

ВІДГУК

**офіційного опонента доктора сільськогосподарських наук, професора
ДЕГТЯРЬОВА ВАСИЛЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА
на дисертаційну роботу
СОЛОХИ МАКСИМА ОЛЕКСАНДРОВИЧА
«Наукові основи забезпечення аеромоніторингу ґрунтових ресурсів
України», представлену до захисту на здобуття наукового ступеня доктора
сільськогосподарських наук за спеціальністю
06.01.03 – агроґрунтознавство і агрофізика**

Актуальність теми. Оцінка сучасного стану ґрунтового покриву, його ідентифікація та визначення ступеня й видів деградації ґрунтів в Україні є актуальною задачею сьогодення. Для вирішення цих проблем використовується система моніторингу, окремою складовою якого є агроекологічний моніторинг, який спрямовано на спостереження складових компонентів ґрунтових ресурсів. В рамках агроекологічного моніторингу проводиться моніторинг ґрунтових ресурсів як наземними методами, так й дистанційними. Використання наземних методів моніторингу дуже коштовно та віднімає багато часу, тому останнім часом використовуються дистанційні методи дослідження з різних носіїв. Закордонні інформаційні системи моніторингу ґрунтових ресурсів мають постійне джерело надходження інформації щодо стану довкілля – системи дистанційного спостереження. В Україні вирішення цієї проблеми розпочато з формування відповідного законодавчого та інформаційного масиву.

В рамках використання дистанційних систем моніторингу ґрунтових ресурсів України використовуються дистанційно керовані літальні апарати, які, порівняно з авіа- та супутниковим моніторингом, більш економічно вигідні. Космічна зйомка та зйомка з літаків економічно вигідні для обстеження великих територій (областей, регіонів, країн від 20-50 тис. км²). Зйомка ж з дистанційно керованих літальних апаратів дозволяє досліджувати площі до 5 - 15 км² на добу.

Головною проблемою використання таких апаратів, як в Україні, так й закордоном є відсутність науково-методичної бази для застосування цього інструменту досліджень. Відсутність методики використання дистанційно керованих літальних апаратів, як частини агроекологічного моніторингу, потребують негайної її розробки. Це дасть можливість провести оновлення крупномасштабних ґрунтових карт, які були створені в 50-60 рр. минулого століття, тому втратили свою актуальність і не можуть в повній мірі задовольнити розв'язання проблеми діагностики та оцінки стану ґрунтів України.

Тому на сьогодні актуальним та пріоритетним напрямком є розробка наукових основ забезпечення аеромоніторингу ґрунтових ресурсів України, що базується на новому методологічному спрямуванні – аерофотозйомки з безпілотних аерокомплексів, розробці методик обробки та інтерпретації отриманих матеріалів як дистанційного походження так й наземної приладної бази та їх суміщення у системі ґрунт-рослина, що в кінцевому результаті забезпечить збалансоване використання, збереження та відтворення родючості ґрунтів, запобігання й припинення прояву деградацій. Саме на вирішення цієї загальнодержавної проблеми спрямована дисертаційна робота Солохи Максима Олександровича.

Виходячи з цього, актуальність дисертаційної роботи Солохи Максима Олександровича очевидна, так як в ній розроблені наукові основи аеромоніторингу ґрунтових ресурсів, що дозволяє розв'язати важливу наукову і науково-виробничу проблему інформаційного забезпечення та ідентифікації ґрунтового стану покриву України.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у дисертаційній роботі Солохи Максима Олександровича, підтверджуються:

– результатами досліджень, які виконано здобувачем в лабораторії родючості зрошуваних і солонцевих ґрунтів Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» впродовж 2009 – 2019 рр. згідно з планами науково-дослідних робіт Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» в рамках виконання завдання 01.01.04-32 «Встановити закономірності агрогенної еволюції та з'ясувати механізми функціональної стійкості зрошуваних, вилучених зі зрошення та солонцевих ґрунтів, дати оцінку їх еколого-агрометеорологічного стану і розробити систему заходів з охорони й управління родючістю меліорованих земель» (дисертант - виконавець), (№ ДР 0106U004795); НТПІ УААН «Розробити системи оцінювання сучасного стану, охорони та ефективного використання ґрунтів із застосуванням геоінформаційних технологій» («Родючість, охорона і екологія ґрунтів») на 2006-2010 рр. (дисертант - виконавець); завдань 01.00.03.04 П «Розробити методичні засади використання даних дистанційно пілотованого літального апарату (ДПЛА) в системі аеромоніторингу меліорованих земель» (№ ДР 0111U002975) (дисертант - відповідальний виконавець), 01.00.01.05 П «Методичні засади обстеження ґрунтового покриву за допомогою аерофотозйомки та з використанням сучасної інструментальної бази» (№ ДР

