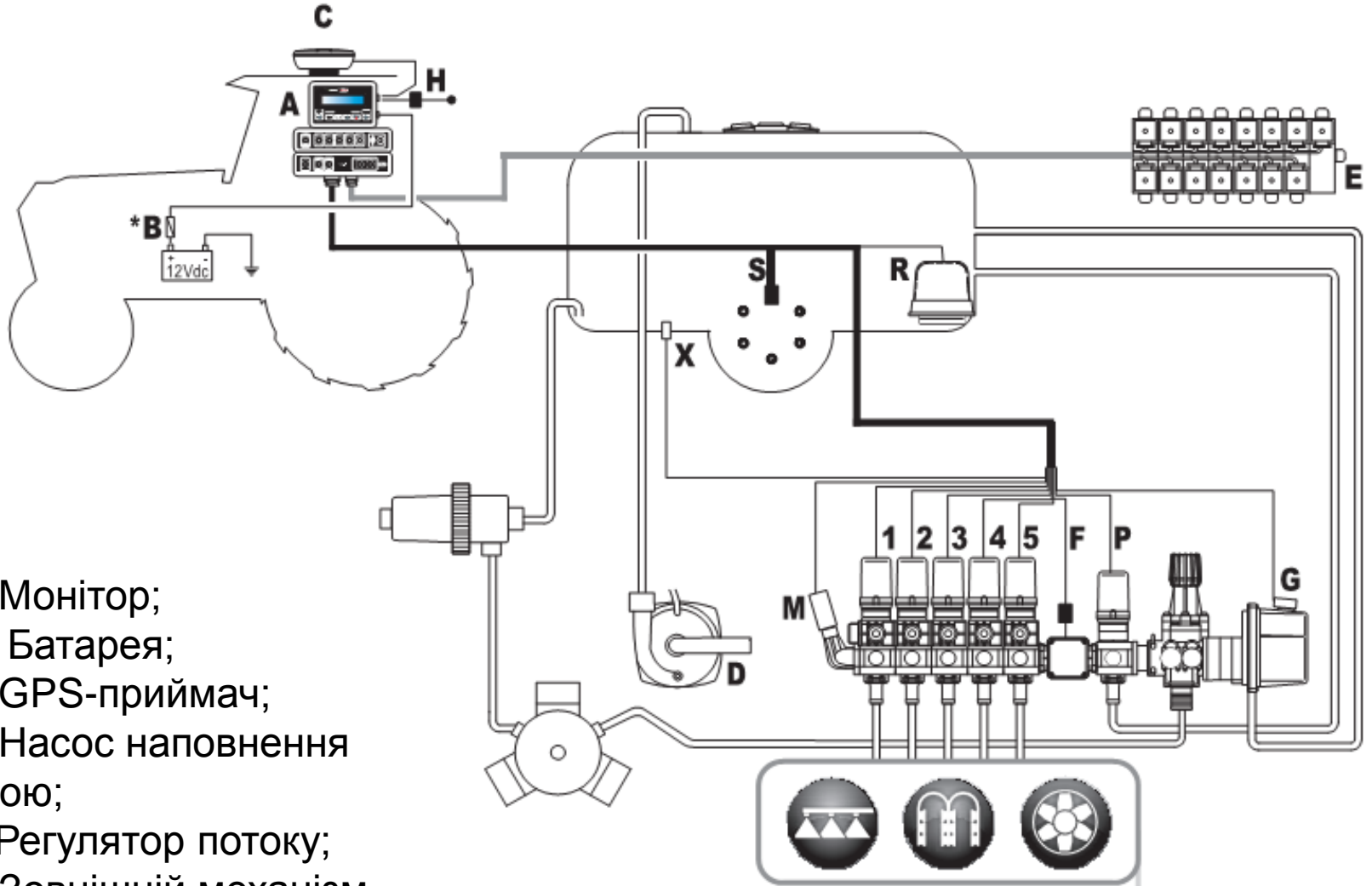
Найголовнішими факторами, які негативно впливають на точне дотримання заданої норми виліву, є рельєф поля і буксування.

Дотримати сталу швидкість в польових умовах майже нереально, а її відхилення від заданої при сталому тиску робочої рідини веде до наступних змін норми:

- ± 1 км/год $\pm (10-20)$ л/гектар;
- ± 2 км/год $\pm (20-40)$ л/гектар.

17

Схема системи автоматизованого керування обприскувача



A - Монітор;
B – Батарея;
C - GPS-приймач;
D - Насос наповнення водою;
F - Регулятор потоку;
H - Зовнішній механізм управління;
X - Датчик рівня;
M - Датчик тиску;

R – Пінний маркер;
S – Датчик швидкості;
P – Регулюючий клапан;

G – Головний клапан;
«1-5» - Клапани секції;
E - Гідравлічний блок

18

Контролери обприскувачів, які регулюють роботу витратних клапанів, бувають двох типів: засновані на параметрах потоку або величинах тиску.



Розпилювачі звичайних польових обприскувачів сконструйовані так, щоб працювати в дуже вузькому діапазоні робочих тисків, тому зміна тиску впливає на форму факела розпилу і розмір крапель робочого розчину.

Регулювання витрати в значних межах за допомогою зміни робочого тиску досить складне. Для вирішення даної проблеми були створені обприскувачі у яких на кожному випускному отворі встановлюється декілька різних розпилювачів.

Вибором розпилювача з необхідним діаметром отвору управляє контролер обприскувача. Різні комбінації розпилювачів можуть бути підібрані для отримання широкого діапазону витрат робочої рідини.

19

Перемикаючи розпилювачі з різними діаметрами отворів на ходу можна добитися зміни витрати робочої рідини без регулювання робочого тиску системи і погіршення параметрів розпилу.

Регулювання тиску на форсунках змінює форму факела розпилу.

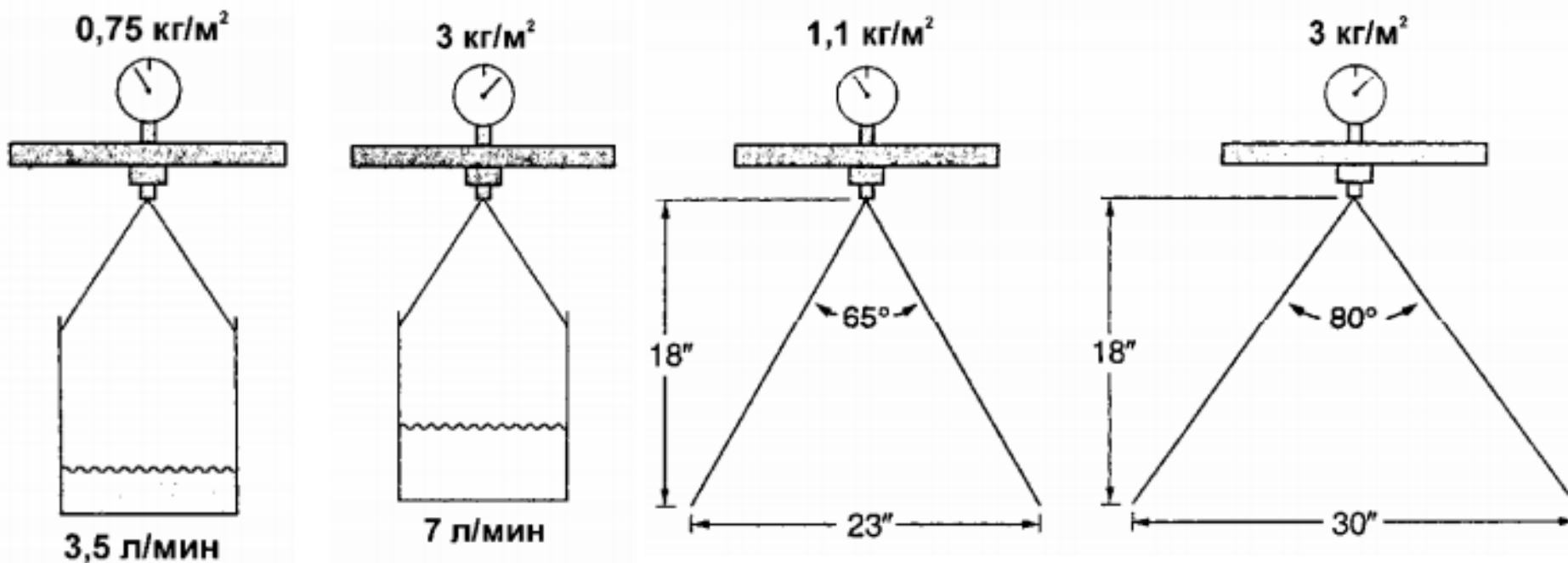


Рис. Регулювання тиску на форсунках змінює форму факела розпилу

20 Система GreenStar Sprayer Pro від John Deere



КАРТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ЗЗР



Автоматичне відключення секцій обприскувача економить **від 10% до 25% ЗЗР** залежно від геометрії та рельєфу полів.

21

Одним з різновидів мінеральних добрив, що вносяться в рідкій формі під високим тиском за допомогою спеціального обладнання, є безводний аміак.

Безводний аміак – NH_3 - неорганічна сполука, безбарвний газ із різким задушливим запахом, легший за повітря, добре розчинний у воді. Це ефективне висококонцентроване азотне добриво (82,2 % азоту), яке вносять на задану глибину безпосередньо в доступну для рослини зону.








Основні переваги застосування безводного аміаку:

- Безводний аміак застосовують як основне (передпосівне) добриво під усі культури і вносять під передпосівну культивуацію та восени – під зяблеву оранку;
- Застосування безводного аміаку на 47% здешевлює вартість робіт порівняно з твердими азотними добривами;
- Рівномірний розподіл в орному шарі та більша доступність азоту рослинам;
- Вартість 1 т д.р. азоту на 35 % нижче вартості в гранульованих добривах.

Застосування технологій в агросфері

ВИБІР АГРАРІЇВ

				
МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОСІВІВ	ОБМІР ПОЛІВ	КАРТОГРАФУВАННЯ	ВНЕСЕННЯ ЗЗР І ДОБРІВ	ОХОРОННІ ФУНКЦІЇ



	30 хв
	50 га
	10 м/с
	7 000 м
	від 42 000 грн

DJI PHANTOM

- Оперативний моніторинг полів
- Висока точність ідентифікації проблемних ділянок з GPS прив'язкою
- Контроль якості виконання сівби, оброблення ґрунтів
- Контроль якості роботи сільськогосподарської техніки
- Диференційоване внесення добрив
- Високоточне обмірювання полів з урахуванням рельєфу
- Підрахунок сходів та біологічної врожайності

СТАН РИНКУ

\$12 МЛН
РИНОК
ДРОНІВ
В УКРАЇНІ



40%
ДРОНІВ
У СІЛЬСЬКОМУ
ГОСПОДАРСТВІ



ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ AGRAS T16



Рис. Схема розташування основних елементів Agras T16

Під **безпілотним літальним апаратом** – розуміють літальний апарат, який літає та сідає без фізичної присутності пілота на його борту. Це мобільні, автономні, запрограмовані на виконання певних функцій літальні апарати, які найчастіше конструктивно виконані у вигляді чотири-, і шестироторного гвинтокрила – відповідно квадрокоптера і гексакоптера.

Завдяки просунутим програмним рішенням можна запланувати не тільки порядок виконання робіт, але і створити плани полів та планувати роботи на певних ділянках, щоб заощадити час і сили для подальших завдань.



Manual Operation

Manual Plus

A-B Route Operation



Рис. Відображення режимів роботи на пульту дистанційного керування Agras T16

Один із методів планування полів з використанням програмного продукту від **DJI Terra**, це – універсальне і просте у використанні рішення для картографування, розроблене для допомоги фахівцям в оцифруванні реальних сценаріїв.

