

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.В. ДАЛЯ

**ЗАЙЦЕВ КИРИЛО ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

Допускається до захисту  
в. о. завідувача кафедри будівництва,  
архітектури, геодезії та землеустрою  
канд. техн. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Олексій ОВЧАРЕНКО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БЕЗПЛОТНИХ  
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАДАЧ В  
ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЇ**

Спеціальність 193 Геодезія та землеустрій

Кваліфікаційна робота  
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Керівник:  
Овчаренко О.А., в. о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_,  
к.т.н., доцент

Оцінка: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
бали/за шкалою ЄКТС/за національною шкалою

Київ, 2023

## Завдання на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.В. ДАЛЯ

Навчально-науковий інститут \_\_\_\_\_ агрономії та будівництва  
Кафедра \_\_\_\_\_ будівництва, архітектури, геодезії та землеустрою  
Ступінь освіти \_\_\_\_\_ бакалавр  
Галузь знань \_\_\_\_\_ 19 Архітектура та будівництво  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 193 Геодезія та землеустрій  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Геодезія та землеустрій

### ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Олексій ОВЧАРЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Зайцеву Кирилу Олександровичу

1. Тема роботи: **Використання сучасних безпілотних літальних апаратів при виконанні задач в геодезії та землеустрої.**

Керівник роботи: к.т.н., доцент Овчаренко Олексій Анатолійович

Тема роботи затверджена наказом вищого навчального закладу від № 253/14.08-ОД від 05.05.2023 р.

2. Строк подання студентом роботи: 02.06.2023р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: планово-картографічний матеріал; космічні знімки з сервісу Google Maps; данні координат опознаків; нормативно-правові акти України щодо моніторингу земель сільськогосподарського призначення з використанням безпілотних літальних апаратів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Аналіз нормативно-правових актів України щодо моніторингу земель сільськогосподарського призначення з використанням безпілотних літальних апаратів. Визначено види та напрями моніторингу земель, особливості проведення моніторингу земель залежно від цільового призначення і способу. Обґрунтовано застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення завдань моніторингу земель сільськогосподарського призначення. Виконано аналіз характеристик геодезичних приладів та безпілотних літальних апаратів. Виконано порівняльного аналізу наземного

методу геодезичних вимірювань та методу дистанційного зондування землі. Описано методики виконання вимірювань комбінованим методом. Оброблено результати вимірювань та оцінка їх точності.

#### 5. Консультанти розділів роботи

Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
	завдання видав	завдання прийняв

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Формування інформаційної бази	07.05.23	виконано
2.	Розробка та написання першого розділу роботи	12.05.23	виконано
3.	Розробка та написання другого розділу роботи	19.05.23	виконано
4.	Розробка та написання третього розділу роботи	26.05.23	виконано
	Розробка та написання четвертого розділу роботи	02.06.23	виконано
5.	Розробка та написання розділу з охорони праці	09.06.23	виконано
6.	Оформлення роботи та нормоконтроль	16.06.23	виконано
7.	Попередній захист роботи	20.06.23	виконано
8.	Захист роботи у ЕК	23.06.23	виконано

Дата видачі завдання: 05.05.2023р.

Здобувач

\_\_\_\_\_

Зайцев К.О.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

Овчаренко О.А.

## ВІДОМІСТЬ ПРОЕКТУ

№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. арк.	№ прим.	Прим.
<b>Текстові документи</b>						
<b>1</b>	A4	ПЗ	Розрахунково- пояснювальна записка	88	1	
<b>Графічні матеріали</b>						
<b>2</b>	A4	ГМ (у тексті)	Проект аерофотознімання за допомогою квадрокоптера DJI Phantom 4 Professional та GNSS-приймача TOPCON GRS-1	1	1	
<b>3</b>	A4	ГМ (у тексті)	Моніторинг якісного стану посівів за допомогою зйомки з квадрокоптер	1	2	
<b>4</b>	A4	ГМ (у тексті)	Ортофотоплан побудований за допомогою зйомки з квадрокоптера та розташовані на ньому опозначки	1	3	

## РЕФЕРАТ

**Зайцев К.О. Використання сучасних безпілотних літальних апаратів при виконанні задач в геодезії та землеустрої.** Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій», освітня програма «Геодезія та землеустрій». – Київ, Східноукраїнський національний університет ім. В.В. Даля, 2023. – 85 сторінок текстової частини, 24 рисунки, 5 таблиць, 77 джерел списку літератури, 3 аркуші графічної частини формату А4.

В даній кваліфікаційній роботі проаналізовано та розроблено:

- нормативно-правові акти України що регулюють моніторинг земель сільськогосподарського призначення з використанням безпілотних літальних апаратів;
- принципи, методи та моделі моніторингу земель сільськогосподарського призначення з використанням безпілотних літальних апаратів;
- застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення завдань моніторингу земель сільськогосподарського призначення.

Розроблений проект аерофотознімання за допомогою квадрокоптера DJI Phantom 4 Professional та GNSS-приймача TOPCON GRS-1 та побудований ортофотоплан за допомогою зйомки з квадрокоптера та розташовані на ньому опозначки.

В кваліфікаційній роботі визначено:

- створення проекту аерофотознімання;
- виконання планово-висотної підготовки знімання;
- аерознімальні роботи;
- обробка результатів аерофотознімання та побудова ортофотоплану;
- оцінка точності одержаних результатів.

*Ключові слова:* землеустрій, земельна ділянка, безпілотні літальні апарати, ортофотоплан, зйомка, геодезія, моніторинг, дистанційне зондування.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТІВ УКРАЇНИ ЩО РЕГУЛЮЮТЬ МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ .....	9
РОЗДІЛ II. ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ .....	19
2.1 Класифікація видів та напрямів моніторингу земель .....	19
2.2 Визначення особливостей проведення моніторингу земель залежно від класифікації .....	25
2.3 Застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення завдань моніторингу земель сільськогосподарського призначення .....	30
РОЗДІЛ III. ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ, ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ.....	38
3.1 Аналіз характеристик геодезичних приладів та безпілотних літальних апаратів .....	38
3.2. Наземний метод геодезичних вимірювань.....	41
3.3. Метод дистанційного зондування землі.....	42
3.4. Моніторинг стану посівів.....	43
РОЗДІЛ IV. РОЗРАХУНКИ ТА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ. ....	55
РОЗДІЛ V. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	66
ВИСНОВКИ .....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	73

## ВСТУП

Мета і завдання даної кваліфікаційної роботи полягають у тому, щоб розробити методiku оперативного обстеження насаджень із застосуванням у зніманні безпілотних літальних апаратів і геоінформаційних систем на прикладі використання DJI Phantom 4 Proffessional та Topcon GRS-1.

Система управління в галузі використання і охорони земель, згідно національного земельного законодавства, містить моніторинг земель, призначенням якого є організація і ведення спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

Вдалим способом реалізації цих завдань може служити аерофотознімання з використанням безпілотних літальних апаратів, що дозволяють оперативно і з порівняно низькою собівартістю зробити якісні знімання з високою роздільною здатністю, з застосуванням приладів геопозиціонування, з подальшим створенням фотоплана і його обробкою в геоінформаційних системах для планування заходів по ліквідації наслідків негативного впливу різноманітних явищ природного та антропогенного характеру.

Аналіз характеристик пошкоджених насаджень може вказати на найбільш вразливі ділянки, що сприяє вдосконаленню методів організації та ведення сільського господарства.

У процесі досліджень вирішувалися такі завдання:

- проаналізовано нормативно-правові акти України щодо застосування дистанційних методів знімання безпілотними літальними апаратами;
- визначено особливості проведення моніторингу земель залежно від їх класифікації;
- зроблено огляд способів застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення завдань моніторингу земель сільськогосподарського призначення;

- проаналізовано характеристики геодезичних приладів та безпілотних літальних апаратів;
- виконано порівняльний аналіз наземного методу геодезичних вимірювань та методу дистанційного зондування землі;
- розроблено методику оцінки характеристик сільськогосподарських ресурсів та пошкоджених насаджень із застосуванням дистанційних методів безпілотних літальних апаратів і геоінформаційних систем;
- виконано розрахунки та аналіз точності проведених робіт.

У ході дослідження використано такі методи як історичний, порівняльно-правовий, формально-юридичний, системно-функціональний, комплексний, логіко-семантичний, метод сходження від абстрактного до конкретного, метод статистичного аналізу й деякі інші методи наукового пізнання.

Основні положення і висновки щодо дослідження базуються на всебічному аналізі земельного законодавства України й інших держав, на наукових досягненнях земельно-правової науки і суміжних наук, що займаються вивченням проблеми правового регулювання моніторингу земель.

Розроблена система оперативного планування комплексу заходів щодо подальшого моніторингу негативних явищ, з прискоренням отримання вихідної інформації. Це досягається за рахунок використання дистанційних методів (безпілотні літальні апарати) і програмного забезпечення (геоінформаційне програмне забезпечення, Microsoft Excel), що значно спрощує роботу з обстеження пошкоджених насаджень, планування необхідних заходів з суттєвою економією коштів внаслідок застосування спеціальних програмних продуктів.

Застосування розробленої системи забезпечує отримання різноманітної інформації про пошкодження посівів, необхідної для прийняття рішень по ліквідації негативних наслідків.

## **РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТІВ ЩО РЕГУЛЮЮТЬ МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

У статті 13, пункті є Земельного кодексу України [1] вказано, що до компетенції Кабінету Міністрів України в галузі земельних відносин належить встановлення порядку проведення моніторингу земель.

Повноваження щодо встановлення порядку проведення моніторингу земель, передбачене пунктом є Кабінет Міністрів України реалізував прийняттям постанови “Про затвердження Положення про моніторинг земель” [2]. Моніторинг земель є складовою частиною системи моніторингу, порядок ведення якого визначено також постановою Кабінету Міністрів України на підставі частини 3 статті 22 закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” [3].

Формулювання даного пункту визначає, що перелік повноважень Кабінету Міністрів України в сфері земельних відносин, наведено в статті 13 [1], не вичерпано. Ці повноваження можна розділити на декілька таких груп як повноваження по нормативно-правовому регулюванні земельних відносин у випадках, визначених законом, прийнятті певних законом індивідуально-правових актів у сфері земельних відносин, і загальній виконавчо-розпорядчій діяльності Кабінету Міністрів України в галузі земельних відносин, як вищого органу в системі органів виконавчої влади.

У статті 14, пункті в [1] описано, що організація моніторингу земель входить до компетенції центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, у сфері земельних відносин.

Повноваження центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері земельних відносин регламентуються статтею 15 [1], у пункті г цієї статті йдеться про те, що вищевказаний орган забезпечує здійснення землеустрою, моніторингу земель

і державного контролю за використанням та охороною земель. Ці повноваження регламентуються законами України та покладеними на нього актами Президента України.

Щодо ведення центральним органом виконавчої влади з питань земельних ресурсів державного земельного кадастру, в тому числі державної реєстрації земельних ділянок, то це визначено у розділі 34 [1].

Про те, що участь у розробленні та виконанні галузевих, місцевих, регіональних, державних програм з питань регулювання земельних відносин, територіального планування, раціонального використання земель та їх відтворення та охорони, встановлення меж області, району, міста, району в місті, села і селища, у проведенні моніторингу земель, входить до переліку повноважень центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин – про це йдеться у статті 15-1, пунктах б та г [1].

Стаття 25, частини 7 та 10 [1] говорять, що при обчисленні розмірів земельної частки (паю) враховуються сільськогосподарські угіддя, що перебували у постійному використанні комунальними та державними сільськогосподарськими підприємствами, установами та організаціями, за винятком тих земель, що лишаються в комунальній та державній власності. Загальний розмір площі, обчисленої для приватизації сільськогосподарських угідь ділиться на загальну кількість осіб, що зазначені у частині першій цієї статті.

Глава 33 [1] присвячена моніторингу земель. У статті 191 [1] дається визначення поняття моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою вчасного виявлення змін та оцінки, ліквідації їх наслідків негативних процесів та їх відвернення.

У системі моніторингу земель проводиться збереження, збирання, передача, обробка, й аналіз інформації щодо стану земель, прогнозування їх змін і розроблення науково аргументованих рекомендацій що дають змогу прийняти рішення для запобігання негативних змін стану земель з дотриманням вимог екологічної безпеки.

Складовою частиною державної системи моніторингу довкілля являється моніторинг земель.

В залежності від охоплення територій, цілей спостережень моніторинг земель може бути локальним, національним або регіональним.

Проведення моніторингу земель здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, а Кабінетом Міністрів України встановлюється порядок проведення моніторингу земель.

Відповідно до пункту 3 [2] моніторинг земель складається з систематичних спостережень за станом земель, таких як агрохімічна паспортизація земельних ділянок, знімання, обстеження і вишукування; виявлення змін та проведення оцінки стану використання земельних ділянок, процесів зв'язаних зі змінами характеристик земель і ґрунтів та інше. Об'єктом моніторингу є всі землі незалежно від їх форми власності.

Забезпечення здійснення моніторингу покладається на Державну службу України з питань геодезії, картографії та кадастру як центрального органу виконавчої влади з питань земельних ресурсів (стаття 16 закону України “Про охорону земель”) [4].

Складовою частиною моніторингу земель є моніторинг ґрунтів. Моніторинг родючості ґрунтів здійснює Міністерство аграрної політики і продовольства України відповідно до положень статті 8 закону України “Про державний контроль за використанням та охороною земель” [5]. Безпосередньо моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться Державною службою охорони родючості ґрунтів Міністерства відповідно до наказу Міністерства аграрної політики і продовольства України “Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення” [6] та наказу Міністерства аграрної політики “Про Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів” [7]. Спеціальні правила щодо моніторингу

особливо цінних земель передбачені зазначенням Державної служба України з питань геодезії, картографії та кадастру “Про використання, охорону та моніторинг особливо цінних земель” [8].

Правове регулювання агрохімічної паспортизації, як складової моніторингу, здійснюється Указом Президента України “Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення” [9], а також наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України [10], якою затверджено агрохімічний паспорт поля та земельної ділянки.

Забезпечення моніторингу зрошуваних та осушуваних земель здійснюють органи водного господарства згідно зі статтею 16 закону України “Про меліорацію земель” [11].

Проведення моніторингу земель здійснюється, щодо пункту 31 [4], за такою послідовністю:

- виконання спеціального знімання на місцевості і обстежень земель;
- оцінка, прогноз, запобігання впливу негативних процесів;
- виявлення негативних факторів, вплив яких вимагає здійснення

контролю.

Варто відзначити, що моніторинг передбачає тривалу, періодичну діяльність. Таким чином, стан земельного фонду має оцінюватися шляхом аналізу ряду проведених спостережень і порівняння отриманих показників.

Державна система моніторингу навколишнього середовища – це система спостережень, збору, обробки, передачі, зберігання і аналізу інформації про стан навколишнього середовища, прогнозування його змін і розробки наукових рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки у пункті 1 Положення про державну систему моніторингу довкілля [12].

На органи земельних ресурсів покладено такі функції моніторингу ґрунтів і ландшафтів як вміст забруднюючих речовин, проявів ерозійних та інших екзогенних процесів, просторового забруднення земель об'єктами промислового і сільськогосподарського виробництва; рослинного покриву земель, (видовий склад, показники розвитку та ураження рослин зрошуваних

і осушених земель, (вторинне підтоплення і засолення берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд), динаміка змін, пошкодження земельних ресурсів, прописано в пункті 8 [12].

Оскільки функціонування системи моніторингу навколишнього середовища передбачає здійснення комплексу узгоджених дій державними органами, що відповідають за моніторинг певних елементів середовища, на органи земельних ресурсів покладено обов'язок надання всім зацікавленим суб'єктам системи моніторингу інформації щодо стану земельного фонду, структури землекористування, трансформації земель, заходи щодо запобігання і ліквідації їх наслідків негативних процесів.

В залежності від мети спостережень та ступеня охоплення територій пункту 2 [4] виділяє такі види моніторингу земель як національний – охоплює всі землі, що в межах території України; регіональний – на територіях, що характеризуються об'єднаністю фізико-географічних, екологічних та економічних умов; локальний.

У главі 24 [1], статті 156 вказані такі підстави відшкодування збитків землекористувачам та землевласникам як вилучення (викуп) угідь сільськогосподарського призначення, чагарників та лісових земель та для потреб, що не пов'язані із сільськогосподарським та лісгосподарським виробництвом; тимчасове зайняття сільськогосподарських угідь, лісових земель та чагарників для інших видів використання; встановлення щодо використання земельних ділянок обмежень; погіршення якості покриву ґрунту та інших корисних властивостей угідь сільського господарства, земель під лісами та чагарників; приведення сільськогосподарських угідь, земель під лісами та чагарників у непридатний для використання стан; неодержання доходів за час тимчасового невикористання земельної ділянки; використання земельних ділянок для потреб нафтогазової галузі.

Дана складова охорони земель є відображенням принципу пріоритету земель сільськогосподарського призначення, закріпленого в загальному вигляді в статті 23 [1].

У статті 192 [1] описано завдання моніторингу земель, цим завданням є прогноз еколого-економічних наслідків деградаційних процесів земельних ділянок з метою усунення або запобігання дії негативних процесів.

Завдання моніторингу полягають також в прогнозуванні найбільш негативних явищ, які можуть викликати деградацію земель в результаті водної або вітрової ерозії, висушення, підтоплення, зсувів, вторинного засолення, заболочення, закислення, ущільнення ґрунтів, забруднення земель промисловими відходами і хімічними речовинами та інше.

У главі 36 [1], статті 207 зазначено, що до умов відшкодування втрат виробництва сільського господарства та лісового господарства входять втрати сільськогосподарських угідь, лісових земель та чагарників, а також втрати, завдані погіршенням якості земель та обмеженням у землекористуванні.

Відшкодовуються втрати сільськогосподарських таких угідь як ріллі, багаторічних насаджень, перелогів, сінокосів, пасовищ; лісових земель та чагарників як основного засобу виробництва в сільському і лісовому господарстві внаслідок вилучення або викупу їх для потреб, що не пов'язані із сільськогосподарським і лісогосподарським виробництвом, а також як наслідок використання для будівництва, розміщення і експлуатації об'єктів нафтовидобування та газовидобування та облаштування родовища.

Відшкодуванню підлягають й ті витрати, що завдані обмеженням прав власників землі і землекористувачів, у тому числі орендарів, або погіршенням якості угідь внаслідок негативного впливу, спричиненого діяльністю громадян, юридичних осіб, органів місцевого самоврядування або держави, а також у зв'язку з виключенням сільськогосподарських угідь, лісових земель і чагарників із господарського обігу внаслідок встановлення, санітарних захисних та охоронних зон.

Втрати вищевказаних виробництв можуть бути компенсовані незалежно від відшкодування збитків землевласникам та землекористувачам.

