

**СИСТЕМА ТЕОРЕТИЧНОГО, МЕТОДИЧНОГО ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕРОЗІЙНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ
ЗЕМЕЛЬ**

С. 97-99

Водна ерозія ґрунтів є найбільш розповсюдженим в Україні деградаційним процесом ґрунтового покриву, що торкається практично всіх компонентів ландшафтів та наносить величезних економічних та екологічних збитків, які з часом тільки зростають. Найбільш ефективним підходом до вирішення проблеми водної ерозії, тобто запобігання змиву та розмиву ґрунту та винесенню за межі схилів продуктів ерозійного руйнування ґрунту з інтенсивністю, що перевищує деяку критичну величину, є системний підхід, що реалізується в рамках деякої ґрунтозахисної системи землеробства - контурно- меліоративної, ландшафтно-екологічної, ландшафтно-адаптивної тощо.

Реалізація подібного підходу вимагає належного теоретико-методологічного, методичного та прикладного забезпечення. В якості прикладного забезпечення проектування ґрунтозахисних систем землеробства в даний час частіше всього використовують імітаційні чи оптимізаційні математичні моделі та засновані на них методики розрахунків або прикладні комп'ютерні програми та програмні комплекси.

Підхід до оптимізації використання земельних ресурсів ерозійно-небезпечних земель і, відповідно, проектування ґрунтозахисних агроландшафтних систем, розроблений в Одеському національному університеті імені І.І. Мечникова, ґрунтується на концепціях ерозійної геосистеми, природно-технічної протиерозійної системи та логіко-математичної моделі раціонального використання відтворюваних ресурсів, розроблених Г. І. Швєбсом (1981, 1985) і розвинутих у наступні роки (Каштанов та ін., 1994; Лисецький, 2000; Світличний, 1995; Світличний та ін., 2004; П'яткова, 2011 та ін.).

Оптимізація землекористування у межах даного підходу здійснюється з використанням двох критеріїв: 1) екологічного - співвідношення між ерозійними (а якщо розвивається і дефляція, то сумарними ерозійно-дефляційними) втратами ґрунту при заданому варіанті землекористування та доцільно припустимими втратами у кожній точці території, що досліджується, та 2) економічного, в якості якого для різних підсистем ерозійної геосистеми можуть бути використані дохід, прибуток, рентабельність або інші показники.

Складовими частинами методики оптимізації на основі моделі раціонального використання ерозійно-небезпечних земель є математичні моделі: 1) ерозійних втрат ґрунту при заданому варіанті землекористування; 2) просторового розподілу запасів вологи у ґрунті; 3) дійсно можливої урожайності сільськогосподарських культур.

Дослідження, аналіз та моделювання просторової мінливості окремих факторів зливого змиву ґрунту, а саме вологості верхнього шару ґрунту, характеристик рельєфу (ухилу, довжини, експозиції, поздовжньої та поперечної кривизни схилів), протиерозійної стійкості ґрунту, характеристик агрофону, а також структури схилового стікання (Г. І. Швєбс, О. О. Світличний, М. І. Ігошин, С. С. Прокопенко, А. В. П'яткова і ін.) надали можливість вирішити задачу розрахунків просторового розподілу сумарних ерозійних втрат ґрунту від злив і весняного сніготанення у вигляді просторової ГІС-реалізованої моделі змиву-акумуляції ґрунту.

Значущою складовою просторової ГІС-реалізованої моделі змиву-акумуляції ґрунту є модель просторового розподілу запасів вологи у ґрунті. В її основу покладена методика розрахунків середньобогаторічної вологості верхнього шару ґрунту для теплого періоду року в залежності від форми, експозиції схилу та віддаленості від вододілу професора Є. Н. Романової із коректирувкою, виконаною на основі чисельних польових досліджень просторового розподілу вологи у Степу і Лісостепу України.

Розрахунки змиву/акумуляції ґрунту при просторовому моделюванні виконуються для кожної точки простору з координатами x, y . Просторова реалізація моделі змиву- акумуляції ґрунту складається з декількох програмних модулів. У кожному модулі поетапно розраховуються і будуються цифрові растрові карти окремих перемінних рівнянь моделі - гідрометеорологічного

фактору, ухилів та довжини схилу, протиерозійної стійкості ґрунту, факторів рослинності та агротехніки, коефіцієнту форми силових мікродозборів (який враховує структуру схилового стікання).