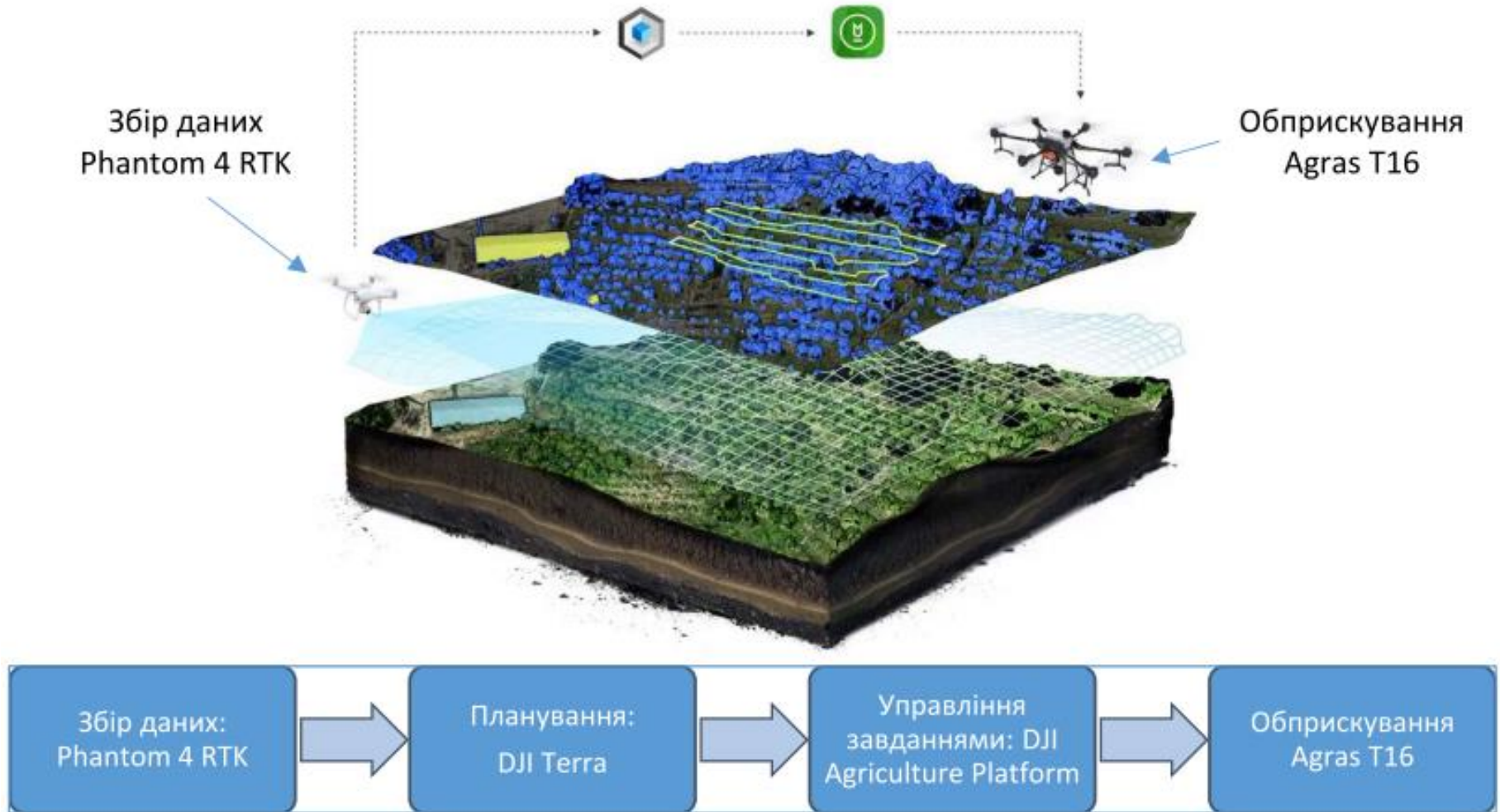


Рис. Тривимірне планування маршруту



Рис. Схема робочої ділянки для визначення продуктивності Agras T16

DJI Agras T16 Tutorial M (Manual Plus)



4. Компоненти системи диференційного внесення матеріалів

Технології варіабельного внесення, засновані як на використанні карт, так і на використанні сенсорів в основному складаються з однакових компонентів.

Системи автоматичного контролю ТВВ складаються з трьох основних компонентів:

1. Сенсорів (позиціонування, тиск і витрата, швидкість відносно ґрунту);

2. Контролери внесення;

3. Виконавчий механізм.

Сенсори для технологій варіабельного внесення

В даний час для ТВВ розроблено такі ґрунтові сенсори і сенсори стану рослинного покриву:

• Сенсори вмісту органічної речовини в ґрунті

• Сенсор вологості ґрунту

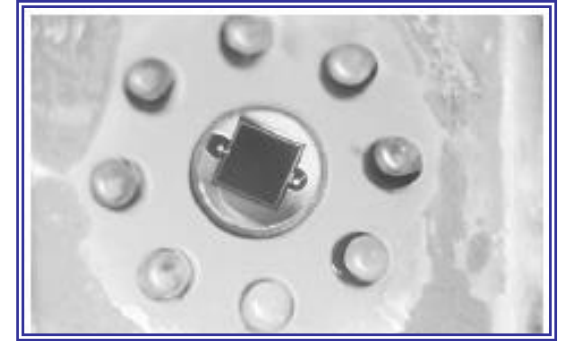
• Сенсор радіації, відбитої від вегетативної маси с.г. культур і бур'янів

• Сенсори забезпеченості ґрунту елементами живлення рослин

23 Сенсори вмісту органічної речовини в ґрунті

Кілька видів сенсорів використовують відбите від поверхні ґрунту світло для визначення **вмісту органічної речовини** в ньому.

Джерела світла з довжиною хвилі, що знаходиться в червоній та ближній зонах інфрачервоного спектру, направляються на ґрунт. Світлочутливі елементи фіксують світло, яке відбилося від її поверхні.



Чим темніший ґрунт, тим менше світла падає на світлочутливий елемент.

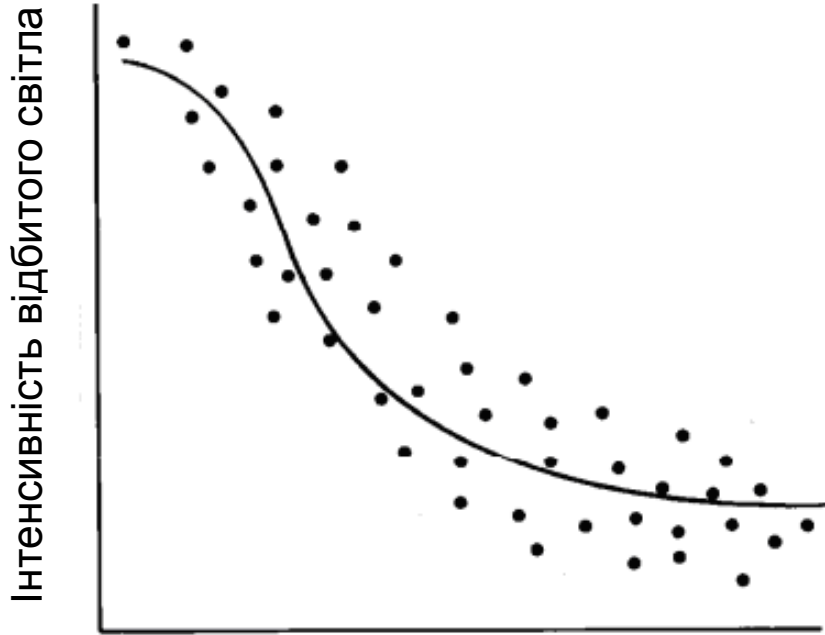
Фотодіод вимірює інтенсивність світла, відбитого від поверхні ґрунту

Сенсор вологості ґрунту

Сенсори вмісту вологи в ґрунті можуть ґрунтуватися на інтенсивності відбитого світла, як і у випадку з сенсорами вмісту органічної речовини, і також ґрунтуватися на ступені електропровідності ґрунту.

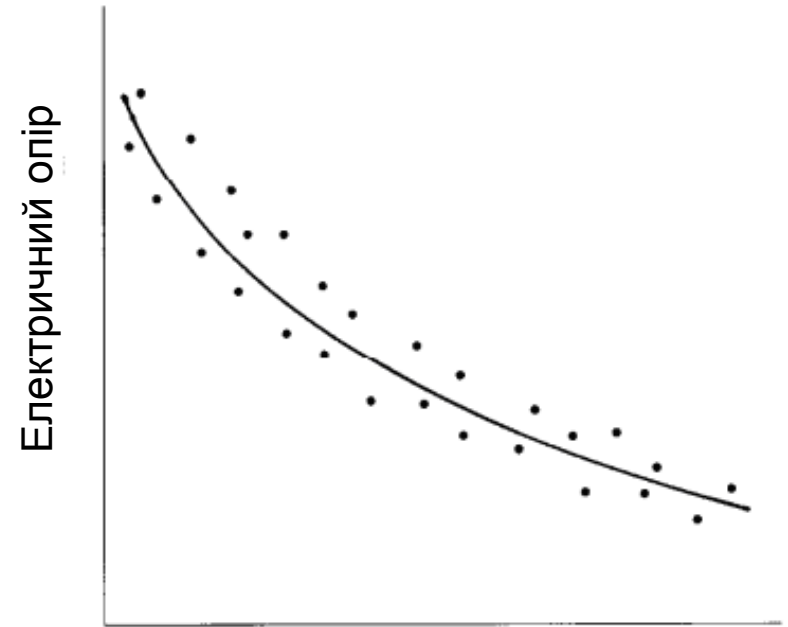
Електричний опір або опір електричному струму ґрунту знаходиться в залежності від вмісту вологи в ґрунті. Однак, інші чинники, такі як гранулометричний склад ґрунту і вміст легкокорозчинних солей, можуть впливати на електропровідність ґрунту.

Ключ успіху в кореляції електричних властивостей ґрунту з вмістом вологи в ньому полягає в методах, які використовуються для аналізу сигналів, отриманих від сенсора.



Вміст вологи в ґрунті

Залежність інтенсивності відбитого світла від вмісту вологи в ґрунті



Вміст вологи в ґрунті

Залежність електропровідності ґрунту від вмісту вологи

25

Оптичні датчики

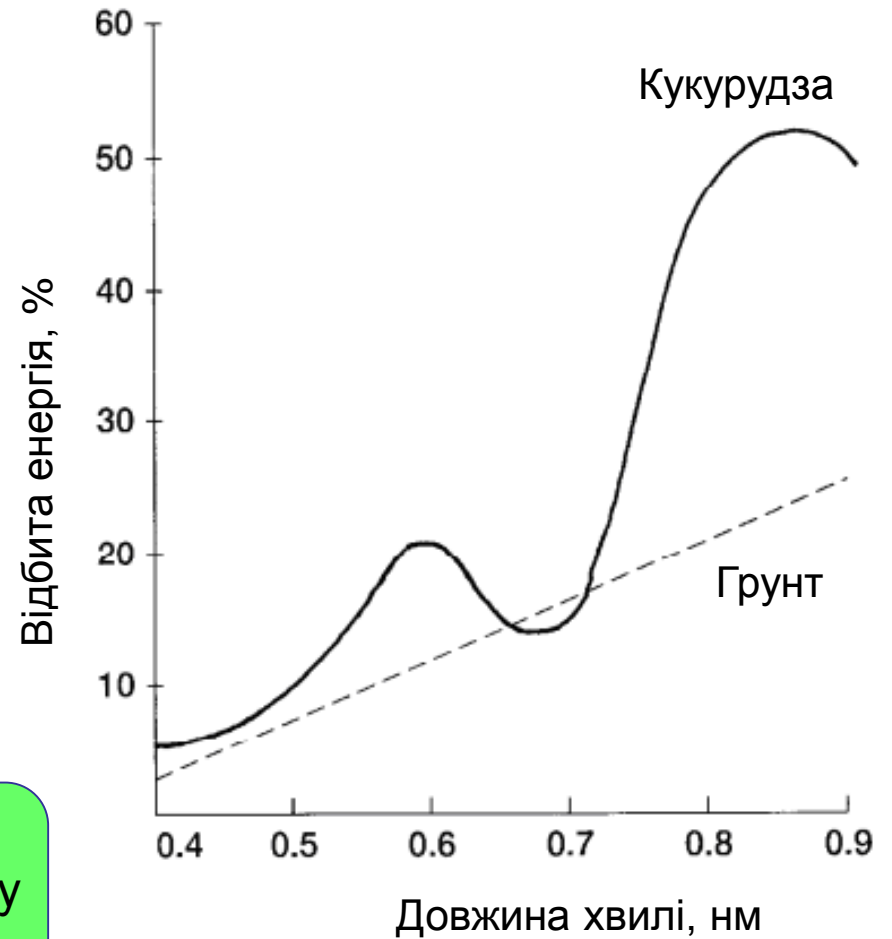
Оптичні датчики можуть також використовуватися для того, щоб відрізнити рослини від ґрунту.

Темний ґрунт і зелене листя рослин відбивають світло різних довжин хвиль. Це може бути корисним, якщо зелене листя рослин є листям бур'янів і фермер на основі цього хоче застосувати гербіциди селективно.

Також рослини, які відчувають дефіцит поживних речовин або піддаються впливу патогенних організмів, відбивають світло інших довжин хвиль, ніж здорові рослини.



Оптичний датчик безконтактний. Реєструє зміни світлового потоку в контрольованій області, пов'язане зі зміною положення в просторі будь-яких рухомих частин механізмів і машин, відсутності або присутності об'єктів.



Відбивні характеристики ґрунту і рослин на різних довжинах хвиль

26

Pottinger отримав срібну медаль Agritechnica Innovation Award за систему **Sensosafe** на [Agritechnica 2017](#).

Sensosafe - це сенсорний брус, який встановлюється прямо на жатку комбайна для виявлення тварин, які сховалися в полі. Оптичні інфрачервоні датчики з інтегрованими світлодіодними лампами виявляють тварин під час руху машини. У разі виявлення на гідравлічну систему жатки подається сигнал, і вона підіймається.

Інфрачервоні датчики були розроблені спеціально для цієї системи. Вони здатні однаково ефективно виявляти тварин, зокрема оленят, як вдень, так і вночі, а також ігнорувати такі перешкоди, як грудки землі, нарітні кроти.