Втрати сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва визначаються у порядку, що визначений Кабінетом Міністрів України.

У пункті 23 частини першої статті 1 Повітряного кодексу України [13] вказано визначення безпілотне повітряне судно – повітряне судно, призначене для виконання польоту без пілота на борту, керування польотом якого і контроль за яким здійснюються за допомогою спеціальної станції керування, що розташована поза повітряним судном.

У статті 1 [4] даються такі визначення як агрохімічне обстеження ґрунтів – обов'язкове комплексне обстеження сільськогосподарських угідь з метою державного контролю за процесом зміни показників забруднення та родючості ґрунтів; охорона ґрунтів – система організаційних, правових, технологічних та інших заходів, спрямованих на збереження та відтворення родючості й цілісності ґрунтів, їх захист від процесів деградації, ведення сільськогосподарського виробництва з додержанням ґрунтозахисних технологій та забезпеченням екологічної безпеки навколишнього середовища; природно-сільськогосподарське, еколого-економічне, протиерозійне та інші види районування або зонування земель – це процес поділу території з врахуванням природних та агробіологічних вимог щодо вирощування сільськогосподарських культур, а також територій, які мають відповідну схожість за визначеними ознаками.

У статті 13[4] визначені повноваження Кабінету Міністрів України в галузі охорони земель, серед яких є встановлення порядку ведення моніторингу земель.

Стаття 16 [4] вказує на те, що серед повноважень центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, у галузі охорони земель, є здійснення охорони земель та їх моніторингу, також забезпечення проведення моніторингу ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель призначених для сільського господарства.

Стаття 17 [4] регламентує повноваження центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, та центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, у галузі охорони земель.

У статті 19, частині 4[4] вказується, що центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі здійснюється державний контроль за використанням та охороною земель, а за додержанням вимог законодавства про охорону земель – центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Центральний орган виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів здійснює державний контроль за додержанням вимог законодавства про охорону земель. Порядок здійснення такого контролю встановлюється законом.

Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру, проводить моніторинг родючості ґрунтів та агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення.

Моніторинг земель і ґрунтів проводиться з метою своєчасного виявлення зміни стану земель та властивостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів щодо охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, попередження впливу негативних процесів і ліквідації наслідків цього впливу.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення включає:

- обстеження агрохімічного складу ґрунтів;
- контроль за змінами стану якості ґрунтів;
- паспортизацію агрохімічного складу земельних ділянок.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється Державною службою України з питань геодезії, картографії та кадастру.

Порядок проведення моніторингу земель встановлює Кабінет Міністрів України [4].

В статті 5 [5] вказано, що орган, який здійснює державний контроль за використанням та охороною земель, дотриманням вимог законодавства України про охорону земель, моніторинг родючості ґрунтів земель сільськогосподарського призначення та агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення – центральний орган виконавчої влади з питань аграрної політики.

У законі України “Про землеустрій” [14] дано визначення поняттю масив земель сільськогосподарського призначення, як комплекс земель та земельних ділянок сільськогосподарського призначення, що складаються з сільськогосподарських та необхідних для їх обслуговування таких несільськогосподарських угідь як земель, що знаходяться під польовими дорогами, системами меліорації, господарськими шляхами, прогонами, різноманітними лінійними об’єктами, об’єктами інженерної інфраструктури, а також ярами, землями під болотами, іншими угіддями, що розташовані всередині земельного масиву; мають спільну межу та обмежені природними або такими неприродними елементами рельєфу як автомобільні дороги для загального користування, лісові смуги для захисту полів та інші захисні насадження, водні об’єкти та інше.

У статті 49 [14] вказано зміст проектів землеустрою щодо приватизації земель державних і комунальних сільськогосподарських підприємств, установ та організацій.

У статті 21, частинах 4 та 5 [15] “Підстави та основні вимоги щодо внесення відомостей до Державного земельного кадастру” вказано, що відомості про угіддя земельної ділянки заповнюють в Державному земельному кадастрі на підставі документації із землеустрою, яка розробляється при формуванні земельних ділянок, щодо земельних ділянок, які формуються та на підставі схем землеустрою і техніко-економічних обґрунтувань використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць, проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь, проектів землеустрою щодо організації території земельних часток (паїв), проектів

землеустрою щодо приватизації земель державних і комунальних сільськогосподарських підприємств, установ та організацій, проектів землеустрою щодо впорядкування території населених пунктів, технічної документації із землеустрою щодо інвентаризації земель.

Відомості про обмеження у використанні земель вносяться до Державного земельного кадастру на підставі схем землеустрою і техніко-економічних обґрунтувань використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць, проектів землеустрою щодо організації і встановлення меж територій природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення, оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного, лісгосподарського призначення, земель водного фонду та водоохоронних зон, обмежень у використанні земель та їх режимоутворюючих об'єктів, проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь, проектів землеустрою щодо відведення земельних ділянок, технічної документації із землеустрою щодо встановлення меж земельної ділянки в натурі (на місцевості), іншої документації із землеустрою [8].

У розділі I пункті 2 Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України [16] термін безпілотний авіаційний комплекс (безпілотна авіаційна система) означає безпілотне повітряне судно, пункти дистанційного пілотування, які пов'язані з ним (станції наземного керування), необхідні лінії керування і контролю та інші елементи, вказані в затвердженому проекті типу безпілотний авіаційний комплекс. Безпілотний авіаційний комплекс може включати кілька безпілотних літальних апаратів.

## **РОЗДІЛ II. ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

### **2.1 Класифікація видів та напрямів моніторингу земель**

Моніторинг земельних відносин – це система збору, збереження та оприлюднення набору даних та показників щодо стану земельних відносин в Україні. Моніторинг проводиться на рівні районів та міст обласного підпорядкування, міст Києва та Севастополя. Ці показники стосуються таких основних характеристик земельних ресурсів та земельних відносин як наповнення Державного земельного кадастру та Державного реєстру речових прав на нерухоме майно, кількості та характеристики транзакцій із земельними ділянками, податку на землю, судових спорів, приватизації та вилучення земельних ділянок для суспільних потреб, а також рівності у забезпеченні прав різних категорій землевласників та землекористувачів.

Моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

Основним завдання моніторингу земель є прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів.

Об'єктом моніторингу є весь земельний фонд країни, незалежно від форм власності на землю, тобто території землі, які піддаються антропогенному впливу.

Основна мета будь-якої програми моніторингу – інформаційна. Результатом її має бути одержання інформації, усунення тієї або іншої невизначеності або, навпаки, виявлення браку інформації. Одним з головних завдань сучасної державної політики у сфері землекористування є забезпечення раціонального використання та охорони продуктивних земель на основі його екологізації, охорони і захисту землі, як складової навколишнього природного середовища, збереження, примноження і відтворення її продуктивної сили як ресурсу, наголошує на цьому В.

Степанець у доповіді “Концептуальні основи інноваційного розвитку сільськогосподарського землекористування на засадах моніторингу земель” [66].

Моніторинг земель здійснюється з використанням таких способів одержання інформації і методів їх обробки як дистанційне зондування (космічне знімання і спостереження, знімання і дослідження з літаків та з використанням засобів малої авіації тощо); наземне знімання і спостереження; використання фондових даних.

Т. К. Оверковська у статті з “Юридичного вісника” під назвою “Моніторинг земель України: правові аспекти”[67]вказує, що до завдань моніторингу земель належать перш за все довгострокові систематичні спостереження за станом земель, своєчасне виявлення змін стану земель, аналіз екологічного стану земель, оцінка змін, прогноз і вироблення рекомендацій щодо запобігання негативним процесам та усунення їх наслідків. Контроль багатьох показників базуються на сучасному технічному рівні та здійснюється автоматизованою інформаційною системою даних про земельний фонд.

Таким чином, моніторинг земель слід вважати важливим елементом державної системи екологічного моніторингу.

Моніторинг – це інноваційний інструмент для комплексного аналізу стану та розвитку земельних відносин, а також для підтримки прийняття обґрунтованих економічних та політичних рішень у цій галузі. Нормативно-правовою основою збору статистичної інформації є Постанова Кабінету Міністрів України “Про реалізацію пілотного проекту щодо проведення моніторингу земельних відносин та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України” [69], якою регламентовано порядок проведення моніторингу земельних відносин.

Постанова визначає механізм взаємного обміну інформацією між суб’єктами інформаційної взаємодії з метою систематизації та узагальнення інформації про володіння, користування і розпорядження земельними

ділянками, а також перелік відомостей, обмін якими може здійснюватися у процесі такої взаємодії.

Відповідно до [69], до моніторингу увійшли 65 показників з числа тих, що відповідають практиці розвинених країн та рекомендаціям Світового банку у 2013 році, а також описують хід земельної реформи в Україні. Зазначені показники є комбінованими та відображають різні характеристики земельних відносин. Впровадження Моніторингу відповідає принципам, задекларованим у Добровільній директиві Продовольчої та сільськогосподарської Організації Об'єднаних Націй з управління земельними ресурсами [63].

На думку науковців, система моніторингу створена з метою об'єктивізації змін у кількісному й якісному стані навколишнього природного середовища. Вона базується, з одного боку, на узагальненні інформації про зміни у стані навколишнього природного середовища, а з іншого – на її деталізації, зазначає Д. Бусуйок у статті “Законодавче та правове регулювання моніторингу земель в Україні” [64].

Процес моніторингу земель включає в себе ряд таких послідовних стадій як збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки. Зауважимо, що вимоги до збирання, обліку, обробки, збереження, аналізу інформації про якість земель та прогнозування зміни родючості ґрунтів статтею 29 [4] віднесені до нормативних документів із стандартизації в галузі охорони земель.

Інформація, яка збирається та зберігається у системі моніторингу, використовується органами державної влади та органами місцевого самоврядування для розроблення науково обґрунтованих рекомендацій і в процесі своєчасного прийняття рішень щодо поліпшення охорони земель, а також дає можливість пред'являти до землевласників та землекористувачів вимоги щодо усунення правопорушень щодо забруднення, виснаження,

псування земель. У зв'язку з цим на законодавчому рівні встановлюється такий порядок проведення моніторингу земель як виконання спеціальних зніманих і обстежень земель; виявлення негативних факторів, вплив яких потребує здійснення контролю; оцінка, прогноз, запобігання впливу негативних процесів.

В залежності від призначення моніторинг поділяється буває загальний, оперативний та фоновий.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться Міністерством аграрної політики та продовольства України відповідно до затвердженого ним положення, залежно від мети спостережень та ступеня охоплення територій проводиться такий моніторинг земель:

- національний – на всіх землях у межах території України;
- регіональний – на територіях, що характеризуються єдністю фізико-географічних, екологічних та економічних умов;
- локальний – на окремих земельних ділянках та в окремих частинах (елементарних структурах) ландшафтно-екологічних комплексів.

З огляду на охорону якісного стану земель складовою моніторингу земель є моніторинг родючості ґрунтів. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводить Міністерство аграрної політики та продовольства України у взаємодії з іншими виконавцями, а саме: Міністерством екології та природних ресурсів України, Державним агентством земельних ресурсів України, науково-дослідними установами Національної академії аграрних наук України землеохоронного профілю.

М. В. Мозальова у підручнику “Правові засади моніторингу ґрунтів”[66]обґрунтовує положення про те, що сукупність еколого-правових і земельно-правових норм, що впорядковують однорідну групу суспільних відносин, які виникають у зв'язку із проведенням моніторингу ґрунтів, є самостійним елементом, що входить до складу інституту екологічного моніторингу. Таким чином, систему моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення слід розглядати як складову частину моніторингу земель та державної системи моніторингу довкілля.

При цьому для отримання комплексної інформації про зміни у кількісному й якісному стані навколишнього природного середовища необхідно дослідити елементи навколишнього природного середовища не лише окремо, а й у їх взаємозв'язку [72].

Також у відповідності до [6], способами проведення моніторингу на землях сільськогосподарського призначення визнано агрохімічну паспортизацію земельної ділянки (поля) й агрохімічне обстеження на це вказує Д. О. Карлюк у дисертації “Удосконалення управління інноваційним розвитком підприємств льонопереробної галузі” [67]. Проте моніторинг земель та ґрунтового покриву має певні недоліки. Так, за оцінками фахівців, Україна – одна з небагатьох країн Європи, яка не має моніторингових мереж і сучасної інформаційної системи про стан природних ресурсів, зокрема ґрунтового покриву, і як наслідок – не існує єдиної методики проведення спостережень. Вимогам моніторингу відповідає лише агрохімічне обстеження земель сільськогосподарського призначення, яке здійснює мережа регіональних центрів. За його результатами здійснюється паспортизація земельних ділянок з видачею агрохімічних паспортів зазначає Д. С. Добряк у статті “Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологічнобезпечного використання” [68].

Систематичний і системний моніторинг земель сільськогосподарського призначення є одним з методів виявлення тенденцій динаміки і оцінки землекористування, включає в себе розробку пропозицій і заходів щодо ведення державного земельного кадастру, прийняття рішень у процесі управління використанням земельних ресурсів. Реалізація комплексних програм подальшого розвитку земельних відносин у державі та її регіонах, з урахуванням результатів моніторингу, сприятиме запровадженню ринку земель та підвищенню інвестиційної привабливості землекористування, організації раціонального використання сільськогосподарських земель, гарантуванню прав на землю, визначенню першочергових заходів з охорони земель та землеустрою.

Моніторинг землекористування – такі елементи структури земельних угідь як ступінь розораності, відсоток лісистості, заповідності території, екологічна стійкість, фізіологічний та господарський стан землі, ураженість ерозійними процесами (яружна й площинна ерозія, дефляція), техногенне підтоплення, зсуви, суфозія лесових порід, абразія, карст, засолення, просідання, перезволоження, заболочення, підкислення зазначив у своїй науковій праці “Агроекологічний моніторинг – основа забезпечення збалансованого розвитку агросфери Вінниччини” Білявський Г. О. [69].

Саме моніторинг земель є інноваційним інструментом для комплексного аналізу розвитку земельних відносин та розробки політичних рішень у цій галузі. Моніторинг проводиться на рівні районів та міст обласного підпорядкування, міст Києва та Севастополя. Ці показники стосуються таких основних характеристик земельних ресурсів та земельних відносин як наповнення Державного земельного кадастру та Реєстру прав на нерухоме майно, кількості та характеристики транзакцій із земельними ділянками, податку на землю, судових спорів, приватизації та експропріації, а також рівності у забезпеченні прав різних категорій землевласників та землекористувачів.

Враховуючи вищенаведене, відзначимо, що базова ідея інноваційного розвитку сільськогосподарського землекористування, який забезпечить його конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішніх ринках, знаходить свої відображення у територіальній організації території, що являє собою невід’ємний елемент системи управління землекористуванням. При цьому стратегічний план модернізації землекористування, формування його конкурентних переваг досягається завдяки гнучкості управлінських рішень щодо складу і структури земельних угідь, системи сівозмін, впорядкування території сільськогосподарських угідь, комплексу заходів з охорони ґрунтів і довкілля та ін., що не вимагають залучення інвестиційних засобів.

## **2.2 Визначення особливостей проведення моніторингу земель залежно від класифікації**

Відповідно до статей 18-20 [1], кожна земельна ділянка незалежно від форми власності чи використання має конкретне цільове призначення [1]. Стаття 1 [14] згідно з якою – це є використання земельної ділянки за призначенням, визначеним на підставі документації із землеустрою у встановленому законодавством порядку [14]. Таким чином, цільове призначення земельної ділянки визначає той спосіб її використання, який встановлено для цієї ділянки. Цільове призначення встановлюється в обов'язковому порядку для кожної без винятку земельної ділянки, що зазначалось до 1 січня 2013 року в державних актах на право власності чи постійного користування земельною ділянкою, а з часу набрання чинності – [15] фіксується у свідоцтвах на право власності, витягах з Державного реєстру речових прав на нерухоме майно або Державного земельного кадастру [15].

Віднесення земель до тієї чи іншої категорії згідно з частини 1 статті 20 [1] здійснюється на підставі рішень органів державної влади та органів місцевого самоврядування відповідно до їх повноважень. Кожна категорія земель має узагальнене цільове призначення, що визначає специфіку її особливого правового режиму. Множинність цілей використання земельних ділянок, що входять до кожної категорії земель, зумовила необхідність встановлення видів цільового призначення по кожній категорії земель на рівні правового акта [60]. Доцільно зазначити, що до інформаційного забезпечення землекористування та охорони земель слід віднести й класифікатор цільового використання земель. Так, відповідно до [67], код та цільове призначення земель застосовуються для забезпечення обліку земельних ділянок за видами цільового призначення у державному земельному кадастрі.

С. В. Шарапова у статті “Питання інформаційного забезпечення землекористування та охорони земель” [70] зазначає, що Класифікація видів цільового призначення земель, застосовується для використання органами

державної влади, органами місцевого самоврядування, організаціями, підприємствами, установами для ведення обліку земель та формування звітності із земельних ресурсів. Крім цього, Класифікація видів цільового призначення земель визначає поділ земель на окремі види цільового призначення земель, які характеризуються власним правовим режимом, екосистемними функціями, видом господарської діяльності, типами забудови, типами особливо цінних об'єктів.

Інформація, здобута за допомогою моніторингу земель, є правовою основою для ухвалення необхідних рішень державними органами в галузі використання та охорони земель. Інформація про стан земельних ресурсів та їх використання, отримана в процесі ведення моніторингу, накопичується в архівах і банках даних автоматизованої інформаційної системи.

Грановська Л. М. та Морозова О. С. у “Теоретико-методичних засадах розвитку екологічного моніторингу сільськогосподарських земель у зоні зрошення” [78] зазначають, що на основі зібраної інформації і результатів оцінювання стану земель складаються оперативні зведення, наукові прогнози і рекомендації, що подаються до місцевих органів державної виконавчої влади, органів місцевого та регіонального самоврядування, інших державних органів для вжиття заходів щодо попередження і ліквідації наслідків негативних процесів показано на рисунку 2.1.

Отримані матеріали об'єктивно характеризують фізичні, хімічні, біологічні процеси в довкіллі, рівень забруднення ґрунтів, що дає можливість органам державного управління ставити певні вимоги до землевласників та землекористувачів щодо усунення правопорушень у галузі використання і охорони земель.

Крім того, до завдань моніторингу земель належать інформаційне забезпечення ведення державного земельного кадастру, землекористування, землеустрою, державного контролю за використанням та охороною земель, а також за господарською діяльністю власників земельних ділянок.



