

УДК 001.891:581.54:631.1(477.53)«20»

**РОЗВИТОК АЕРОКОСМІЧНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ
ГРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА У
ПОЛТАВСЬКОМУ РЕГІОНІ НА ПОЧАТКУ
XXI СТОЛІТТЯ**

**DEVELOPMENT OF AEROSPACE
TECHNOLOGIES FOR THE IMPROVEMENT OF
PROTECTING SOIL AGRICULTURE
IN THE POLTAVA REGION AT THE BEGINNING
XXI OF CENTURY**

Смірнова Б. О.,

аспірантка, ДВНЗ «Переяслав–Хмельницький
державний педагогічний університет імені
Григорія Сковороди» (Переяслав–Хмельницький,
Україна), e-mail: SmirnovaBO@ukr.net, ORCID:
<https://orcid.org/0000-0003-2442-8004>

Smirnova B. O.,

graduated student, Pereiaslav–Khmelnitskyi
Hryhorii Skovoroda State Pedagogical University
(Pereiaslav–Khmelnitskyi, Ukraine),
e-mail: SmirnovaBO@ukr.net, ORCID:
<https://orcid.org/0000-0003-2442-8004>

Встановлено, що на початку XXI століття для удосконалення ґрунтозахисного землеробства у Полтавському регіоні вченими науково–дослідних установ мережі Національної академії аграрних наук України розширено розроблення перспективних аерокосмічних технологій. Визначено, що науковцями розроблено способи локального протиерозійного зонування земель, геоінформаційні технології у системі управління охороною ґрунтів від деградаційних процесів. З'ясовано, що у Полтавському регіоні України зазначені аерокосмічні технології забезпечили необхідний рівень захисту ґрунтів від ерозії, раціональне науково обґрунтоване використання земельних ресурсів, високий рівень їх продуктивності та екологічну рівновагу.

Ключові слова: розвиток, удосконалення, аерокосмічні технології, ґрунтозахисне землеробство, Полтавський регіон.

It is set that at the beginning XXI of century for the improvement of protecting soil agriculture in the Poltava region the scientists of research establishments of network of the National academy of agrarian sciences of Ukraine are extend development of perspective aerospace technologies. Certainly, that scientists are work out the methods of the local against erosion zoning of earth, geological–informative technologies in control system by the guard of soils from degradations processes. It is found out, that in the Poltava region of Ukraine marked aerospace technologies provided the necessary level of defence of soils from erosion, rational scientifically reasonable use of the landed resources, high level of their productivity and ecological equilibrium.

Keywords: development, improvement, aerospace technologies, protecting soil agriculture, Poltava region.

На початку XXI ст. одним із пріоритетних напрямів розвитку аграрного виробництва стало визначення ефективності застосування ґрунтозахисного землеробства у різних ґрунтово–кліматичних умовах України [1, с. 215]. Велике значення для удосконалення ґрунтозахисного землеробства мало розширення аерокосмічних технологій, які сприяли стабілізації та підвищенню родючості ґрунту [2, с. 5]. Аналізування значного обсягу матеріалів із врахуванням досвіду впровадження ґрунтозахисного землеробства на основі застосування аерокосмічних технологій забезпечило підвищення виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції та покращання екологічної безпеки різних ґрунтово–кліматичних зон України [3, с. 321].

Встановленню ефективності ґрунтозахисного землеробства із застосуванням аерокосмічних технологій присвячені дослідження українських вчених: С. Ю. Булигіна, С. В. Вітвіцького, О. А. Демідова, В. П. Коляди, О. В. Круглова, М. В. Куценка, О. В. Сиротенка, О. Г. Тараріка та багатьох інших. Ними приділено увагу опрацюванню автоматизованого комп'ютерного діагностування протиерозійного зонування земель та розробленню комп'ютерного підтримання ґрунтозахисних технологій тощо. Однак розвитку аерокосмічних технологій для удосконалення регіональних аспектів ґрунтозахисного землеробства приділено недостатньо уваги.

Тому визначення тенденцій розвитку аерокосмічних технологій для удосконалення ґрунтозахисного землеробства у Полтавському регіоні на початку XXI століття є вагомим базисом для ефективного планування перспективного аграрного виробництва в Україні.