Сенсори тиску є пристроями, які генерують електричний сигнал, величина якого пропорційна тиску рідини.

Сенсори тиску використовуються в системах внесення рідких хімікатів для того, щоб виміряти тиск зрідженого газу або робочих розчинів.

Сенсори тиску використовуються в деяких обприскувачах для регулювання форми розпилу. Сигнал будь-якого з сенсорів повинен бути сумісний з сигналом прийому контролера обприскувача.

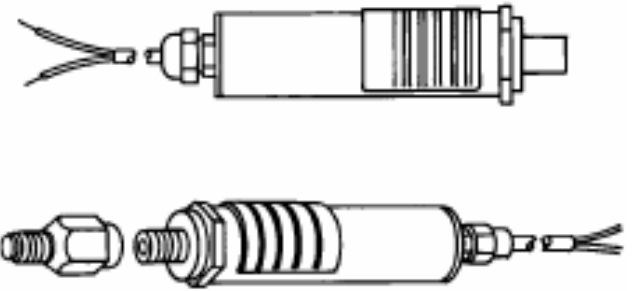


Рис. Звичайний сенсор тиску з металевою діафрагмою

Датчики витрати (або витратоміри) - пристрої, що вимірюють кількість рідини, що пройшла через трубку або шланг за одиницю часу. Датчики витрати можуть бути призначені для вимірювання потоку суспензій або чистих рідин.



Лопастний витратомір Wolf

Деякі витратоміри вимірюють об'ємну швидкість потоку (обсяг за одиницю часу), а інші вимірюють питому масову витрату (маса за одиницю часу).



Система подачі рідини FlowMax 221



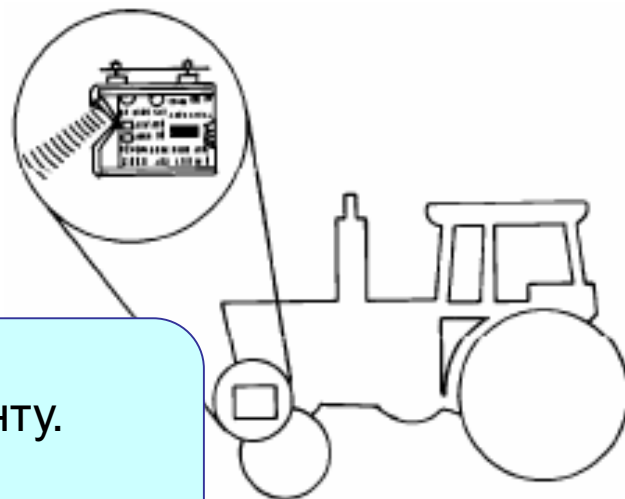
Сенсор швидкості - пристрій, який вимірює швидкість обертання вала. Сенсор обертання валу або тахометр, найбільш підходить для контролю частоти обертання валів, таких як ротор комбайна.

Вони не дають точної швидкості відносно поверхні ґрунту, якщо використовуються для вимірювання частоти обертання мостів транспортних засобів, так як між рушіями (колеса) і поверхнею ґрунту завжди існує пробуксовка.

Радарні або ультразвукові сенсори найбільш часто використовуються в ролі сенсорів швидкості відносно ґрунту і можуть вимірювати справжню швидкість руху агрегату незалежно від пробуксовки коліс.

Існують сенсори, що вимірюють швидкість руху по відображенню радіохвиль або звукових хвиль від ґрунту. Поки сигнал сенсора відбивається від відносно рівної поверхні (наприклад, дорожнє покриття або не покритий рослинністю ґрунт) точність роботи таких пристроїв відмінна.

Нерівності ґрунту, які створюються рослинними залишками, можуть викликати помилку у вимірі швидкості відносно ґрунту.



29

Контролерами називаються пристрої, що змінюють норму внесення матеріалів при русі агрегату по полю. При їх роботі використовуються мікропроцесори, які зчитують показання сенсорів і розраховують необхідну норму внесення на основі прийнятого для розрахунків алгоритму.

У контексті ТВВ, **алгоритм** - це формула, яка пов'язує разом дані, одержувані від сенсорів або карт, з нормами внесення, регульованими роботою насосів і клапанів сільськогосподарських машин.

Алгоритми використовуються для контролю роботи агрегатів для внесення хімікатів відповідно вимог до норми внесення, заздалегідь розрахованої та встановленої фермером, консультантом або виробником контролера.



*Trimble NavController 3,
GPS автопилот контролер
CNH Case, New Holland*

30 Виконавчі механізми обладнання

Виконавчі механізми (робочі органи) – механізми, що приймають сигнали від контролерів і на їх основі змінюють норми внесення препаратів на поле.

Відповіддю виконавчих механізмів машини на сигнал контролера можуть бути висунення, втягування або обертання валів/штоків, відкриття і закриття заслінок, зміна швидкості.

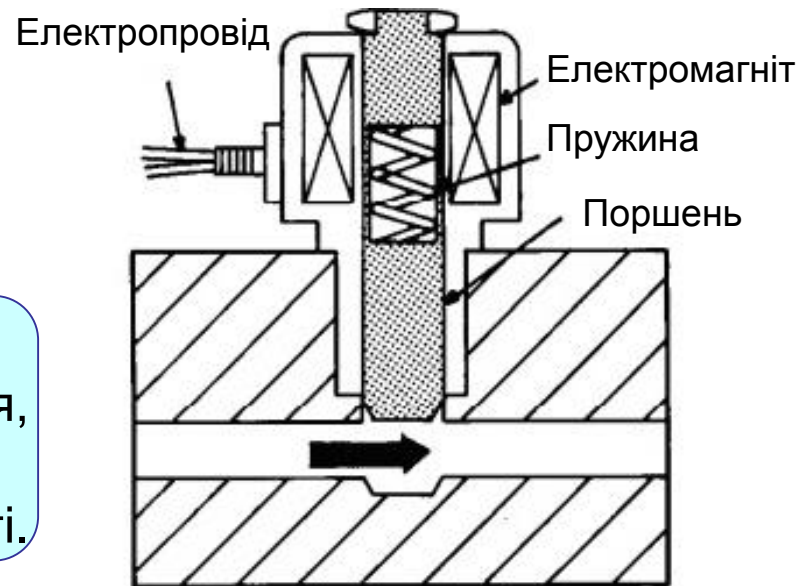
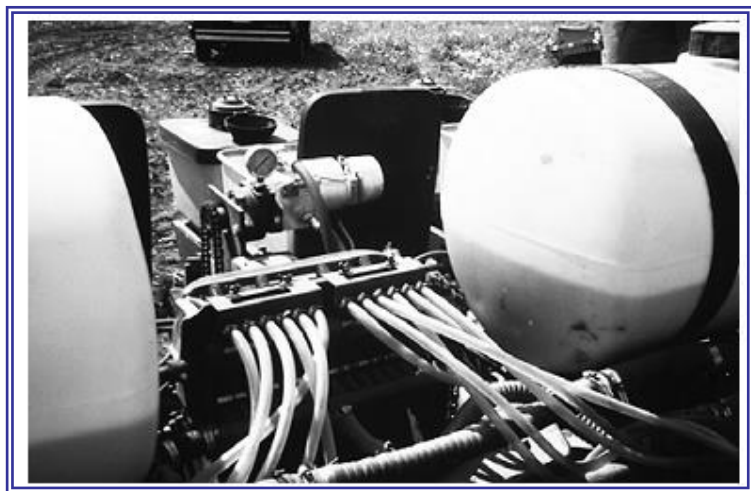


Рис. Електромагнітний клапан – виконавчий механізм, що відкриває або закриває клапани на основі одержуваних електричних сигналів, тим самим змінюючи інтенсивність потоку рідин через них

Рис. Електромотори і гідравлічні приводи з регульованою швидкістю також є виконавчими механізмами

Виконавчі механізми можуть використовуватися для регулювання ступеня відкриття заслінок, тим самим регулюючи інтенсивність потоку гранульованих матеріалів на транспортері. Вони також можуть змінювати витрату насоса зазвичай використовуються для перекачування розчинів рідких добрив.



30%

30%

100%

30%

80%

80%

90%

100%

Дякую за увагу!

Тема 8

Економічна ефективність точних агротехнологій в землеробстві.

Пріоритетні напрямки розвитку СТЗ



Кафедра Агроінженерії та ТС
Дисципліна "Система точного землеробства"
Лектор к.т.н., ст. викладач Холодюк О.В.

Тема 8. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТОЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ. ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СТЗ

Зміст

1. Ефективне управління агровиробництвом на базі технологій ТЗ
2. Ефективність впровадження елементів ТЗ на прикладі системи паралельного водіння
3. Розрахунок економії мінеральних добрив при використанні системи диференційного внесення добрив та застосуванні системи паралельного водіння агрегату.
4. Розрахунок економії мінеральних добрив при використанні системи диференційного внесення добрив та застосуванні системи паралельного водіння агрегату
5. Розрахунок економії коштів в результаті підвищення продуктивності техніки при використанні СТЗ.
6. Перспективи розвитку і освоєння точного землеробства в країні і світі.

Література

1. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deere Publishing, 2004, 159 с. (русский перевод А.Г. Тарика, В.А. Забалуев).
2. Циганенко М.О. Система точного землеробства. Конспект лекцій з елементами кредитно-модульної системи організації навчального процесу з курсу “Система точного землеробства” – Х.: ХНТУСГ, 2015. – 80 с.
3. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник/ С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.П. Поліщук. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с. (ст. 48 – 73. ГІС технології у рослинництві).

Ефективне управління аграрним виробництвом можливе із впровадженням «точного» виробництва продукції, яке ґрунтується на комплексі інформаційних, виробничих технологій та технічних засобах, що визначені для планування і досягнення максимального прибутку від реалізації сільськогосподарської продукції.



Рис. 1. Економія витрат і рентабельність продукції за запровадження СТЗ

3

Використання елементів точного землеробства є важливим механізмом управління витратами, що дозволяє підвищити конкурентоспроможність продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку.

Сучасні принципи організації та управління точним виробництвом базуються на *інформаційному, технологічному, технічному та фінансовому* забезпеченні.

Виробництво сільськогосподарської продукції при точному землеробстві включає в себе велику кількість елементів, але всіх їх можна розбити на три основні етапи:

- збір інформації про господарство, поле, культуру;
- аналіз інформації та прийняття рішень;
- виконання рішень – проведення агротехнологічних операцій.





Рис. 2. Економіко-інформаційна структура точного аграрного виробництва

5

При виборі технології диференційованого внесення мінеральних добрив для впровадження в аграрне виробництво необхідно враховувати не тільки її економічну ефективність, але і соціальну та екологічну доцільність, а також технічну реалізацію в умовах конкретного регіону.



Економічний ефект (прибуток) від використання раціональної технології диференційованого способу внесення мінеральних добрив з урахуванням внутрішньої неоднорідності родючості ґрунтів кожного поля може бути отриманий за рахунок:

- **зниження дози добрив**, порівняно із середньою розрахунковою дозою, при отриманні рівного врожаю сільгоспкультур (зростання окупності добрив);
- **підвищення врожайності** в результаті точного внесення елементів живлення у необхідних кількостях;
- **економії експлуатаційних витрат** і витрат праці на транспортування, підготовку і внесення добрив при зниженні витрати добрив;
- **зростання цін** на сільгосппродукцію високої якості (однорідність зерна, підвищення цукристості, крахмальності, олійності тощо).