Рисунок 2.1 – Алгоритм організації та ведення моніторингу земель

К. В. Сметанін в статті “Інформаційні технології екологічного моніторингу земель сільськогосподарського призначення” вказує на те, що моніторинг земель сільськогосподарського призначення здійснюється шляхом [72]:

- аналізу та узагальнення архівного (базового) фонду даних;
- ґрунтово-агрохімічного та еколого-меліоративного (суцільних і вибіркових) обстежень ґрунтів, агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення;
- функціонування мережі стаціонарних ділянок та польових дослідів, на яких ведуться спеціальний, кризовий та науковий моніторинг і забезпечуються комплексні дослідження, контроль за властивостями, розроблення прогностичних моделей та захисних технологій;
- використання даних дистанційного зондування та глобальної системи визначення місцезнаходження досліджуваних ділянок.

Основними методами моніторингу є:

- контактні методи;
- дистанційні методи (методи дистанційного зондування Землі аерофотознімання, космічне знімання)

Контактні методи в залежності від форми відбору проб поділяються на:

- ручні;
- механізовані;
- автоматизовані.

В ручних методах проводиться відбір проб та доставляння їх в лабораторію для проведення подальших досліджень.

В механізованих методах застосовуються мобільні технічні засоби. Після відбору проби доставляють в лабораторію для проведення подальших досліджень.

В автоматизованих методах застосовуються мобільні технічні засоби та прилади картографування (інтерпретація та інтерполяція даних).

Головними перевагами контактних методів спостереження за об'єктами навколишнього середовища є більш висока точність виміру досліджуваних показників у порівнянні з дистанційними методами.

До другої групи відносяться різні не контактні методи вимірів, в яких використовують прилади, просторово віддалені від об'єктів, що досліджуються.

Дистанційними методами моніторингу є:

- аерофотознімання (літаки, безпілотні літальні апарати та інше);
- космічна знімання (штучні супутники Землі).

Як правило, прилади дистанційного зондування землі ставлять на авіаносіях чи космічних носіях, хоча, можливо використовувати інші види носіїв, на яких ці прилади знаходяться на незначних відстанях від об'єктів, що досліджуються, але при цьому не в повній мірі вдається розкрити переваги у таблиці 2.1 дистанційного зондування землі в порівнянні з контактними методами. Тому більш перспективне використання для базування приладів дистанційного зондування аерокосмічних, особливо космічних носіїв підкреслює Д. О.Барабаш у статті “Переваги безпілотних літальних апаратів при проведенні зйомки для створення великомасштабних топографічних планів сільських населених пунктів” [74].

Таблиця 2.1

Переваги методів дистанційного зондування земель сільськогосподарського призначення та відповідні предмети доповнення та удосконалення традиційних ґрунтознавчих методів

<b>Переваги методів дистанційного зондування ґрунтів</b>	<b>Предмет доповнення та удосконалення традиційних ґрунтознавчих методів</b>
Точність та інформативність	1) можливість визначати просторову варіабельність ґрунтових показників та їх динаміку точно і неперервно, в кожній точці території; 2) велика інформативність матеріалів та незначні втрати інформації при обробці та картографуванні.
Оглядовість	Здатність матеріалів охоплювати великі території з виробничою точністю.
Оперативність	Здатність швидко та своєчасно проводити відповідні обстеження ґрунтів та можливість налагодження поточних спостережень за тими чи іншими характеристиками ґрунту.
Об'єктивність	Незалежність відповідної інформації від уподобань дослідника та методу первинної обробки (на відміну від традиційної карти, яка є авторським витвором та вміщує в собі слід особистості автора).
Економічна ефективність	Заощадження значних коштів (за рахунок зменшення польового періоду та частини лабораторно-аналітичних робіт).
Невтручання в ґрунтові процеси	Не руйнівний спосіб збору ґрунтової інформації

Існують такі обмеження методів дистанційного зондування:

- наявність певної частки полів, закритих рослинністю на момент знімання;
- багатofакторність формування дистанційного зображення ґрунтів;
- пріоритет емпіричних робочих моделей над теоретично-узагальнюючими;
- обмежений набір ґрунтових параметрів, які можуть напряду визначатися методами дистанційного зондування;
- можлива наявність технічних шумів при дистанційному зніманні, можливість присутності хмарного покриву та інших атмосферних явищ, що можуть закривати поверхню ґрунту.

Отже, використання сучасних інформаційних технологій дистанційного зондування земель дозволяє своєчасно отримати достовірну інформацію про стан сільськогосподарських культур та земель на яких вони вирощуються, проводити їх моніторинг.

### **2.3 Застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення завдань моніторингу земель сільськогосподарського призначення**

Застосування безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві має величезний потенціал і з кожним роком інтерес до його застосування зростає. Використання безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві є інновацією для України, оскільки безпілотні літальні апарати, у першу чергу, використовували для військових потреб і тільки після військових випробувань почалося широке застосування в сільському господарстві, як пише В.Г.Мироненко у статті “Перспективи використання безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві України” [75]. Сучасні безпілотники оснащені мультиспектральними камерами, висока якість зображення яких дозволяє з точністю діагностувати датчиками проблемні ділянки сільськогосподарських угідь системами супутникової навігації, компактними бортовими комп’ютерами, вони також обладнані засобами для внесення хімікатів.

Безпілотні літальні апарати в сільському господарстві здатні вирішувати такі завдання:

- оцінювання хімічного складу ґрунту;
- охорону сільськогосподарських угідь;
- прогнозування врожайності сільськогосподарських культур;
- обприскування хімічними препаратами для боротьби зі шкідниками та хворобами;
- оцінювання зростання сільськогосподарських культур;
- оперативний моніторинг стану рослин;
- оцінювання обсягу робіт і контроль за їх виконанням для оптимальної побудови іригації і меліорації;
- відстеження Normalized Difference Vegetation Index – нормалізованого вегетаційного індексу
- для послідовного внесення добрива;
- інвентаризації сільськогосподарських угідь;
- побудови 3D-моделей фермерського господарства.

Завдяки розробкам апаратури радіокерування авіамоделями стало можливим продовжити роботи над удосконаленням безпілотної сільськогосподарської призначення. Ця малогабаритна цифрова багатофункціональна апаратура призначена для керування моделями в межах візуального спостереження. Принципово новим є те, що система стала пропорційною, тобто величина відхилення важелів управління на пульті керування відповідає величині відхилення елементів керування літаком. Вага бортової частини комплексу разом із джерелом живлення становить біля 1 кг.

Науковими співробітниками Національного університету біоресурсів і природокористування України та Національного технічного університету “Київський політехнічний інститут” України було розроблено радіокерований безпілотний літальний апарат “А-1”, його зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Безпілотний літальний апарат “А-1”

Безпілотний літальний апарат “А-1” відноситься до легких безпілотних літальних апаратів з максимальною злітною масою – 5 кг. Маса цільового навантаження – 1,5 кг. Для покращення транспортування на місце виконання робіт конструкція літака виконана – розбірною, демонтуються крила. Запуск літака відбувається з руки. На безпілотнику встановлений електричний двигун потужність, якого дає можливість стартувати без прикладання великих зусиль для його запуску. Посадка літака здійснюється на поверхню поля.

При виконанні сільськогосподарських робіт за допомогою авіації обробка полів відбувається окремими паралельними смугами, ширина яких відповідає захвату обробки. Оброблювана площа не повинна бути з пропусками та перекриттями. Тому кожна площа повинна бути розмічена на паралельні умовні лінії відстань між якими відповідає ширині захвату літального засобу. Але умовна лінія на полі це лінія між двома орієнтирами, які бачить пілот літака.

Існує декілька видів орієнтирів, які можуть використовуватись пілотами літаків: - природні орієнтири, - штучні орієнтири, - використання сигнальників, - використання електронних систем управління.

Природними орієнтирами на полі можуть бути дерева у посадкових насадженнях, або опори ліній електропередач. Схема руху літака за заданими орієнтирами представлена на рисунку 2.3.

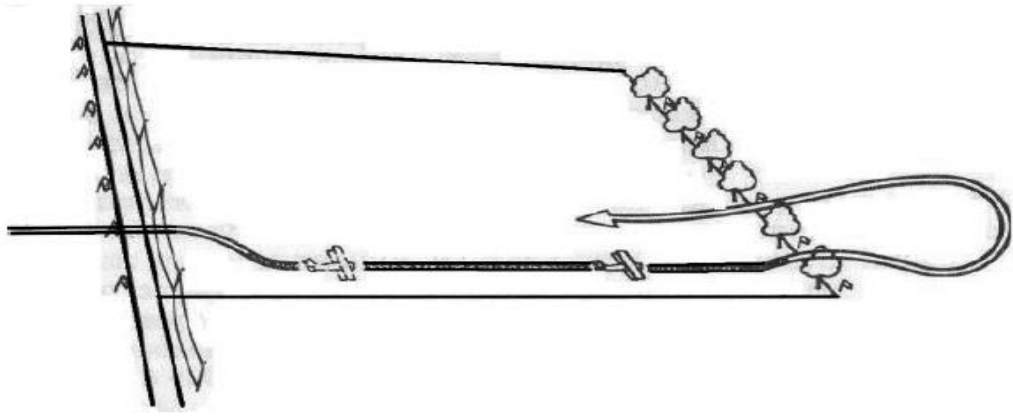


Рисунок 2.3 – Схема руху літака за заданими орієнтирами

Для підвищення точності виконання прольотів по оброблюваному полі використовують штучні орієнтири. Ці орієнтири виставляються на кінцях поля з відстанню між ними рівною шириною захвату оброблюваної полоси. Штучні орієнтири можуть бути різної форми та матеріалу. За допомогою них пілот виводить літак на задану оброблювану ділянку. Недоліком таких орієнтирів є те, що у процесі росту рослин їх потрібно підіймати вище, також для обробки великих площ потрібно затратити багато часу на їх виготовлення та установку. Використовуються ще такі штучні орієнтири як паперова стрічка довжиною 2,5-4,5 м із закріпленими на кінцях вантажами. По ходу літака пілот випускає стрічки що лягають на рослини паралельними лініями які вказують напрямок наступного прольоту літака.

Одним із варіантів орієнтирів на полі є використання сигнальників. Перш за все необхідно розташовувати сигнальники таким чином, щоб їх було видно пілотам. Сигнальники повинні мати одяг чи прапори, добре помітні на фоні рослинності. При обробці довгих гонів вони повинні розташовуватись на деякій відстані від кінця поля і починати перехід до слідкуючої позиції, як тільки літак вийшов на заданий курс польоту. Якщо гони занадто короткі і сигнальник не встигає перейти на наступну позицію то в даній ситуації одним з методом є установка прапорів. Вони вказують пілоту напрямок руху потім переходять на ділянку іншого прольоту. Але використання такої методики також може заважати брак часу. Тому краще використовувати метод маркування меж полос, як зображено на рисунку 2.4.

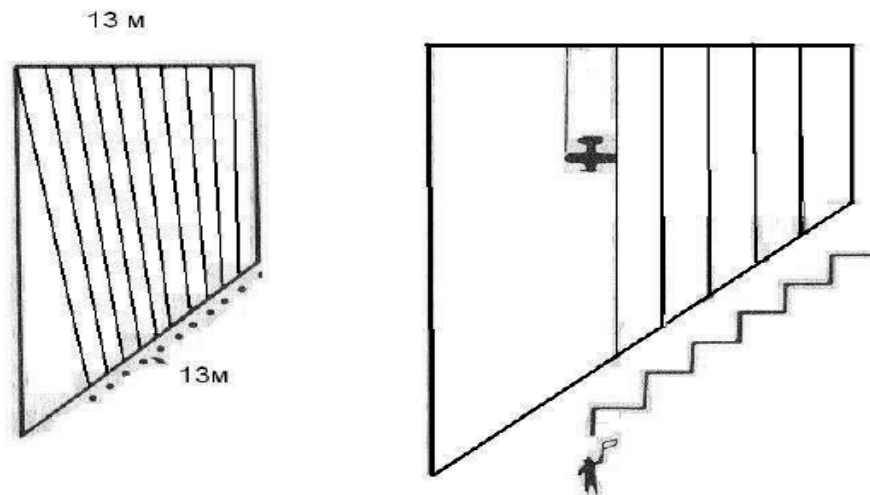


Рисунок 2.4 – Переміщення сигнальника для орієнтуру пілота

В основному сигнальники розташовуються на відстані ширини полоси від межі поля. Переміщатися сигнальники можуть на наступну позицію тільки після прольоту над ними літака. При маркуванні першої полоси першим орієнтиром при кожному прольоті є точка на половині шляху між межею та сигнальником, що змушує часто перевіряти правильність оцінки відстані. Для забезпечення задовільного виконання сигнальниками роботи існують такі правила, як одяг повинен бути контрастного кольору чи пофарбований яскравою флуоресцентною фарбою, в залежності від умов роботи; використовуватися крокомір для полегшення підрахунку відстані між суміжними прольотами; використовуватися радіостанції. На даний час розроблені електронні системи наведення невеликих літаків, які задовольняють специфічним вимогам до сільськогосподарських робіт. Нижче наведені основні принципи дії цих систем.

Автономні електронні системи та інерційні навігаційні системи являють собою засоби забезпечення точної навігації чи наведення, які цілком автономні, не потребують зв'язку з радіостанціями, орієнтації на небесні тіла або інші зовнішні орієнтири. Ця система складається з трьох акселерометрів, розміщених на гіроплатформі та комп'ютера, який на основі поступаючих даних про прискорення видає значення швидкості та визначає швидкість вздовж осі акселерометра. Ця інформація подається на панель управління. Акселерометри установлені на гіростабілізаційну платформу, яка ізолює їх

від впливу сили тяжіння та забезпечує постійну орієнтацію їх осей відносно поверхні Землі незалежно від кута орієнтації літака. Але інерційні системи з гіроскопічним пристроєм не придатні для легких літаків.

На даний час великого поширення для керування літаками набули модулі системи автопілоту на основі супутникової навігації. Так, як в наші розробки взято за основу безпілотний літальний апарат, то керування ним може бути здійснено такими способами, як дистанційне та автоматичне. Перший спосіб має обмежені можливості за дальністю керування, обумовлені обмеженими можливостями візуального спостереження. Другий спосіб – це обладнання літака автопілотом, до складу якого входить малогабаритна інерційна навігаційна система та приймач глобальної системи позиціонування, схему функціонування зображено на рисунку 2.5.

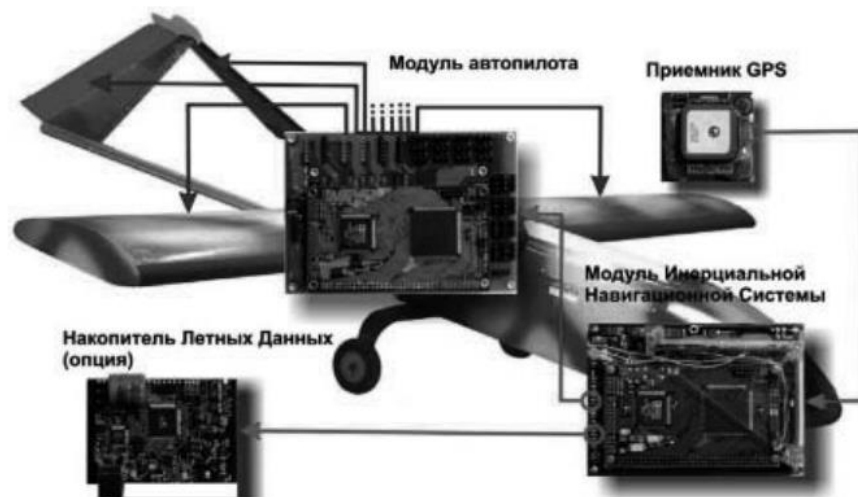


Рисунок 2.5 – Функціональна схема бортового комплексу

Комплект є повнофункціональним автопілотом з можливостями програмування польоту за заданим маршрутом на заданій висоті. Основною відмінністю запропонованої системи від аналогів є наявність малогабаритної інерційної навігаційної системи, в складі бортового обладнання безпілотного літального апарату. Наявність такої системи забезпечує велику точність пілотування з можливістю виходу безпілота в задану точку простору і в заданий час, а також забезпечує велику точність польоту по заданій лінії, що не може забезпечити використання приймача глобальної системи позиціонування разом з курсовим гіроскопом. Для забезпечення заданої

висоти польоту то використовують дані баровисотоміра, глобальної системи позиціонування та інерційних датчиків забезпечує точність по висоті в прямолінійному польоті на рівні 1м. Враховуючи при плануванні польоту даних цифрових карт рельєфу місцевості дозволяє безпілотнику слідувати по лінії з огинанням рельєфу, чим гарантує безпеку польоту та точність керування. Точне визначення модуля інерційної навігаційної системи курсової швидкості безпілотника дозволить економно дозувати витратні матеріали при обробці полів.

У випадку встановлення на безпілотнику пристрою передачі зображення (відеокамера) можливості дистанційного способу управління значно розширюються і можна здійснювати управління безпілотним літальним апаратом без безпосереднього візуального спостереження за ним. Для покращення відеозображення може застосовуватись наземна станція, яка забезпечує дистанційне управління за даними модуля інерційної навігаційної системи, встановленої на безпілотнику, які вона передає на землю по радіоканалу. В цьому випадку безпілотний літальний апарат керується з пульта дистанційного управління, а комп'ютер наземної станції відображає параметри польоту на навігаційному дисплеї, це зображено на рисунку 2.6.

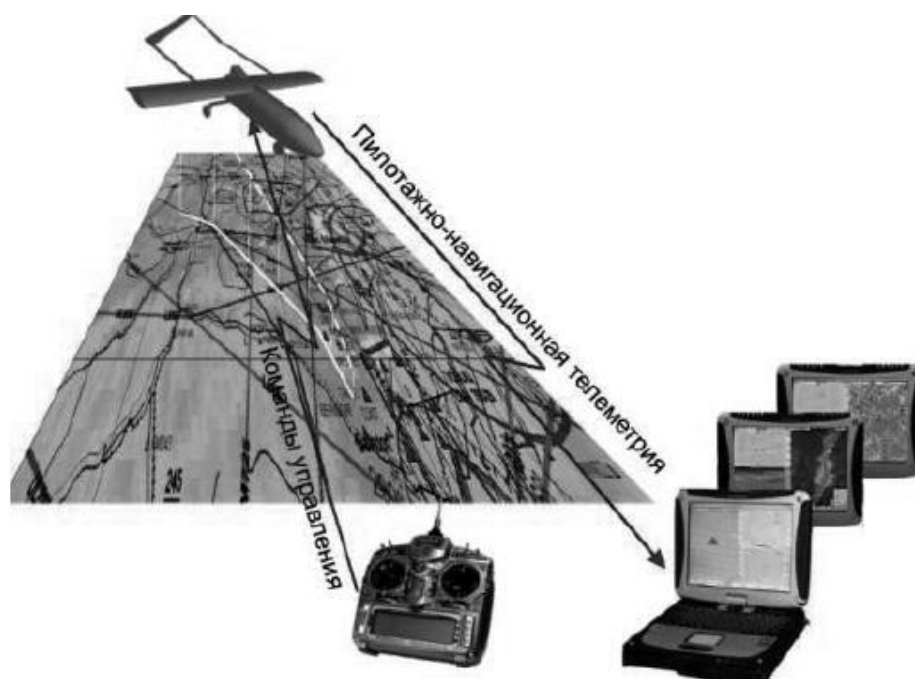


Рисунок 2.6 – Управління безпілотним літальним апаратом без візуального спостереження

В цьому випадку пілот може знаходитись на великій відстані від керованого літака та повністю спостерігати за параметрами польоту на дисплеї. Це дає можливість забезпечити високоточне керування безпілотником з врахуванням прогнозу висоти, швидкості. Спеціальне програмне забезпечення підготовки літного завдання забезпечує планування польоту з врахуванням особливостей конкретного літального засобу, рельєфу місцевості та мети польоту. Таким чином установка на безпілотниках модуля інерційної навігаційної системи дозволяє вирішити задачу керування і навігації, як в ручному так і автоматичному режимах, максимально ефективно та безпечно використовувати літальний апарат для вирішення різних задач сільського господарства.

