ISSN 2078-6441. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2013. Випуск 44. С. 388–396.
Visnyk of the Lviv University. Series Geography. 2013. Issue 44. P. 388–396.

УДК 631.4:631.153.7

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ҐРУНТОЗАХИСНІЙ ОРГАНІЗАЦІЇ АГРОЛАНДШАФТІВ БІЛОРУСІ

Олександр Червань, Андрій Черниш, Ганна Устинова

Інститут ґрунтознавства і агрохімії,
вул. Казинця, 62, 220108, м. Мінськ, Білорусь

Розглянуто технологію протиерозійної організації агроландшафтів із застосуванням ГІС-технологій. Надано характеристику нормативів ґрунтозахисної здатності сільськогосподарських культур, способів обробітку ґрунту та сівозмін, що об'єднані в геоінформаційному середовищі для планування ерозійно безпечного землекористування.

Ключові слова: агроландшафт, ерозія, захист ґрунтів, протиерозійні заходи, ГІС, моделювання, база даних.

Деградація ґрунтово-земельних ресурсів є важливою екологічною проблемою Білорусі. На особливу увагу заслуговує питання боротьби з деградацією земель та ґрунтів у агроландшафтах, де інтенсифікація виробництва сільськогосподарських культур активізує ерозійні процеси. Сьогодні 491,2 тис. га від загальної площі земель республіки зазнають впливу ерозійних процесів.

Процеси ерозії на території республіки мають чітко виражені регіональні особливості, спричинені як природними умовами, так і різним ступенем освоєння земель. Регіональні відмінності потребують вибіркового застосування елементів ґрунтозахисного землеробства. В лабораторії агрофізичних властивостей і захисту ґрунтів від ерозії Інституту ґрунтознавства й агрохімії розроблено методи прогнозування та кількісної оцінки інтенсивності ерозійних процесів, а також визначено нормативні показники протиерозійної ролі елементів ґрунтоохоронного землеробства (культур, що вирощують, та сівозмін, способів обробітку, систем удобрення) [2].

Застосування геоінформаційних технологій дало змогу інтегрувати елементи протиерозійної організації території агроландшафтів на єдиній цифровій основі із використанням загальних засобів управління просторовими даними.

Інформаційна база даних для кількісної оцінки водної ерозії передбачає такі блоки.

1. Поверхневий стік у період сніготанення. Інтенсивність схилового стоку в період весняного сніготанення залежить як від постійних чинників (довжини, крутості та експозиції схилу), так і від динамічних характеристик (потужності снігового покриву та запасів води у снігу, вологості та глибини промерзання ґрунту до моменту початку сніготанення, наявності чи відсутності льодяної кірки, тривалості та інтенсивності танення снігу). Для розрахунку середнього багаторічного стоку з зябу для кожного району республіки використано такі кількісні показники: середній багаторічний розмір запасів води у снігу на початок сніготанення; площа оранки (%) з різною крутістю схилів (1–3, 3–5, 5–7, 7–10º); гранулометричний склад (супіски та суглинки) ґрунтів. У разі планування заходів з регулювання весняного поверхневого стоку та проектування системи протиерозійних заходів на розрахунковій основі необхідна кількісна оцінка

© Червань О., Черниш А., Устинова Г., 2013

шару стоку на будь-якому конкретному водозборі або в конкретному агроландшафті республіки.

На підставі розрахункових величин шару стоку для 44 метеорологічних станцій республіки створено просторовий клас даних схилового стоку за допомогою інструменту інтерполяції даних у ГІС. Під час його створення використовували дані середньозваженої величини схилового весняного стоку залежно від крутості схилів, площі оранки на схилах відповідної крутості та гранулометричного складу ґрунту.

2. Ерозійний потенціал опадів. Для оцінки потенційних втрат ґрунту, які зумовлені зливами, придатні їхні середньобагаторічні характеристики та, перш за все, відображення ерозійної небезпеки за допомогою відносних індексів чи тих, що мають певне значення. Найбільше поширеним показником, який кількісно оцінює здатність дощів впливати на ерозію, є ерозійний індекс опадів (EI). Початковими даними в цьому разі слугують дощі з шаром опадів ≥10 мм (ерозійно небезпечні дощі) та їхні основні параметри – сумарна кінетична енергія (КЕ) дощу та його максимальна інтенсивність за 30-хвилинний безперервний проміжок часу. Зазначений часовий інтервал використовують тому, що саме такий час необхідний для сходження поверхневого стоку з більшої частини схилів до їхнього підніжжя.

