

UDC 528.32:504.57

**L. M. Kazachenko, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor****D. A. Kazachenko, aspirant***Kharkov National Agricultural University named after V. V. Dokuchaev***REMOTE SENSING OF THE EARTH  
AND MONITORING OF SOIL DEGRADATION**

*Degradation of the soil cover is a constant problem of mankind. Monitoring of the development of soil degradation processes with the help of GIS technologies allows us to forecast these negative phenomena, ensure continuous monitoring of the monitoring of negative anthropogenic impact on the environment - monitoring by creating the necessary computer database. Deciphering space images of high resolution, one can see the development of erosion processes of a certain land area and when using computer software it is possible to determine the area of propagation. Modern software allows predicting the development of negative destructive processes of soil cover for the future and optimizing land use.*

**Keywords:** *degradation of soil cover, destructive erosion processes of soil, maps of land erosion, steepness of slopes, GIS technologies, ground-based systems, remote sensing, modern software, space images, information layers, cadastral map.*

УДК 528.32:504.57

**Л. М. Казаченко, канд. техн. наук, доцент****Д. А. Казаченко, соискатель***Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева***ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ  
И МОНИТОРИНГ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ**

*Дегradирование почвенного покрова – это постоянная проблема человечества. Мониторинг развития процессов дегradирования почв с помощью ГИС-технологий позволяют спрогнозировать эти негативные явления, обеспечить постоянный контроль наблюдения за объектами негативного антропогенного влияния на окружающую среду – мониторинг путём создания необходимой компьютерной базы данных. Дешифрируя космические снимки большой разрешающей способности можно увидеть развитие эрозионных процессов определенного земельного участка и при использовании компьютерного программного обеспечения можно определить площадь распространения. Современное программное обеспечение позволяет спрогнозировать развитие негативных разрушительных процессов почвенного покрова на*

*перспективу и оптимизировать землепользование.*

**Ключевые слова:** *деградація ґрунтового покриву, руйнівні ерозійні процеси ґрунту, картограми еродованості земель, крутості схилів, ГІС-технології, системи наземного базування, ДЗЗ, сучасне програмне забезпечення, космічні знімки, інформаційні шари, кадастрова карта.*

УДК 528.32:504.57

**Л. М. Казаченко, канд. техн. наук, доцент**

**Д. А. Казаченко, здобувач**

*Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва*

## **ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ І МОНІТОРИНГ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ**

*Деградація ґрунтового покриву є постійною проблемою людства. Моніторинг розвитку процесів деградації ґрунтів за допомогою сучасних ГІС-технологій дозволяють спрогнозувати ці негативні явища, забезпечити постійний контроль спостереження за об'єктами негативного антропогенного впливу на довкілля – моніторинг шляхом створення потрібної бази даних. Дешифруючи космічні знімки великої роздільної здатності можна побачити розвиток ерозійних процесів певної земельної ділянки і при застосуванні комп'ютерного програмного забезпечення можна визначити площу розповсюдження. Сучасне програмне забезпечення дозволяє спрогнозувати розвиток негативних руйнівних процесів ґрунтового покриву на перспективу і оптимізувати землекористування.*

**Ключові слова:** *деградація ґрунтового покриву, руйнівні ерозійні процеси ґрунту, картограми еродованості земель, крутості схилів, ГІС-технології, системи наземного базування, ДЗЗ, сучасне програмне забезпечення, космічні знімки, інформаційні шари, кадастрова карта.*

**Постановка проблеми.** Проблема своєчасного виявлення процесів деградації ґрунту та можливості ГІС-технологій та ДЗЗ як найсучасніших в Україні є дуже важливим в різноманітних галузях. Сучасне програмне забезпечення дозволяє спрогнозувати розвиток негативних явищ та попередити їх вплив на довкілля. У низці законів України: «Про охорону земель», «Про моніторинг», «Про державний контроль за використанням і охорони земель» йдеться про охорону тих земель, що потребують особливої уваги з боку держави. Такими землями є деградовані, ерозійно-небезпечні, зсувні, забруднені землі, малопродуктивні угіддя.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми.** Наявність великої кількості наукових публікацій з питань застосування ГІС-технологій та систем наземного базування і ДЗЗ у вирішенні

питань моніторингу довкілля, розглядається у працях С. Ю. Булигіна та В. М. Кривога (Булигін, 2004; Кривов, 2006). Створення центру космічного моніторингу екологічного стану довкілля висвітлено в праці Г. Я. Красовського (Красовський, 2009).