0114U003054) (дисертант - відповідальний виконавець); ПДН НААН 01 «Наукові основи раціонального використання, охорони і управління якістю ґрунтів для забезпечення сталої родючості («Родючість, охорона і раціональне використання ґрунтів») на 2011-2015 рр.; завдання 01.01.03.03.Ф. «Наукові засади удосконалення системи інформаційного забезпечення ґрунтово-меліоративного стану на основі сучасної інструментальної бази» (№ ДР0116U000579); ПНД НААН 1 «Розробити наукові засади збалансованого використання ґрунтових ресурсів, прогноз розвитку та управління відтворенням родючості ґрунтів як основа сталого розвитку України» («Ґрунтові ресурси: прогноз розвитку, збалансоване використання та управління») на 2016-2019 рр. (дисертант - відповідальний виконавець).

Частина досліджень виконана за НТП «Еколого-меліоративний моніторинг меліорованих земель» (2002-2010 рр.) Державного комітету України по водному господарству (нині – Державне агентство водних ресурсів України) за завданням: «Визначення й оцінка сучасного еколого-агромеліоративного стану земель Інгулецької зрошувальної системи на основі новітніх технологій та розробка комплексних заходів його поліпшення» (№ ДР 0108U003321) (дисертант - виконавець), «Визначення еколого-агромеліоративного стану земель приморської частини Краснознам'янської зрошувальної системи, напрямки їх еволюції та подальшого використання» (№ ДР 0110U004390) (дисертант- виконавець).

Дисертаційна робота виконувалась в межах договорів: з Міністерством аграрної політики України за темою «Розроблення комплексу для аеромоніторингу сільськогосподарських культур і ґрунтів» (№ ДР 0110U006195) у 2010 р. (дисертант– відповідальний виконавець); з Департаментом житлово-комунального господарства та розвитку інфраструктури в Харківській області за темами: «Оцінка екологічного стану ґрунтів на території Харківської області» (№ ДР 0111U007729) у 2011 р. (дисертант– відповідальний виконавець), «Обслуговування та оновлення бази даних стихійних звалищ на землях північних районів Харківської області» (№ ДР 0114U004409) у 2014 р. (дисертант– відповідальний виконавець); з Державним підприємством «Дослідне господарство «Донецьке» за темою «Визначення й оцінка сучасного еколого-агрохімічного стану земель Державного підприємства «Дослідне господарство «Донецьке» на основі новітніх технологій» у 2016 р. (дисертант– виконавець); з ТОВ «Бета-Агро-Інвест» за темою «Провести ґрунтово-агрохімічне обстеження й оцінку стану земель сільськогосподарського призначення ТОВ «Бета-Агро-Інвест» та розробку

рекомедацій щодо підвищення їхньої родючості» у 2016 р. (дисертант – виконавець).

– узагальненими результатами перевірки розробленої методологічної бази щодо оперативного моніторингу стану ґрунтових ресурсів та сільськогосподарських рослин, проведених на п'яти стаціонарах, в п'яти сільськогосподарських та лісогосподарських підприємствах, які охоплюють різноманітність природних, ґрунтових умов Лісостепу і Степу України, а також в межах території Харківської області;

– необхідною апробацією результатів проведених досліджень, які опубліковані в 44 працях;

– постійним контролем і апробацією результатів наукових досліджень на Вченій раді ННЦ «ІГА імені О.Н.Соколовського» НААН, на засіданнях лабораторії родючості зрошуваних і солонцевих ґрунтів інституту.

Структура дисертації. Дисертаційна робота Солохи Максима Олександровича складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 249 найменувань (у тому числі 111 латиницею), додатків. Загальний обсяг дисертації становить 426 сторінок, у тому числі 264 сторінок основного тексту. Робота містить 61 таблицю та 245 рисунків.

Основні результати досліджень опубліковані в 44 працях, в т.ч. 19 у фахових виданнях, 4 у виданнях що включені до міжнародних наукометричних баз даних, 1 патент на винахід, 11 статей, які додатково відображають наукові результати дисертації, 9 публікацій, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

Зміст дисертації, результати проведених досліджень і висновків, узагальнених і представлених у вигляді дисертаційної роботи, повністю відображають напрям і суть проведених наукових експериментів.