Ерозійний індекс опадів (EI_{30}) є мірою об'єднаного впливу чинників ерозії та інтенсивності злив. Крім того, він визначає сумарний ефект удару крапель та турбулентного потоку під час транспортування часточок ґрунту.

Просторовий шар EI_{30} отримано на підставі інтерполяції середньобагаторічного значення EI_{30}, розрахованого для метеорологічних станцій республіки.

3. Нормативи протиерозійної ролі елементів ґрунтозахисного землеробства. На підставі багаторічних експериментальних даних лабораторії агрофізичних властивостей та захисту ґрунтів від ерозії Інституту ґрунтознавства й агрохімії, що отримано в попередні роки, а також унаслідок систематизації та аналізу літературних джерел, розроблено нормативи протиерозійної здатності сільськогосподарських культур і сівозмін, способів обробітку ґрунту та систем удобрення.

3.1. Нормативи ґрунтозахисної здатності культур. Рослинність усіх видів є потужним протиерозійним чинником, який найбільше зазнає впливу людини. Головний ґрунтозахисний ефект забезпечують наземні частини рослин.

За ґрунтозахисною ефективністю (здатністю) сільськогосподарські культури ми розділили на три групи: 1) висока – багаторічні трави, озимі зернові, озимий ріпак; 2) середня – ярові зернові, зернобобові, однорічні трави, льон; 3) низька – просапні культури (картопля, цукровий буряк, кукурудза).

Головними критеріями такої оцінки слугували розмір попередженого змиву ґрунту (т/га за рік) та зміна (погіршення чи поліпшення) фізичних властивостей ґрунтів, що зумовлюють їхню протиерозійну стійкість.

3.2. Нормативи ґрунтозахисної здатності диференційованих сівозмін. Визначення нормативів виконують з використанням даних щодо ґрунтозахисних можливостей окремих культур і насичення ними сівозмін за типом розрахунку середньозваженої величини.

Структура посівних площ у адаптивно-ландшафтному землеробстві повинна забезпечувати високопродуктивне використання орних земель за оптимального поєднання економічних та екологічних цілей, бути органічно пов'язаною з системою сівозмін, створюючи умови для найповнішої реалізації позитивного ефекту від чергування культур. Досягнути цього можливо завдяки підвищенню ефективності використання

агрокліматичних ресурсів, продуктивності оранки та застосування заходів захисту ґрунтів від ерозії та інших видів деградації земель з урахуванням особливостей конкретних агроландшафтів.

Структуру посівів серед землекористувачів визначають за наявністю площ різних агротехнологічних груп земель і питомою вагою культур, рекомендованих для кожної групи. Ґрунтозахисну роль сівозмін можна суттєво збільшити введенням проміжних культур.

3.3. Нормативи ґрунтозахисної здатності обробітку ґрунту. Удосконалення способів обробітку ґрунту пов'язане з глибокою диференціацією їх у використанні на різних агротехнологічних групах земель, багатоваріантністю, ґрунтозахисною, ресурсо- та енергозбережною спрямованістю. Основними вимогами до обробітку ґрунту є здатність його забезпечувати в найбільш ерозійно небезпечні періоди надійний ґрунтозахисний фон, визначений головно, фільтраційною здатністю ґрунту, агрегатним складом верхнього шару, наявністю на поверхні певної кількості пожнивних залишків.

Найефективніший спосіб обробітку ґрунту вибирають на підставі нормативів їхньої протиерозійної здатності, які розроблені для кожної агротехнологічної групи земель. Зі збільшенням числового значення протиерозійна роль обробітку зростає.

3.4. Нормативи ґрунтозахисної здатності систем удобрення. Систему удобрення розробляють, спираючись на проектну структуру сівозмін, заплановані способи обробітку ґрунту, а також на заплановану продуктивність культур на ерозійно небезпечних ґрунтах. Застосування добрив узгоджують з характером використання земель, технологією вирощування різноманітних сільськогосподарських культур та рівнем родючості ґрунту.