**Формулювання цілей статті.** Здійснення моніторингу деградованих земель та ерозійно-небезпечних територій можливо завдяки використанню сучасних ГІС-технологій та ДЗЗ. Для своєчасного реагування на негативні процеси деградації ґрунтового покриву і прийняття управлінських рішень весь час потрібна своєчасна інформація і створення відповідної бази даних. Потрібне прогнозування розвитку негативних процесів руйнації, які в наш час досягають дуже великих розмірів на сільськогосподарських угіддях та призводять до зменшення площ орних земель та її якісного стану.

**Виклад основного матеріалу.** У системі землеустрою для здійснення природоохоронної діяльності, встановлення контролю за використанням земель сільськогосподарського призначення, що виконує роль товарного виробництва потрібно вести постійні спостереження – моніторинг. Для точного відображення раціонального використання земель необхідно мати базу даних для поповнення періодичної інформації, побудови динаміки розвитку негативних процесів.

У наш час з розвитком ГІС-технологій і доступної космічної інформації, яка є у вільному доступі в інтернеті – це і кадастрова карта з різними інформаційними шарами, яку вже мають управлінці різного рангу, і органи місцевого самоврядування, і органи контролю за використанням та охорони земель для прийняття управлінських рішень. Завдяки ГІС-технологіям, дистанційному зондуванню Землі з космічного простору, що відображено на космічних знімках, можна вести постійні спостереження – моніторинг. Це стосується розвитку негативних явищ – еродованості земель, процесів зсувів, малопродуктивності орних земель.

Об'єктом нашого дослідження були деградовані землі інтенсивного використання Охоченської сільської ради Нововодолазького району Харківської області, що знаходиться у приватній власності громадян, які уклали довгострокові договори оренди з орендарем – приватним сільськогосподарським підприємством СПАТ «Охоче» площею 1655,0489 га. Територія підприємства представлена в основному схилувими землями, крутістю від 1-3°, 3-5°, 5-7°. Нашими дослідженнями встановлено, що кожний рік землі в обробітку підприємства знаходиться все менше і менше, тобто земля деградує під впливом агротехнічних засобів. Для досягнення означеної мети ми застосували дані дистанційного зондування Землі з космічного простору. За даними дешифрування космічного знімку ми мали приблизне місце розташування земельного масиву з наявними негативними процесами. На представленому космічному знімку великої роздільної здатності можна побачити процеси еродованості, величину змитості та засоленості ґрунтового

покриву.



**Рис. 1. Космічний знімок території  
Охоченської сільської ради Нововодолазького району**

На представленому космічному знімку (рис. 1) еродованість орних земель досягла дуже великих розмірів – яружно-балкова система розрізає всю територію на невеликі земельні масиви. Кожен рік ерозія ґрунтів поглинає все більше орних земель, на космічному знімку минулих років зовсім інша ситуація. На цьому космічному знімку представлені земельні масиви інтенсивного сільськогосподарського використання з наявними процесами деградації ґрунтового покриву. Деградація ґрунту відбувається під час механічного впливу машино тракторних агрегатів і ґрунтооброблюючих знарядь, внесення агрохімікатів, збору врожаю, які змінюють характерні для природного ґрунту обмін речовин і енергії.