Важливу роль для удосконалення ґрунтозахисного землеробства відігравали організаційні заходи, що виконували на рівні внутрішньогосподарського землеустрою. Для підвищення таких заходів актуальним стало розроблення універсальної комп'ютерної технології автоматизованого підтримання вибору ґрунтозахисних рішень. З цієї метою упродовж 2001–2005 рр. науковці ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського НААН» під керівництвом професора В. В. Медведєва виконували дослідження за темою: «Розроблення геоінформаційної системи деградації ґрунтового покриву як наукової і кількісно–розрахункової бази програмування охорони та відродження земель України» [5, арк. 1]. Вчені А. О. Ачасова, Т. М. Лактіонова, Т. Є. Ліндіна, В. О. Лізогутов, І. В. Пліско, Л. Г. Почепцова, І. О. Хоролець розробили геоінформаційну систему деградації ґрунтів України, у тому числі й Полтавського регіону [5, арк. 2–3]. Ними опрацьовано картографічну основу геоінформаційної системи, типологію та класифікацію деградаційних ґрунтових процесів, нормативно–методичну базу оцінювання та базу деградації земель України. Оцінювання деградації ґрунтів здійснювали за основними типами: інтенсивністю забруднення, проявом водної і вітрової ерозії, хімічного та фізичного регресу. У базі відображено швидкість розвитку негативних процесів, чинники виникнення можливої небезпеки від деградації ґрунту; враховано домінуючі деградаційні процеси, ступінь їх прояву.

Науковцями встановлено, що основними чинниками, що призвели до втрати родючості ґрунту у Полтавському регіоні були: зменшення внесення органічних добрив у 4 рази, мінеральних – у 10–12 разів, зміна структури посівних площ з розширенням посівів озимої пшениці і соняшника та зменшення гороху [5, арк. 25]. Все це призвело до посилення мінералізації гумусу в ґрунті, проте зниження продуктивності основних культур, мінімізація технологій обробітку ґрунту: зменшення глибини оранки до 20–22 см, здійснення поверхневого обробітку ґрунту особливо під посів

озимих культур та скорочення кількості операцій при догляді за посівами пом'якшило деградаційні процеси. Отже, із розробленням геоінформаційної системи деградації ґрунтового покриву визначено, що зниження родючості ґрунту у Полтавському регіоні відбувалось внаслідок зменшення внесення кількості органічних та мінеральних добрив та викликало найбільше зниження урожайності провідних сільськогосподарських культур [5, арк. 35].

Упродовж 2006–2010 рр. під керівництвом кандидата наук Д. О. Тімченка виконували дослідження за темою: «Розробити наукові засади протиерозійного зонування та еколого–безпечного використання сільськогосподарських земель» [6, арк. 1–2]. Вчені Н. Д. Вороніна, В. М. Горякіна, Л. О. Загородня, М. В. Куценко, М. В. Лазебна, Т. Я. Скрильник опрацювали автоматизоване комп'ютерне діагностування проектів внутрішньогосподарського землеустрою та протиерозійного зонування земель і розробили комп'ютерне підтримання проектування ґрунтозахисних заходів, у тому числі й для Полтавського регіону [6, арк. 7]. Економічна ефективність комп'ютерного підтримання проектування ґрунтозахисних заходів залежала від ступеня еродованості земель і включала наступні складові: захист земель від ерозії і збереження за рахунок цього 20–30% врожаїв просяпних та 12% зернових культур; заощадження трудових витрат на ґрунтозахисну експертизу за рахунок автоматизації; збереження коштів при застереженні надмірного захисту ґрунтів від ерозії.

Упродовж 2006–2010 рр. під керівництвом кандидата наук С. Р. Трускавецького виконували дослідження за темою: «Розробити науково–методичну базу щодо комплексної дистанційної діагностики стану ґрунтового покриву та ерозійно небезпечних земель України на геоінформаційних принципах» [7, арк. 1]. Науковці Т. Ю. Биндич, В. М. Горякіна, М. Є. Лазебна, Т. П. Теньова розробили алгоритм створення проекту земельної інформаційної системи для моніторингових спостережень та потреб землекористувачів на основі застосування новітніх технологій, який включав науково–методичну базу комплексної дистанційної діагностики стану ґрунтового покриву та ерозійно небезпечних земель, у тому числі й для Полтавського регіону [7, арк. 2–3]. Дослідження виконували із застосуванням лабораторних методів та використанням багатоспектрального космічного сканування, радіолокаційного та георадарного знімання з подальшою інтерпретацією даних в географічних інформаційних системах, статистичних і аналітичних методів дослідження, наземних польових досліджень, технологій використання геоінформаційних систем.