Систему удобрення для еродованих ґрунтів розробляють на підставі балансових методів визначення оптимальної необхідності у вапні та мінеральних добривах, які дають змогу планувати відновлення та збереження ґрунтової родючості, а також зменшувати виявлення ерозійних процесів. Добрива, особливо органічні, є однією зі складових у комплексі протиерозійних заходів. Ефективне їх використання на ґрунтах, що піддаються ерозії та дефляції, можливо, лише на фоні ґрунтозахисних прийомів, адже значна частина внесених добрив може бути втрачена внаслідок процесів ерозії. На еродованих ґрунтах зростає потреба в органічних добривах, оскільки необхідно компенсувати щорічну втрату органічної речовини не лише за її мінералізації, а й ерозії. Систему удобрення розробляють для кожної з виділених агротехнологічних груп земель.

Показниками ґрунтозахисної здатності добрив є розмір попередженого змиву ґрунту (т/га за рік) та зміна (погіршення чи поліпшення) фізичних властивостей ґрунту, що зумовлюють їхню протиерозійну стійкість у варіантах із застосуванням органічної, органомінеральної чи мінеральної систем удобрення порівняно з контролем (без добрив).

Технологія ґрунтозахисної організації агроландшафтів ґрунтується на диференційованому підборі елементів ґрунтозахисного землеробства відповідно до даних кількісної оцінки потенційного змиву ґрунту, які виявляються головним критерієм небезпеки прояву та розвитку водної ерозії.

Значення потенційного змиву ґрунту (A) визначене сумою змиву, зумовленого зливами (A_1), та змиву під дією талих вод (A_2), його обчислюють за адаптованим до умов Білорусі універсальним рівнянням В. Х. Уішмейра та Д. Д. Сміта:

$$\boldsymbol{A = A_1 + A_2 = R \times K \times L \times S + K \times h \times L \times S}, \quad (1)$$

де A_1 – змив ґрунту зливами, т/га за рік; A_2 – змив ґрунту талими водами; R – фактор опадів, виражений через ерозійний індекс опадів; K – фактор ґрунту, виражений через

коефіцієнт протиерозійної стійкості ґрунту; *L* – фактор довжини схилу, м; *S* – фактор ухилу, град.; *h* – шар схилового стоку за період сніготанення, мм;

$$K = f(H, G), \quad (2)$$

де *H* – вміст гумусу в ґрунті, %; *G* – гранулометричний склад ґрунту, або співвідношення часточок d < 0,1 мм і d > 0,1 мм, %;

$$h = B \times Kc, \quad (3)$$

де *B* – запаси води у снігу, мм; *Kc* – коефіцієнт схилового стоку на зябу за період сніготанення (відповідно до даних у таблиці, за В. Є. Водогрецьким) [1].

Коефіцієнти схилового стоку на зябу за період сніготанення

Гранулометричний склад	Схил, %									
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20
Супіски	0,04	0,08	0,12	0,16	0,19	0,22	0,28	0,33	0,46	–
Суглинки та глини	0,10	0,17	0,24	0,30	0,34	0,38	0,44	0,50	0,60	0,67

З огляду на складові частини рівняння початковими даними в разі визначення сумарного потенційного змиву є:

1) гіпсометрична карта – цифрова модель рельєфу (ЦМР) “spline”, грід схилу поверхні “uklon”;

2) картосхема ерозійного індексу опадів (за даними багаторічних метеорологічних спостережень за травень–вересень) – шар просторових даних (ШПД) “eros_index”, грід “eros_index”;

3) картосхема запасів води у снігу (за даними багаторічних метеорологічних спостережень за березень) – ШПД “zapas_vod”, грід “zapas_vod”;

4) ґрунтова карта – ШПД “soil”, грід “soil_gransostav”;

5) картограма вмісту гумусу у ґрунті – клас просторових даних “Agrohimia”, грід “soil_gumus”;

6) таблиця В. Є. Водогрецького – грід “koef_stoka”.

Подання початкових даних у цифровому вигляді зумовлене необхідністю автоматизації просторового аналізу та розрахунку потенційного змиву за допомогою ГІС. Грідподання інформації ШПД дає змогу використати функції картографічної алгебри, а саме – додавання та добуток комірок растру. Увесь комплекс розрахункових операцій виконують у програмному середовищі ArcGIS 9.2. Як приклад ерозійного агроландшафту наведено територію УП “Агрокомбінат Ждановичі” у Дзержинському р-ні Мінської обл.