Рекомендації виробництву включають розроблену дисертантом методологію дистанційного дослідження за допомогою керованих літальних апаратів, яка може застосовуватися для вирішення питань діагностики ґрунтових виділів, проведення ґрунтових зйомок, ґрунтово-меліоративних зйомок, оцінки стану сільськогосподарських культур та оцінки їх живлення, вирішенні екологічних питань (пошук стихійних звалищ) та оперативної оцінки стану плодкових і лісових насаджень.

Отримані результати досліджень розширюють інформаційно-технологічне забезпечення раціонального використання та сталого управління ґрунтовими

ресурсами України в напрямі забезпечення оперативного моніторингу стану ґрунтових ресурсів та сільськогосподарських рослин. Розроблена дисертантом методологічна база, яку було випробувано на ключових полігонах всіх природно-кліматичних зон України.

Результати досліджень висвітлено в матеріалах міжнародного тренінгу-семінару «Training on Soil Salinity Management» при підтримці ФАО (25-29 вересня 2017 р.) по визначенню осолонцювання ґрунту за допомогою аерофотозйомки з дистанційно керованих літальних апаратів.

В рамках дисертаційного дослідження було проаналізовано нормативну базу використання дистанційно керованих літальних апаратів, безпілотних літальних апаратів в розвинутих країнах та безпосередньо в Україні, на підставі чого сформульовано пропозиції до органів влади (Мінюст, Державіаслужба України) щодо коригування існуючих Положень про використання повітряного простору України та Авіаційних правил України «Правила використання повітряного простору України», що є чинними документами з регулювання використання дистанційно керованих літальних апаратів, безпілотних літальних апаратів в Україні.

Наукова новизна докторської дисертації Солохи Максима Олександровича полягає в тому, що ним вперше:

- розроблено наукові основи та методичні аспекти забезпечення аеромоніторингу ґрунтових ресурсів, обґрунтовано необхідність створення системи аеромоніторингу ґрунтів та сільськогосподарських рослин за допомогою дистанційно керованого літального апарату, розроблено технологічний комплекс дистанційно керованого літального апарату;

- доведено, що існуючі дистанційні підходи до оцінки стану ґрунтів та сільськогосподарських рослин можуть бути удосконалені та переведені на новий технологічний рівень за допомогою комплексів аеромоніторингу з дистанційно керованого літального апарату. Просторова здатність знімків при цьому складає 5 см й більше, що дозволяє розпізнавати раніш недоступні об'єкти для зйомки, що, в свою чергу, дозволяє проводити детальну ґрунтову зйомку;

- обґрунтовано та визначено наукові підходи до встановлення стану ґрунтових ресурсів, в т.ч. зрошуваних ґрунтів та сільськогосподарських рослин. Обґрунтування базується на комплексному проведенні аерофотозйомки та наземних методів дослідження. Результати цих досліджень використані в методичних підходах щодо оперативного визначення стану ґрунтів та сільськогосподарських рослин;

- розроблено алгоритми застосування дистанційно керованого літального апарату для моніторингу ґрунтів та сільськогосподарських рослин. Проведенню моніторингу передує аерофотозйомка з дистанційно керованого літального апарату, на базі якої визначають ґрунтові виділи та межі сільськогосподарської рослинності для подальшого вивчення. Зйомку проводять в часовому інтервалі з 10⁰⁰ до 16⁰⁰ години за неясного сонячного освітлення, або з 11⁰⁰ до 14⁰⁰ години за яскравого сонячного освітлення з такого ракурсу, за якого освітлення відбувається поза фокусом аерофотоапарату;

- розроблено методичний підхід щодо аналізу моделі RGB, яка лежить в основі ортофотопланів для оцінки стану зрошуваних ґрунтів. На цій основі визначено «портрети» основних сільськогосподарських культур;

- розроблено та запропоновано оцінку стану лісових і плодкових насаджень на основі спектральних різниць між станом основного масиву насаджень та насаджень певної ділянки;

- розроблено методику отримання тривимірних моделей рельєфу території на основі аерофотозйомки. Показано принципову можливість отримання такої моделі, як у випадку, коли поле вкрите сільськогосподарською рослинністю, так й без неї.

До наукової новизни також слід віднести удосконалення методичних підходів перетворення отриманих з дистанційно керованого літального апарату аерофотознімків в ортофотоплан. Для підрахунку площ та розмірів об'єктів на знімку запропоновано методику перетворення знімків в фотоплан з видаленням дисторсій зі зменшенням спотворень на плані. Додавання географічних координат на знімку, що є наступним кроком та нагальною необхідністю для аграрного сектору країни для забезпечення елементів точного землеробства, його інформаційної складової.