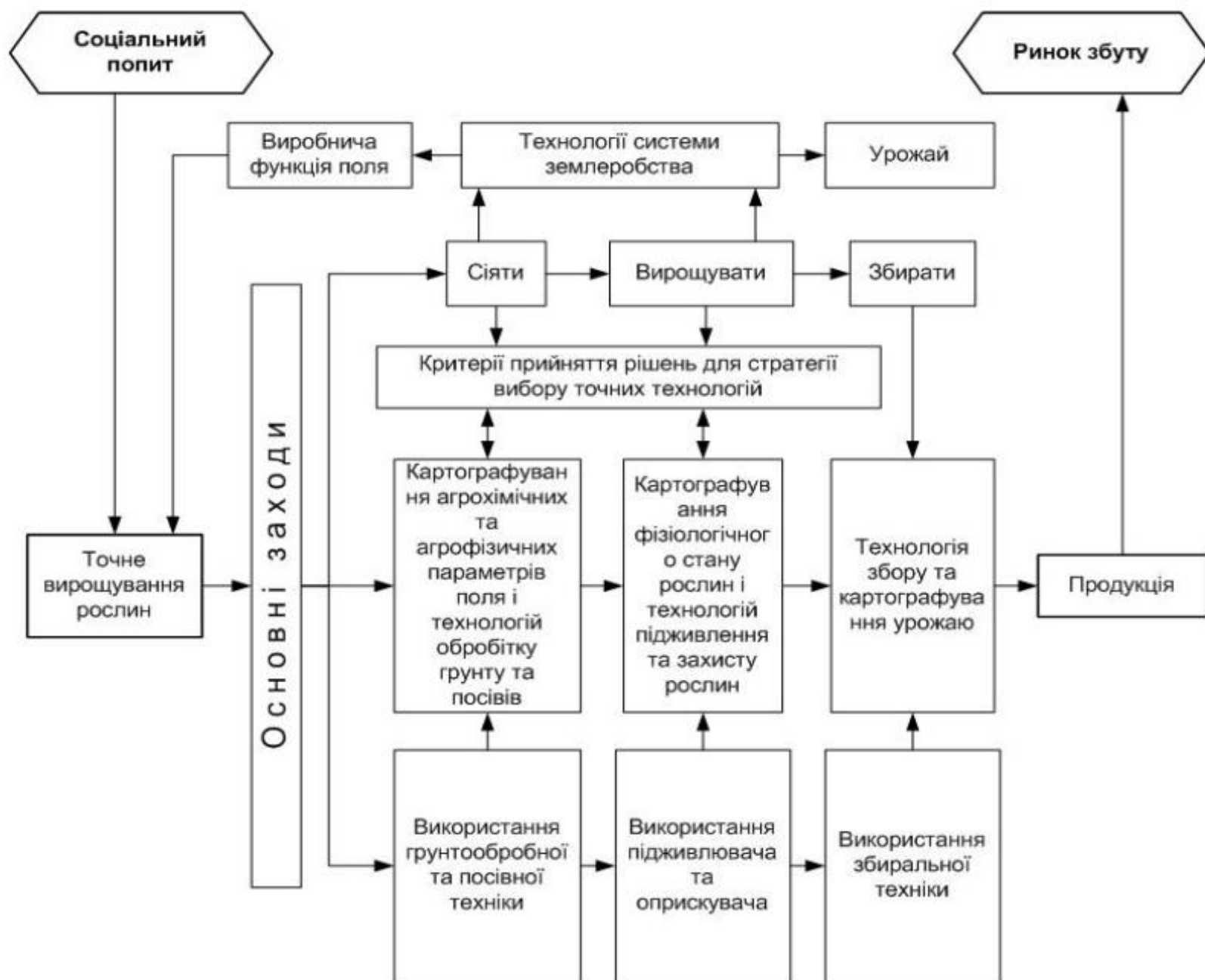


Рис. 3. Агроекономічна архітектура виробництва сільськогосподарської продукції на базі елементів точних технологій землеробства

7

Системний підхід у точному агровиробництві забезпечує послідовність виконання технологічних операцій, починаючи із сучасних підходів та методів дистанційного зондування Землі і закінчуючи конкретними агроприйомами з урахуванням гетерогенності (різномірності) відповідних полів та безперервної оцінки фітосанітарного стану посівів.



Використання техніки нового покоління в сучасному веденні аграрного виробництва, її сумісність, адаптивність до відповідних ґрунтово-кліматичних умов дозволяє науковоємним технологіям оптимізувати ресурсну базу виробництва і визначити оптимальну технологію агровиробництва із використанням автоматизованих систем управління на основі геоінформаційних систем.

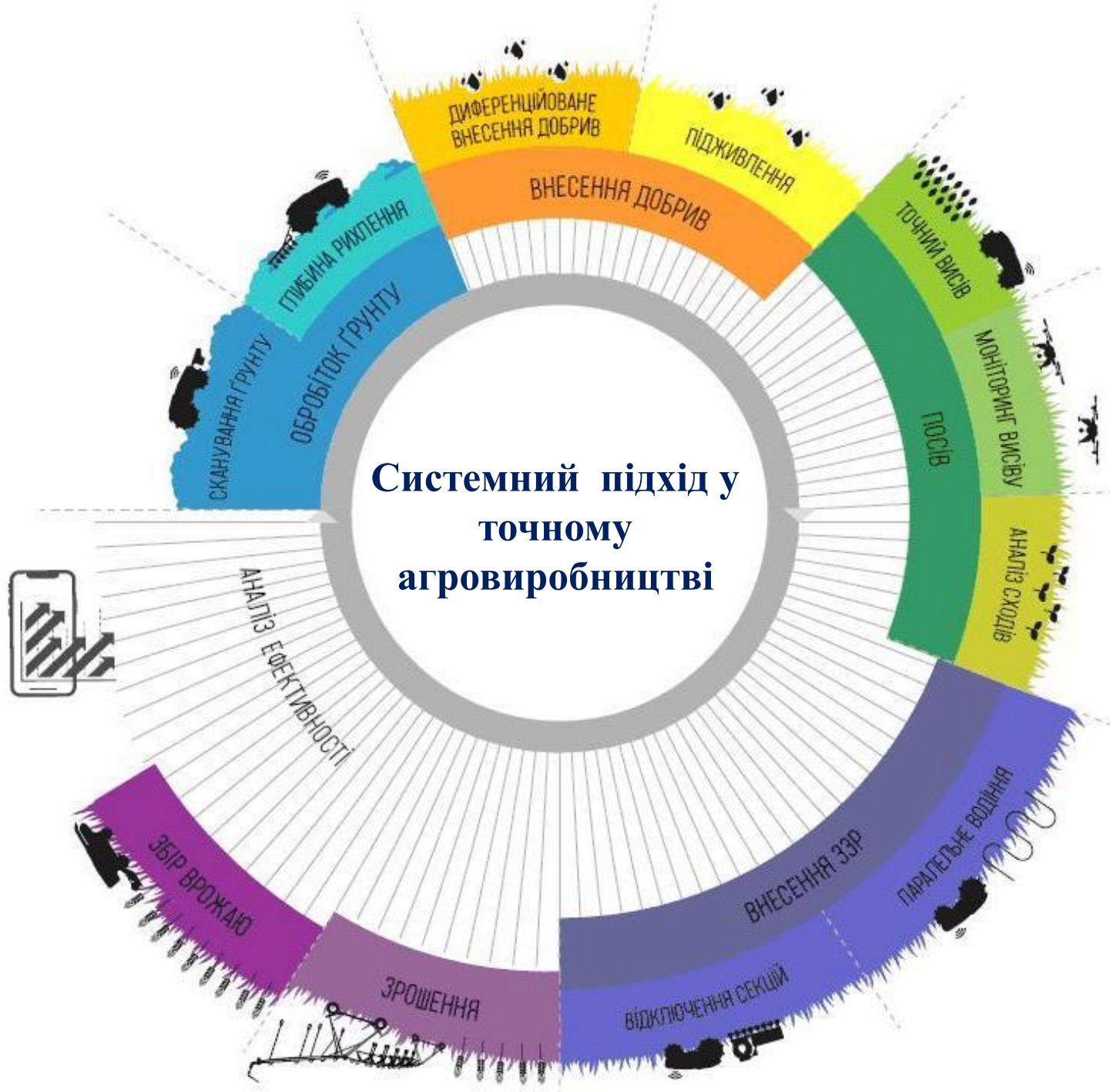




Рис. 3. Структура програмно-аналітичної системи точного агровиробництва

10 Темпи впровадження елементів ТЗ у господарства продовжують зростати, і поступово вимальовуються так звані Smart-технології землеробства на основі керування цифровими даними.

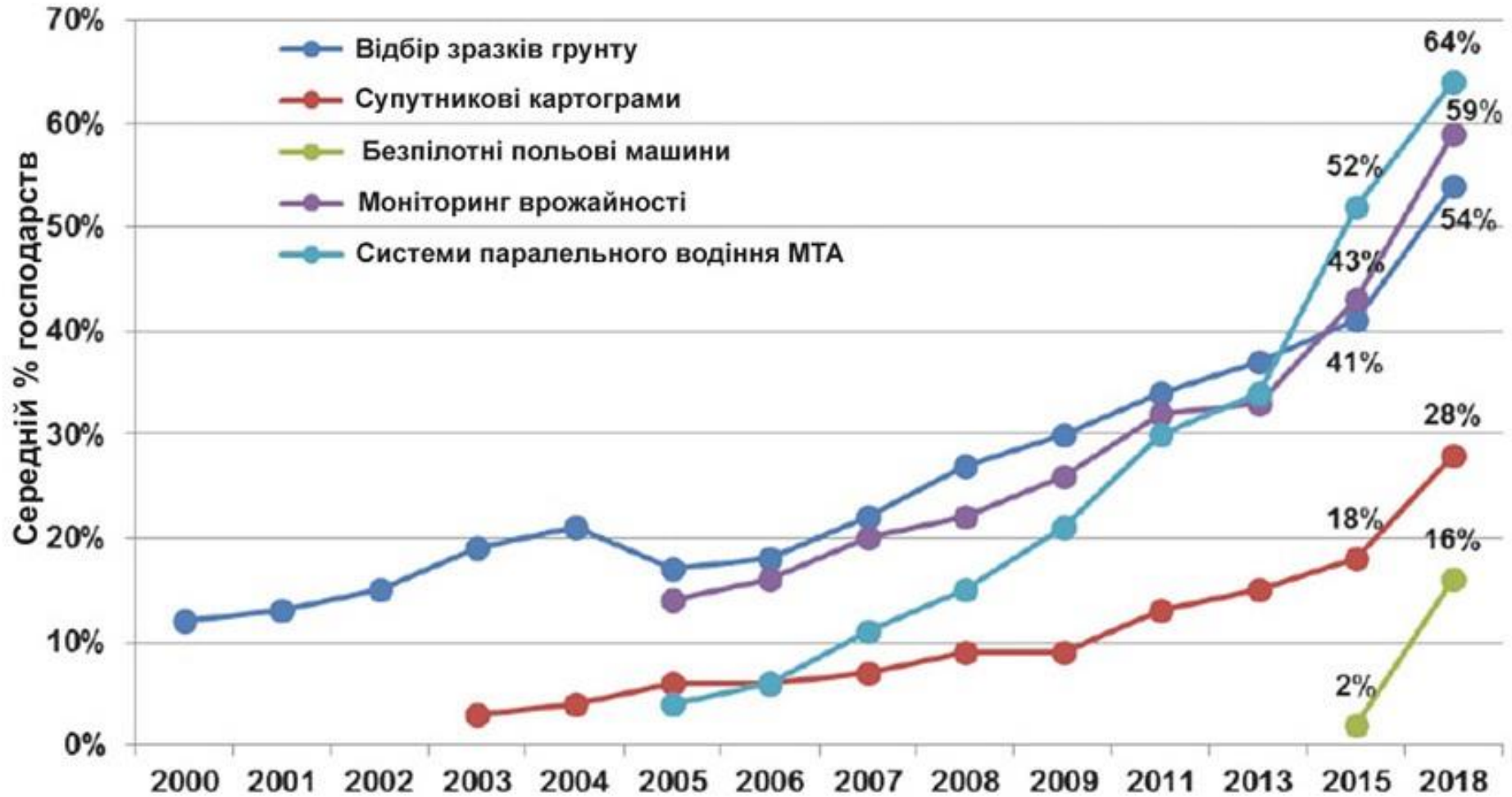


Рис. 4. Темпи впровадження елементів точного землеробства

11 Точне землеробство (Precision Farming Agriculture) – практичне застосування норм внесення технологічних матеріалів відповідно до конкретних унікальних особливостей кожної елементарної ділянки поля.

Диференційне внесення матеріалів дозволяє:

- значно зменшити затрати на насіння, добрив та ЗЗР;

- забезпечити оптимальний вміст поживних речовин в ґрунті;



- покращити екологічну обстановку ґрунту;

- підвищити врожайність і якість одержаних с.г. культур.

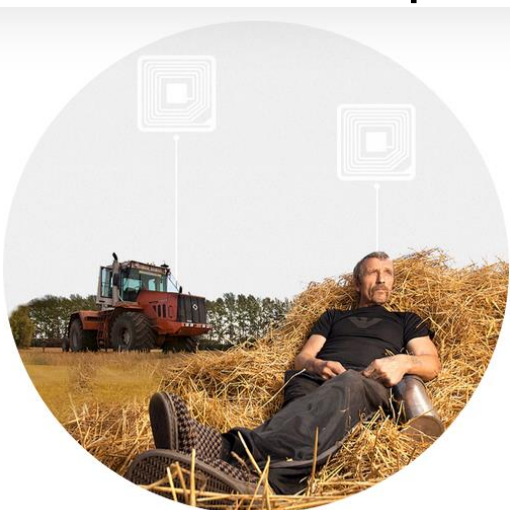


12 Необхідно відпрацювати систему паралельного чи автоматичного руху агрегатів по полю, що дозволить зменшити до мінімуму можливі перекриття чи пропуски.