Побудову цифрової моделі рельєфу виконано за допомогою інструменту Spline програмних модулів ArcGIS 3DAnalyst та SpatialAnalyst на підставі попередньо цифрованих горизонталей (ШПД “izogyps”), поворотні точки яких переведено в точки (ШПД “izogyps_point”), та відміток абсолютних висот (ШПД “H_point”), за винятком ліній розривів (урвища, балки) і областей вилучення (озера, водосховища).

У ході розрахунку розмір комірок усіх растрових поверхонь прийнято таким, що дорівнює шести, для забезпечення необхідної точності ЦМР та коректності аналізу за допомогою інструментів картографічної алгебри.

Створена ЦМР слугує початковою інформацією для побудови грідів схилу поверхні “uklon” (у десятинних градусах).

За даними багаторічних метеорологічних спостережень в Інституті ґрунтознавства і агрохімії створено ШПД запасів води в снігу (спостереження за березень) та ерозійного

індексу опадів (спостереження за травень–вересень): “zapas_vod” і “eros_index”. За допомогою панелі інструментів ArcGIS Conversion їх переведено в растровий формат даних.

Для розрахунку потенційного змиву використовують також інформацію про гранулометричний склад ґрунту з просторового шару земельно-інформаційної системи району. Після цього векторний ШПД “soil” трансформується у растровий формат по полю атрибутивної таблиці “kod_2” з метою створення гріду “soil_gransostav”. Аналогічно створюють грід “soil_gumus” на підставі даних поля атрибутивної таблиці “gumus” ШПД “Agrohimia”.

За допомогою інструменту Spline отримано грід “uklon”, де одиницями вимірювання є проценти. За допомогою інструменту Reclassification грід “uklon” перекласифіковують за діапазонами значень схилу 0–1, 1–2, 2–3, 3–4, 4–5, 5–6, 6–8, 8–10, 10–15, >15 % з присвоєнням значень 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, відповідно, а грід “soil_gransostav” – за значеннями 3 (супіски) та 4 (супіски і глини) з присвоєнням значень 0 і 100.

Калькулятором растрів у базі даних підсумовують комірки гридів “uklon” та “soil_gransostav” і значенням комірок отриманого гріду “koef_stoka” присвоюються значення, відповідно до таблиці: 1 – 0,04; 101 – 0,10; 2 – 0,08; 102 – 0,17; 3 – 0,12; … 120 – 0,67.

Розрахунок сукупності чинників рельєфу (*L·S)*, що є складовою рівняння потенційного змиву, зумовленого зливами, враховує не довжину кожного схилу в цифровій моделі рельєфу, а площу, яка акумулює поверхневий стік:

$$\boldsymbol{L \times S = (m+1)\,[A / a_0]^m\,[\sin B / b_0]^n,} \qquad (4)$$

де A – площа поверхневого стоку (площа комірок наверх по схилу, з яких надходить стік), м^2; B – крутість схилу, град.; m, n – емпіричні коефіцієнти, що залежать від співвідношення потокової та міжпотокової ерозії на схилі (сили потоку). Рекомендовані значення: m = 0,4–0,6; n = 1,0–1,6. У нашому випадку m = 0,4 і n = 1,0; a_0 – довжина поверхні стандартних ділянок, на яких визначали параметри моделі, м; b_0 – ухил поверхні цих ділянок, град.

В нашому випадку a_0 = 22,1 м, b_0 = sin (5,16°) = 0,08994.

Площу поверхневого стоку (A) отримано за допомогою інструментів ArcGIS SpatialAnalyst. За ЦМР спочатку будують грід напряму стоку “flowdir” з крайніх комірок усередину, потім на його підставі грід “flowacc”.

Розрахунок сукупності чинників рельєфу – грід “factor_LS” – виконують за формулою (4) з використанням функцій картографічної алгебри на підставі гридів “uklon” і “flowacc”.

Значення коефіцієнта протиерозійної стійкості ґрунту (K) для кожної комірки відповідає добутку цих комірок на гридах “soil_gumus” і “soil_gransostav”.

З використанням калькулятора растрів у базі даних обчислюємо значення потенційного змиву ґрунтів зливами (A_1) для комірок гріду “smyv_osadki” добутком комірок гридів “eros_index”, “soil_gumus”, “soil_gransostav”, “factor_LS”. Після чого відбувається перекласифікація растрового зображення за значеннями 0–1, 1–2, 2–5, 5–10, 10–15, 15–20, понад 20 т/га за рік.