У дослідженнях дисертанта набули подальшого розвитку питання наповнення картографічної бази аерофотознімків для оперативного контролю та уявлення стану і процесів на зрошуваних ґрунтах та сільськогосподарських рослинах. База розрахована для кінцевих користувачів без базової підготовки та не потребує додаткових знань при роботі з нею.

Практична цінність полягає в розробці наукових основ інформаційно-технологічне забезпечення раціонального використання та сталого управління ґрунтовими ресурсами України в напрямі забезпечення оперативного моніторингу стану ґрунтових ресурсів та сільськогосподарських рослин. Розроблена дисертантом методологічна база, яку було випробувано на ключових полігонах всіх природно-кліматичних зон України.

Достовірність проведених досліджень підтверджується необхідною апробацією польових і лабораторних досліджень, які оприлюднені та обговорювалися на VI всеукраїнських наукових Таліївських читаннях (м. Харків, 2010 р.); Всеукраїнських конференціях «Точне землеробство» (м. Київ, 2011, 2012 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегроване управління меліорованими ландшафтами» (м.Херсон, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Плодородие почв и эффективное применение удобрений» (Білорусь, м.Мінськ, 2011 р.); науково-практичній конференції «БГМФ. Перспектива-14» (м. Херсон, 2012р.); Міжнародній науково-практичній Інтернет – конференції «Напрями розвитку сучасних систем землеробства», присвяченій 110-річчю від дня народження професора С.Д.Лисогорова (м. Херсон, 2013р.); Міжнародній науково-практичній конференції "Комплексні меліорації ландшафтів: стан, проблеми, перспективи" (м. Херсон, 2013р.), IX міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості та в освіті» (Болгарія, м.Варна, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Наука на службі сільського господарства» (м.Миколаїв, 2013р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Водні ресурси України та меліорація земель» (м.Київ, 2013р.), Міжнародній науково – практичній конференції «Роль наук про Землю в народному господарстві: стан і перспективи» (м.Херсон, 2019 р.).

Результати досліджень Солохи Максима Олександровича використані в рекомендаціях щодо оперативного оцінювання та корегування азотного живлення основних зернових культур у виробничих умовах із залученням наземних і дистанційних методів рослинної діагностики, увійшли як розділи до монографій «Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України» / за ред. С.А. Балюк, М.І. Ромащенко. Київ. 2009 та «Ефективне використання ґрунтів із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій» / Балюк С.А., Пліско І.В., Накісько С.Г., Трускавецький С.Р., Солоха М.О., Куценко М.В., Тімченко Д.О. Київ : Аграрна наука, 2011.

Методичні засади використані даних дистанційно пілотованого літального апарату апробовано в межах землекористування ДП ДГ «Донецьке» на площі понад 4,9 тис. га, ВД «Розівка» ТОВ «Бета-Агро-Інвест» на площі 560 га, ДУ «Слобожанське дослідне поле» ННЦ ІГА на площі 60 га, ДП ДГ «Граківське» на площі 573,89 га, що підтверджено відповідними актами.

На базі Харківської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» проведено виробничу перевірку та впровадження на площі 3 тис га «Методики великомасштабного ґрунтового обстеження та детального картографування

грунтового покриву» (акт виробничої перевірки 09.10.2017 р., акт впровадження 09.10.2017 р.).

На базі Данилівського дослідного держлісгоспу (площа 10 тис. га) апробовано «Методичні засади використання даних дистанційно пілотованого літального апарату (ДПЛА) в системі аеромоніторингу сільськогосподарських рослин (дерев)» (акт апробації від 28.06.2011 р.).

На базі Інституту рису НААН (площа 2 тис. га) апробовано «Методичні засади використання даних дистанційно пілотованого літального апарату (ДПЛА) в системі аеромоніторингу меліорованих та зрошуваних земель» (акт апробації від 24.08.2011 р.).

На базі ДП ДГ «Саливонківське» Інституту цукрових буряків НААН на площі 0,5 тис га апробовано «Методичні засади використання даних дистанційно пілотованого літального апарату в системі аеромоніторингу сільськогосподарських земель» (акт апробації від 13.07.2011 р.); на площі 80 га - «Методичні рекомендації щодо стану зрошуваних земель та сільськогосподарських культур на базі аерофотозйомки» (акт апробації від 19.11.2013 р.)