UkrSpec\_Systems – український флагман у вирішенні і застосуванні безпілотних літальних апаратів планерного типу PD-1 з новітнім обладнанням і телевізійними камерами. Безпілотні літальні апарати можуть бути оснащені мультиспектральними камерами, які застосовують для моніторингу показників рослин із застосуванням інфрачервоного спектра. Показники, отримані за допомогою ближнього інфрачервоного спектра дозволяють визначити зміни рослинності задовго до того, як відповідні зміни проявлять себе у видимому спектрі, пишуть Г. М.Юн та Д. В. Мединський у статті “Застосування безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві”[76].

Таким чином, використання малогабаритних безпілотників в сільському господарстві, обладнаних засобами моніторингу та малогабаритними висівними системами підвищує якість та точність виконання технологічних операцій.

## **РОЗДІЛ III. ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ, ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ**

### **3.1 Аналіз характеристик геодезичних приладів та безпілотних літальних апаратів**

Для аналізу характеристик було обрано обладнання, що використовувалося під час дослідження, а саме:

- антена Global Navigation Satellite System-приймача Topcon PG-S1;
- портативний польовий комп'ютер (контролер) Topcon GRS-1;
- квадрокоптер DJI Phantom 4 Professional.

До порівняльних таблиць 3.1 та 3.2 внесені прилади виробництва компаній Spectra Precision, Leica, Topcon, Trimble, DJI, Геоскан. Дані взято з офіційної сторінки компанії DJI[82].

Що стосується часу холодного захвату першої точки, то найкоротший час – Trimble Juno (30 секунд), а максимальний – Leica Zeno 5 (120 секунд). Інші два прилади показують результат у 60 секунд. Що стосується операційної системи, то усі, за винятком Zeno 5, використовують Windows Mobile 6. Zeno 5 використовує Windows CE, що застаріла. Він також не підтримує завантаження даних на віддалений сервер.

Якщо порівнювати акумулятори, то тільки Topcon тримає заряд лише 5 годин, а інші – 8 годин. Досить вагомо, якщо врахувати, що продуктивний робочий день займає 6-8 годин, з урахуванням шляху і транспортування в райони з ускладненим доступом.

Що стосується підключення, то краще оснащений Zeno 5, який підтримує як старі кабелі, так і в якості карти – Global System for Mobile для підключення до Інтернету.

Із точки зору точності найкращі показники в MobileMapper, який пропонує субметричну точність без подальшої обробки та сантиметрову з подальшою обробкою і sport Real Time Kinematic до міліметра. Незважаючи на те, що Topcon підтримує більше (72) каналів, але не відомо чи забезпечують вони високу точність.

## Порівняння характеристик Global Navigation Satellite System-приймачів

Характеристика	Показники			
Модель	Spectra Precision MobileMapper 100	Leica Zeno 15	Topcon GRS-1	Trimble Juno 3B
Вага, кг	0,62	0,99	0,77	0,24
Кількість каналів, шт	45	14	72	12
Підтримка систем супутникової навігації	Global Positioning System, Глобальна Навігаційна Супутникова Система	Global Positioning System, Глобальна Навігаційна Супутникова Система	Global Positioning System+, Глобальна Навігаційна Супутникова Система	Global Positioning System
Точність, м	від 0,01 до 0,30 в Real Time Kinematic	диференційне знімання – 0,4, статична знімання – 0,01 (із зовнішньою антеною)	у режимі Real Time Kinematic (план) $0,0010 + 0,001 / 1000$ (при використанні зовнішньої антени Topcon PG-S1) у режимі Real Time Kinematic (висота) $0,015 + 0,001 / 1000$ (при використанні зовнішньої антени Topcon PG-S1)	1-3 (після кодової постобробки) 2-5 (Satellite Based Augmentation System в реальному часі)
Час роботи, год	до 8	8-9	не менше 5	10
Режими вимірювань	Статичний, Post Processing Kinematic, Real Time Kinematic, Differential Global Positioning System	Статичний, Post Processing Kinematic, Real Time Kinematic, Differential Global Positioning System	Статичний, Post Processing Kinematic, Real Time Kinematic, Differential Global Positioning System	Статичний, Post Processing Kinematic, Differential Global Positioning System
Діапазон робочих температур, °C	від –20 до +60	від –30 до +60	від –20 до +50	до +60

До комплекту SpectraMobileMapper 100 входить контролер Ashtech MobileMapper 100, а у комплектацію з Leica Zeno 15 – контролер LEICA CS15 GIS, у комплект з портативним польовим комп'ютером (контроллером) Topcon GRS-1, входить зовнішня антена Topcon PG-S1.

Порівняння характеристик квадрокоптера DJI Phantom 4 Professional та  
безпілотного літального апарата Геоскан 101

Характеристика	Показники	
<b>Модель</b>	Квадрокоптер DJI Phantom 4 Professional	Безпілотний літальний апарат Геоскан 101
<b>Вага, кг</b>	1,388	3,100
<b>Максимальна швидкість польоту, м/с</b>	20	36
<b>Максимальний час польоту, с</b>	1800	3600
<b>Діапазон робочих температур, °C</b>	від 0 до +40	від –20 до +40
<b>Характеристики знімальної камери</b>		
<b>Модель</b>	-	Sony Alpha A5000
<b>Діапазон коливання підвісу при нахилі, °</b>	від –90 до + 30	-
<b>Роздільна здатність, Мп</b>	20	20,4
<b>Кут огляду, °</b>	84	-
<b>Фокусна віддаль, м</b>	0,024 (0,035 в еквіваленті)	0,024 (0,035 в еквіваленті)

Знімання в Topcon GRS-1 виконується за допомогою програми Topcon TopSURV, що призначена для польових робіт разом з контролерами. Функціональні можливості програми засновані на принципі модулів TS, Robotic, Global Positioning System +, Geographic Information System тощо.

Отже краще обирати серед SpectraMobileMapper 100 та TopconGRS-1.

Порівнюючи наземний метод вимірювань з методом дистанційного зондування землі можна прийти до висновку, що кращим із варіантів буде комбінований метод на основі двох вищевказаних. Далі розкрито переваги кожного з методів.

### 3.2. Наземний метод геодезичних вимірювань

Серед поширених сучасних методів наземних геодезичних вимірювань найбільшою популярністю користуються тахеометричне знімання та знімання за допомогою Global Navigation Satellite System-обладнання.

Слід зауважити, що у практичній частині цієї роботи розглядається Global Navigation Satellite System-обладнання у парі з квадрокоптером. Саме Global Navigation Satellite System-обладнання має переваги над електронними тахеометрами для знімання на відкритих місцевостях та з великими площами (більше 50000 м<sup>2</sup>).

Серед багатьох методів таких як статичний, Post Processing Kinematic, Real Time Kinematic, Differential Global Positioning System розглядається метод визначення координат в режимі Real Time Kinematic, як найбільш продуктивний.

Суть цього режиму визначення координат полягає в тому, що диференційні Global Navigation Satellite System поправки передаються з базової станції на роверний Global Navigation Satellite System приймач каналом бездротового зв'язку саме під час знімання, а не обробляються після Global Navigation Satellite System спостережень камерально. Це дає змогу оператору роверного Global Navigation Satellite System приймача отримати координати у реальному часі.

Основні переваги режиму Real Time Kinematic:

- визначення координат можливе по усій зоні покриття мобільної мережі, де є Global System for Mobile/General Packet Radio Service сигнал і в місцях з можливістю підключення до мережі Інтернет за допомогою інших каналів зв'язку;
- можливість роботи в будь-якій необхідній системі координат безпосередньо;
- контроль точності в режимі онлайн під час виконання вимірювань;
- скорочення витрат на устаткування (для роботи не потрібно встановлювати базові приймачі на пунктах з відомими координатами, досить одного комплекту роверного приймача);

- скорочення витрат на транспорт і персонал (можливість проведення роботи одним оператором);
- збільшення продуктивності праці, бо час для визначення одного опознаку складає кілька секунд;
- при роботі в режимі Real Time Kinematic, немає необхідності виконувати постобробку базових ліній або врівноваження мережі;
- можливість використання додаткових сервісів – постобробка сирих даних Receiver Independent Exchange Format, використання згенерованої віртуальної базової станції при постобробці кінематичних вимірів Virtual Reference Station, автоматична обробка даних і оцінка точності на сервері мережі (Auto Post Processing, Quality Control);
- доступність даних двадцять чотири години на добу, сім днів на тиждень;
- можливість комплексного використання Global Navigation Satellite System мережі.

Зустрічаються випадки, коли при визначенні координат в режимі Real Time Kinematic бездротовий зв'язок з тої, чи іншої причини, недоступний для даної території робіт, тоді визначення координат проводиться в режимі статистики, з подальшою обробкою даних Global Navigation Satellite System спостережень за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, в камеральних умовах.

### **3.3. Метод дистанційного зондування землі**

Дистанційне зондування землі дозволяє отримувати просторову і непросторову інформацію про об'єкт або явище за допомогою реєструючого приладу, розташованого на відстані від об'єкта, що на земній поверхні. Існують такі методи дистанційного зондування землі як космічне знімання, аерофотознімання, в тому числі за видами - радіолокаційне, сканерне і теплове знімання. [77].

Сьогодні активно розвивається аерофотознімання з легких літальних апаратів з дистанційним управлінням. Знімання безпілотними літальними апаратами набула широкого застосування в області інженерно-геодезичних

вишукувань і топографічних знімків. Перевага методу знімання безпілотними літальними апаратами перед космічною та класичною аерофотозніманням складається в:

- безпечному використанні обладнання, легкому транспортуванні, відсутності пілота і злітно-посадочних смуг;
- отриманні якісних знімків з високим просторовим розширенням і відсутністю атмосферних спотворень;
- можливості перспективного знімання (під кутом до горизонту);
- можливості панорамного знімання;
- у високій продуктивності праці за рахунок оперативного отримання даних.

Користування безпілотними літальними апаратами в організації знімальних робіт включає 3 етапи:

- вибір на місцевості розпізнавальних знаків і їх прив'язка до пунктів державної геодезичної мережі, що впливають на точність результатів знімання;
- знімання ділянки місцевості проводиться автоматично, майже без участі оператора, по заданому маршруту з перекриттям кадрів і висотою польоту зазначених в параметрах польоту;
- камеральна обробка результатів знімання полягає в об'єднанні всіх фотографій за допомогою спеціального програмного забезпечення.

В результаті знімання складається ортофотоплан високої роздільної здатності та тривимірна цифрова модель у вигляді щільного хмари точок. Кінцевим продуктом обробки є цифровий топографічний план і цифрова модель рельєфу.

### **3.4. Моніторинг стану посівів**

Моніторинг стану посівів – головне джерело інформації про їх схожість, а також про наявність бур'янів, хвороб та інших проблем на полі. Моніторинг дозволяє своєчасно виявити відхилення в рості і розвитку рослин, визначити їх причини і прийняти оперативні управлінські рішення.

Моніторинг – трудомісткий процес. Він вимагає багато часу. Це стосується і великих полів, і маленьких ділянок, розкиданих по території кількох сільських рад.

У кращому випадку агроном повинен виїжджати на поле і оглядати посіви щодня. За молодими сходами завжди можна пройти вглиб поля. Але якщо посіви зрілі – особливо не зорієнтуєшся. Рослини можуть вирости до двох метрів у висоту і вище. Це значно ускладнює аналіз посівів.

При обстеженні «ногами» важко побачити повну картину на всьому полі. А відсутність інформації – це потенційні збитки.

Сьогодні існує багато способів моніторингу посівів протягом сезону. Серед них – застосування супутників і дронів, листова діагностика, аналіз проб ґрунту.

У цьому матеріалі ми познайомимо вас із використанням багатофункціональних і найбільш доступних інструментів. Конкретно – з дронами і супутниками, застосування яких ось уже кілька років революційним чином змінює вигляд сільського господарства.

Які результати можна отримати за допомогою супутників і дронів?

	 <b>СУПУТНИК</b> (10м - 250м)		 <b>ДРОН</b>
Реальна площа поля, його рельєф	×	×	✓
Стан поля, наявність калюж, солончаків, підтоплень, заболочування	×	✓	✓
Площа виконаних технологічних операцій	×	×	✓
Якість виконаних операцій	×	×	✓
Стан і динаміка вегетації на основі індексу NDVI	✓	✓	✓
Наявність на полі бур'янів	×	×	✓

smartfarming.ua

Рисунок 3.1. Супутниковий моніторинг

Суть такого моніторингу – аналіз стану посівів за результатами знімків супутника. Пролітаючи над певною територією і роблячи знімки високої роздільної здатності, супутник фіксує потрібні нам ділянки поля.

Отримані знімки є джерелом оперативної інформації про посіви, а спеціальні спектральні камери дозволяють розрахувати вегетаційні індекси (NDVI, NDRI, RVI та ін.).

Найбільш популярним в рослинництві вважається індекс NDVI – «Нормалізований Відносний Індекс Рослинності». Ґрунтуючись на даних про активність біомаси, індекс застосовується при оцінці стану посівів в конкретний момент часу або в динаміці.

Зелені рослини в процесі фотосинтезу поглинають основну частину видимого світлового спектру і відображають хвилі ближнього інфрачервоного. Таким чином розраховується NDVI індекс – різниця значень червоного та ближнього інфрачервоного спектра, розділена на їх суму. Характеризуючи щільність рослинності, NDVI вказує на ті ділянки поля, які потребують пересівання, внесення ЗЗР та добрив.

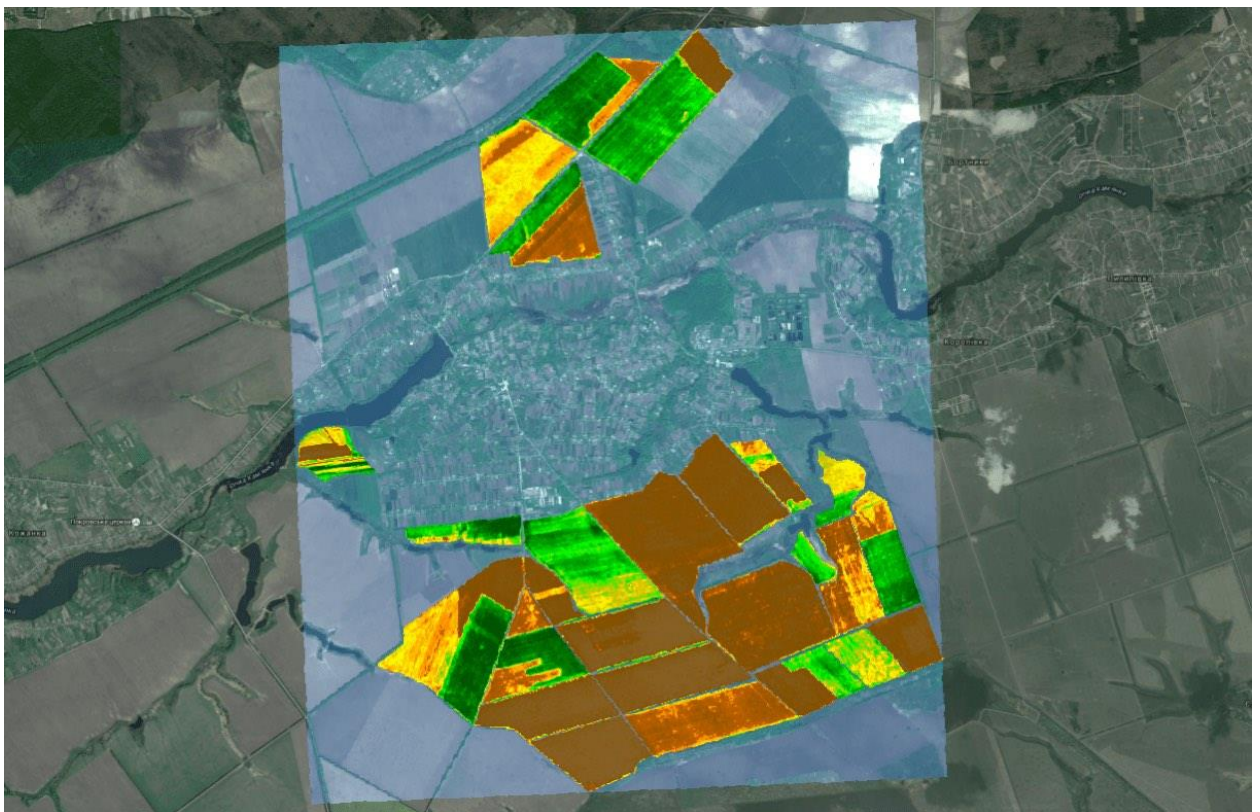


Рисунок 3.2 Супутниковий знімок Sentinel-2. Масив полів господарства



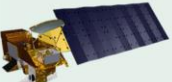
Що отримує користувач сервісів супутникового моніторингу на практиці?

Головні продукти – карти стану посівів, розраховані на підставі NDVI індексу, а також карти продуктивності. Вони необхідні для отримання електронних карт-завдань і впровадження інструментів точного землеробства.

За останні 20 років на орбіту було виведено дуже багато супутників для проведення зйомки поверхні Землі. Вони мають різні параметри – починаючи від періодичності проходження над конкретною областю Землі, і закінчуючи спектром зйомки камери й роздільною здатністю знімків.

Головними особливостями, про які потрібно знати користувачеві, який обирає супутник як інструмент для агромоніторингу, є:

- просторова роздільна здатність;
- періодичність зйомки;
- вартість.