Частину растрів, отриманих під час розрахунку потенційного змиву ґрунту під дією злив, використовують для одержання значення потенційного змиву, зумовленого талими водами. Виняток становлять гріди довжини ліній стоку “flowlenth” шару схилового стоку “sloy_stoka”, запасів води у снігу “zapas_vod”.

Значення довжини ліній стоку – грід “flowlenth” – отримано на підставі аналізу ЦМР за допомогою функцій розрахунку довжини ліній стоку інструменту ArcGIS SpatialAnalyst за інформацією гріду напряму стоку “flowdir”.

Шар схилового стоку – грід “sloy_stoka” – розраховують як добуток грідів “koef_stoka” та “zapas_vod” відповідно до формули 3.

За допомогою множення растрових поверхонь “soil_gumus”, “soil_gransostav”, “flowlenth”, “uklon”, “sloy_stoka” можна отримати значення потенційного змиву ґрунту талими водами (A_2) для кожної комірки вихідного растру “smyv_sneg”, також унаслідок перекласифікованого за значенням 0–1, 1–2, 2–5, 5–10, 10–15, 15–20, понад 20 т/га за рік.

Підсумкове значення потенційного сумарного змиву отримуємо додаванням значень комірок растрів A_1 і A_2.

Диференційоване використання земель, які обробляють та які зазнають процесів водної ерозії, досягають внутрішньогосподарським районуванням та виділенням агротехнологічних груп земель (рис. 1).

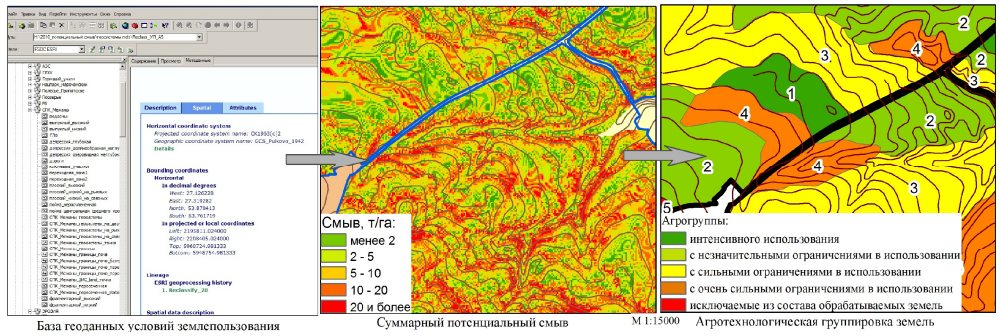

Рис. 1. Агротехнологічне групування земель
на підставі геоінформаційного моделювання потенційного змиву ґрунтів.

Головними критеріями в цьому разі є ступінь ерозійної деградації ґрунтового покриву та кількісні показники потенційно можливого змиву ґрунту [3, 4]. За цими критеріями можна виділяти до п’яти агротехнологічних груп земель.

Подібна диференціація земель полегшує вибір, обсяг необхідних протиерозійних заходів та визначення нормованого навантаження на ґрунтовий покрив залежно від ступеня ерозійної небезпеки.

До першої групи належать землі з нееродованими та дуже слабко еродованими повнопрофільними ґрунтами на схилах з крутістю до 1º. Орний горизонт цих ґрунтів не порушено. Змив ґрунтового дрібнозему не перевищує 2,0 т/га, що відповідає рівню гранично допустимого змиву для дерново-підзолистих ґрунтів Білорусі. Запаси гумусу в орних горизонтах цих ґрунтів становлять 50 т/га і більше. Вони мають сприятливі агрофізичні властивості та можуть бути використані як оброблювані угіддя без обмежень.

На орних ґрунтах першої групи застосовують інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур. Тут повинна бути забезпечена висока окупність затрат та створені умови для розширеного відтворення родючості ґрунтів.

До другої агротехнологічної групи зачислено землі, що розташовані на схилах з крутістю 1–3º. Зазвичай, ґрунти тут слабко еродовані з потенційним змивом 2,1–5,0 т/га. Орний горизонт частково порушений, до нього проорюється нижчий

горизонт. Запаси гумусу порівняно з нееродованими ґрунтами нижчі на 20–30 %, помітно зростає щільність складення верхнього горизонту та зменшується пористість. Землі цієї групи потребують слабких обмежень у використанні.

