Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

**Львівський національний університет імені Івана Франка**

*На правах рукопису*

**Ямелинець Тарас Степанович**

*УДК 631.445:631.43 (477)*

**Просторовий аналіз деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів Західного лісостепу УКРАЇНИ**

11.00.05 – біогеографія та географія ґрунтів

Дисертація на здобуття наукового ступеня

кандидата географічних наук

Науковий керівник

Кіт Мирон Григорович

кандидат географічних наук, доцент

ЛЬВІВ – 2003

|  |  |
| --- | --- |
| **ЗМІСТ** | ст |
|  |  |
| ВСТУП………………………………………………………………….... | 4 |
|  |  |
| 1. Умови Ґрунтоутворення........................................................... | 10 |
| 1.1. Географічне положення.......................................……………… | 10 |
| 1.2. Геологічна будова території західного лісостепу……………. | 11 |
| 1.3. Геоморфологічні особливості...............................................….. | 15 |
| 1.4. Гідрокліматичні умови …...…..……………….………………. | 19 |
| 1.5. Біогенні фактори……………....……………………………….. | 28 |
| 1.6. Антропогенний вплив на ґрунтоутворення…………………... | 31 |
|  |  |
| 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ……................………………………… | 35 |
| 2.1. Вибір та опис ключових дослідних ділянок.............................. | 35 |
| 2.2. Лабораторно-аналітичні дослідження........................................ | 40 |
| 2.3. Застосування методів ГІС-аналізу.............................................. | 41 |
|  |  |
| 3. МОРФОГЕНЕТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ сірих лісових  Ґрунтів Західного Лісостепу……............................……….. | 45 |
| 3.1. Особливості географії сірих лісових ґрунтів............................ | 45 |
| 3.2. Історія вивчення сірих лісових ґрунтів та проблема їхньої  ґенези.............................................................................................. | 49 |
| 3.3. Властивості досліджуваних ґрунтів........................................... | 54 |
| 3.3.1. Морфологічна будова......................................................... | 54 |
| 3.3.2. Фізичні властивості сірих лісових ґрунтів....................... | 66 |
| 3.3.3. Фізико-хімічні та агрохімічні властивості  досліджуваних ґрунтів....................................................... | 85 |
|  |  |
| 4. ЕРОЗІЙНА Деградація сірих лісових ґрунтІВ.................. | 100 |
| 4.1 Ерозійна деградація та її взаємозв’язок з іншими типами  деградації сірих лісових ґрунтів................................................. | 100 |
| 4.2 Просторова оцінка ерозійної деградації сірих лісових  ґрунтів............................................................................................ | 108 |
|  |  |
| 5. Впровадження засобами ГІС МОДИФІКОВАНОГО  Універсального Рівняння Оцінки ЕрозійнОЇ  ДЕГРАДАЦІЇ Грунту – RUSLE (Revised Universal Soil  Loss Equation).................................................................................. | 136 |
| 5.1 RUSLE та його компоненти.......................................................... | 136 |
| 5.1.1 Фактор опадів (R)................................................................ | 139 |
| 5.1.2 Фактор властивостей ґрунту (K)....................................... | 140 |
| 5.1.3 Фактор довжини та крутизни схилів (LS)......................... | 142 |
| 5.1.4 Фактор рослинного покриву (C)........................................ | 144 |
| 5.1.5 Фактор протиерозійних заходів (P).................................. | 146 |
| 5.2 Розробка на основі емпіричного рівняння (RUSLE) програм-  ного ГІС-середовища для аналізу ерозійних втрат сірих  лісових ґрунтів.............................................................................. | 147 |
| 5.3 Оцінка можливих втрат ґрунту засобами ГІС-модуля Erosion  RUSLE…………………………………………………………..... | 167 |
|  |  |
| ВИСНОВКИ……………………………………………………………... | 168 |
|  |  |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ………………………………. | 175 |
|  |  |
| ДОДАТКИ.................................................................................................. | 186 |
|  |  |

ВСТУП

На сьогодні не існує єдиного визначення поняття „деградація ґрунтів”. Так, американський ґрунтознавець Морган Р. (1995) під деградацією ґрунту розуміє зміни у функціонуванні ґрунтової системи, в складі та будові твердої фази, регуляторній функції ґрунтів або ж зміни лише одного з вищевказаних компонентів, що є результатом відхилення від екологічної норми й погіршення параметрів, важливих для функціонування людини та біоти. Панкова Є. І. та Новікова А. Ф. (2000) до деградаційних процесів відносять процеси, які погіршують властивості ґрунтів і понижують їхню родючість.

Основною причиною виникнення та розвитку деградаційних процесів ґрунтів і ґрунтового покриву є антропогенне навантаження на природні ландшафти. Неправильна організація сільськогосподарського використання території, відсутність сівозмін, застосування важкої ґрунтооброблювальної техніки, часті механізовані обробітки, надмірні дози мінеральних добрив, зменшення внесення органічних добрив негативно впливають на загальний стан ґрунтів та ґрунтового покриву, сприяють виникненню незворотних негативних змін у функціонуванні агроекосистем.