	 <b>SENTINEL-2</b>	 <b>LANDSAT 8</b>	 <b>MODIS</b>
Просторова роздільна здатність	10 м на піксель	30 м на піксель	250 – 1000 м на піксель
Періодичність зйомки	5 днів	8 днів	1 день
Ретроспективність	з серпня 2015 року	з травня 2013 року	з 2001 року
Кількість фото за сезон	з березня по жовтень 54 фото	з березня по жовтень 34 фото	365 фотографій
Продукти, які можна отримати	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Зображення у натуральних кольорах</li> <li>○ Вегетаційний індекс NDVI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Зображення у натуральних кольорах</li> <li>○ Вегетаційний індекс NDVI</li> <li>○ Температура ґрунту</li> <li>○ Засніженість</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Зображення у натуральних кольорах</li> <li>○ Вегетаційний індекс NDVI (зміна динаміки по полю для порівняння з іншими полями)</li> </ul>

smartfarming.ua

Рисунок 3.3. Порівняння супутників дистанційного зондування Землі, що надають безкоштовні знімки

Оскільки деякі супутники були запущені як дослідницькі, доступ до зібраних ними даних сьогодні може отримати кожен. Безкоштовні знімки надають такі сервіси, як: НГС США, NASA, Європейське космічне агентство, Glovis, Digitalglobe, Land Viewer, Sentinels Scientific Data Hub.

Мінусом безкоштовних сервісів є низька якість знімків і необхідність програмної обробки. Потрібно витратити час на завантаження даних і підготовку необхідних вам матеріалів.

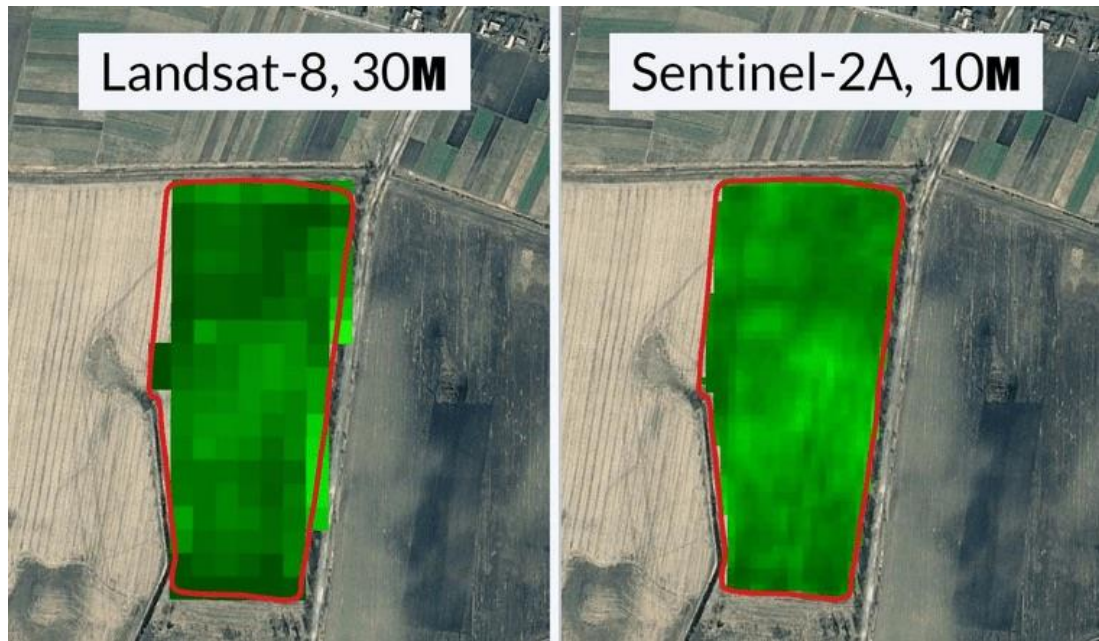


Рисунок 3.4. Різниця у відображенні даних, отриманих із супутників Landsat 8 і Sentinel-2A

Величезною перевагою використання супутникових систем є їхня ретроспективність. Багато сервісів мають власну базу знімків, зроблених за весь час їх роботи. Якщо потрібна ділянка знаходиться в «полі зору» супутника, можна отримати історію такої ділянки за останні кілька років. Це важлива інформація про поле: сівоzmіна, історична динаміка розвитку біомаси на певних полях, найбільш і найменш продуктивні зони. Якщо на одній і тій самій ділянці поля спектральні знімки демонструють проблеми рік від року, агроному буде легше встановити їх причину і вжити заходів.

Плюси:

- розрахунок вегетаційних індексів, що характеризують стан рослинності;
- автоматична обробка даних, що виключає суб'єктивне втручання;
- аналіз як окремих полів, так і певних с/г культур;
- безкоштовні дані;
- можливість отримання історичних знімків поля.

Мінуси:

- залежність від хмарності;
- отримати знімки можна раз в 5-8 днів;
- роздільна здатність знімків гірша, ніж у дронів.

Застосування дронів значно спрощує збір необхідної інформації про стан посівів. На відміну від супутника, дрони більш мобільний інструмент, з більшою деталізацією даних. За рахунок того, що висота польоту дрона зазвичай знаходиться в рамках від 100 до 300 метрів над поверхнею землі, можна отримати знімки з роздільною здатністю в сантиметрах на піксель. Дрони дозволяють збирати величезну кількість інформації в найкоротші терміни. В середньому один екіпаж здатний за день обробити до 2 500 гектар.

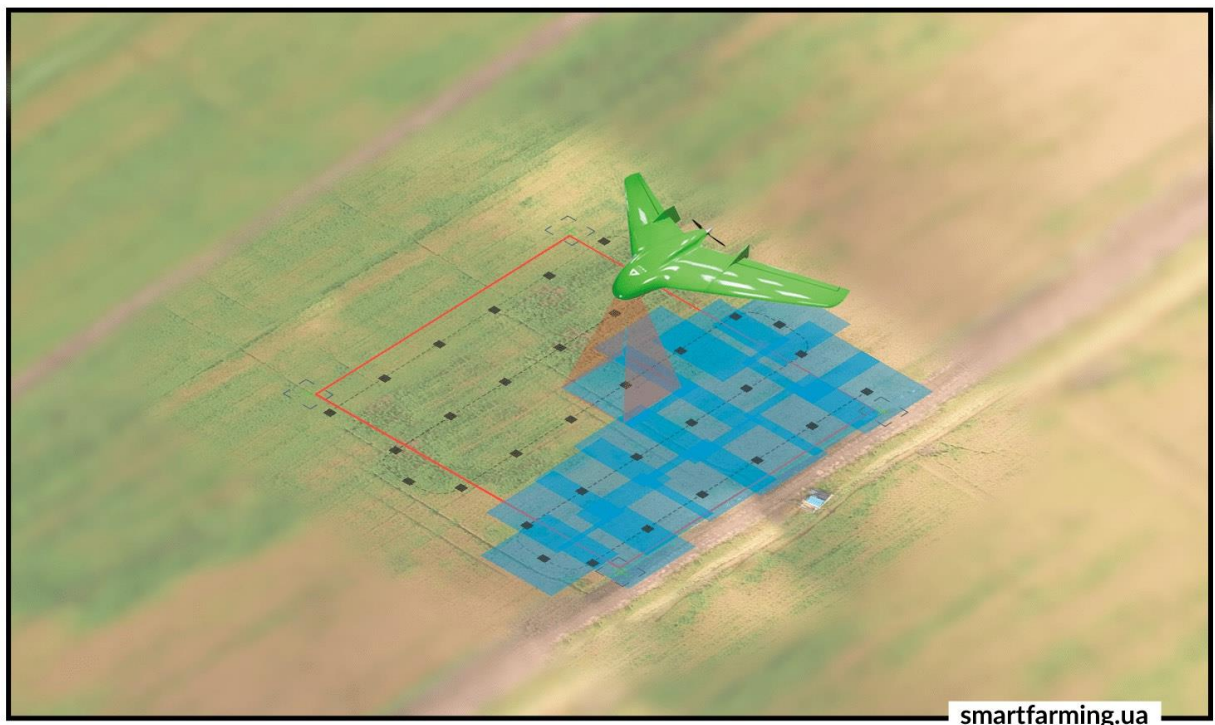


Рисунок 3.5. Обліт поля за складеним маршрутом. Дрон робить фотографії з перекриттями – пізніше такі знімки зшиваються в один детальний ортофотоплан

Тут потрібно згадати про те, що для цілей сільського господарства застосовуються різні види БПЛА: літакового типу з фіксованим крилом, дрони-коптери з 4, 6, 8 гвинтами. Головні відмінності між БПЛА з

фіксованим крилом і коптерами полягають в характеристиках дальності і стабільності польоту, підйомній вазі, способі запуску і посадки, ціні і т. д.

Виходячи з цілей використання, а також розміру господарства, відбувається вибір дрона перед покупкою. Сам процес проведення дослідження посівів практично однаковий. Як це відбувається на практиці?



Рисунок 3.6. Схема проведення дослідження поля за допомогою дрона

Особливістю дронів є можливість використання спектральних камер, які дозволяють отримувати фотографії в ближньому інфрачервоному спектрі. На підставі таких знімків відбувається розрахунок NDVI індексів. Звичайні камери також можна застосовувати для цих цілей, але після проведення деяких модифікацій або додаткової обробки даних.

Існують також і «хмарні» програмні рішення, як, наприклад, DroneDeploy. Сервіс дозволяє самостійно проводити обробку знімків з розрахунком NDVI індексу. При цьому не потрібно завантажувати і встановлювати спеціальне програмне забезпечення та проводити складні обчислення – все відбувається прямо в браузері користувача.

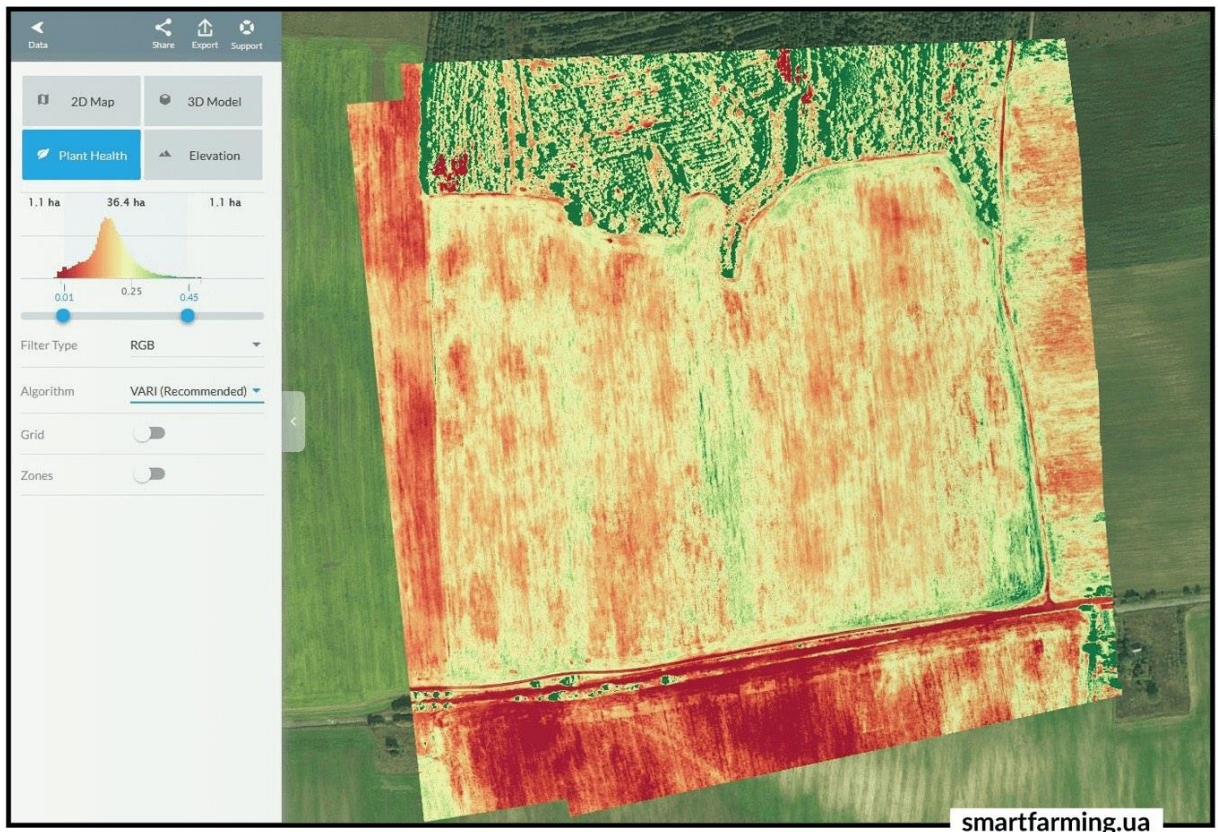


Рисунок 3.7. Програмний інтерфейс сервісу обробки даних від DroneDeploy

Можна відзначити такі сильні і слабкі сторони дронів, які використовуються в сільському господарстві:

Плюси:

- висока мобільність і оперативність проведення зйомки;
- точність від 2 сантиметрів;
- можливість зйомки в умовах хмарності;
- висока продуктивність.

Мінуси:

- вплив погодних умов на якість проведення зйомки;
- наявність «no fly zone» біля аеропортів, військових та інших режимних об'єктів;
- вартість дрона.

Можливості застосування моніторингу

Якісно проводити моніторинг з використанням супутників або застосуванням дронів можна починаючи з передпосівної підготовки ґрунту, і закінчуючи збором врожаю.

Перед посівом головним чином аналізується стан ґрунту. Основна інформація моніторингу за допомогою супутника або дронів на цьому етапі – якість проведення передпосівної обробки ґрунту. Дрони також застосовуються для складання точної карти рельєфу, де зазначають всі перепади висот, яри та інші природні об'єкти.



Рисунок 3.8. Обліт перед посівом. Зверніть увагу на розподіл вологи на полі

Коли з посівом закінчено, відбувається моніторинг схожості. На цьому етапі аналізується рівень втрат рослин, визначається потреба в підсіві або пересіві. Супутниковий моніторинг і використання дронів дозволяють виявити проблеми найбільш оперативно. Головна інформація, яку отримує аграрій – карти густоти посівів та зони неоднорідності сходів. Таким чином відбувається порівняння всіх полів підприємства і підрахунок загальних втрат сходів.

Якщо говорити про озимі культури, то їх продуктивність багато в чому визначається характером росту і розвитку в весняний період вегетації, коли ще триває фаза кущіння. Паралельно з цим аналізується потреба в підживленні та внесенні добрив. Головна мета – оптимізація внесення добрив. Наприклад, у випадку з озимою пшеницею, проводити першу підгодівлю є сенс на полях з хорошим і задовільним станом посівів.

Використовуючи дрони або супутник можна визначати ті ділянки, де потрібно вносити великі норми добрива, а також створювати електронні карти-завдання для техніки. Такі карти використовуються для диференціального внесення добрив.

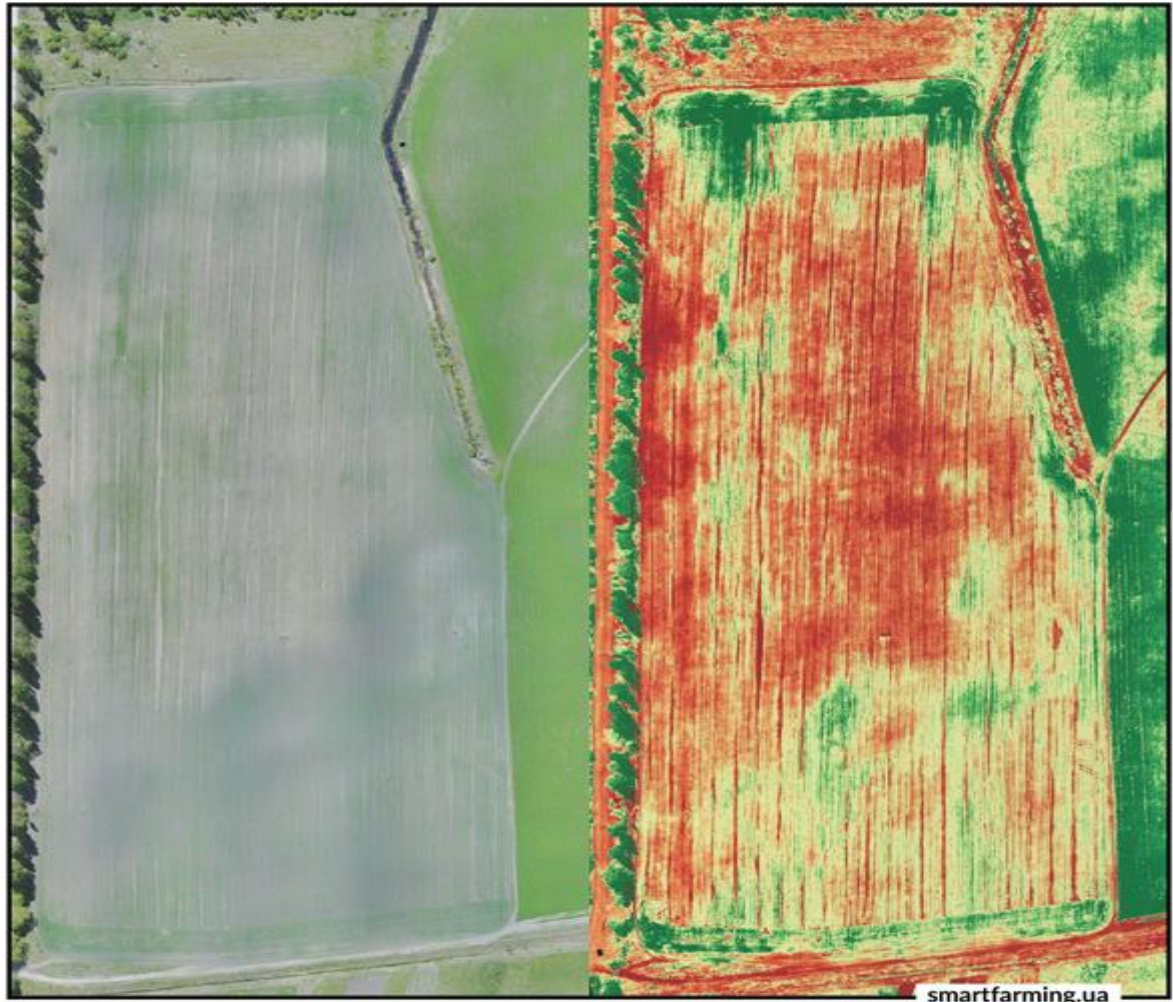


Рисунок 3.9. Зліва знімок поля з дрона, праворуч – це ж поле після побудови NDVI індексу стану сходів ярого ячменю. Червоні зони – зони з пригнобленою рослинністю. Зелені – здорові рослини. Зверху і знизу по краях поля – пересіви

Із загальних втрат врожаю від шкідників, хвороб і бур'янів на частку бур'янів припадає близько 30%. При цьому сумарні втрати врожаю і додаткові витрати на очистку полів від бур'янів подвоюють загальні втрати у виробництві зерна. Для оцінки засміченості поля ідеально підходить застосування дронів. Завдяки низькій висоті польоту і потужним камерам дрони здатні зібрати інформацію для створення карт, на яких можна

відрізняти бур'яни від посівів. В результаті цього агроном, отримуючи більш точну інформацію, може вчасно внести правильну норму гербіциду.