Третю групу становлять землі, розташовані на схилах з крутістю 3–5º. Частіше вони представлені середньоеродованими ґрунтами. Річний змив дрібнозему – 5,1–10,0 т/га. Це призводить до повного порушення орного горизонту та розорювання підзолистого і навіть верхньої частини ілювіального горизонту ґрунту. Запаси гумусу зменшуються у 2,0–2,5 раза порівняно з повнопрофільними ґрунтами. Різко погіршуються агрофізичні властивості. Під обробіток ці землі можна використовувати лише з великими обмеженнями, які полягають у повному вилученні просапних культур та необхідності застосування спеціальних систем обробітку ґрунту.

Четверта група представлена землями, розташованими на крутих схилах (5–7º). Ґрунти цієї групи земель зазвичай сильно деградовані, орний горизонт утворений з ілювіального горизонту. Середньорічний змив становить 10,1–20,0 т/га дрібнозему. Запаси гумусу у верхньому шарі ґрунту – 10–15 т/га, що у п'ять разів нижче, ніж у ґрунтах першої групи. Щільність складення – 1,50 г/см^3 і більше, а загальна пористість знижується до 40 % і менше. Землі цієї групи потребують дуже великих обмежень за умов використання їх у сільськогосподарському виробництві.

Землі п'ятої групи охоплюють дуже сильно еродовані ґрунти на схилах з крутістю понад 7º та потенційним змивом понад 20,0 т/га за рік. Ці землі вилучають зі складу угідь, які обробляють, та відводять або під постійне залуження, або під фруктові насадження чи лісопосадки.

Як вихідну інформацію у розрахунковому блоці бази даних використовують показники потенційного змиву під дією злив і талих вод у період сніготанення. Необхідними даними є і нормативи ґрунтозахисної здатності сільськогосподарських культур, сівозмін, способів обробітку та систем удобрення.

Вибір типу сівозміни відбувається на підставі розрахунку змиву з урахуванням різної ґрунтозахисної здатності сільськогосподарських культур, способу обробітку та системи удобрення.

Алгоритм роботи розрахункового блоку полягає в такому: для кожної окремої агротехнологічної групи земель визначають оптимальний тип сівозміни множенням значення потенційного змиву ґрунту на нормативи протиерозійної здатності різних сівозмін, способів обробітку ґрунту і подальшого порівняння отриманого значення змиву з граничнодопустимим змивом ґрунту (2 т/га). У базі даних підбирається тип сівозміни, за якого розрахунковий змив буде менше від граничнодопустимого значення змиву (2 т/га) або максимально наближений до нього.

У цьому разі програма визначає тип сівозміни, за якого змив на робочій ділянці знижується до граничнодопустимого значення або максимально до нього наближеного. Вихідна таблиця містить дані як про початковий потенціал змиву ґрунту, так і про розрахунковий змив з урахуванням обраного типу сівозміни для зручності їх порівняння. Також у вихідній таблиці наведені обрані типи сівозмін, їхні нормативи протиерозійної здатності, співвідношення культур в обраному типі сівозміни, нормативи протиерозійної здатності способів обробітку ґрунту та систем удобрення по кожному типу сівозміни.

Використання агротехнічних прийомів (ґрунтозахисний обробіток ґрунту і диференційована система удобрення) на ерозійно небезпечних землях рекомендоване в тому випадку, якщо підбір культур і формування сівозмін із застосуванням ГІС-технологій не

забезпечує зниження змиву ґрунту до граничнодопустимого рівня. Результати розрахунку можуть бути також відображені графічно, що підвищує їхню наочність (рис. 2).