На базі ПСП Альфа-Агро (площа близько 1670 га) апробовано «Методичні рекомендації щодо оцінки стану зрошуваних земель та сільськогосподарських культур на базі аерофотозйомки» (акт апробації від 28.03.2012 р.).

На базі СТОВ «Хлібопродукт» впроваджено на площі 600 га методику обробки даних аерофотозйомки сучасними інструментальними методами («Методичні вказівки щодо обробки результатів дистанційних та інструментальних вимірювань природних об'єктів») (акт впровадження 25.07.2019 р.).

У Харківській області на площі 31,4 тис км² впроваджено «Оцінку екологічного стану ґрунтів, садових насаджень в т.ч. під стихійними звалищами на території Харківської області» (акт впровадження від 15.11.2013 р.).

Наукові дослідження, що представлені в дисертаційній роботі, виконані на досить високому науково-методичному рівні з використанням сучасних методів аналізу в головному в Україні ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». Результати досліджень оброблені математично з використанням математично-статистичного апарату.

Дисертаційна робота добре оформлена. Мета і задачі, які поставив дисертант на початку досліджень, повністю виконані.

До найбільш важливих вирішених дисертантом питань слід віднести такі:

- розроблено методологію застосування аеромоніторингу ґрунтового покриву з дистанційно керованих літальних апаратів, яка базується на

сукупності методики поєднання аерофотознімків, методики обробки аерофотознімків та наступного їх аналізу за допомогою геоінформаційних систем. Поєднання аерофотознімків передуює їх сортування та відбракування знімків з відхиленням осі від надиру більш ніж 5% залежно від потужності комп'ютерного обладнання за один сеанс в програмному забезпеченні AgisoftPhotoscan можливо обробити від 30 до 150 знімків для отримання ортофотоплану. Для забезпечення двох протилежних вимог – підвищеної просторової здатності від 5 см на піксель та охоплення якомога більшої площі зйомки, останню слід проводити не нижче ніж 300 м від поверхні та маршрутом у вигляді спіралі. Погодні умови мають особливий вплив на результати зйомки тому її слід проводити або в суцільну хмарність, або в ясний день. Проведення зйомки в період купчастої хмарності не дозволяє отримати достатньої якості ортофотоплану. Аналіз отриманого ортофотоплану в ErdasImage без попередньої обробки, а саме, зменшення впливу крайового ефекту (лісосмуг, подібного фону об'єкту дослідження) не дозволяє отримати достовірні цифрові числа моделі RGB, що необхідні для побудови тематичної картограми або розробки рекомендацій щодо внесення мінеральних добрив;

- розроблено та побудовано технологічний комплекс для аеромоніторингу ґрунтового покриву, що складається з дистанційно керованого літального апарату, стартової катапульти та підібраного програмного забезпечення. Встановлено доцільність використання аеродинамічної схеми – літаюче крило для моніторингу та аерофотозйомки ґрунтового покриву, яка за співвідношенням технологічність-вартість-охоплюваність має найбільш привабливі характеристики;

- обґрунтовано доцільність проведення аеромоніторингу ґрунтового покриву. За допомогою аерофотозйомки з дистанційно керованого літального апарату є можливість встановлення деградаційних ознак ґрунтових виділів як без рослинного покриву, так і вкритих злаковою рослинністю. Встановлено, що рослинність є індикативною ознакою деградації ґрунтового покриву, яку можливо встановити за допомогою CCD сенсору (звичайного фотоапарату). Індикативна спроможність рослинності дозволяє виокремити деградовані ґрунтові виділи сантиметрової точності за висотою (до 35 см), що в свою чергу, дозволяє проводити детальну ґрунтову зйомку;

- визначені наукові підходи щодо встановлення стану ґрунтового покриву та сільськогосподарських культур. На основі результатів багаторічних досліджень встановлено характеристики моделі RGB, що є базовою в цій роботі, які свідчать про суттєву різницю між фоновими значеннями моделі та значеннями ґрунтових контурів (останні мають збільшення значень по всім