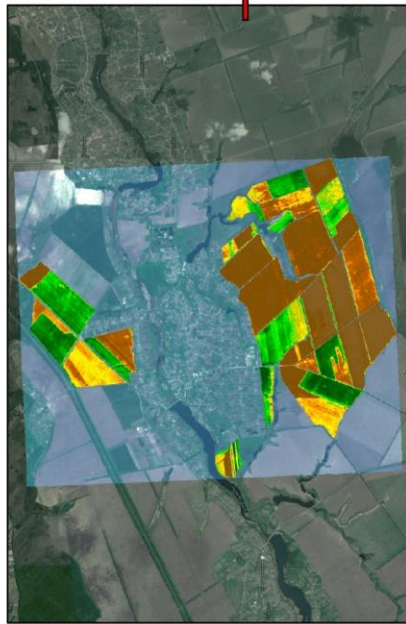


Рисунок 3.10. Обробка даних, зібраних дроном, на виявлення бур'янів в кукурудзі

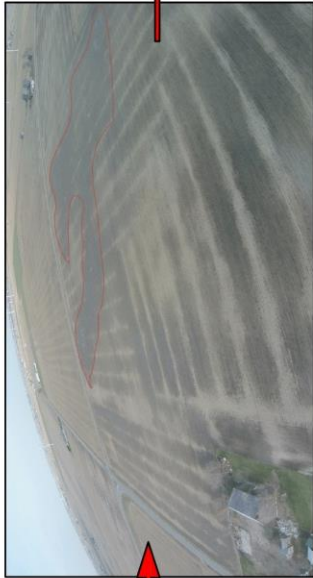
В кінці вегетаційного періоду, перед збиранням врожаю, моніторинг повторюється. Це дозволяє уточнити терміни збору врожаю і остаточно спрогнозувати врожайність.



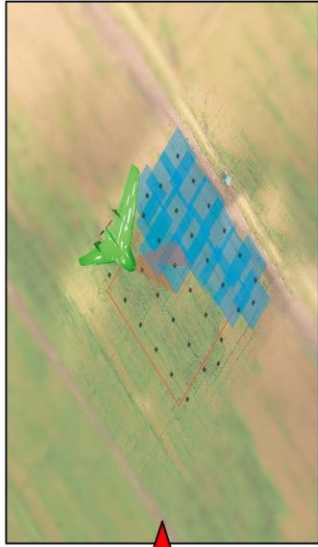
Рисунок 3.12. Моніторинг озимої пшениці.



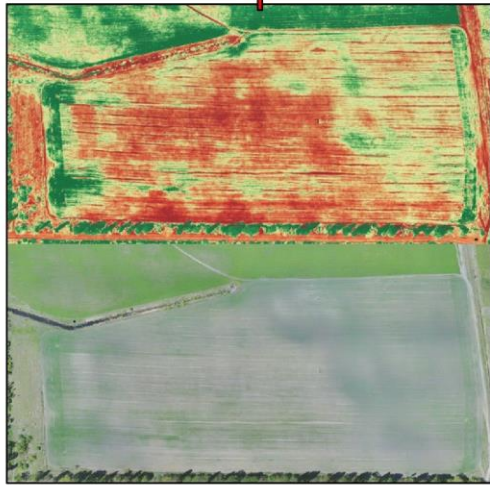
Супутниковий знімок Sentinel-2. Масив полів господарства



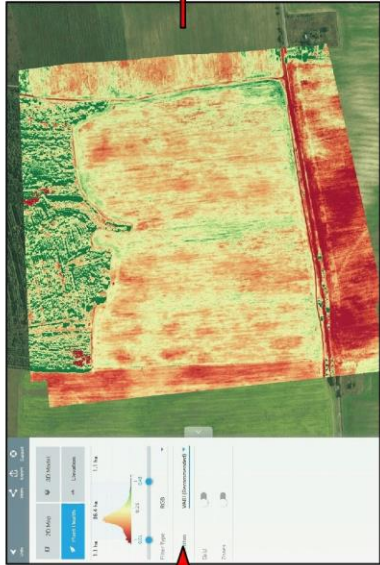
Обліт перед посівом. Зверніть увагу на розподіл вологи на полі



Обліт поля за складеним маршрутом. Дрон робить фотографії з перекриттями - пізніше такі знімки зшиваються в один детальний ортофотоплан



Зліва знімок поля з дрона, праворуч - це ж поле після побудови NDVI індексу стану сходів ярого ячменю. Червоні зони - зони з пригнобленою рослинністю. Зелені - здорові рослини. Зверху і знизу по краях поля - пересіви



Програмний інтерфейс сервісу обробки даних від DroneDeploy



Обробка даних, зібраних дроном, на виявлення бур'янів в кукурудзі

Рис 3.11. Моніторинг якісного стану посівів за допомогою зйомки з квадрокоптера

## РОЗДІЛ IV. РОЗРАХУНКИ ТА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ.

Отже, виходячи з аналізу обладнання та методів знімання у розділі 3, було прийнято рішення для подальших досліджень використовувати комбінований метод знімання, за допомогою квадрокоптера DJI Phantom 4 Professional та Global Navigation Satellite Systems-приймача TOPCON GRS-1 в комплекті із зовнішньою антеною TOPCON PG-S1.

Об'єктом дослідження було обрано територію у межах с. Зарожне Чугуївського району Харківської області, ділянка знімання рівнинна, вид ґрунтового покриву – рілля, з площею 70000 м<sup>2</sup>. Аерофотознімання виконувалось у вересні 2020 року.

Дослідження проходили за наступним планом:

- створення проекту аерофотознімання;
- виконання планово-висотної підготовки знімання;
- аерознімальні роботи;
- обробка результатів аерофотознімання та побудова ортофотоплану;
- оцінка точності одержаних результатів.

Створення проекту аерофотознімання виконувалося в програмі Pix4Dcapture безкоштовного додатку до програмного забезпечення Pix4D, що дозволяє створювати плани польотів. На основі отриманих даних надає можливість складання на персональному комп'ютері або в хмарі карти та моделі з географічною прив'язкою.

Планування у додатку Pix4Dcapture виконувалось у наступній послідовності:

- завантаження космічного знімку з сервісу Google Maps у режимі онлайн;
- задання швидкості польоту квадрокоптера (15 м/с, що становить максимальну швидкість для DJI Phantom 4 Professional);
- вибір кута нахилу камери (90° – напрям надиру);
- обрання величини повздовжнього та поперечного перекриття фотознімків, обидва по 80 відсотків;

- вибір висоти польоту, від якої залежить роздільна здатність фотознімків та обсяг площі, що охоплюється одним знімком. При висоті польоту 120 м роздільна здатність на місцевості дорівнює 0,05 м, при 100 м – близько 0,04 м, а при 75 м – близько 0,03 м;
- площа знімання обиралася з урахуванням ресурсу акумулятора, двох змінних батарейок вистачило на три зальоти.

Планово-висотної підготовки знімання проходила за наступними кроками.

DJI Phantom 4 Professional не оснащений двочастотним Global Navigation Satellite Systems-приймачем з режимом знімання Real Time Kinematic. А це означає що використання лише квадрокоптера не дозволяє отримати високоточні ортофотоплани місцевості, бо точність прив'язки центрів проекції недостатньо висока.

Для закріплення опізнавальних знаків на місцевості використовувались пластикова тарілка помаранчевого кольору та діаметром 0,205 м та термодюбель 0,01×0,07 м, що показані на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Опознак на місцевості

Такого типу опознаки дозволять зробити прив'язку знімків при наступній обробці у спеціальному програмному забезпеченні процес зображений на рисунку 4.2.

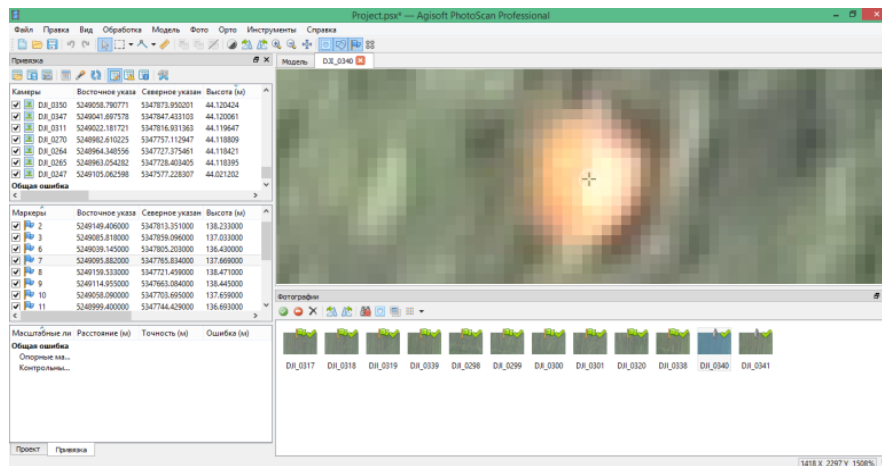


Рисунок 4.2 – Процес прив’язки опознаків у програмному забезпеченні Agisoft PhotoScan

На місцевості було закріплено 12 опознаків на відстані 60-75 м один від одного. Визначення координат опознаків виконувались з використанням двочастотного супутникового геодезичного приймача TOPCON PG-S1 і польового портативного комп'ютера (контролера) TOPCON GRS-1. Вимірювання проводились в режимі Real Time Kinematic відносних супутникових спостережень.

В процесі виконання знімачь дотримувались наступних умов супутникових спостережень:

- дискретність запису вимірювань – 1 с;
- період спостережень на точці – 10 с;
- маска по горизонту –  $10^\circ$ ;
- допустимий коефіцієнт зниження точності вимірювання за геометрію просторової засічки  $\text{positiondilationofprecision}$  5 одиниць;
- кількість супутників, що спостерігаються одночасно – не менше 6-ти;
- планова похибка по внутрішній збіжності – 0,020 м;
- висотна похибка по внутрішній збіжності – 0,015 м;
- похибка вимірювання висоти антени плюс-мінус 0,003 м.

Визначення пікетів без проходження “ініціалізації” не допускалося.

Аерознімальні роботи виконувались в автоматичному режимі з використанням програмних додатків:

- Ctrl+DJI – плагін Pix4D необхідний при використанні Pix4Dcapture він дозволяє здійснювати моніторинг в реальному часі аккумулятора, позиції, орієнтація та швидкості у трьох вимірах;
- Pix4Dcapture.

Місце запуску квадрокоптера обиралося з урахуванням можливості постійного спостереження за процесом виконання завдання. Процес формування завдання зображено на рисунку 4.3.

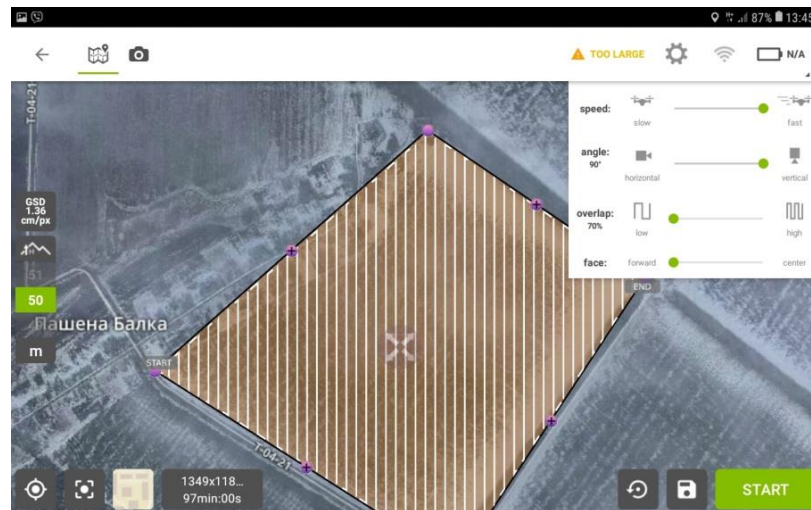


Рисунок 4.3 – Процес формування завдання для квадрокоптера у програмі Pix4D

Обробка результатів аерофотознімання та побудова ортофотоплану виконувалась у програмному забезпеченні Agisoft PhotoScan – це програма для фотограмметричної обробки цифрових зображень, створення геоприв'язних 3D-моделей, ортофотопланів на рисунку 4.4 і цифрових моделей місцевості. Отримані дані підходять для використання в геоінформаційних додатках, створення візуальних ефектів, а також для вимірювання об'єктів.

Порядок проведення обробки “сирих” даних:

- 1) перетворення системи координат;
- 2) вирівнювання фотознімків;
- 3) завантаження опознаків;
- 4) розташування опознаків на фотознімках;
- 5) оптимізація положень камер;
- 6) побудова щільної хмари точок, карти висот та ортофотоплану;
- 7) побудова ламаної лінії;
- 8) імпорт ламаної лінії в AutoCAD та експорт координат з вершин ламаної лінії у файл \*.txt.

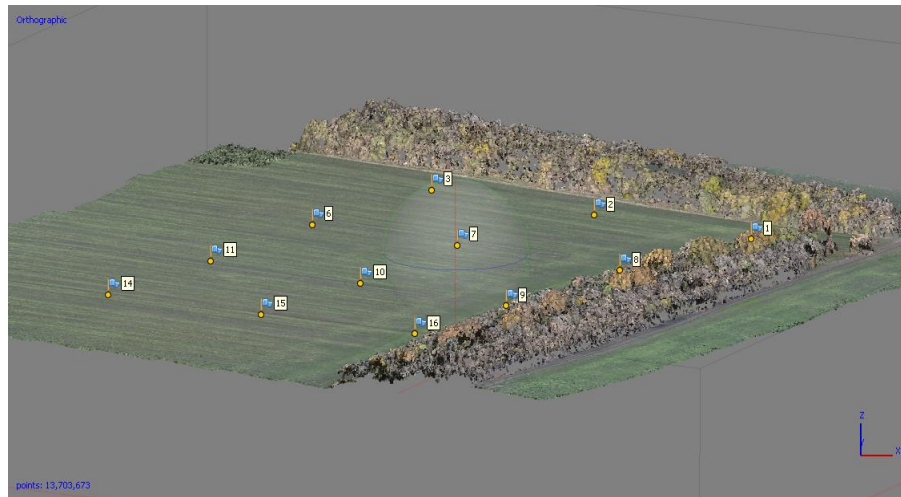
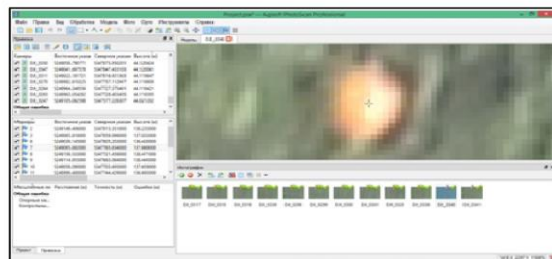


Рисунок 4.4 – Ортофотоплан, побудований в програмному забезпеченні Agisoft PhotoScan, та розташовані на ньому опознаки

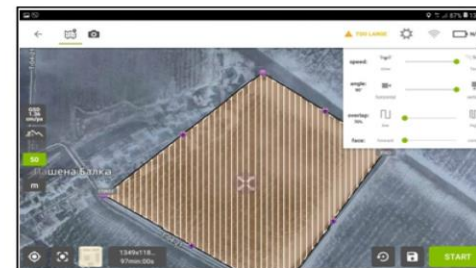
Аналіз точності прив'язки опознаків виконувалась за допомогою програмного забезпечення AutoCAD зі встановленим lisp-додатком МенюГЕО та програми для роботи з електронними таблицями Microsoft Excel (таблиця 4.1).



Опознак на місцевості



Процес прив'язки опознаків у програмному забезпеченні Agisoft PhotoScan



Процес формування завдання для квадрокоптера у програмі Pix4D



Процес вибору маршруту польоту квадрокоптера ділянки №1



Процес вибору маршруту польоту квадрокоптера ділянки №2

Рисунок 4.5. Створення проекту аерофотознімання за допомогою квадрокоптера DJI Phantom 4 Professional та GNSS-приймача TOPCON GRS-1

Перелати методів дистанційного заощадження земель сільськогосподарського призначення та відновити предмети дозволених та удосконалих традиційних ґрунтознавчих методів

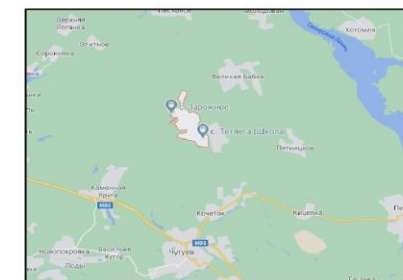
[illegible]

Схема розташування села Зарожне

## УМОВНІ ЗНАКИ



- 1** номер опознаку
-  місце розташування опознаку
-  межа території, на якій виконувалася зйомка

Рисунок 4.6. Ортофотоплан побудований за допомогою зйомки з квадрокоптера та розташовані на ньому опознаки

Таблиця 4.1

## Зведена таблиця аналізу точності прив'язки опознаків

	висота польоту над землею поверхнею 75 м				висота польоту над землею поверхнею 100 м				висота польоту над землею поверхнею 120 м			
	розширення, см/піксель (карта висот/ортофотоплан)	точність прив'язки опознаків (в метрах / в пікселях)	фактична точність у плані відносно опознаків (середнє квадратичне відхилення, м)	фактична точність по висоті відносно опознаків (середнє квадратичне відхилення, м)	розширення, см/піксель (карта висот/ортофотоплан)	точність прив'язки опознаків (в метрах / в пікселях)	фактична точність у плані відносно опознаків (середнє квадратичне відхилення, м)	фактична точність по висоті відносно опознаків (середнє квадратичне відхилення, м)	розширення, см/піксель (карта висот/ортофотоплан)	точність прив'язки опознаків (в метрах / в пікселях)	фактична точність у плані відносно опознаків (середнє квадратичне відхилення, м)	фактична точність по висоті відносно опознаків (середнє квадратичне відхилення, м)
<b>12 опознаків (інтервал 60 - 75 м)</b>	7,68 / 1,92	0,019617 / 0,370	0,013 - 0,015	0,011	10,20 / 2,54	0,017196 / 0,328	0,013 - 0,015	0,0123	12,30 / 3,08	0,042163 / 0,287	0,016 - 0,018	0,031
<b>6 опознаків (інтервал 100 - 150 м)</b>		0,013556 / 0,334	0,006 - 0,010	0,012		0,008526 / 0,333	0,010 - 0,014	0,010		0,006185 / 0,299	0,014 - 0,040	0,037
<b>4 опознака (інтервал 140 - 210 м)</b>		0,006942 / 0,343	0,006 - 0,008	0,010		0,004739 / 0,334	0,008 - 0,013	0,014		0,206008 / 0,316	0,117 - 0,127	0,100

Таблиця 4.2

Різниця визначення прямокутних координат та висоти контрольного опознака №8

<b>висота зальоту, м / кількість опознаків, шт</b>	<b>X<sub>gps</sub>, м</b>	<b>Y<sub>gps</sub>, м</b>	<b>h<sub>gps</sub>, м</b>	<b>X<sub>офп</sub>, м</b>	<b>Y<sub>офп</sub>, м</b>	<b>h<sub>офп</sub>, м</b>	<b>Δx, м</b>	<b>Δy, м</b>	<b>Δh, м</b>	<b>Δ<sub>пла- нова</sub>, м</b>	<b>Δ<sub>прос- торова</sub>, м</b>
<b>75 / 4</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,453	5249159,530	138,600	0,006	0,003	-0,129	0,005	0,075
<b>75 / 6</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,445	5249159,542	138,498	0,014	-0,009	-0,027	0,012	0,018
<b>75 / 11</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,441	5249159,525	138,497	0,018	0,008	-0,026	0,014	0,019
<b>100 / 4</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,433	5249159,522	138,572	0,026	0,011	-0,101	0,020	0,061
<b>100 / 6</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,446	5249159,515	138,505	0,013	0,018	-0,034	0,016	0,023
<b>100 / 11</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,447	5249159,517	138,493	0,012	0,016	-0,022	0,014	0,017
<b>120 / 4</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,453	5249159,552	138,531	0,006	-0,019	-0,060	0,014	0,037
<b>120 / 6</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,466	5249159,556	138,485	-0,007	-0,023	-0,014	0,017	0,016
<b>120 / 11</b>	5347721,459	5249159,533	138,471	5347721,447	5249159,543	138,495	0,012	-0,010	-0,024	0,011	0,017

Для подальшого аналізу точності необхідно виконати контрольні виміри (знімання), за допомогою Global Navigation Satellite System-обладнання. На основі отриманих даних контрольного знімання та відхилень ортофотоплану від контрольних точок можливо виконати оцінку точності рівноточних вимірювань у порядку та за формулами, приведеними нижче.