Вченими розроблено алгоритм і комп'ютерний проект земельної інформаційної системи на основі застосування новітніх технологій, складено проект земельної інформаційної системи для моніторингових спостережень і потреб землекористувачів. Інформаційна система забезпечила оперативне отримання, зміну, оновлення і

нагромадження даних про стан земельних ресурсів взагалі та ґрунтового покриву зокрема [7, арк. 4]. Порівняно з традиційними методами, нова земельна інформаційна система забезпечила через мережу будь–якому користувачу отримання необхідної інформації, вираженої кількісно та у цифровому вигляді. Проект земельної інформаційної системи включив науково–методичну базу комплексної дистанційної діагностики стану ґрунтового покриву та ерозійно небезпечних земель України на геоінформаційних принципах.

Упродовж 2006–2010 рр. під керівництвом кандидата наук Д. О. Тімченка виконували дослідження за темою: «Розробити теоретичні основи та комп'ютерну технологію оцінювання ерозійної небезпеки та ґрунтозахисної оптимізації агроландшафтів України» [8, арк. 1]. Науковці Н. Вороніна, В. Горякіна, О. Круглов, М. Куценко, М. Лазебна, П. Назарок, Л. Сухова розробили універсальну комп'ютерну технологію автоматизованого підтримання вибору оптимальних ґрунтозахисних рішень [8, арк. 2–3]. Вчені опрацювали теоретико–методологічні засади автоматизованої оптимізації заходів у сучасних умовах господарювання, вимоги до функціональних можливостей, алгоритм універсальної комп'ютерної технології ґрунтозахисної оптимізації агроландшафтів та комп'ютерну програму автоматизованих розрахунків кількісних характеристик чинників ерозії у просторі; теоретично обґрунтували програмне забезпечення просторової інформаційної мережі для автоматизованого проектування раціональних ґрунтозахисних заходів у сучасних агроландшафтах; розробили універсальну автоматизовану систему просторового оцінювання ерозійно небезпечних ґрунтів та ґрунтозахисної експертизи агроландшафтів [8, арк. 6].

Упродовж 2006–2010 рр. в Інституті агро–екології НААН вчені О. А. Демідов, Т. В. Ільєнко, С. Г. Мудрик, О. В. Сиротенко, О. Г. Тараріко за матеріалами космічного знімання здійснили оцінювання агроландшафтів України, у тому числі й Полтавського регіону [10, с. 37]. Ними використано статистично–математичний аналіз, методи попереднього та математичного автоматизованого оброблення знімків. Загальним підходом до визначення спектральних ознак ерозійної деградації відносно первісного нееродованого стану стало отримання даних про ці характеристики безпосередньо на тестових ділянках і топографічних профілях у межах території дослідження для різних ґрунтових характеристик. Він складався з трьох етапів: перший зумовлював визначення наземних показників ерозії ґрунту класичними методами, що включали здійснення вибірки ґрунтових профілів та напівкількісний опис земних поверхонь; другий – моделювання зв'язків між наземними і спектральними показниками за лабораторними, наземними радіометричними та спектрометричними вимірюваннями; третій – застосування спектральних індикаторів ерозії ґрунту до багатозональних зображень високого розрізнення з метою створення карт ерозійної

деградації ґрунту [10, с. 38]. Визначення еродованості здійснювали за двома підходами, зумовленими станом поверхні ґрунтового покриву: перший полягав у використанні спектральних характеристик відкритого ґрунту і базувався на тісному кореляційному зв'язку між еродованістю, розподілом вмісту гумусових речовин за профілем; другий – в оцінюванні ступеня еродованості за показниками продуктивності рослин, існуванні або відсутності стресу і базувався на дослідженні спектральних властивостей рослинного покриву – вегетаційних індексів.

У дослідженні використовували дані наземного спектрометрування, отримані на тестових ділянках у межах ареалів не еродованих типових ґрунтових відмінах, розташованих на вододілах, а також дані спектральних характеристик, отримані на еродованих відмінах на профілях уздовж схилів [10, с. 38]. В основі методу був вплив екологічних умов на оптичні властивості рослинного покриву. Сприятливі умови росту і розвитку рослин характеризувались меншими величинами коефіцієнтів спектральної яскравості, а в умовах змитих ґрунтів було відмічено їх зростання [10, с. 39]. Для визначення ерозійної деградації ґрунтів були опрацьовані співвідношення коефіцієнтів спектральної яскравості у найбільш інформативних щодо стану рослин смугах спектральної кривої. За даними наземних спостережень було обрано навчальні образи з відомим ступенем ерозійного змивання для виділення ознак класифікації і здійснено керувану класифікацію. З метою виявлення змивання ґрунту для всієї тестової ділянки було здійснено некерувану класифікацію методом максимальної правдоподібності [10, с. 41].