Метою нашого дослідження було за даними багаторічних спостережень – геодезичного детального вертикального знімання – отримати координати меж земельного масиву з розвитком ерозійних процесів та побудувати динаміку подальшого розвитку негативного явища і зробити прогностні висновки. На космічному знімку оглядової кадастрової карти ми виявили земельні масиви з наявними руйнівними ерозійними процесами на сільськогосподарських землях, які постійно поширюються внаслідок чого, з кожним роком площа ріллі зменшується, а відповідно і зменшується здатність товаровиробника отримувати сільськогосподарську продукцію. Ми дослідили напрямок обробітку ґрунту на схилових землях, який не завжди відповідав правильному –

впоперек схилу. Також на еродованих землях не посаджені лісосмуги, які виконують ґрунтозахисну роль. У результаті землевпорядного обстеження території, геодезичних даних, отриманих у процесі детального геодезичного знімання було побудовано межі земельного масиву еродованої ріллі. У результаті ґрунтового обстеження було виділено 9 ґрунтових відмін і за цими даними ми побудували картограму агровиробничих груп ґрунтів (рис. 2).

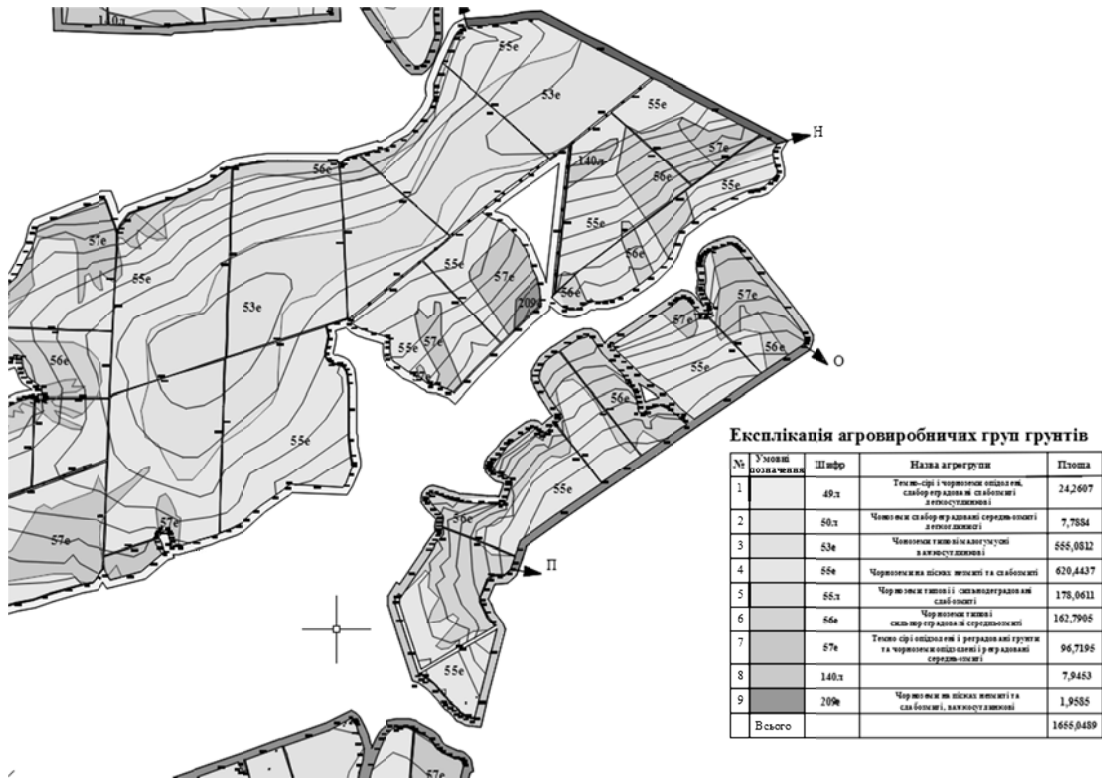


Рис. 2. Фрагмент картограми агровиробничих груп ґрунтів, де різними кольорами виділені ґрунтові відмінні

Ґрунти підприємства СПАТ«Охоче» загальною площею 1655,0489 га представлено в табл. 1.

### 1. Експлікація агровиробничих груп ґрунтів СПАТ «Охоче»

Шифри агровиробничих груп ґрунтів СТОВ «Охоче»									
49л	50л	53е	55е	55л	56е	57е	140л	209е	Всього
24,2607	7,7884	555,0812	620,4437	178,0611	162,7905	96,7195	7,9453	1,9585	1655,0489

Тобто найбільші площі займають такі ґрунти: 55е – 620,4437 га, 53е – 555,0812 га, 55л – 178,0611 га, 56е – 162,7905 га, 57е – 96,7195 га.