Найкращим критерієм оцінки точності вимірювань прийнято вважати середню квадратичну похибку вимірювання, яка визначається за формулою:

$$m = \sqrt{\sum \Delta_i^2 / n}, \quad (4.1)$$

де  $\Delta_i$  – різниця між результатом вимірювання та істинним значенням, що вимірюється, м;

$n$  – кількість вимірювань, разів.

Так як, у більшості випадків істинне значення невідоме, то середню квадратичну похибку визначають за формулою Бесселя:

$$m = \sqrt{\sum \frac{\vartheta_i^2}{n} - 1}, \quad (4.2)$$

де  $\vartheta_i$  – різниця між результатом вимірювання та середнім арифметичним значення або вірогідним значенням величини, що вимірюється, м;

$n$  – кількість вимірювань, разів.

Середня квадратична похибка арифметичної середини:

$$M = m/\sqrt{n}, \quad (4.3)$$

де  $m$  – середня квадратична похибка, м;

$n$  – кількість вимірювань, разів.

Ця формула показує, що середня квадратична похибка арифметичної середини в  $\sqrt{n}$  разів менша за середню квадратичну похибку окремого виміру.

Середня квадратична похибка функції виміряних величин знаходиться через відому функцію загального виду:

$$z = f(x, y, \dots, t), \quad (4.4)$$

де  $x, y, \dots, t$  – незалежні виміряні величини, одержані з відомими середніми квадратичними похибками, м.

$$\text{Тоді: } m_z = \sqrt{\left(\frac{df}{dx}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{df}{dy}\right)^2 m_y^2 + \dots + \left(\frac{df}{dt}\right)^2 m_t^2}, \quad (4.5)$$

де  $\frac{df}{dx}, \frac{df}{dy}, \frac{df}{dt}$  – похідні від функцій  $f(x), f(y), f(t)$ ;

$m_x, m_y, m_t$  – середні квадратичні похибки незалежно виміряних величин  $x, y, t$ .

Якщо функція має вигляд:

$$z = x + y + \dots + t, \quad (4.6)$$

де  $x, y, \dots, t$  – незалежні виміряні величини, одержані з відомими середніми квадратичними похибками, м.

$$\text{То: } m_z = \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + \dots + m_t^2}, \quad (4.7)$$

де  $m_x, m_y, m_t$  – середні квадратичні похибки незалежно виміряних величин  $x, y, t$ .

Для функції:

$$z = k_1 x + k_2 y + \dots + k_n t, \quad (4.8)$$

де  $k_1, k_2, k_n$  – постійні величини.

$$m_z = \sqrt{k_1^2 m_x^2 + k_2^2 m_y^2 + \dots + k_n^2 m_t^2}. \quad (4.9)$$

де  $k_1, k_2, k_n$  – постійні величини;

$m_x, m_y, m_t$  – середні квадратичні похибки незалежно виміряних величин  $x, y, t$ .

На основі відхилень координат контрольної точки розраховують середні квадратичні помилки планового та висотного положення точок  $m_x, m_y, m_H$ . Одержані значення повинні відповідати вимогам інструкції зі складання топографічних планів масштабу 1:2000.

## РОЗДІЛ V. ОХОРОНА ПРАЦІ

До топографо-геодезичних робіт допускаються особи віком не менше 18 років, які пройшли медичне обстеження, навчання за фахом, вступний та первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці, з обов'язком записом про це в журналах реєстрації інструктажів.

Фахівці та робітники, зайняті на польових роботах, повинні:

- Бути забезпечені спецодягом та спецвзуттям згідно з нормативами.
- Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.
- Виконувати тільки ту роботу, по якій проведено інструктаж.
- Не допускати перебування на робочому місці сторонніх осіб
- Нести особисту відповідальність за виконання правил охорони праці, пожежної безпеки, за безпеку колег по роботі та виробничу санітарію.

Бригада, яка виконує топографо-геодезичні роботи, повинна складатися не менше як із двох виконавців: топограф і рейковий.

Перед виконанням робіт підвищеної безпеки (згідно з Переліком робіт з підвищеної небезпеки затвердженим Наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005р. № 15) з працівниками відділу проводиться цільовий інструктаж та оформляється наряд-допуск.

До виконання робіт підвищеної небезпеки допускаються працівники, які пройшли спеціальне навчання. При виконанні робіт у біологічно небезпечних зонах та районах осередкового захворювання усім робітникам повинні бути зроблені спеціальні щеплення або вакцинація.

До початку топографо-геодезичних робіт виконавці повинні:

1. Ознайомитися на місцевості з маршрутом руху, виділити небезпечні місця, а старшому групи вибрати маршрут безпечного виконання робіт.
2. Одягти передбачений нормами одяг, спецвзуття та головні убори.

3. Перевірити наявність та справність інструменту, приладів, обладнання.

4. Перевірити наявність медичної аптечки для надання першої медичної допомоги і термосу з питною водою.

5. Про виявленому у колег або особистому нездужанні повідомити керівника робіт і чекати його вказівок.

Маршрути пересування повинні відповідати розробленим схемам виконання робіт або повинні бути погоджені з керівництвом техвідділу.

З настанням негоди (снігопад, гроза, зatoryжний дощ, густий туман і т. д.) під час пересування (переходів) необхідно перервати рух, сховатися в небезпечному місці та переждати негору.

Переходи та пересування бригади повинні виконуватися тільки в світлий час доби.

Влітку, під променями сонця, необхідно працювати з покритою головою. В найбільш жаркі години дня необхідно переривати роботу і переносити її на ранок чи передвечір'я.

При виконанні польових робіт забороняється:

- Знаходитися в алкогольному та наркотичному сп'янінні;
- пити воду з джерел, непередбачених для цього;
- лягати на вогку землю;
- стрибати і купатися, що не призначені для цього;
- за своєю ініціативою здійснювати контакти з представниками тваринного світу;
- приймати їжу брудними руками.

Переходи уздовж автомобільної дороги (на роботу чи в процесі роботи) дозволяється виконувати тільки по узбіччю земляного полотна назустріч руху транспорту.

Місце роботи облаштувати тимчасовими дорожніми знаками та огороження, також робітники бригад повинні бути одягнені в сигнальні жилети.

Автомобільну дорогу поза населеним пунктом необхідно переходити тільки на ділянках, де вона добре проглядається в обидві сторони.

Пункти планово-висотного обґрунтування повинні закріплюватися штирями, які забиваються на рівні з полотном дороги.

При виконанні проміру сторін планово-висотного обґрунтування стрічкою чи рулеткою повинні бути виключені випадки затягання стрічки чи рулетки на проїжджій частині дороги. Не залишати на дорогах без нагляду геодезичні інструменти та обладнання.

До робіт на залізничних дорогах допускаються особи з добрим слухом та зором.

Перехід уздовж лінії залізничної дороги до місця роботи і назад дозволяється під наглядом керівника робіт тільки по узбіччю земляного полотна або в стороні від колії на відстані не менше 2м від крайньої рейки.

Забороняється переходити чи перебігати колію, знаходитися на залізничної колії або сусідній колії під час маневрування потягу, піднімати нівелірну рейку, віху та інші інструменти до проводу лінії електропередач чи до контактної мережі залізничних доріг на відстані ближче чим 2м.

На об'єктах залізничних доріг робітники зобов'язані переходити уздовж колії тільки по узбіччю, або посередині між колії, при цьому слідкувати за рухом потягу.

Працюючи на залізничному мості при вд|5щцеянї потяга переходити на спеціальні площадки або виходити за межі мосту.

Переправи в брід на автомобілях дозволяються на невеликій швидкості і тільки на ділянках з твердим та рівним дном.

Переправи через водні перешкоди здійснювати тільки переконавшись в безпеці переправи.

Переправи в брід пішки здійснювати при температурі води не нижче +12° по рівному і нев'язкому дну на глибині до 1м.

Перевірена ширина полоси броду повинна бути не менше 3м, при цьому забороняються переправи:

- по виступаючим із води камінням;
- без взуття і шестів;
- через водні перешкоди різної ширини під час сильного дощу, снігу, туману, вітру і великих хвиль.

При необхідності використання плавучих засобів (човна, понтонного плоту) необхідно:

- користуватись справними плавучими засобами;
- знати визначену вантажопідйомність та місткість кількості пасажирів даного плавзасобу;
- забезпечити комплектування плавзасобів рятувальними жилетами, кругами та страхувальними мотузками.

Пересуватись по тросу, стоячі в човні і триматись за трос руками забороняється. При роботі з тросом пересуватись по ньому на плавзасобах можна за допомогою петлі або гака. Якщо човен закріплено за трос у носовій частині, переміщення по тросу дозволяється тільки при наявності на кормі рульового. Наближення плавучих засобів до тросу при швидкості течії понад 3 м/с дозволяється тільки з низового боку.

Працівники, які переміщуються до місця роботи човном та проводять роботи з понтонного плоту, повинні дотримуватись правил поведінки на воді.

Для запобігання від укусів отруйних комах (каракуртів і т. д.), а також змій працівникам забороняється:

- ходити в легкому відкритому взутті;
- під час роботи перевертати каміння і обладнання без попереднього їх огляду;
- мити автомобілі біля водних джерел (річки, канали, водонакопичувачі, свердловини).

Перед переправою по льоду необхідно уважно оглянути та визначити загальну придатність льодового покриття для переправи.

Місце переправи по льоду повинно мати:

- зручні пологі спуски на лід;

- добре сполучення льоду з берегом;
- рівний та надійний по міцності льодовий покрив без ополонки та тріщин.

При виконанні робіт на територіях нафтогазопроводів необхідно виконувати наступні правила:

- місця відкритого виділення газу обходити з навітряного боку;
- не розташовуватись на відпочинок і для прийняття їжі поблизу газонебезпечних місць;
- спуск в колодязі, траншеї та ємкості категорично забороняється;
- не допускати відкритого полум'я на території.

При топографічних зйомках підземних інженерних комунікацій керівник підрозділу зобов'язаний до початку роботи ознайомити

робітників з роботами в колодязях, колекторах з інструкцією по охороні праці при цих роботах і перевірити їх знання, одночасно проводити постійний контроль за дотриманням її вимог.

По закінченню роботи необхідно:

- прибрати з робочого місця інструмент та обладнання;
- прибрати огороження з дороги, колодязів і колекторів;
- здати інструмент, обладнання та індивідуальні засоби захисту в назначені місця.

Спецодяг та спецвзуття очистити від пилу і бруду.

Вимити руки і обличчя водою з милом.

Про всі зауваження і неполадки, виявлені під час роботи, повідомити керівника робіт.

Вимоги інструкції є обов'язковими для працюючих. За невиконання вимог інструкції вони несуть персональну відповідальність.

При виникненні аварійної ситуації, коли один із членів бригади нездатний самотійно пересуватися, потерпілому необхідно надати медичну допомогу і доставити його в найближчий медпункт, а також повідомити керівника робіт.

## ВИСНОВКИ

Вперше проведено обстеження земель сільськогосподарського призначення на території села Зарожне із застосуванням безпілотних літальних апаратів.

Розроблена система оперативного планування комплексу заходів щодо подальшого моніторингу негативних явищ, з прискореним отриманням вихідної інформації. Це досягається за рахунок використання дистанційних методів (безпілотні літальні апарати) і програмного забезпечення (AgisoftPhotoscan, Microsoft Excel), що значно спрощує роботу з обстеження пошкоджених насаджень, планування необхідних заходів з суттєвою економією коштів внаслідок застосування спеціальних програмних продуктів.

Застосування розробленої системи забезпечує отримання різноманітної інформації про пошкодження посівів, необхідної для прийняття рішень по ліквідації наслідків.

Отримані дані можуть слугувати для:

- процесів межування, інвентаризації та кадастрової оцінки земельних ділянок;
- оцінки ефективності використання земельних ресурсів сільськогосподарського профілю;
- оперативного отримання земельно-кадастрової інформації;
- проектування розвитку територій;
- проектно-вишукувальних робіт;
- локального державного моніторингу земель з метою контролю використання, охорони та інших заходів з управління земельними ресурсами;
- екологічного моніторингу;
- створення тривимірних моделей місцевості для геоінформаційних систем.

З кожним роком підвищується якість камер, зростає ємність батарей. Алгоритми обробки зібраної інформації стають все кращими, а застосування дронів все більш доступним. Комерційні сервіси продовжують виводити на орбіту свої супутники дистанційного зондування. Програми Landsat і Sentinel-2 планують запуски нових апаратів з більш просунутими технологіями для зйомки і сканування поверхні Землі. Це сприяє тому, що моніторинг із застосуванням дронів і супутників через кілька років стане таким же звичайним в роботі українського аграрія, як сьогодні застосування GPS на техніці.

Можливим застосуванням даної системи (з коригуванням для кожного конкретного випадку) є визначення впливів природного, антропогенного і техногенного характеру на посіви.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>. – Загол. з екрана.
2. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Положення про моніторинг земель” від 20.08.1993 № 661 (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-93-п>. – Загол. з екрана.
3. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25.06.1991 № 1264-XII.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>. – Загол. з екрана.
4. Закон України “Про охорону земель”, від 19.06.2003 № 962-IV(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>. – Загол. з екрана.
5. Закон України “Про державний контроль за використанням та охороною земель” від 19.06.2003 № 963-IV (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15>. – Загол. з екрана.
6. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України “Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення” від 26.02.2004 № 661.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0383-04>. – Загол. з екрана.
7. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України “Про Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів” від 04.08.2000 № 1218.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1218-2000-%D0%BF>. – Загол. з екрана.
8. Вказівка Державного комітету України по земельних ресурсах “Про використання, охорону та моніторинг особливо цінних земель” від 03.11.1997 № 55.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/v0055219-97>. – Загол. з екрана.

9. Указ Президента України “Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення” від 02.12.95 № 1118/95.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1118/95>. – Загол. з екрана.
10. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України “Про затвердження Порядку ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки” від 30.11.93 № 321.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1517-11>. – Загол. з екрана.
11. Закон України “Про меліорацію земель” від 14.01.2000 № 1389-XIV.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1389-14>. – Загол. з екрана.
12. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля” від 30.03.1998 № 391.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF>. – Загол. з екрана.
13. Повітряний кодекс України від від 19.05.2011 № 3393-VI. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>. – Загол. з екрана.
14. Закон України “Про землеустрій” від 22.05.2003 № 858-IV.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15>. – Загол. з екрана.
15. Закон України “Про Державний земельний кадастр” від 07.07.2011 № 3613-VI.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17>. – Загол. з екрана.
16. Наказ Міністерства оборони “Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України” від 08.12.2016 № 661.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17/ed20161208>. – Загол. з екрана.
17. Дмитрук Ю. М. Прикладні аспекти генерації гідрологічно-коректних та екологічно-відповідних цифрових моделей місцевості / Ю. М. Дмитрук, В. Р.

Черлінка // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – Івано-Франківськ, 2013. – № 1 (7). – С. 126–131. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://scholar.google.com.ua/citations?user=3MGCip8AAAAJ&hl=en>. – Загол. з екрана.

18. Козуб А.М. / Аналіз засобів збору інформації для географічних інформаційних систем / А.М. Козуб, Н.О. Суворова, В.М. Чернявський // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. №3(27). (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=soivt\\_2011\\_3\\_12](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=soivt_2011_3_12). – Загол. з екрана.

19. Перович Л. Кадастровий моніторинг земель / Л. Перович, Л. Винарчик // Геодезія, картографія та аерофотознімання. – 2009. – №73. – С. 97–101. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/7159/1/15.pdf> [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=soivt\\_2011\\_3\\_12](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=soivt_2011_3_12). – Загол. з екрана.

20. Ачасов А.Б., Ачасова А.О. Інтегральний аналіз даних дистанційного зондування і цифрових моделей рельєфу з метою великомасштабного ґрунтового картографування // Вісник ХНАУ. №.4 . 2010. С. 28-32. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://journals.urau.ua/visnukkhnu\\_ecology/article/viewFile/23264/20782](http://journals.urau.ua/visnukkhnu_ecology/article/viewFile/23264/20782). – Загол. з екрана.

21. Ачасов А.Б., Ачасова А.О., Тітенко Г.В., Селіверстов О. Ю., Сєдов А.О. / Щодо використання БПЛА для оцінки стану посівів // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія “Екологія”, вип.13., 2015. С. 13-18. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=VKhNU\\_2015\\_13\\_4](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=VKhNU_2015_13_4). – Загол. з екрана.