За даними дистанційного зондування загальним підходом щодо визначення втрат ґрунту внаслідок площинної ерозії стало визначення його кількості, втраченого відносно нееродованого стану. Встановлено можливість визначення еродованості ґрунтів за опосередкованими показниками, якими були спектральні характеристики рослинного покриву, зокрема вегетаційні індекси яскравості та червоності. Проаналізовано індекси, побудовані з використанням каналу «червоний край» супутника Rapid Eye [10, с. 41].

Упродовж 2011–2015 рр. вчені ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського НААН» під керівництвом кандидата наук Д. О. Тімченка виконували дослідження за темою: «Розробити теоретичні основи формування системи охорони земель від ерозії в Україні» [9, арк. 1]. Науковці В. Горякіна, В. Коляда, О. Круглов, М. Куценко, М. Лазебна, П. Назарок, В. Лизогубов, Л. Сухова узагальнили основні закономірності ерозійних процесів та досвід охорони ґрунтів від ерозії, у тому числі й Полтавського регіону [9, арк. 2–3]. Ними розглянуто нормативно-правову основу охорони ґрунтів від ерозії, що характеризувала соціально-економічні умови вирішення проблеми захисту земель, визначено умови ерозійно-безпечною

функціонування сучасних агроландшафтів як певних інваріантних співвідношень, яких необхідно дотримуватись для охорони ґрунтів від ерозії під час землекористування. Встановлено, що основними чинниками зниження ефективності протистояння земельних угідь ерозійним процесам ґрунту стали: недостатня кількість рослинних решток на ділянках з інтенсивним проявом ерозії, відсутність заходів з відновлення оптимального рослинного покриву, близьке розташування приватних земельних ділянок з вирощуванням просапних культур тощо.

Науковцями з'ясовано, що з метою забезпечення сталого розвитку сільського господарства України доцільно створити умови для функціонування механізмів охорони ґрунтів від ерозії як системи регулювання антропогенного навантаження землі у межах допустимого ризику ерозії. Необхідно здійснити відповідні заходи з реалізації охорони ґрунтів від ерозії: створити електронну базу даних земельних паїв із врахуванням їх бонітету та ерозійної небезпеки; здійснити оцінювання земель як природного капіталу із врахуванням вартості захисту їх від ерозії; створити службу моніторингу ерозійної небезпеки земель; здійснити суцільне оцінювання та картографування ерозійної небезпеки земельних масивів; скласти картограми локального протиерозійного зонування земель, які регламентують допустиме сільськогосподарське навантаження на землі [9, арк. 104]. Вчені В. А. Гаврилук, В. П. Коляда, Д. О. Тімченко опрацювали заходи підвищення ефективності протиерозійної стійкості ґрунтів шляхом відновлення рослинного проективного покриття у вигляді багаторічних трав з оптимізацією випасу худоби та іншими агротехнічними заходами.

У 2016 р. науковці В. Коляда, О. Круглов, М. Куценко, П. Назарок за допомогою геоінформаційних технологій для різних ґрунтово-кліматичних умов України, у тому числі й для Полтавського регіону, розробили протиерозійну картограму потенційних пошкоджень поверхні ґрунту під дією опадів, що корелювала з ефективністю застосування добрив та засобів захисту рослин [4, с. 24]. Зеленим кольором була позначена зона, на якій виключені будь-які пошкодження поверхні ґрунту; жовтим – на якій спостерігались початкові прояви пошкодження; червоним – зона виникнення значних розмивів до плужної підшви. Запропонована технологія дозволила здійснити моделювання ефективного використання декількох сценаріїв застосування ґрунтозахисних заходів. Резерв був пов'язаний з оптимізацією напрямку сівби та обробітку ґрунту, що дозволило зменшити червону зону на 9%. Розміщення у полях просапних культур 2% буферних смуг із культур рядкового способу сівби дозволило зменшити ризики на 30% [4, с. 25]. Розміщення та площа таких смуг залежала від низки агротехнічних чинників: системи обробітку ґрунту, сільськогосподарської культури, властивостей ґрунтового покриву тощо. Застосування сценарію, за якого близько 3% площі поля було залужено та

дотримано оптимальних напрямів сівби, дозволило повністю контролювати ерозійні процеси навіть за умови вирощування просапних культур. Реалізація розробки дозволила оптимізувати ефективність операцій догляду за культурами та зменшила міграцію хімічних засобів за межі робочих ділянок досліджу.