Ґрунти 53е – чорноземи типові малогумусні та чорноземи сильнореградовані важкосуглинкові площею 555,0812 га віднесені до переліку особливо цінних ґрунтів (затвердженого Наказом Держкомзему від 06.10.2003 р. № 245), які є землями інтенсивного сільськогосподарського використання.

У проектах землеустрою, що забезпечує еколого-економічне обґрунтування сівозмін та впорядкування угідь, проводиться землевпорядне

обстеження ріллі, визначається крутість схилу і ступінь еродованості (змитості) земель. У нашому випадку ми зробили вертикальне геодезичне знімання території для прогнозування розвитку ерозійних та деградаційних процесів ґрунтового покриву та виділення площі земельних масивів для раціонального використання.

Для виявлення таких небезпечних територій потрібен час, кошти, транспорт, прилади, спеціалісти, тобто цей процес є дорогим і довготривалим. Застосування даних ДЗЗ з космічного простору економить час, кошти і дає інформацію про сучасний стан використання землі, розвиток ерозійних та деградаційних процесів ґрунтового покриву. У табл. 2 відображено крутість схилів досліджуваної території.

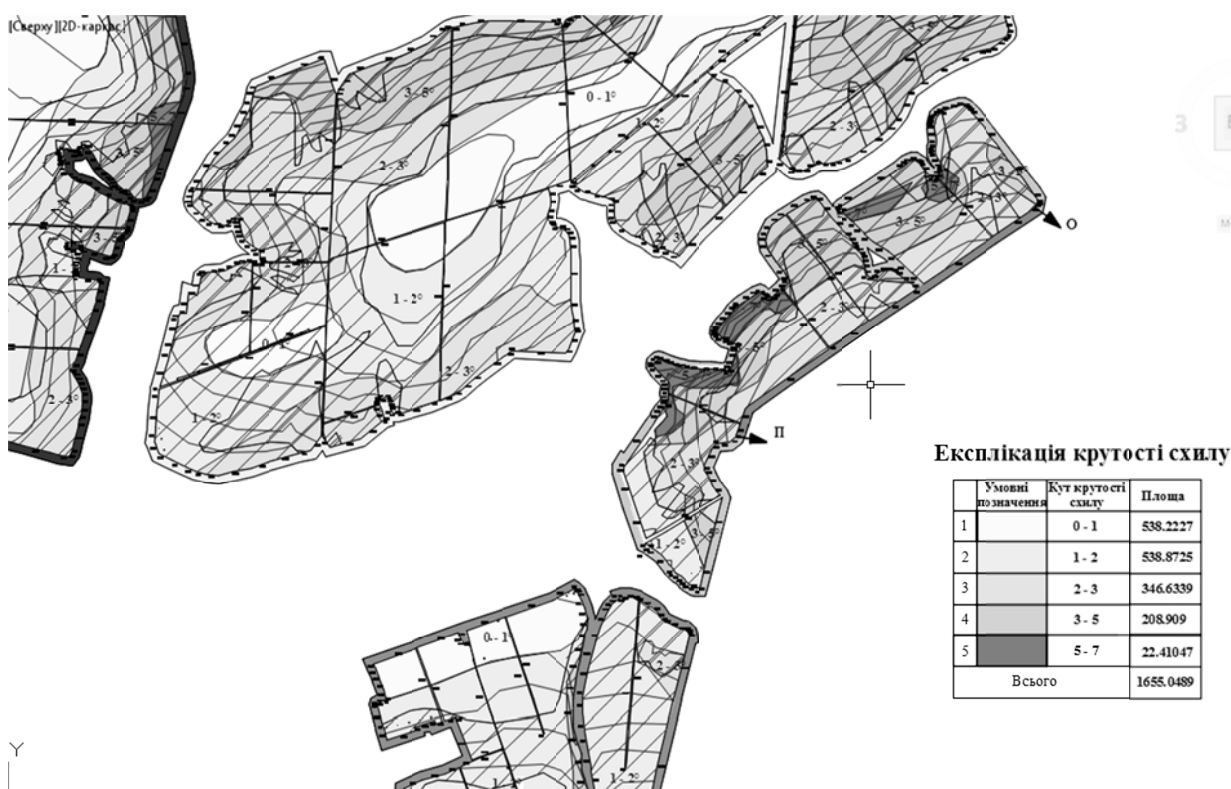


Рис. 2. Фрагмент картограми крутості схилів і еродованості земель

На картограмі відмічено різними кольорами різні зони крутості схилів, штриховими лініями показано зони еродованості земель. Як бачимо з картограми, найбільші площі займають зони крутості від 0-1° та 1-2°. Зони крутістю схилів 3-5° займають у господарстві понад 200 га. В експлікації (табл. 2) наведено аналіз земель підприємства за крутістю схилів.

## 2. Експлікація земель за крутістю схилів СТОВ «Охоце»

Зони крутості схилів					
0-1°	1-2°	2-3°	3-5°	5-7°	Всього
538,2227	538,8725	346,6339	208,909	22,4104	1655,0489

Було зроблено агротехнологічне і агроекологічне групування орних

земель. Так, до I агротехнологічної групи віднесли орні землі площею 1423,729 га (до неї віднесені землі крутістю схилів від 0-3°), до II – 208,909 га, до III – 22,410 га. На землях I агротехнологічної групи зона необмеженого землеробства, II агротехнологічна група – змиті та еродовані землі зона обмеженого землеробства, III – ґрунтозахисна група або група консервації земель.