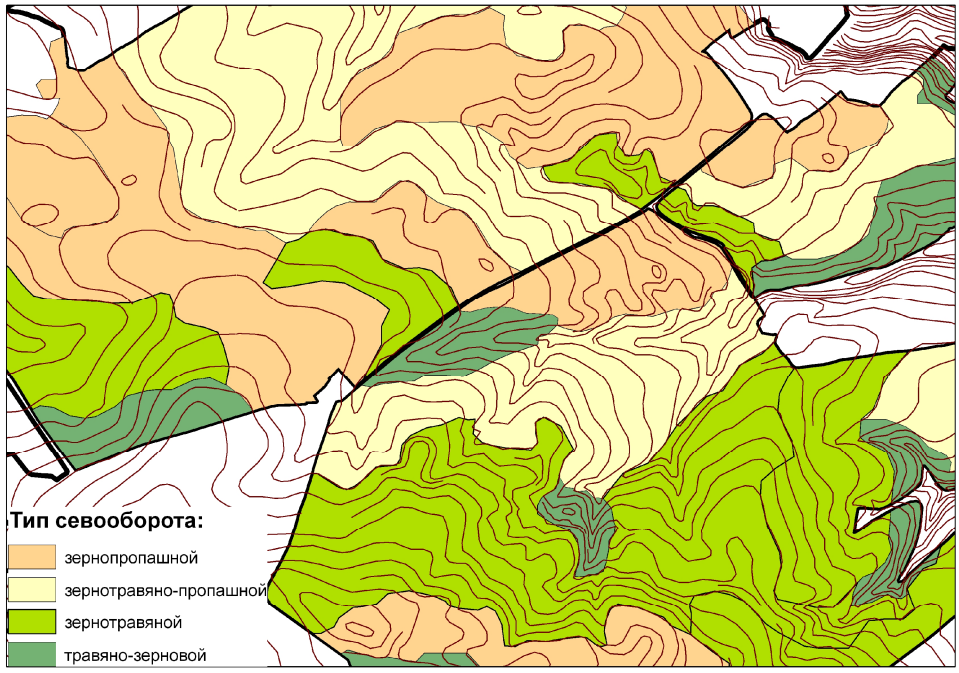

Рис. 2. Розподіл типів сівозмін у агроландшафті.

Завершальним етапом є наведення меж поширення обраних типів сівозмін відповідно до меж робочих ділянок у агроландшафті.

Отже, наведену технологію можна взяти за основу формування ґрунтозахисних систем землеробства у різних ґрунтово-екологічних провінціях Білорусі. База даних для розрахунку потенційного змиву ґрунту і підбору типів сівозмін, реалізована в геоінформаційному середовищі, дає змогу впровадити автоматизоване управління ґрунтозахисною системою землеробства в агроландшафті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Водогрецкий В. Е.* Влияние агролесомелиорации на склоновый сток / В. Е. Водогрецкий. – Л., 1979. – С. 75.
2. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси. – (рекомендации); [под общ. ред. А. Ф. Черныша]. – Минск, 2005. – 52 с.
3. *Червань А. Н.* Геопространственный анализ в оценке степени потенциальной эрозии Белорусского Поозерья / А. Н. Червань // Природа и сельскохозяйственная деятельность человека : материалы междунар. научно-практ. конф., Иркутск, 23–27 мая 2011 г. Часть 1. – Иркутск : изд-во ИрГСХА. – С. 160–163.

4. *Черныш А. Ф.* Геоинформационная оценка степени проявления процессов водной эрозии в агроландшафтах / А. Ф. Черныш, А. Н. Червань // Двадцать шестое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов, Москва–Арзамас, 26 сентября–1 октября 2011 г. / МГУ им. М. В. Ломоносова, Арзамасский ГПИ им. А. П. Гайдара; редкол.: Р. С. Чалов, В. В. Занозин. – М. ; Арзамас : АГПИ, 2011. – С. 220–222.

Стаття: надійшла до редакції 13.03.2013
доопрацьована 16.04.2013
прийнята до друку 17.06.2013

GIS MODELLING OF SOILS PROTECTION IN AGROLANDSCAPES ORGANIZATION OF BELARUS

Aleksandr Chervan, Andrey Chernysh, Anna Ustinova

Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry,
Kazintsa St., 62, BY – 220108 Minsk, Belarus

The article describes the technology erosion control organization of landscapes using GIS technology. The normatives of soil protection ability of crops, methods of tillage and crop rotation, combined in GIS environment for planning erosion control safe land use are characterized in the article.

Key words: agrolandscape, erosion, soil protection, erosion control measures, GIS, modeling, database.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОЧВОЗАЩИТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ БЕЛАРУСИ

Александр Червань, Андрей Черныш, Анна Устинова

Институт почвоведения и агрохимии,
ул. Казинца, 62, 220108, г. Минск, Беларусь

Рассмотрено технологию противоэрозионной организации агроландшафтов с применением ГИС-технологий. Дано характеристику нормативов почвозащитной способности сельскохозяйственных культур, приемов обработки почвы и севооборотов, объединенных в геоинформационной среде для планирования эрозионно-безопасного землепользования.

Ключевые слова: агроландшафт, эрозия, защита почв, противоэрозионные мероприятия, ГИС, моделирование, база данных.