Отже, на початку ХХІ ст. для удосконалення ґрунтозахисного землеробства у Полтавському регіоні вченими науково-дослідних установ мережі НААН розроблено способи локального протиерозійного зонування земель; геоінформаційні технології у системі управління охороною ґрунтів від деградаційних процесів. Розроблено методи геоecологічних, ландшафтно-ecологічних, геодинамічних досліджень та геоінформаційного картографування деградаційних процесів. Застосування у Полтавському регіоні України зазначених аерокосмічних технологій забезпечило необхідний рівень захисту ґрунтів від ерозії, раціональне науково обґрунтоване використання земельних ресурсів, високий рівень їх продуктивності та ecологічну рівновагу.

Список використаних джерел

1. Булигін, СЮ., Вітвіцький, СВ., 2018. 'Охорона ґрунтів: навчальний посібник', Київ: *Аграрна наука*, 364 с.
2. Гринченко, ТО., 2008. 'Моніторинг комплексної оцінки родючості ґрунтів Полтавської області за 1975–2005 рр.', Харків: *КП Друкарня*, №13, 186 с.
3. Коваленко, НП., 2014. 'Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія', Київ: *ТОВ «Нілан-ЛТД»*, 490 с.
4. Круглов, О., Куценко, М., Коляда, В., 2016. 'Протиерозійна картограма', *The Ukrainian Farmer*, №5, с.24–25.
5. 'Науковий архів ННСГБ НААН', Оп.2, Спр.483, арк.1–42.
6. Там само, Спр.456–зв, арк.1–38.
7. Там само, Спр.431–зв, арк.1–97.
8. Там само, Спр.427–зв, арк.1–64.
9. Там само, Спр.1721–зв, арк.1–127.
10. Тараріко, ОГ., Сиротенко, ОВ., Демідов, ОА., 2010. 'Оцінювання агроландшафтів за матеріалами космічного знімання', *Агроecологічний журнал*, №4, с.37–41.

References

1. Bulygin, SJu., Vitvic'kyj, SV., 2018. 'Ohorona g'runtiv: navchal'nyj posibnyk (Guard of soils: train aid)', Kyi'v: *Agrarna nauka*, 364 s.
2. Grynchenko, TO., 2008. 'Monitoryng kompleksnoi' ocinky rodjuchosti g'runtiv Poltav's'koi' oblasti za 1975–2005 rr. (There is monitoring of complex estimation of fertility of soils of the Poltava area for 1975–2005)', Harkiv: *KP Drukarnja*, №13, 186 s.
3. Kovalenko, NP., 2014. 'Stanovlennja ta rozvytok naukovo-organizacijnyh osnov zastosuvannja vitchyznjanyh sivozmin u systemah zemlerobstva (druga polovyna ХІХ – pochatok ХХІ st.): monografija (Becoming and development of scientifically-organizational bases of application of home crop rotations in the systems of agriculture (the second half of ХІХ is beginning of ХХІ of century): monograph)', Kyi'v: *TOV «Nilan-LTD»*, 490 s.
4. Kruglov, O., Kucenko, M., Koljada, V., 2016. 'Protyerozijna kartograma (Against erosive map of gramme)', *The Ukrainian Farmer*, №5, s.24–25.
5. 'Naukovyj arhiv NNSGB NAAN (Scientific archive of NSAL NAAS)', Op.2, Spr.483, ark.1–42.
6. Tam samo, Spr.456–zv, ark.1–38.
7. Tam samo, Spr.431–zv, ark.1–97.
8. Tam samo, Spr.427–zv, ark.1–64.
9. Tam samo, Spr.1721–zv, ark.1–127.

10. Tarariko, OG., Syrotenko, OV., Demidov, OA., 2010. 'Ocinjuvannja agrolandschaftiv za materialamy kosmichnogo znimannja (An evaluation of agrarian landscapes is after materials of space output)', *Agroecologichnyj zhurnal*, №4, s.37–41.

* * *