Під час розробки проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозмін та впорядкування угідь, використовують інформацію, яка є вкрай необхідною для прийняття проектних рішень та пропозицій щодо подальшого використання деградованих та ерозійно-небезпечних земель. Для отримання повної інформації під час розробки проектних рішень, як правило, використовують застарілі матеріали ґрунтового обстеження, які за роки господарювання зазнали значних змін якості ґрунтового покриву. Ми провели ґрунтове та землепорядне обстеження згідно з яким отримали дані про ґрунтовий покрив, змитість і еродованість означеного земельного масиву СПАТ «Охоче». У своїх дослідженнях ми використали дані дистанційного зондування Землі.

На оглядовій кадастровій карті, яка є у вільному доступі в інтернеті, є різні інформаційні шари, це і дані про задокументованих землевласників і землекористувачів, і дані про адміністративно-територіальний устрій, і дані цільового використання землі тощо. Ми використали спочатку дані про землекористувача СПАТ «Охоче» і про земельні ділянки, які є в користуванні на умовах оренди. За допомогою даних космічного базування Землі можливо досить швидко визначити межі досліджуваних територій, визначити приблизні площі і координати досліджуваних територій, тим самим скоротити час проведення обстежень. Для швидкого реагування та прийняття управлінських рішень щодо подальшого використання деградованих земель необхідно мати таку інформацію. Основною метою застосування GIS-технологій та даних ДЗЗ є швидке виявлення територій, що зазнали процесу деградації ґрунтового покриву та можливе прогнозування розвитку негативних явищ.

Для прогнозування подальшого розвитку руйнації ґрунтового покриву земель сільськогосподарського використання, які знаходяться у власності громадян і які передані в оренду землекористувачам для здійснення підприємницької діяльності – ведення товарного сільськогосподарського виробництва потрібно було провести аналіз і змодельовати розвиток негативних явищ – руйнації ґрунтового покриву. За допомогою космічних знімків було виявлено земельні масиви, які потребують особливої уваги і здійснення протиерозійної організації території.

Вертикальне геодезичне знімання території з виявлення ступеня розвитку ерозії ґрунту ми проводили один раз на рік – восени протягом 5 років за 2012-2017 рр. За даними наших спостережень – вертикального геодезичного знімання території дослідження було виявлено розповсюдження деградаційних

процесів ґрунтового покриття – спостерігався ріст яружно-балкової системи.