каналам моделі RGB). Ця залежність спостерігалася незалежно від природної зони, географічного знаходження, де проводилося зйомка. Вона є відправною при визначенні меж ґрунтових виділів, які пов'язані з мікрорельєфом території: визначення мікрорельєфу на певній території є обов'язковим елементом при картуванні ґрунтових відмін за допомогою аерофотозйомки з дистанційно керованого літального апарату. Стан сільськогосподарської рослинності визначається також значеннями моделі RGB між фоновими значеннями сільськогосподарської рослинності та значеннями рослинності на різних ґрунтових відмінах. Залежно від вегетативної маси рослин вони по різному відображаються на аерофотознімках та їх значення тісно пов'язані між ґрунтовими віділами, якщо вони знаходяться в їх межах. З метою отримання еталонних значень моделі RGB різних сільськогосподарських культур було проведено їх визначення на полігоні ДП ДГ «Салівонки». В результаті аналізу спеціально закладених польових дослідів та аерофотозйомкою встановлено можливість надання рекомендацій щодо внесення мінеральних добрив за результатами аерофотозйомки наступних культур: озимої пшениці, ячменю, кукурудзи;

- розроблено алгоритми застосування дистанційно керованого літального апарату для моніторингу стану зрошуваних ґрунтів. Визначення контурів ґрунту для еколого-меліоративної оцінки передусє аерофотозйомка по спеціально визначеному маршруту дистанційно керованого літального апарату, спочатку у вигляді спіралі, а потім зі стандартним перекриттям знімків на 40 % між собою. В такому випадку дуже підкреслюються характерні контури осолонцювання, підземні трубопроводи та гідранти, гідротехнічні розриви трубопроводів тощо, які відображаються у вигляді білястих ареалів на загальному темному фоні, безпосередньо поряд з трубопроводами зрошення;

- розроблено методику перетворення аерофотознімків ґрунтових ресурсів в ортофотоплан з наступною географічною прив'язкою. Після отримання фотоплану у відповідному програмному забезпеченні (AgisoftPhotoscan) географічну прив'язку проводять у геоінформаційній системі (ГІС), MapInfo, ArcInfo або будь-якої іншої. У разі коли фотоплан не має Exif файлу з географічними координатами центрів знімків та положенням камери при аерофотозйомці по усім трьом осям, географічні координати отримують шляхом накладення фотоплану на космічний знімок з географічною прив'язкою, а після цього оброблюють його в ГІС;

- розроблено методику аналізу ортофотопланів для аналізу ґрунтових виділів й сільськогосподарської рослинності. Вона надає можливість переходу від графічного зображення аерофотознімку до числових значень окремих

ареалів на аерофотознімку. Отримання числових значень ґрунтових виділів, стану сільськогосподарської рослинності, які є основою для побудови графіків й залежностей при розробці управлінських рішень за допомогою програмного пакету ErdasImage, в саме програмного модулю Basic Hyper –Spectral Tools. На базі цієї методики отримані всі залежності стану сільськогосподарської рослинності від внесення мінеральних добрив, врожайності, оцінка стану ґрунтового покриву тощо;

- проведено оцінку стану деревних насаджень на основі аерофотозйомки з дистанційно керованого літального апарату.

- розроблено методику визначення мікрорельєфу, яка базується на побудові ортофотоплану з наступним визначенням меж підвищень та понижень на різниці відбивної здатності на ортофотоплані.

- розроблено методику оперативного визначення стихійних звалищ за допомогою аерофотозйомки. Методика включає до себе пошук та ідентифікацію стихійних звалищ, оптимальний маршрут дистанційно керованого літального апарату для пошуку стихійних звалищ. Встановлені ознаки-ідентифікатори на аерофотознімках твердих побутових відходів;

- створено та наповнено картографічну базу аерофотознімків для використання в мережі Інтернет на спеціалізованому інтернет сайті, як першої ланки типових аерофотознімків з типовим ґрунтовим покривом на кожному з них згідно адміністративного поділу. За задумом використання Інтернет сайту потрібно початківцям операторам дистанційно керованого літального апарату для швидкої ідентифікації ґрунтових виділів для наступної їх ідентифікації.

Отже, у дисертаційній роботі Солохи Максима Олександровича розроблено наукові основи забезпечення аеромоніторингу ґрунтових ресурсів України, що базуються на новому методологічному спрямуванні – використання аерофотозйомки з безпілотних аерокомплексів ґрунтового покриву, розробці методик обробки та інтерпретації отриманих матеріалів як дистанційного походження так й наземної приладної бази та їх суміщення у системі ґрунт-рослина. Також розроблені технічні засоби досягнення мети, проведено вибір критеріїв оцінювання та розроблено алгоритми робіт.

Загалом, я надаю високу оцінку дисертаційній роботі, яку я рецензую.

У роботі вирішена *важлива науково-виробнича проблема*: створено наукові основи аеромоніторингу ґрунтових ресурсів України, що дозволило розв'язати науково практичну проблему інформаційного забезпечення ідентифікації ґрунтового покриву.