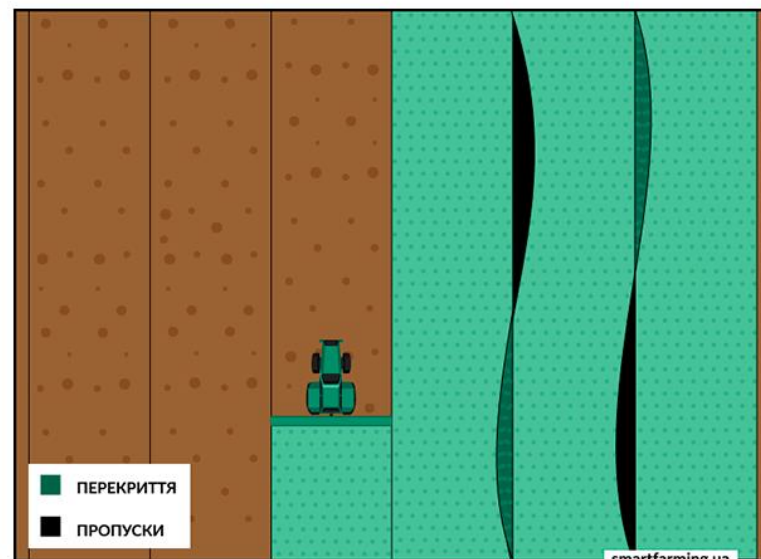
Завдяки використанню курсовказівників чи автопілотів зменшуються витрати палива, добрива та насіння **до 20 %**.



Дані системи дозволяють виключити вплив "людського фактору" і зменшити величину огріхів при обробітку на **5...10 %** і перекриттів на **15...20 %**.



**Мінус
людський фактор**



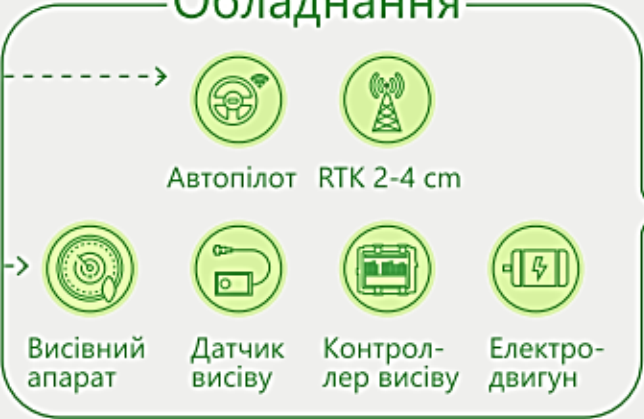
КАРТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОСІВУ

Технології

 Паралельне водіння

 Управління нормами

Обладнання



Контроль

 -> Моніторинг висіву

 Моніторинг сходів

 Моніторинг стану посівів



 Карта-завдання на посів

 Карта виконання операції

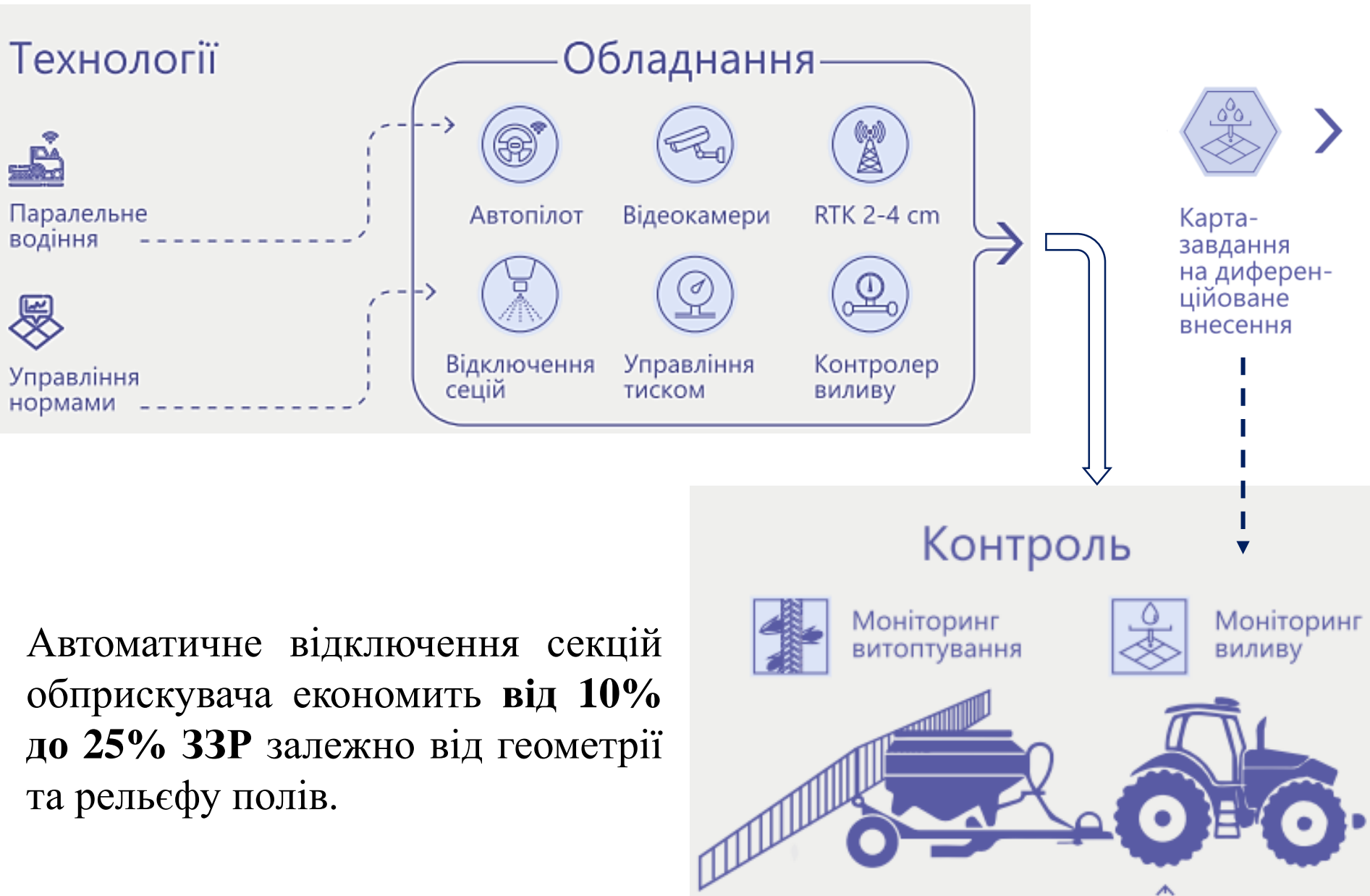


Найпростіша опція при посіві – можливість відімкнення секцій сівалки на перекриттях. Якщо поля неправильної форми, то ця опція забезпечить **економію в 2-3 % посівного матеріалу.**

14 КАРТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ



15 КАРТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ЗЗР



Ефективність зменшення витрат на ЗЗР

Швидкість руху обприскувача – 10 км/год		Економія ЗЗР		
Ширина захвату		18	27	36
Прямокутна форма Прямі рядки		1,5%	1,5%	1,5%
Прямокутна форма Рядки під нахилом		4,4%	5,8%	7,3%
Паралелограм/трапеція Рядки з перешкодами		3,0%	3,7%	4,4%
Кругла форма Прямі рядки		7,4%	9,2%	11,7%
Складна форма Рядки паралельні контуру		13,0%	18,0%	23,0%



2. Ефективність впровадження елементів ТЗ на прикладі системи паралельного водіння

Можна виділити найпоширеніші засоби точного землеробства:



По-перше, **GPS-обладнання** (навігатор, приймач, модуль) – пристрої, що взаємодіють із космічним супутником, визначаючи точне розташування на Землі будь якого предмета: трактора, сівалки, окремої рослини.

По-друге, **RTK-станція**, яка приймає сигнал із космічного супутника, уточнює його, посилює і прив'язує до конкретної місцевості з високим ступенем точності: ± 2 см. Така станція є особливо необхідною під час роботи за технологіями no-till та strip-till. Радіус дії сигналу RTK-станції – до 50 км, в якому одночасно можуть працювати до 300 транспортних засобів.



19 По-третє, системи паралельного водіння – курсопоказчики, автопілоти, що допомагають досягти точності пересування техніки полями: рухатися з мінімальними перекриттями або без них, чітко об'їжджати перешкоди, сіяти й збирати по технічних коліях.



По-четверте, N-Sensor – датчик, що визначає потребу рослин в азоті під час руху трактора полем, дає змогу змінювати дозу внесення добрива, взаємодіючи з розкидачем або оприскувачем.

По-п'яте, квадрокоптер (дрон) – керований із землі літальний апарат, який може вести аерофотозйомку, стежити за тваринами, локально вносити добрива та ЗЗР.



По-шосте, портативна мобільна метеостанція, яка дає змогу отримувати точні показники температури й вологості, вимірювати атмосферний тиск, на підставі даних робити прогноз погоди на найближчі шість годин.

Для визначення показників ефективності впровадження системи паралельного водіння було проведено розрахунки на прикладі моделювання низки технологічних операцій із підготовчих робіт для посіву соняшника на насіння з використанням усереднених експериментальних даних, отриманих із декількох підприємств Полтавської області (найпоширеніші марки енергомашин та навісного обладнання, витрати пального, добрив, гербіцидів на 1 га і т. ін.).

Розрахунки проведено для площі **1 000 га**.

Для розрахунку ефективності застосування паралельного водіння як приклад розглянуто систему, яка комплектується таким основним устаткуванням: монітор – Trimble Ez-guide 250; комплектуюча антена – AD15, яка забезпечує точність позиціонування з похибкою 15–20 см на безкоштовній основі.



Таблиця 1

Вихідні дані про ціни на витратні матеріали, кінець 2018 р.

Найменування витратних матеріалів та одиниць виміру	Вартість витратних матеріалів, грн.
Паливо. Дизель/за 1 літр	28
Мінеральне добриво. Нітроамофоска/за 1 т	13000
Ґрунтовий гербіцид. Альфа Гетьман/за 1 л	330
Ґрунтовий гербіцид Альфа Прометрин/за 1 л	250

1. Дискування (МТЗ-1025+ АГД-2,4).

Таблиця 2

Результати розрахунку витрат пального на полі 1 000 га
під час дискування з використанням МТЗ-1025+ АГД-2,4

Параметри	Кількісні параметри без застосування паралельного водіння	Кількісні параметри із застосуванням паралельного водіння	Різниця параметрів (+/-)
Гони, к-ть	4546	4256	-290
Пальне, л	8000	7500л	-500

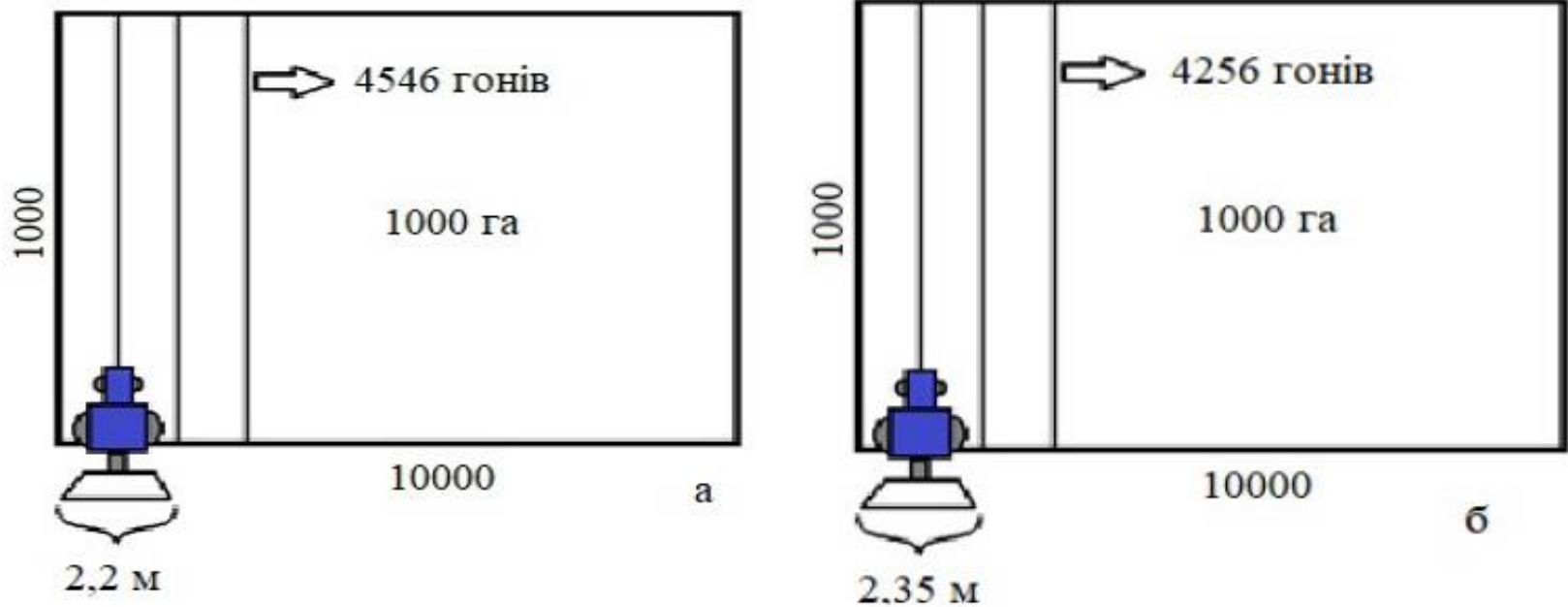


Рис. 1. Схематичне зображення різної кількості гонів та різних захватів під час здійснення дискування (МТЗ-1025+ АГД-2,4) традиційним способом (а) та із застосуванням паралельного водіння (б)