Урожайність сільськогосподарських культур у оптимізаційному варіанті моделі раціонального використання земельних ресурсів з одного боку визначає витрати гумусу в результаті живлення рослин, які виносять з ґрунту поживні речовини, а з іншого - поповнення запасів гумусу за рахунок рослинних решток. Тобто розрахунки можливої за даних природних умов урожайності сільськогосподарських культур є ключовими у оцінці однієї із складових балансу гумусу у ґрунті. Але урожайність сільськогосподарських культур навіть у межах невеликої ділянки характеризується вираженою просторовою мінливістю, яка визначається просторовою неоднорідністю факторів урожайності - кліматичних, ґрунтових та господарських. Для рішення задачі оцінки урожаю запропоновано використати методику розрахунків можливої за даних кліматичних та природних умов урожайності сільськогосподарських культур А. М. Польового, що базується на підході "еталонних урожаїв" Х. Г. Тоомінга, за яким виділяється декілька рівнів урожаю, у тому числі "потенційний урожай" (ПУ) та "дійсно можливий урожай" (ДВУ), які враховують відповідно енергетичний потенціал та тепловологозабезпеченість кожної ділянки території.

Просторова ГІС-реалізація системи математичних моделей оптимізації використання ерозійно-небезпечних земель виконана з використанням аналітичних та мовних можливостей пакету просторового моделювання *PCRaster*, розробленого на кафедрі фізичної географії Університету м. Утрехта (Нідерланди), у сполученні з мовою програмування високого рівня *Visual Basic*, з використанням растрової моделі просторових даних.

Оптимізація використання ерозійно-небезпечних земель на основі розробленої системи математичних моделей у загальному вигляді зводиться до: 1) визначення сценаріїв оптимізації використання ґрунтового ресурсу (I сценарій - регульоване витрачання ґрунтового ресурсу; II сценарій - просте відтворення ґрунтового ресурсу; III сценарій - розширене відтворення ґрунтового ресурсу) на різних ділянках території, 2) розрахунків водно-ерозійних втрат ґрунту при відповідних варіантах землекористування (з використанням моделей просторового розподілу вологості ґрунту та змиву-аккумуляції ґрунту) при заданих варіантах землекористування, 3) розрахунків доцільно-допустимих втрат ґрунту при визначених варіантах землекористування (з використанням моделі дійсно можливої урожайності сільськогосподарських культур та математичних рівнянь доцільно-допустимих втрат ґрунту та темпів відновлення ґрунтових ресурсів); 4) порівняння отриманих результатів та обрання найкращого варіанту землекористування у заданих природно-господарських умовах. У тому разі, коли розрахункові втрати ґрунту на кожному елементі території, що розглядається, не перевищують доцільно допустимі, можна вважати, що землекористування забезпечує бездефіцитний баланс гумусу та рівень змиву ґрунту, який не порушує рівноваги у агроландшафті в цілому на даному етапі господарювання. За інших умов необхідні зміни сценарію використання земель.

Інформаційне забезпечення системи ГІС-реалізованих математичних моделей складається з блоків просторово-розподіленої та цифро-літерної (атрибутивної) інформації. Блок просторово-розподіленої інформації включає гідрологічно-коректну цифрову модель рельєфу, цифрову ґрунтову карту з обов'язковим шаром контурів еродованості і системи цифрових карт, що відображають структуру землекористування - сівозмінні ділянки, поля сівозмін, норми внесення органічних та азотних мінеральних добрив, лісомеліоративні та агротехнічні протиерозійні заходи, які існують, або пропонуються для території ґрунтозахисного проектування на основі великомасштабних загальногеографічних та спеціальних карт, матеріалів ДЗЗ та польових обстежень.

Блок атрибутивної інформації містить значення параметрів математичних моделей (зокрема гідрометеорологічних факторів весняного та зливого змиву, відносної змиваємості ґрунту та часткової характеристики відносної змиваємості ґрунту та ін.), а також довідкову інформацію (середньообагаторічні значення вологості верхнього півметрового шару ґрунту, індексу попереднього зволоження ґрунту, температури повітря, сума фотосинтетично активної радіації,

вміст гумусу у верхньому 10-ти та 50-ти сантиметровому шарі, щільність ґрунту, максимальний урожай сільськогосподарських культур, зібраний у даному регіоні) для конкретних природно-господарських умов, отримані на основі спеціально виконаних польових досліджень та/або узагальнення літературних джерел, архівних та фондових матеріалів.