Разом з тим, будь-яка робота має *недоліки і невирішені питання*. На недоліках, скоріше на побажаннях, я хотів би зупинитись більш детально.

1. Підрозділ 1.7 «Організація проведення аеромоніторингу», на нашу думку, доцільно було б навести в кінці роботи перед висновками.

2. У підрозділі 2.2.2 «Методичні проблеми та особливості побудови ортофотопланів» (с. 119) не має наголосу, які ж саме «методичні проблеми і особливості», а є тільки «методичні підходи».

3. На рис. 3.12 «Встановлені ґрунтові контури на ортофотоплані» не зрозуміло чому один і той же ґрунт (чорнозем типовий слабкосероморфний) має різні шифри на плані (2 і 4).

4. На с. 160-161 автор зазначає «З огляду на встановлені факти різної індикативної спроможності можна зробити висновок, що від розмірів вегетативної частини рослини та запасів вологи в пониженні є можливість ідентифікації ґрунтових контурів під бур'янистою та сільськогосподарською рослинністю». Що мається на увазі «розмірів вегетативної маси»? по-друге, ідентифікація може тільки проводитися в пониженнях? по-третє, не зрозуміло до чого тут «ідентифікація ґрунтових контурів» коли визначається тільки мікрорельєф? по-четверте, наявність тієї чи іншої забур'яненості частіше всього пов'язано з рівнем культури землеробства, а не ґрунтовим покривом.

5. Підрозділи 3.1.3 і 3.1.5 доцільно об'єднати в один підрозділ, так як дослідження проводилися в межах сільськогосподарських угідь, де була присутня як сільськогосподарська рослинність, так і бур'яни. «Чиста» сільськогосподарська рослинність і «чисті» бур'яни здобувачем не досліджувалися.

6. Аналізуючи дані результатів визначення гранулометричного складу у ґрунтах поля № 1 (табл. 3.7), автор зазначає, що «Помітне зменшення вмісту фізичної глини, зокрема й мулу, в ґрунті пониження зумовлюється, вочевидь, впливом води опадів, що застоюються в блюдце подібних пониженнях і можуть спричинити вертикальну міграцію (лесиваж) мулистих часток униз по профілю». Для такого твердження мабуть необхідно навести середньорічні або сезонні дані кількості опадів, пояснити яким чином по ріллі будуть стікати опади в мікропониження, чому в пониженнях вода застоювалась в не стікала вниз по профілю і, в кінці кінців, провести дослідження морфологічних ознак профілю ґрунтів понижень на предмет перерозподілу колоїдів.

7. На с. 172-173 мова йде про мікропониження на полях № 1 і № 2. Єдине, що вказується це діаметр пониження 30 м на полі №1, в 10 раз менше (3 м) пониження на полі № 2. Яка глибина цих понижень? Як на площі діаметром 3 м

відібрати 3 середніх зразки ґрунту (табл.3.8) та ще й так, щоб була різниця в даних між ними?.

8. У підрозділі 3.1.7 «Алгоритм використання оперативної аерофотозйомки для формування файлу завдання для сільськогосподарської техніки» наведено етапи створення алгоритму, кінцевим з яких є прийняття фахівцями управлінського рішення. Тому в назві підрозділу слова «сільськогосподарської техніки» доцільно замінити «прийняття управлінського рішення».

9. На с. 180 після перерахування етапів «алгоритму» зазначається «Таким чином, описано теоретичні положення, які використовуються під час прийняття рішень при внесенні добрив при підживленнях». Не зрозуміло: де описано? чого тільки мінеральних добрив? чого тільки при підживленні?

10. На с. 200, розглядаючи моніторинг ненормованого водопостачання на зрошуваних землях, автор зазначає, що «Надмірне постачання води на площу полів приводить до заповнення мік, опонижень (подів) та затоплює їх. Висихання води в таких подах потребує часу, тому подібні випадки легко ідентифікуються з ДКЛА (рис.3.53). Після висихання води в цих місцях проявляються контури освітлення поверхні ґрунту внаслідок наявності присипки кремнезему (рис. 3.54)». Не зрозуміло на підставі чого автор вважає освітлення за рахунок кремнезему, адже не вказуються які саме це ґрунти, опису морфологічних ознак профілю цих ґрунтів не наводиться? Може це освітлення відбувається за рахунок наявності кристалів солей, які утворилися внаслідок випаровування води?

11. Табл. 3.17 і 3.18 не мають статистичної обробки (HP_{05}), а також не зрозуміло, яка точність методів визначення умісту катіонів й аніонів, якщо дані подані з точністю до тисячних (три знаки після коми).