Результати розрахунку витрат пального на площі 1 000 га під час внесення мінеральних добрив із використанням МТЗ-1025+ МВД-900

Показники	Кількісні параметри без застосування паралельного водіння	Кількісні параметри із застосуванням паралельного водіння	Абсолютне відхилення параметрів (+/-)
Гони, к-ть	562	558	-4
Пальне, л	1500,54	1489,86	-10,68
Добриво на перекриття, кг	1124	279	-845

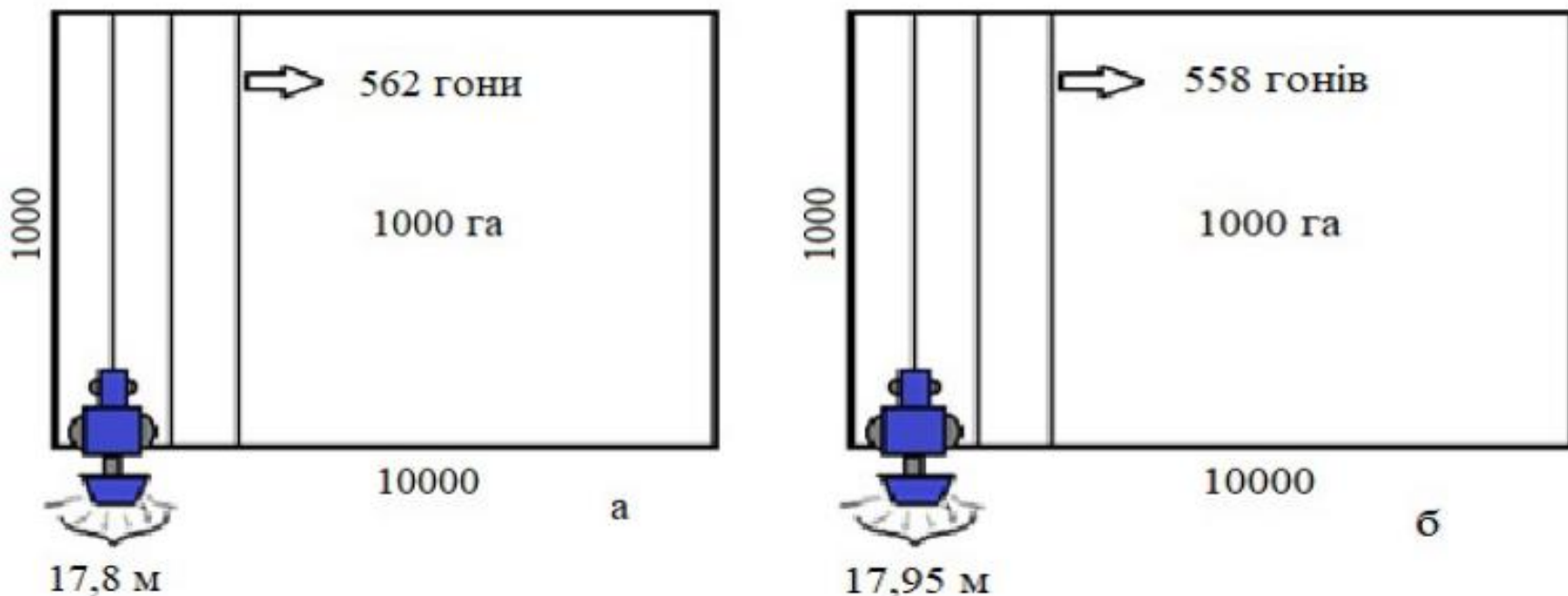


Рис. 2. Схематичне зображення різної кількості гонів та різних захватів під час внесення мінеральних добрив (МТЗ-1025+ МВД-900) традиційним способом (а) та з використанням паралельного водіння (б)

Результати розрахунку витрат пального на полі 1 000 га
під час передпосівної культивування з використанням МТЗ-1025+ КПС-4,2

Параметри	Кількісні параметри без застосування паралельного водіння	Кількісні параметри із застосуванням паралельного водіння	Різниця параметрів (+/-)
Гони, к-ть	2500	2410	-90
Пальне, л	8000	7712	-288

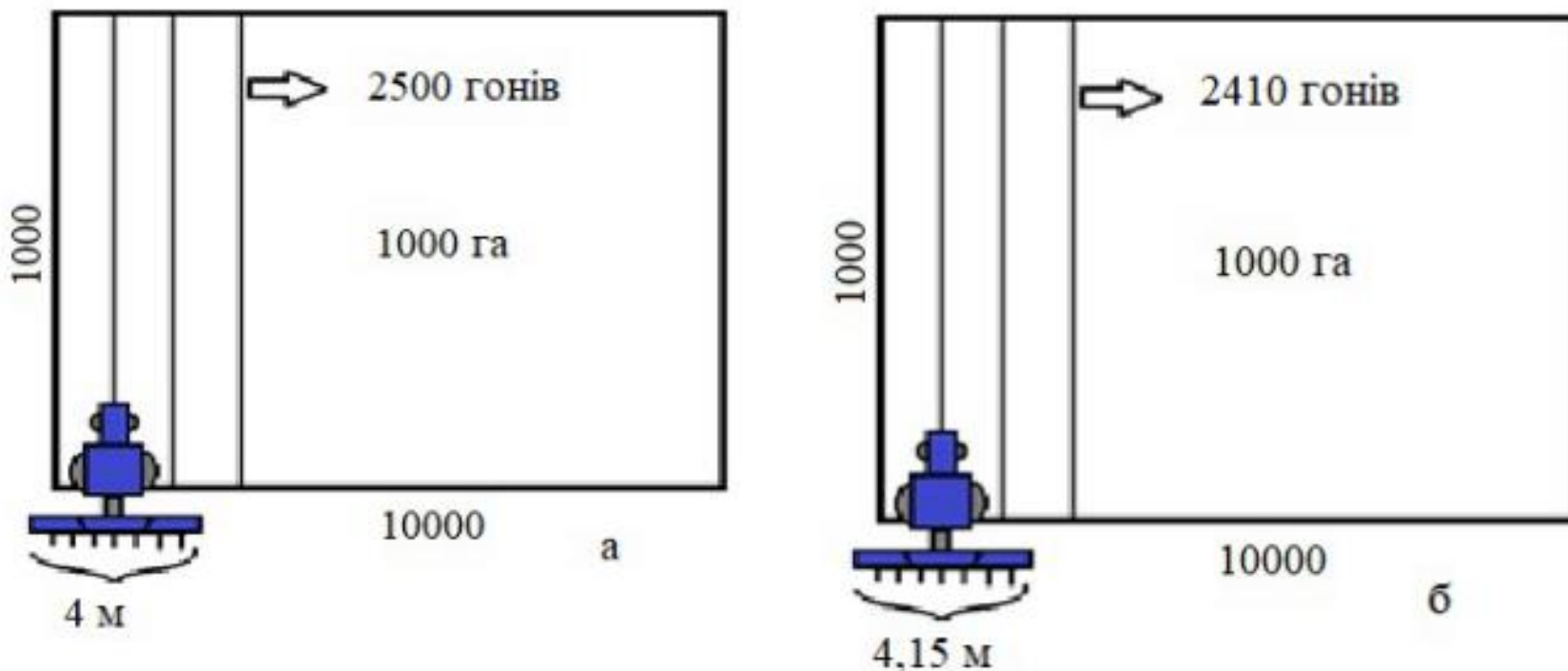


Рис. 3. Схематичне зображення різної кількості гонів та захватів під час здійснення передпосівної культивування (МТЗ-1025+ КПС-4,2)

4. Внесення ґрунтового гербіциду (MT3-1025 + Hardi Commander (24 м)).

Таблиця 5

Результати розрахунку витрат пального на полі 1 000 га під час внесення ґрунтового гербіциду з використанням MT3-1025+ Hardi Commander (24 м)

Параметри	Кількісні параметри без застосування паралельного водіння	Кількісні параметри із застосуванням паралельного водіння	Різниця параметрів (+/-)
Гони, к-ть	421	418	-3
Пальне, л	1500,54	1492	-8,01
Робочий розчин на перекритті, л	2105	522,5	-1582,5
У т. ч. кожного виду гербіциду, кг	16,84	4,18	-12,66

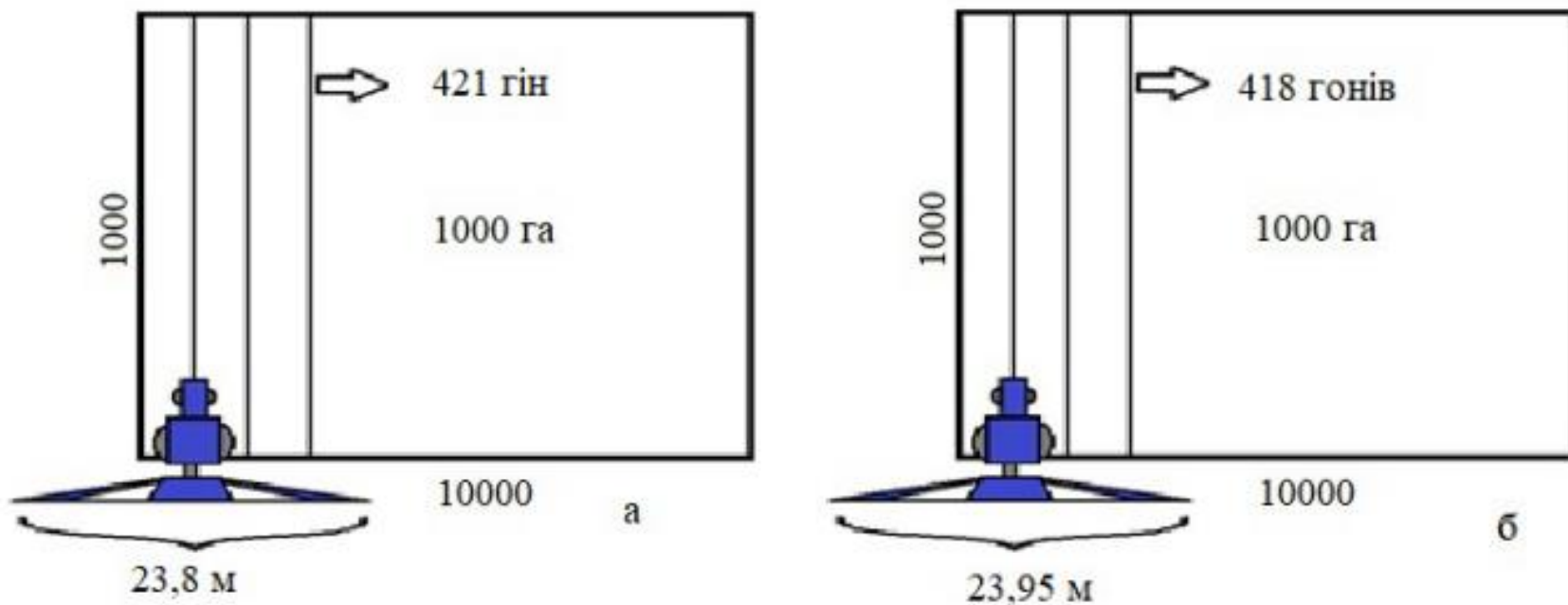


Рис. 4. Схематичне зображення різної кількості гонів та різних захватів під час внесення ґрунтового гербіциду (MT3-1025+ Hardi Commander (24 м))

**Економічний ефект від упровадження систем паралельного водіння
на площі 1 000 га під час виконання передпосівної підготовки ґрунту**

Найменування матеріальних ресурсів	Вартість витратних матеріалів грн/одиницю	Показники за традиційних методів		Показники під час використання систем паралельного водіння		Ефект від використання систем паралельного водіння	
		Кількість, одиниць	Вартість, грн	Кількість, одиниць	Вартість, грн	Кількість, одиниць	Вартість, грн
Пальне, л	28	19001,08	532030,24	18193,9	509428,08	-807,22	-22602,16
Мінеральне добриво на перекриття, Нітроамофоска, кг	13	1124	14612	279	3627	-845	-10985
Ґрунтовий гербіцид на перекриття, Альфа Гетьман, л	330	16,84	5557,2	4,18	1379,4	-12,66	-4177,8
Ґрунтовий гербіцид Альфа Прометрин, л	250	16,84	4210	4,18	1045	-12,66	-3165
Всього, грн	-	-	556409,44	-	515479,48	-	-40929,96

Висновок

Як показують розрахунки, проведені на основі моделювання технологічних операцій для умовного поля площею **1 000 га**, під час упровадження паралельного водіння можна отримати значний економічний ефект (**близько 41 тис. грн.**) за рахунок зменшення витрат завдяки зменшенню площі перекриття на кожному гоні техніки. Лише оцінки передпосівних операцій дають підстави очікувати окупність загальних витрат на технічне обладнання для систем паралельного водіння за один рік.