**Рис. 3. Проектні рішення раціонального використання земель – деградовані змиті землі, які належать до II і III агротехнологічної групи, використати у ґрунтозахисній сівозміні, решту ріллі – у польовій**  
(умовними позначеннями показано: польову та ґрунтозахисну сівозміні та агротехнічні заходи – стрілками напрямком обробітку ґрунту)

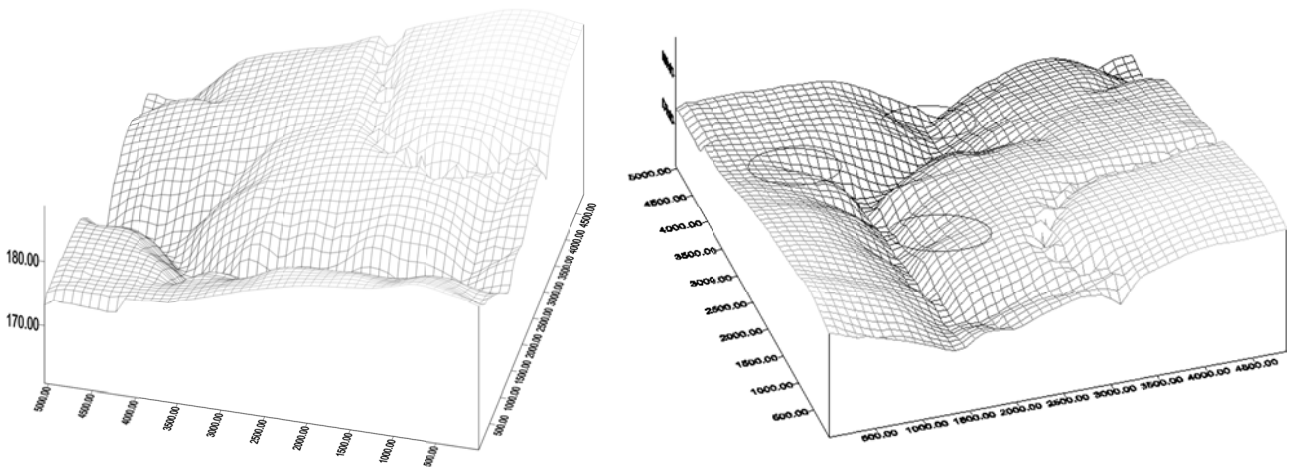
Для встановлення дійсної картини об'єкта деградації було зроблено детальне геодезичне знімання цієї території, визначено розміри земельного масиву, його загальну площу. За допомогою сучасного високоточного геодезичного обладнання – електронного тахеометра і GPS-приймача було зроблено координування кожної поворотної точки окремої земельної ділянки для отримання інформації про ступінь деградації ґрунтового покриття.

У результаті комп'ютерної обробки результатів геодезичних вимірів за допомогою сучасних геодезичних програм ми одержали координати земельного масиву, координати об'єктів деградації кожної земельної ділянки. Було виявлено, що площа руйнівного об'єкта збільшилася за 5 років, і відповідно площа ріллі зменшилася. Коли порівняли площу еродованої ріллі, то за нашими спостереженнями за 5 років було втрачено 24,3567 га орних земель – вони сповзли в яр. Тобто можна констатувати, що 1,47 % ріллі втрачено назавжди.



За даними наземного геодезичного знімання та комп'ютерної обробки результатів геодезичних вимірів, ми отримали ряд координат земельних масивів та побудували картографічне зображення розвитку ерозійних процесів різних років, результати оформили в таблиці і побудували модель розвитку деградаційних процесів руйнування поверхневого шару ґрунту.

За даними багаторічних спостережень – вертикального і горизонтального геодезичних знімачь території було створено базу даних шляхом обробки геодезичних даних і внесення до відповідних комп'ютерних програм. За допомогою програмного забезпечення ми побудували тривимірну модель розвитку деградації ґрунтового покриву – розповсюдження ерозійних процесів.