12. На с. 215 автор зазначає «Склад поглинених катіонів і ступінь солонцюватості ґрунтів (табл.3.18) для всіх розрізів, майданчиків і свердловин майже однаковий». Не зрозуміло про які свердловини йде мова?

13. Не зрозуміло яким чином відносяться дані визначення сольового складу, мікроелементів і важких металів (табл. 3.17, 3.19) до вирішення задач поставлених перед здобувачем? Адже за допомогою аерофотозйомки не діагностується ступінь засолення, ступінь солонцюватості, категорія забруднення.

14. На рис. 4.1 в умовних позначеннях бажано було б вказати, яка саме культура вивчалася, які сорти (з вказанням номерів ділянок).

15. На с. 266 автор не відомо на підставі чого приходиться до висновку, що саме доза прикореневого підживлення азотом не менше 68 кг/га д.р. забезпечить одержання високих урожаїв пшениці озимої. Не зрозуміло на

підставі чого таке твердження, адже вивчалася лише тільки одна ця доза, а більші й менші дози не вивчалися (табл. 4.10).

16. На с. 285 автор зазначає «...найбільш небезпечні стихійні звалища знаходяться на схилах і в ярах, що призводить до збільшення фільтрату і промивок в ґрунті». Не зрозуміло, що має на увазі автор, адже на схилі ґрунт не промивається, опади стікають з нього.

17. У висновках до розділу 5, пункт 2 зазначено, що «На основі аерофотозйомки можна визначати як санкціоновані так й несанкціоновані (стихійні) звалища, їх площі, попередньо якісний склад» (с.288). З матеріалів дисертаційної роботи не зрозуміло яким чином визначається якісний склад звалищ, про це мова в роботі не йшла. Пункт 5. Яким чином аерофотозйомка забезпечує визначення факту впливу стихійних звалищ на ґрунтовий покрив, а саме визначення умісту фосфору і калію у ґрунті?

18. Назву розділу 6 бажано було викласти в редакції «Оцінка стану деревних насаджень на основі аерофотозйомки» так як виходячи з матеріалів дисертації оцінки стану ґрунтів за допомогою аерофотозйомки немає. В розділі наводяться лише фенотичні ознаки (індикатори) ураження дерев для аерофотозйомки, які ніякого відношення не мають до ґрунту.

19. Пункт 2 «Загальних висновків» - дослідження щодо висновку «... можливість встановлення ґрунтових контурів під сніговим покривом, ...» не проводилися, тому автор не має права заявляти про це у висновках.

Хочу ще раз відмітити, що мої зауваження носять дискусійний характер, часто – це побажання на майбутні дослідження.

Загальна оцінка дисертаційної роботи Солохи Максима Олександровича дуже висока. Результати досліджень, які приведені у дисертаційній роботі Солохи Максима Олександровича, вирішують важливу науково-виробничу проблему інформаційного забезпечення ідентифікації ґрунтового покриву України.

Зміст, методологічні, наукові і практичні аспекти дисертаційної роботи досить повно опубліковані, робота пройшла необхідну широку апробацію. Автореферат і опубліковані праці добре відображають основний зміст дисертаційної роботи Солохи Максима Олександровича.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна СОЛОХИ МАКСИМА ОЛЕКСАНДРОВИЧА «Наукові основи забезпечення аеромоніторингу ґрунтових ресурсів України» є завершеною самостійно виконаною науково-дослідною роботою, якою створено наукові основи аеромоніторингу ґрунтових ресурсів України, що

дозволило розв'язати науково практичну проблему інформаційного забезпечення ідентифікації ґрунтового покриву, і яка за актуальністю, методологічним і методичним рівнем, новизною, науковою і практичною значимістю, математичним супроводженням наукових розробок, повністю відповідає вимогам, які встановлені Міністерством освіти і науки України до докторських дисертацій згідно «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор – СОЛОХА МАКСИМ ОЛЕКСАНДРОВИЧ заслуговує присудження наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.03 – агроґрунтознавство і агрофізика.

Офіційний опонент:

доктор сільськогосподарських наук, професор
завідувач кафедри ґрунтознавства
Харківського національного аграрного
університету ім. В. В. Докучаєва

В. Дегтярьов

25.03.2021 р.



Підпис *В. Дегтярьов* засвідчується
Керівник відділу діловодства і канцелярії

Т. Маршала
» *24* 20 *21* р.



Відомо 26.03.2021р.
М. Шимель
с.п.с. № 64.354.01