Результат від впровадження системи паралельного водіння агрегатів

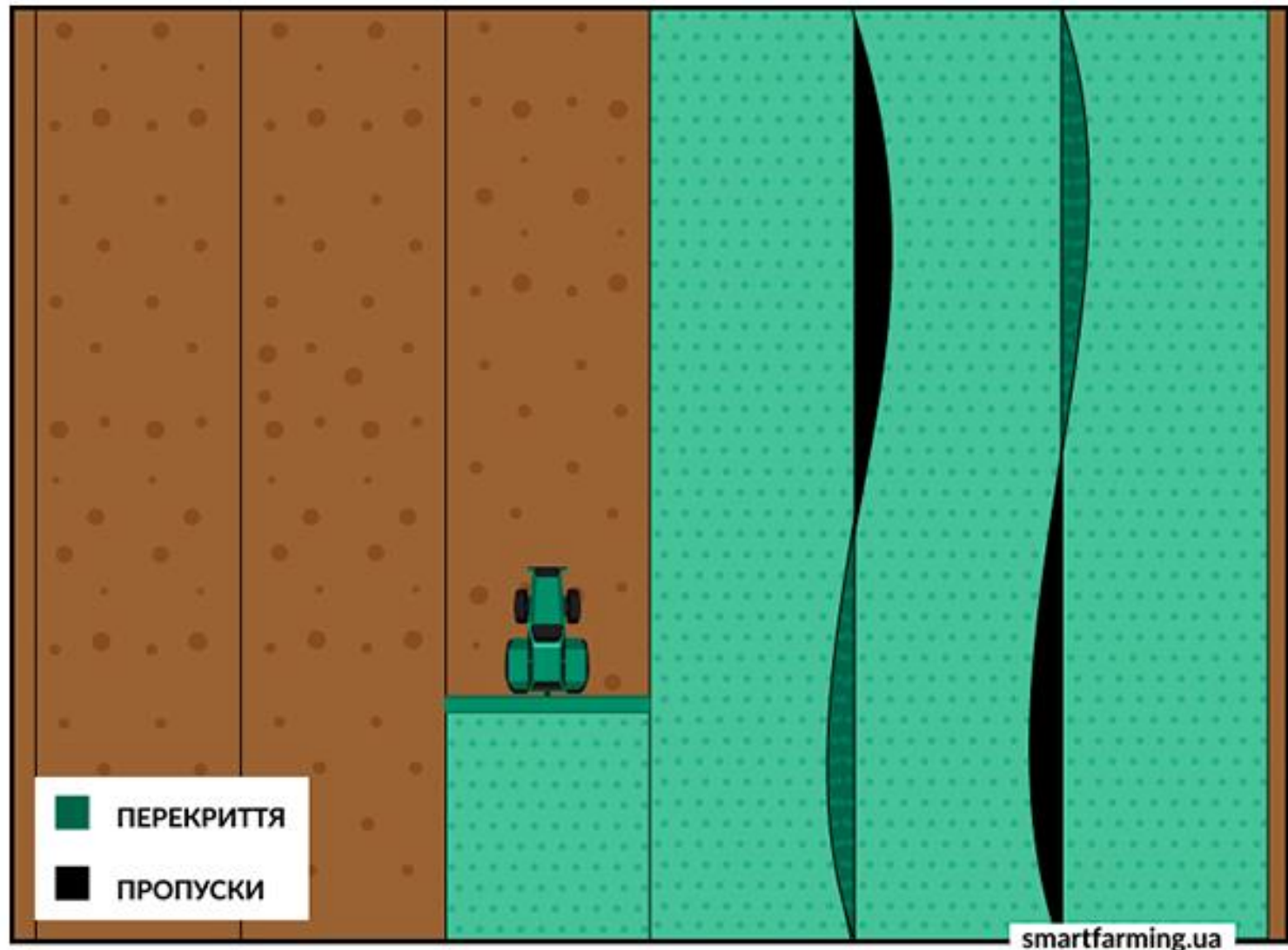
Нові технології та технологічне обладнання з'являються з високою частотою: в системах водіння тепер застосовуються інерційні датчики, ультразвукові сенсори, системи комп'ютерного бачення, супутникові системи позиціонування і так далі.

Всі ці здобутки техніки робляться з однією метою - забезпечити проходження агрегату по полю таким чином, щоб кожна подальша смуга лягала точно по краю попередньої смуги без пропусків і перекриттів.

Хочете економити - ідіть прямо!

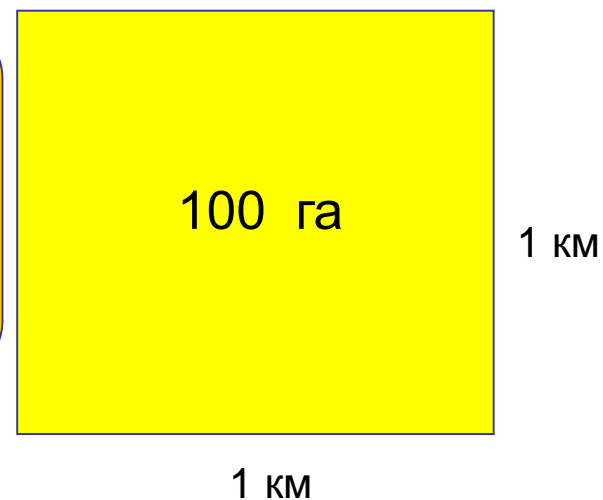


27 Яким би не був тракторист майстром-віртуозом, в його водінні на полі неминучі огріхи.



До чого призводить це «і так згодиться», можна показати на простому прикладі.

Для розрахунку візьмемо ідеальне поле площею га у формі квадрата із стороною 1 км. і засіватимемо його пшеницею, використовуючи сучасну широкозахватну сівалку шириною 18 м.



Таблиця 1 - Результати розрахунків при різних величинах перекриття сусідніх рядів при сівбі пшениці

Ширина перекриття, м	Реальна ширина захвату, м	Площа перекриття на одному гоні, га	Кількість гонів	Загальна площа перекриття на полі, га	Перевитрата насіння і добрива грн./га
0,2	17,8	0,02	56	1,1	4,9
0,4	17,6	0,04	57	2,3	9,8
0,6	17,4	0,06	57	3,4	15,1
0,8	17,2	0,08	28	4,7	20,35
1,0	17,0	0,1	59	5,9	25,7

Для розрахунків прийняті наступні дані (ціни орієнтовні станом на **2014** р.):

- норма висіву пшениці – **250** кг/га;
- ціна насіннєвого зерна пшениці – **1250** грн/т ;
- норма внесення добрив – **100** кг/га;
- ціна добрив – **3500** грн/т.

Кожні **20 сантиметрів** перекриття сусідніх рядів - це приблизно **5 грн збитків** на кожен гектар оброблюваної площі тільки на одній операції - сівба.

Значення критеріїв визначаються за наступними формулами:

- продуктивність технічного засобу вираховується за формулою:

$$W_{z_{3M}} = W_o \cdot \tau_{3M} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau_{3M}, \quad (1)$$

де W_o – продуктивність агрегату за годину основного часу, га/год;

τ_{3M} – коефіцієнт використання часу зміни. $\tau_{3M} = 0,68$.

30

- витрати палива на один гектар при номінальному завантаженні двигуна технічного засобу, кг/га:

$$g_{га} = \frac{10^{-3} N_{ен} \cdot g_{ен}}{W_{газм}}, \quad (2)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт; $g_{ен}$ – питомі витрати палива двигуна, г/кВт·год.

- вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год.:

$$B_{нал} = (1,1 \dots 1,15) \zeta_n \cdot g_{га} \cdot \gamma_n \cdot W_{газм}, \quad (3)$$

де ζ_n – ціна дизельного палива, грн./л. При розрахунку приймали $\zeta_n = 10$ грн/л;
 γ_n – питомий об'єм палива, л/кг. (для дизельного = 1,2 л/кг)

Розрахунок економії палива проводився за формулою (при ціні 10 грн./л)

$$E_n = P_{ен} \cdot \zeta_n, \quad (4)$$

де E_n – економія палива, грн.; $P_{ен}$ - економія палива річна, л; ζ_n - вартість палива, грн./л. матеріалів, грн./год.:

31 Таблиця 2 - Розрахунок економії палива з використанням системи паралельного водіння агрегатів при вирощуванні зернових культур

Показники	Лушення стерні Т-150К+ ЛДГ-10	Сівба Т-150 + ЗСЗ-3,6	Внесення добрив МТЗ- 80 + РУ1600	Захист рослин МТЗ-82+ ОПШ-200
Норми витрат палива, л/га	11	10,8	0,7	1
Річний виробіток агрегату, га	1700	1700	1700	1700
Зменшення оброблюваної площі за рахунок меншого перекриття, га	60	60	95	95
Річна економія, л	660	648	67	95
Економія за паливо, грн. (при вартості 10 грн/л)	6600	6480	670	950
Всього, грн	14 700			

Розрахунок ефективності використання системи паралельного водіння при ворущінні скошеної люцерни ворущилкою Krone KW 8.82/8 з шириною захвату 8,8 м.

Для розрахунку приймаємо ідеальне поле площею 100 га у формі квадрата зі стороною 1 км. Показниками ефективності роботи системи вважатимемо: продуктивність агрегату за годину змінного часу (га/год) і перевитрату пального (л) при перекриттях.



Таблиця 1. Результати розрахунків при різних величинах перекриття сусідніх рядів при ворущінні скошеної маси

Ширина перекриття, м	Робоча ширина захвату, м	Коефіцієнт використання ширини захвату	Кількість проходів по полю	Загальна площа перекриття на полі, га	Продуктивність, га/год	Перевитрата пального, л або грн.
0,2	8,6	0,98	116	2,32	6,43	4,87 / 145,4
0,4	8,4	0,95	119	4,76	6,28	10,0 / 298,6
0,6	8,2	0,93	122	7,32	6,13	15,37 / 458,9
0,8	8,0	0,91	125	10,0	5,98	21,0 / 627,1
1,0	7,8	0,89	128	12,8	5,83	26,88 / 802,6



*При розрахунку приймали наступні дані: склад агрегату МТЗ-82.1 + КВ 8.82/8 Krone; робоча швидкість руху при відсутньому буксуванні рушіїв – 8,9 км/год; коефіцієнт використання часу зміни приймали постійним і рівним 0,84 (у даній статті його зміну у часі не досліджували); питома витрата палива 2,1 л/га (середня вартість дизпалива станом на травень 2019 року становить 29,86 грн.).

Аналізуючи результати розрахунків, стосовно технологічної операції ворущіння скошеної маси за різних величин перекриття сусідніх рядів висновок можна зробити наступним: **кожні 20 см перекриття сусідніх проходів – це приблизно зменшення на 2,3 % продуктивності агрегату за годину змінного часу та приблизно 60 грн. збитків на кожен гектар оброблюваної площі тільки на одній операції ворущіння скошеної маси.**

Таким чином, варто зазначити, що такий елемент точного землеробства як паралельне та автоматичне водіння машинних агрегатів є переконливим для застосування у господарствах, які прагнуть бути конкурентоздатними і рентабельними.

3. Розрахунок прибавки врожаю при використанні системи диференційованого внесення мінеральних добрив

Прибавка врожайності досягається за рахунок більш оптимального використання ґрунту.

Так більш високі дози мінеральних добрив застосовуються в місцях, що мають менший потенціал врожайності, та менші дози в місцях з більшим потенціалом.

Виходячи з досвіду господарств Європи, прибавка врожайності складає від 10 до 20 % в залежності від ґрунтово-кліматичних умов. Важливим фактором є різновид ґрунту в межах однієї ділянки.

Додатковий прибуток розраховують по формулі:

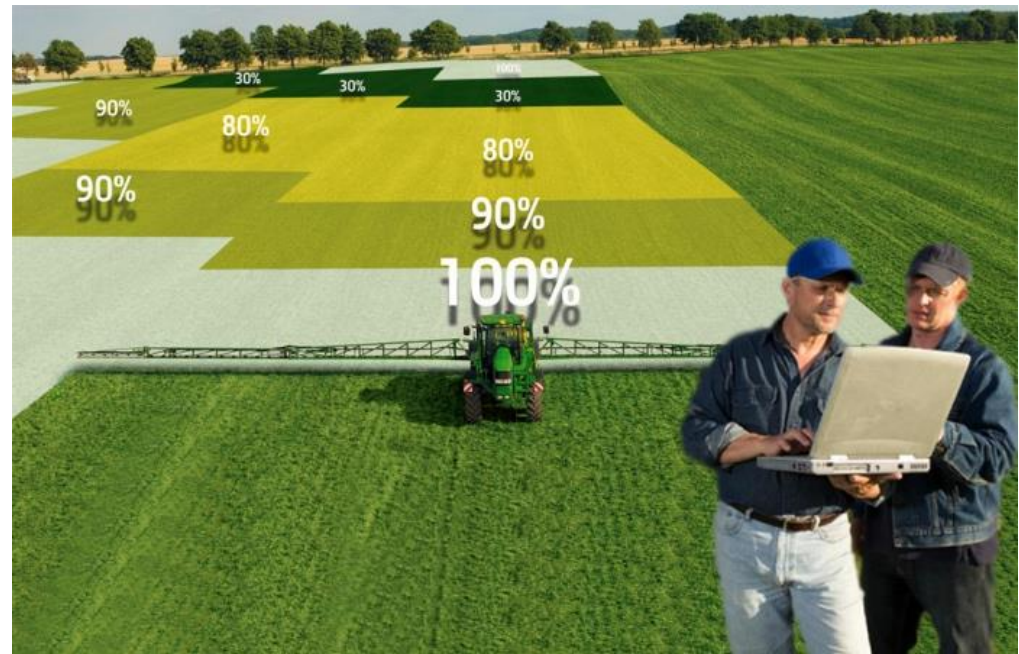
$$D_n = F \cdot C_n \cdot D_v, \quad (5)$$

де D_n – додатковий прибуток, грн.;

F – структура сівозміни, га;

C_n – ціна продукції, грн.;

D_v – додаткова врожайність, т/га.