22. Мартин А.Г. Реформування системи моніторингу земель в Україні: напрями та механізми // Земельний вісник України. – листопад 2017 р. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zemvisnuk.com.ua/news/propozits-vchenikh>. – Загол. з екрана.
23. Assessing tree cover in agricultural landscapes using high resolution aerial imagery / G. Liknes [et al.]. — The Journal of Terrestrial Observation. — 2010. — Vol. 2, No. 1. — P. 38–55. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2010/nrs\\_2010\\_liknes\\_002.pdf](https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2010/nrs_2010_liknes_002.pdf).
24. Guidance document (revised version after simplification) on the establishment of the EFA layer referred to in article 70(2) of Regulation (EU) 1306/2013. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://iacs.tarim.gov.tr/?page\\_id=368](http://iacs.tarim.gov.tr/?page_id=368). – Загол. з екрана.
25. Efficiency Assessment of Multitemporal CBand Radarsat 2 Intensity and Landsat 8 Surface Reflectance Satellite Imagery for Crop Classification in Ukraine / S. Skakun [et al.]. — IEEE Journal of Selected Topics in Applied EarthObservations and Remote Sensing. — Aug. 2016. — Vol. 9, No. 8. — P. 3712–3719. — DOI: 10.1109/JSTARS. 2015.2454297.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7174468>.
26. Use of the Earth Observing One (EO1) Satellite for the Namibia SensorWeb Flood Early Warning Pilot / D. Mandlet al.]. — IEEE Journal of Selected Topics in Applied EarthObservations and Remote Sensing. — 2013. — Vol. 6. —No 2. — P. 298–308.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20120010212.pdf>. – Загол. з екрана.
27. Validation methods for regional retrospective high resolution land cover for Ukraine / M. Lavreniuk [et al.]. — Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2016 IEEE International — 10–15 July 2016. — P. 4502– 4505. — DOI: 10.1109/IGARSS.2016.7730174.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://www.researchgate.net/publication/282654415\\_REGIONAL\\_SCALE](https://www.researchgate.net/publication/282654415_REGIONAL_SCALE)

\_CROP\_MAPPING\_USING\_MULTI-TEMPORAL\_SATELLITE\_IMAGERY. –

Загол. з екрана.

28. Group on Earth Observations .(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://www.earthobservations.org/geoglam.php>. – Загол. з екрана.

29. Use of land surface remotely sensed satellite and airborne data for environmental exposure assessment in cancer research / S.K. Maxwell [et al.]. — Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. — 2010. — Vol.

20. — No. 2. — P. 176–185. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4341821/>. – Загол. з екрана.

30. Methodology for a Canadian agricultural land cover classification / T. Fiset [et al.]. — 1st International Conference on Object based Image Analysis, Salzburg University, Austria, 4–5 July 2006. — 2006. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.435.9450&rep=rep1&type=pdf>. – Загол. з екрана.

31. Guidance document (revised version after simplification) on aid applications and payment claims referred to in article 72 of Regulation (EU) 1306/2013.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/images/5/58/DSDSCG201439\\_aid\\_application\\_guidance\\_final\\_rev1\\_clean.pdf](https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/images/5/58/DSDSCG201439_aid_application_guidance_final_rev1_clean.pdf). – Загол. з екрана.

32. Guidance document on the implementation by Member States of permanent grassland provisions in the context of greening (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/images/0/05/DSEGD P201502\\_rev4\\_clean.pdf](https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/images/0/05/DSEGD P201502_rev4_clean.pdf). – Загол. з екрана.

33. Monitoring Agricultural Resources. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/mars>. – Загол. з екрана.

34. Towards operational radar only crop type classification: comparison of a traditional decision tree with a random forest classifier / B. Deschamps [et al.]. — Canadian Journal of Remote Sensing. — 2012. — Vol. 38. — No. 1. — P. 60–68.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5589/m12-012>. – Загол. з екрана.

35. Annual SpaceBased Crop Inventory for Canada: 2009– 2014 / T. Fiset [et al.]. — IGARSS 2014. — 2014. — P. 5095– 5098. — DOI: 10.1109/IGARSS.2014.6947643.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://open.canada.ca/data/en/dataset/ba2645d5-4458-414d-b196-6303ac06c1c9>. — Загол. з екрана.
36. Regional Retrospective High Resolution Land Cover For Ukraine: Methodology And Results / M. Lavreniuk [et al.]. — International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2015 (IGARSS 2015), № 15599383. — P. 3965–3968. DOI: 10.1109/IGARSS.2015.7326693. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL:[https://www.researchgate.net/publication/284725104\\_Regional\\_retrospective\\_high\\_resolution\\_land\\_cover\\_for\\_Ukraine\\_Methodology\\_and\\_results](https://www.researchgate.net/publication/284725104_Regional_retrospective_high_resolution_land_cover_for_Ukraine_Methodology_and_results). — Загол. з екрана.
37. Subtitle VI — Earth Observations. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL:[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/public\\_law\\_111314title\\_51\\_naional\\_and\\_commercial\\_space\\_programs\\_dec.\\_18\\_2010.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/public_law_111314title_51_naional_and_commercial_space_programs_dec._18_2010.pdf). — Загол. з екрана.
38. Technical Guidance document on the On The Spot Check of Crop Diversification requirements.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL:<https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/>. — Загол. з екрана.
39. Comparison of biophysical and satellite predictors for wheat yield forecasting in Ukraine / A. Kolotii [et al.]. — International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. — 2015. — Vol. XL7/W3. — P. 39–44. DOI:10.5194/isprsarchivesXL7W3392015.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-7-W3/39/2015/isprsarchives-XL-7-W3-39-2015.pdf>. — Загол. з екрана.
40. Congalton R. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and applications / Congalton R. G., Green K. // Lewis Publishers, Boca Raton, Fla. — 1999.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://epdf.tips/assessing-the->

accuracy-of-remotely-sensed-data-principles-and-practices-second-e.html.– Загол. з екрана.

41. Parcel based Crop Classification in Ukraine Using Landsat 8 Data and Sentinel 1A Data / N. Kussul [et al.]. — IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. — 2016. — Vol. 9. — No. 6. — P. 2500– 2508. — DOI: 10.1109/ JSTARS.2016.2560141.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://www.researchgate.net/publication/303358600\\_Parcel-Based\\_Crop\\_Classification\\_in\\_Ukraine\\_Using\\_Landsat-8\\_Data\\_and\\_Sentinel-1A\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/303358600_Parcel-Based_Crop_Classification_in_Ukraine_Using_Landsat-8_Data_and_Sentinel-1A_Data).– Загол. з екрана.

42. Compact polarimetry overview and applications assessment / F.J. Charbonneau, [et al.]. — Canadian Journal of Remote Sensing / Journal canadien de Télédétection. — 2010. — Vol. 36. — No. 2. — P. 298–315. — DOI: 10.5589/m10062. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5589/m10-062>.– Загол. з екрана.

43. Remote Sensing and Image Interpretation / T. M. Lillesand [et al.]. — Wiley & Sons, New York. — 1994. — P. 523–525. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://www.nateko.lu.se/sites/nateko.lu.se/files/um-flygbilderintro2image\\_interpretation\\_2017\\_english\\_v3.pdf](https://www.nateko.lu.se/sites/nateko.lu.se/files/um-flygbilderintro2image_interpretation_2017_english_v3.pdf).– Загол. з екрана.

44. AFC Annual Crop Inventory. Status and Challenges / T. Fisette [et al.]. — Second International Conference on Agro Geoinformatics (Agro Geoinformatics). — 2013. — DOI: 10.1109/ArgoGeoinformatics.2013.662192. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://gracilis.carleton.ca/davidson/publications/2012/Fisette\\_CSRS\\_2012.pdf](https://gracilis.carleton.ca/davidson/publications/2012/Fisette_CSRS_2012.pdf).

45. Kauth R.J. The Tasseled Cap A Graphic Description of the Spectral Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by LANDSAT / R. J. Kauth, G. S. Thomas // Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data, Purdue University, West Lafayette, Indiana. — 1976. — P. 41–57. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.6381&rep=rep1&type=pdf>.– Загол. з екрана.

46. Інформаційні технології глибинного машинного навчання для аналізу змін земного покриття / Н. М. Кус суль [та ін.]. — Доповіді Національної Академії Наук України. — 2016. — №8. — С. 26–32. — DOI: 10.15407/dopovidi2016.08.000. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://journal.iasa.kpi.ua/article/viewFile/114466/123508>.— Загол. з екрана.
47. Супутниковий агромоніторинг в Україні: Міжнародний симпозіум за проектом Європейського космічного агентства “Sentinel2 for Agriculture” / Н. М. Куусуль [та ін.]. — Вісник Національної академії наук України. — 2016. — № 12. — С. 99–104. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://doi.org/10.15407/visn2016.12.099>.— Загол. з екрана.
48. Guidance document on the Land Parcels Identification System (LPIS) under articles 5, 9 and 10 of Commission Delegated Regulation (EU) 640/2014 (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/images/a/ab/TG\\_Check\\_Crop\\_Diversification.pdf](https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/images/a/ab/TG_Check_Crop_Diversification.pdf).— Загол. з екрана.
49. Харченко В. П. Інноваційний компонент національних економічних стратегій / В. П. Харченко // Стратегія розвитку України. — 2011. — № 1. — С. 8–10. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/17874/09-Ivashenko.pdf?sequence=1>. — Загол. з екрана.
50. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://land.gov.ua>.— Загол. з екрана.
51. Горбулін В.П. Земельні відносини, земельні ресурси і продовольча безпека: аналітичні матеріали / В.П. Горбулін, Л.Д. Греков, А.Д. Юрченко. — К.: Інститут проблем національної безпеки при РНБОУ, 2005. — 48 с. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://razumkov.org.ua/uploads/journal/ukr/NSD107\\_2009\\_ukr.pdf](http://razumkov.org.ua/uploads/journal/ukr/NSD107_2009_ukr.pdf).
52. Титова Н.І. Землі сільськогосподарського призначення: права громадян України : науково-навчальний посібник / Н.І. Титова; за ред. Н.І. Титовой —

Львів: ПАІС, 2005. – 368 с.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://www.chasopysnapu.gp.gov.ua/ua/pdf/1-2017/penyazkova.pdf>.

53. Наказ Державного комітету України із земельних ресурсів “Про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель” від 23.07.2010№548. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10/ed20151225>– Загол. з екрана.

54. Новаковська І. О. Моніторинг сільськогосподарського землекористування / І. О. Новаковська // Вісник аграрної науки. – 2016. – № 4. – С. 69-75.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2016\\_4\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2016_4_17).– Загол. з екрана.

55. Онищенко О.М. Господарства населення: продуктивність, ефективність, перспективи / О.М. Онищенко ; відп. ред. чл.-кор. УААН Б.Й. Пасхавер. – К. : Інститут економіки НАНУ, 2003. – 100 с. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/Nchnpu\\_018\\_2009\\_7\\_11.pdf](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Nchnpu_018_2009_7_11.pdf).– Загол. з екрана.

56. Літошенко О. Особливості правового режиму земель сільськогосподарського призначення / О. Літошенко // Підприємництво, господарство і право. – 2016. – № 8. – С. 83-87. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pgip\\_2016\\_8\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pgip_2016_8_17).– Загол. з екрана.

57. Юридична енциклопедія: в 6 т. / [редкол.: Ю. Шемшученко та ін.]. – К.: Укр. енцикл., 2001. – С.764.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://kul.kiev.ua/praci-2002-roku/juridichna-enciklopedija-v-6-t.-redkol.-ju.s.-shemshuchenko-vidp.-red.-ta-in.-k.-ukr.-encikl.-2002.-t.-4-n-p.-720-s.-il.html>.– Загол. з екрана.

58. Петриченко В. Моніторинг земель, як рятівний круг / В. Петриченко, С. Балюк, В. Медведєв // Урядовий кур’єр. – 2014. – 12 квітня. – № 68. – С. 8.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL:

<http://issar.com.ua/uk/news/monitoryng-zemel-yak-ryativnyy-krug>.— Загол. з екрана.

59. Степанець В. Концептуальні основи інноваційного розвитку сільськогосподарського землекористування на засадах моніторингу земель // Земельні ресурси України і землевпорядна наука: минуле, сьогодення, майбутнє: матеріали Всеукраїнської наук.-практ.. конф аспірантів, магістрів і студентів, яка присвячена Дню землевпорядника. – К., 2017. – 250 с. – С. 186-188.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u31/programa\\_konf\\_10.03.2017.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u31/programa_konf_10.03.2017.pdf).—

Загол. з екрана.

60. Оверковська Т. К. Моніторинг земель України: правові аспекти / Т. К. Оверковська // Юридичний вісник. Повітряне і космічне право. – 2015. – № 1. – С. 125-128. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npna\\_u\\_2015\\_1\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npna_u_2015_1_25).— Загол. з екрана.

61. Позняк Е. В. Правові засади здійснення моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки // Актуальні проблеми становлення і розвитку права екологічної безпеки в Україні: Матеріали наук.- практ. Круглого столу, 28 березня 2014 р., м. Київ / ред. кол. М. В. Краснова [та ін.]; Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – Чернівці: Кондратьєв А. В., 2014. – С. 65-68.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/UV/article/view/8202>.— Загол. з екрана.

62. Постанова Кабінету Міністрів України “Про реалізацію пілотного проекту щодо проведення моніторингу земельних відносин та внесення змін до деяких Постанов КМУ” від 23.08.2017 № 639.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/639-2017-п>.— Загол. з екрана.

63. UNFoodandAgricultureOrganization (FAO), VoluntaryGuidelinesonthe ResponsibleGovernanceofTenureofLand, Fisheriesand Forests in the Context of National Food Security, 2012, ISBN 978-92-5-107277-6.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://www.refworld.org/docid/5322b79e4.html>

64. Бусуйок Д. Законодавче та правове регулювання моніторингу земель в Україні / Д. Бусуйок // Підприємництво, господарство і право. – 2012. – № 8. – С. 56-59.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://law.nau.edu.ua/images/Nauka/Naukovij\\_jurnal/2015/statji\\_n1\\_34\\_2015/25.PDF](http://law.nau.edu.ua/images/Nauka/Naukovij_jurnal/2015/statji_n1_34_2015/25.PDF).– Загол. з екрана.
65. Ємець М.А. Сучасні системи екологічного моніторингу та ефективність їх функціонування / М.А. Ємець // Екологія і природокористування. – 2012. – Вип. 11. – С. 159 —169. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/14408>.– Загол. з екрана.
66. Мозальова М. В. Правові засади моніторингу ґрунтів: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.06 / М. В. Мозальова; Нац. ун-т “Юрид. акад. України ім. Ярослава Мудрого”. – Х., 2011. – 20 с.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://mydisser.com/en/catalog/view/6/347/8228.html>.
67. Карлюк Д.О. Удосконалення управління інноваційним розвитком підприємств льонопереробної галузі: автореф. дис... канд. екон. наук / Д.О. Карлюка. – Київ, 2006. – 24 с. 24(200).(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/Nie\\_2015\\_2\\_15.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Nie_2015_2_15.pdf).
68. Добряк Д.С. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологобезпечного використання / Д.С. Добряк, О.П. Канаш, Д.І. Бабміндру, І А. Розумний. – К.: Урожай, 2009. – 463 с.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=Zv\\_2013\\_7\\_11](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Zv_2013_7_11).– Загол. з екрана.
69. Білявський Г. О. Агроекологічний моніторинг – основа забезпечення збалансованого розвитку агросфери Вінниччини / Г. О. Білявський, Н. О. Верестун // 36. наук. праць Вінн. нац. аграр. ун-ту. Серія:Сільськогосподарські науки. – 2011. – №8 (48). – С. 93–99.(Електрон.

ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://lib.vsau.org/index.php/item/140-agroecologichnyj\\_monitoring](http://lib.vsau.org/index.php/item/140-agroecologichnyj_monitoring). – Загол. з екрана.

70. Шарапова С. В. Питання інформаційного забезпечення землекористування та охорони земель / С. В. Шарапова. // Теорія і практика правознавства. – 2014. – Вип. 2.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tipp\\_2014\\_2\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tipp_2014_2_19). – Загол. з екрана.

71. Грановська Л. М., Морозова О. С. Теоретико-методичні засади розвитку екологічного моніторингу сільськогосподарських земель у зоні зрошення / Л. М. Грановська, О. С. Морозова // Механізм регулювання економіки. – 2016. – № 2. – С. 25-29.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://mer.fem.sumdu.edu.ua/index.php?cmd=view\\_issue&issue\\_id=29&lang=ua&](http://mer.fem.sumdu.edu.ua/index.php?cmd=view_issue&issue_id=29&lang=ua&). – Загол. з екрана.

72. Сметанін К. В. Інформаційні технології екологічного моніторингу земель сільськогосподарського призначення [Електронний ресурс] / К. В. Сметанін, В. О. Шумейко // Моделювання та інформаційні технології. – 2014. – Вип. 73. – С. 105-113. – (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit\\_2014\\_73\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit_2014_73_17). – Загол. з екрана.

73. Гічка М.М. Наукове обґрунтування використання методів дистанційного зондування в моніторингу Ґрунтів : дис. ... кандидата сільськогосподарських наук : 06.01.03 / Гічка Максим Миколайович. – Х., 2007. – 191 с.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://tnt.stu.cn.ua/index.pl?task=arcls&id=197>. – Загол. з екрана.

74. Барабаш Д. О. Переваги безпілотних літальних апаратів при проведенні зйомки для створення великомасштабних топографічних планів сільських населених пунктів / Д. О. Барабаш // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції аспірантів, студентів та магістрів, яка присвячена дню землепорядника “Земельні ресурси України і землепорядна наука: минуле, сьогодення, майбутнє”, 2017. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u31/zbirnik\\_prac\\_2017.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u31/zbirnik_prac_2017.pdf). – Загол. з екрана.

75. Мироненко В.Г. Перспективи використання безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві України/В.Г. Мироненко, С.О. Маранда//Lublin: MOTROL Motorization and power industry in agriculture. – Т. 13В. – 2011. – С. 25 – 35. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://agrovisnyk.com/archive\\_ua\\_2015\\_08\\_07.html](http://agrovisnyk.com/archive_ua_2015_08_07.html).– Загол. з екрана.
76. Юн Г. М., Мединський Д.В. Застосування безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві / Г М. Юн, Д.В. Мединський // Наукоємні технології. – 2017. – №4 (36). – С. 335-340.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/12232>.– Загол. з екрана.
77. DJI – The Future Of Possible.(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://www.dji.com/ru/phantom-4-pro/info>.– Загол. з екрана.