**Рис. 4. Тривимірні моделі розвитку процесів деградації ґрунтового покриву (помітні зміни в рельєфі: намитість і поглиблення ерозії).**

Такі прояви руйнівних процесів ґрунтового покриву потрібно вносити до бази даних Державного земельного кадастру через районні відділи (управління) Держгеокадастру для періодичної інформації про земельні ділянки, що є ерозійно небезпечними та потребують охорони з боку держави. Так, до бази даних Держгеокадастру вноситься певні дані про земельні ділянки, землевласника та землекористувача, встановлюються межа за геодезичними координатами і категорія земель та її цільове призначення при оформленні правовстановлюючих документів на земельну ділянку право власності або користування, договір оренди землі.

Сучасні геоінформаційні технології дозволяють забезпечити потрібний постійний контроль спостереження об'єкта – моніторинг шляхом створення потрібної комп'ютерної бази даних. За допомогою використання космічних знімків великого масштабу можна побачити розвиток ерозійних процесів певної земельної ділянки і за певного масштабування космічного знімку можна встановити розміри земельних ділянок, а також їх приблизну площу.

Під час космічного базування ДЗЗ встановлюється система спостережень за різними наземними об'єктами або розвитку процесів. В аграрній галузі за

допомогою космічного знімку можна встановити розміри засіяного поля, поля під бур'янами, розміри лісосмуг, польових шляхів, тобто можливості дуже великі.

Нашими дослідженнями було встановлено розміри і площу масиву деградованих земель, розташованого на території Охоченської сільської ради Нововодолазького району Харківської області, та отримано картографічне зображення еродованої території, побудовано тривимірну модель розвитку ерозійних процесів.

Дешифрування космічних знімків дозволяє встановити об'єкти деградації ґрунтового покриву. При накладанні на растр електронної цифрової карти ми одержали растрове зображення місцевості з нанесенням визначуваного земельного масиву. Космічний знімок масштабували до масштабу плану земельного масиву і в результаті було одержано космічне зображення масиву, яке майже не відрізнялося за розмірами і площею.

**Висновки.** Моніторинг деградованих земель можливо вести за допомогою даних ДЗЗ. Нами було картографовано прояви деградації ґрунтів і внесено до бази даних ДЗК.

За допомогою ДЗЗ одразу були виявлені території порушених земель, що було швидким реагуванням на процеси деградації ґрунтового покриву для агротехнічних заходів з точним розрахунком прямих капіталовкладень на ту площу і те місце, де це потрібно.

За нашими спостереженнями, за 5 років було втрачено 24,3567 га орних земель – вони сповзли в яр. Тобто можна констатувати, що 1,47 % ріллі втрачено назавжди.

За створеною базою даних з допомогою програмного забезпечення побудовано тривимірну модель прогнозування розвитку ерозійних процесів та оптимізовано землекористування СПАТ «Охоче».

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

**Красовський Г. Я.** Інформаційні системи тематичної обробки геоданих в завданнях моніторингу довкілля і природних ресурсів на регіональному рівні / Г. Я. Красовський, О. М. Трофимчук // Можливості супутникових технологій і сприянні вирішення проблем Харківщини: мат-ли наради. – Х., 2009. – С. 65–68.

*Krasovsky G. Ya., Trofimchuk O. M., 2009, "Information systems of thematic processing of geodata in the tasks of environmental monitoring and natural resources at the regional level", Possibilities of satellite technologies and assistance in solving problems of the Kharkiv region: Materials of the meeting, Kharkiv, pp.65–68.*

**Булигін С. Ю.** Прогноз ерозії ґрунтів для цілей проектування протиерозійно упорядкованих агроландшафтів: методичні вказівки / С. Ю. Булигін. – К.: НАУ, 2004. – 44 с.

*Bulygin S. Yu., 2004, "Prognosis of soil erosion for the purpose of designing anti-erosion-friendly agro-landscapes", Methodical instructions, Kiev, NAU, 44 p.*

**Кривов В. М.** Екологічно безпечне землекористування лісостепу України. Проблема охорони ґрунтів: наук.видання / В. М. Кривов. – К.: Урожай, 2006. – 304 с.

*Krivov V. M., 2006, "Ecologically safe land use of the forest-steppe of Ukraine. Soil protection problem", Science Edition, Kiev, Harvest, 304 p.*