Таблиця 3 - Розрахунок додаткового прибутку за рахунок прибавки врожайності культур в умовах господарства

Культура	Структура в сівозміні, га	Ціна, грн./т	Додаткова врожайність, т/га	Додатковий прибуток, грн..
Озима пшениця	473,3	1778,9	0,2	168 390,7
Ячмінь	370,8	1600	0,125	74 160
Жито	146,9	1460	0,1	21 447,4
Кукурудза на зерно	451	900	0,15	60 885
Кукурудза на силос	557	600	0,2	66 840
Соняшник	517	4000	0,15	310 200
Горох	63	1100	0,15	10 395
Гречка	33	1800	0,1	5 940
Трави	610	800	0,1	48 800
Всього	3221			712 908,1

Наприклад:

- для озимої пшениці $D_n = 473,3 \cdot 1778,9 \cdot 0,2 = 168390,7$ грн.

- ячменю $D_n = 370,8 \cdot 1600 \cdot 0,125 = 74160$ грн.

4. Розрахунок економії мінеральних добрив при використанні системи диференційного внесення добрив та застосуванні системи паралельного водіння агрегату

Економія добрив досягається за рахунок їх більш оптимального використання: добрива вносяться в точних дозах на кожній локальній ділянці поля, а також відсутнє подвійне внесення на перекриттях.

Виходячи з досвіду господарств, економія добрив складає **від 2 до 20 %**. Важливим фактором є різновид складу ґрунту в межах однієї ділянки.

Економія добрив: азотних – 2 %; калійних, фосфорних – 5 %.

Таблиця 4 - Розрахунок економії мінеральних добрив в умовах господарства

Культура	Середня норма, т/га	Ціна, грн./т	Економія, т	Додатковий прибуток, грн.
Азотні	0,160	3500	2,57	8 995
Калійні	0,0935	3700	1,5	5 550
Фосфорні	0,080	3860	2,91	11 232,6
Всього				25 777,6

5. Розрахунок економії коштів в результаті підвищення продуктивності техніки при використанні системи точного землеробства

При підвищенні продуктивності на **30%** і, відповідно, річного наробітку (з 1500 га/р. до 1950 га/р.), ціна постійних відрахувань на механізацію, в основному за рахунок зменшення амортизаційних відрахувань, знизиться приблизно на **5,5 %**.

Таблиця 5 – Загальний прибуток

Додатковий прибуток від економії палива, грн	Додатковий прибуток за рахунок економії мінеральних добрив, грн	Додатковий прибуток за рахунок прибавки врожайності, грн
14 700	25 777,6	712 908,1
Всього: 753 358,7 грн.		

6. Перспективи розвитку і освоєння точного землеробства в країні і світі

Точне землеробство (ТЗ) - це стратегія ефективного управління, яка полягає у використанні сучасних інформаційних технологій з метою отримання максимального прибутку, оптимізації с.-г. виробництва, раціонального дослідження природних ресурсів, захисту навколишнього середовища.



Основним завданням точного землеробства є підтримання екологічної стійкості агроландшафтів і ефективного використання матеріальних ресурсів, що залучаються для отримання продукції заданої якості.

Неефективне використання ресурсів призводить до надмірного зростання собівартості продукції, погіршення її якості, що, в свою чергу, знижує конкурентоспроможність господарства.

39

Серед чинників, які сприяють широкому застосуванню ТЗ можна виділити такі:

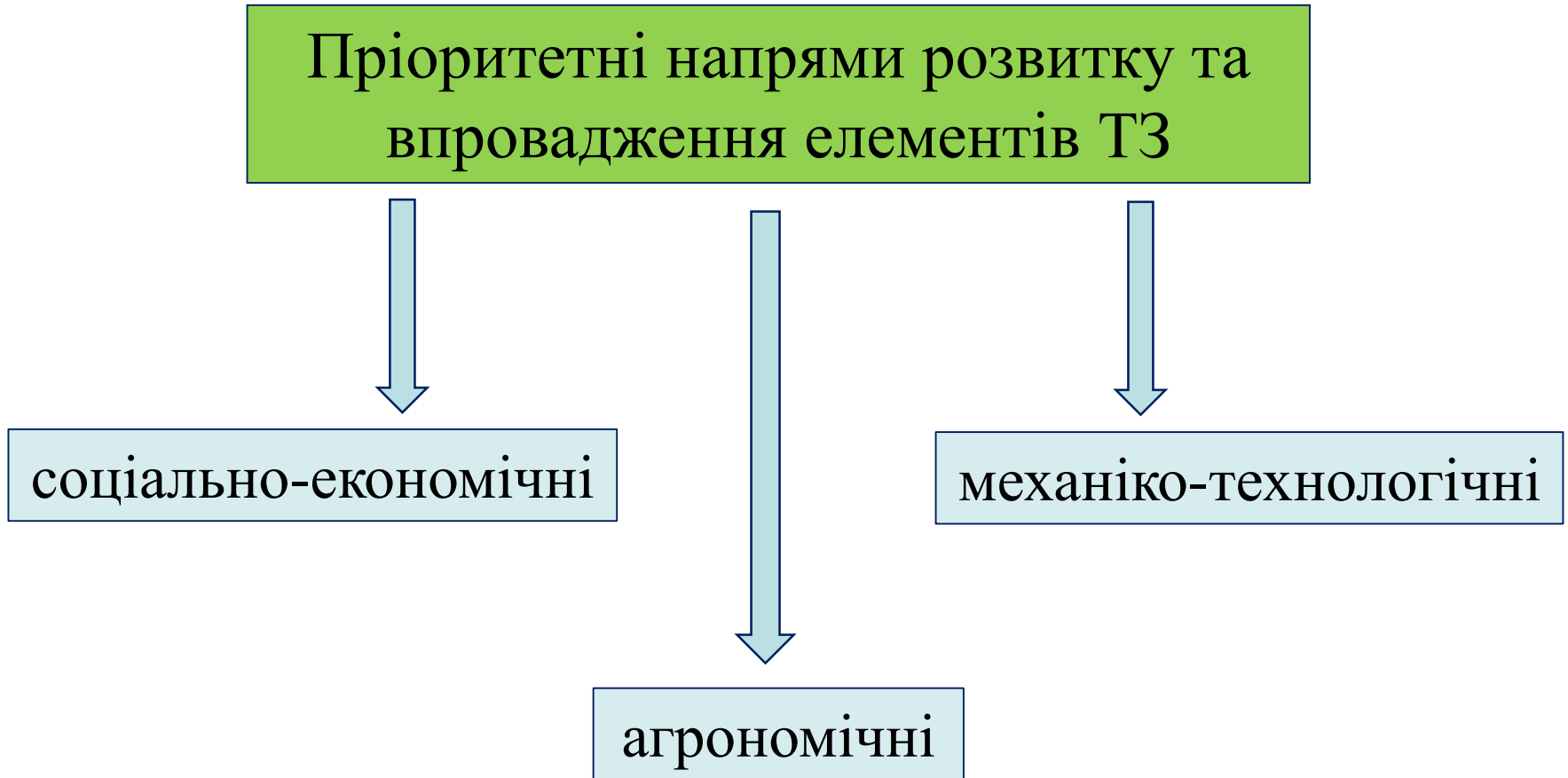
- посилення законодавства щодо охорони навколишнього середовища;

- необхідність повного простеження ланцюжка виробництва продуктів харчування (поле-магазин);

- зростаючий контроль суспільства за виробництвом продуктів харчування;

- можливість істотного зменшення застосування хімікатів в аграрному виробництві.





Точне землеробство - це "інформаційно-інтенсивна" технологія.

Соціально-економічні напрями:

- надання агровиробникам відкритої, достовірної інформації щодо ефективності використання сучасних "цифрових" технологій та очікуваного економічного ефекту;

- проведення заходів (семінарів, конференцій, навчання) фермерам, агрономам, керівникам господарств щодо доцільності використання різних технологій точного землеробства;



- розробка нових методів складання ґрунтових карт, які базуються на використанні сучасних технологій;



- розробка більш дешевих способів оцінки параметрів родючості поля при відборі ґрунтових проб;

- проводити ґрунтову і листкову діагностику, використовуючи: карти неоднорідності посівів, площі рослинного покриття, ризику вилягання рослин; індекс листкової поверхні (GAI);

- розробка методів та програмного забезпечення для одержання векторних карт зонування, відмінності структури ґрунту,

вологозабезпечення, ущільнення ґрунту та карти

для проведення глибокого рихлення;

- розробка та встановлення автономних польових метеостанцій;



43 *Механіко-технологічні напрями:*

- розробка висівних апаратів сівалок з індивідуальним приводом та можливістю відімкнення секцій сівалки на перекриттях та змінної норми висіву;



- розробка сучасних автоматизованих систем диференційованого внесення мінеральних добрив (NKP) та засобів захисту рослин;

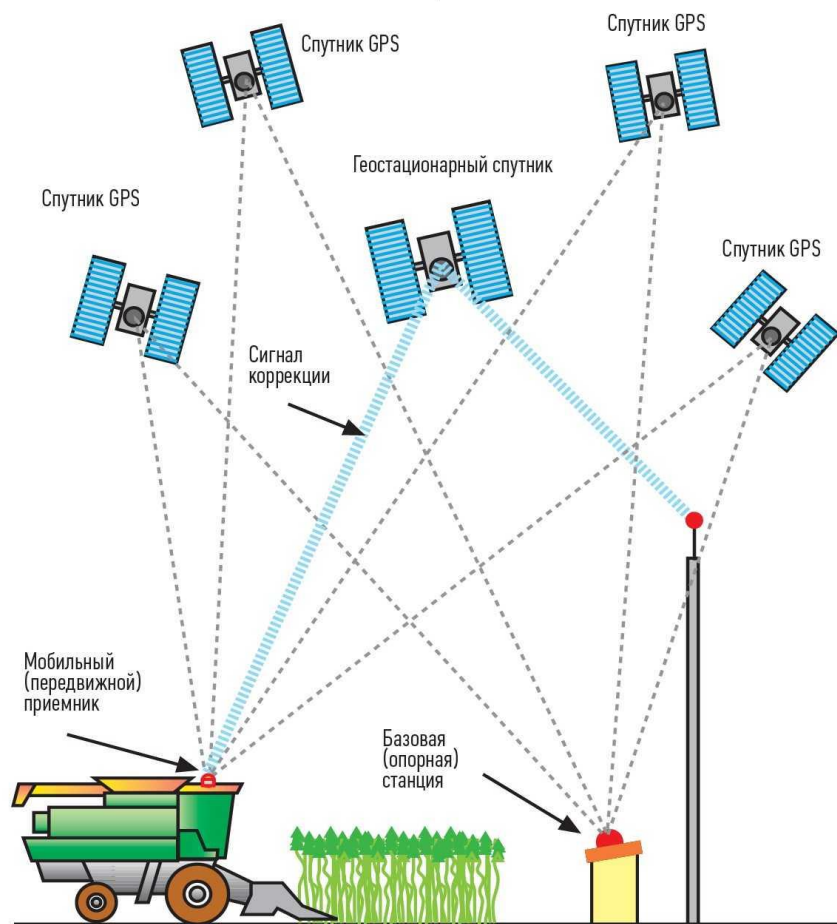
- розробка машин для локального внутрішньо ґрунтового диференційного внесення як мінеральних, так і органічних добрив та розробка стандартів на машини, системи контролю і управління технологічним процесом, математичного забезпечення;

- використання дронів при ультрамалооб'ємному (до 5 л/га) внесенні засобів захисту рослин;



44- розробка датчиків, які дозволяють отримувати інформацію при русі агрегату по полю, а саме:

- оцінка властивостей ґрунту (структура ґрунту, фізичні властивості, вміст поживних речовин);
- оцінка стану посівів (густота, схильність рослин до стресів;
- забезпеченість рослин елементами живлення);
- моніторинг врожайності (ширина захвату збирального агрегату;
- вологість зерна);
- контроль диференційного внесення добрив (витрата добрив;
- виявлення бур'янів);
- розробка пристроїв на основі електромагнітної індукції, електропровідності ґрунту, системи розпізнавання образів, і комбіноване використання цих методів;
- покращення DGPS-сигналу шляхом рівномірного встановлення базових станцій на території України.





Дякую за увагу