Ерозійна деградація ґрунту – глобальна загроза, яка в світових масштабах негативно впливає на забезпечення продуктами харчування та енергетичними ресурсами людства, на стан навколишнього середовища, особливо на якість водних ресурсів, сприяє розвитку парникового ефекту тощо. Ґрунти, в яких стійкі негативні процеси антропогенного чи природного характеру зумовили зниження їхньої продуктивності та врожаю сільськогосподарських культур, зростання витрат на відновлення їхньої родючості, відносять до деградованих.

**Актуальність теми.** Фоновими ґрунтами західного лісостепу є сірі лісові ґрунти, які інтенсивно використовують для вирощування основних зернових, технічних, кормових і плодово-ягідних культур. Саме тому деградаційні процеси, які мають місце в межах західного лісостепу і призводять до суттєвого загострення екологічної ситуації та різкого пониження екологовідтворювальних та продуктивних функцій сірих лісових ґрунтів, потребують детального вивчення, спеціального моніторингу та вироблення методів протидії їм.

Актуальність теми зумовлена тим, що згідно багаточисельних досліджень стан земельного покриву західного лісостепу оцінюється як близький до критичного. Це в поєднанні з ерозійною деградацією ґрунтів спричиняє не лише екологічну, а і продовольчу загрозу. Понад 65% ґрунтів у тій чи іншій мірі еродовані, щорічні втрати гумусу оцінюються в 2.3-2.4 т/га поряд зі зменшенням потужності гумусового горизонту на 0.8-1.0 см. Все це зумовлює необхідність просторового аналізу деградаційних процесів у ґрунтах західного лісостепу та картування ареалів цих процесів з допомогою ГІС-технологій (ерозія площинна і лінійна, агрофізична, біохімічна та інші види деградацій).

Аналіз наукових досліджень вітчизняних та іноземних фахівців з даної проблематики свідчить про недостатній рівень вивчення деградаційних процесів, що підтверджує відсутність фундаментальних праць і комплексних досліджень з цього питання для території західного лісостепу. Проведені нами дослідження, розробка методики оцінки ступеню ерозійної деградації сірих лісових ґрунтів, застосування ГІС-технологій при визначенні потенційних втрат ґрунтової маси є актуальними як щодо досліджуваної проблеми деградації ґрунтів, так і щодо використання географічних інформаційних систем. Крім того, подібні роботи для сірих лісових ґрунтів західного лісостепу виконуються вперше.

Необхідним є застосування для характеристики ступеню ерозійної деградації сірих лісових ґрунтів комплексу показників і критеріїв оцінки, серед яких виділяють як фактологічні, так і прогнозуючі види.

Розробка на базі сучасних технологій географічних інформаційних систем нових методик та підходів до дослідження й аналізу окремих деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів дозволить перейти на якісно новий рівень у вивченні ґрунтів і ґрунтового покриву регіону.

Актуальність проблеми, її теоретичне і практичне значення визначили мету, завдання, предмет, об’єкт, методологію і методику, наукову новизну, практичну цінність проведених досліджень.

**Об’єкт і предмет досліджень.** *Об’єктом досліджень* є сірі лісові ґрунти західного лісостепу. *Предметом досліджень* є деградаційні процеси в сірих лісових ґрунтах західного лісостепу, їхній морфометрії, фізичних та фізико-хімічних властивостей, їхні зміни під впливом сільськогосподарського освоєння; динаміка деяких сучасних ґрунтових процесів залежно від ступеня антропогенного навантаження.

**Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Вибраний напрямок відповідає концепції „Національної програми охорони земель” на 1996-2005 р.р., тісно пов’язаний із кафедральною тематикою „Проблеми ґенези, географії і класифікації ґрунтів Західного регіону України”. Результати досліджень будуть використовуватись при розробці практичних заходів у відповідності із Законом України „Про охорону земель” науково-дослідними та проектно-пошуковими організаціями. Необхідним є використання результатів при встановленні закономірностей у формуванні та розвитку ерозійних процесів, негативній зміні основних властивостей ґрунтів, оцінці сучасного стану ґрунтів в узгодженні з державною науково-технічною програмою „Родючість і охорона ґрунтів” на 2001-2005 р.р.

**Мета і завдання досліджень.** Основною метою наукової роботи є оцінка інтенсивності та встановлення ареалів розвитку деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів у межах західного лісостепу, визначення кількісних та якісних показників і критеріїв деградації, розробка методики моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. Однією з головних цілей досліджень є використання основних можливостей ГІС-технологій при вивченні деградаційних процесів та їх просторовому аналізі. Для досягнення основних цілей вирішувались наступні завдання:

* оцінка особливостей умов ґрунтоутворення західного лісостепу, генези сірих лісових ґрунтів, їхнього поширення;
* встановлення регіональних особливостей морфологічної будови, фізичних, фізико-хімічних властивостей сірих лісових ґрунтів західного лісостепу;
* оцінка ступеня деградації досліджуваних ґрунтів за основними діагностичними критеріями та показниками;
* здійснення просторової оцінки ерозійної деградації сірих лісових ґрунтів засобами ГІС-технологій;
* виділення та оцінка впливу комплексу геоморфологічних факторів на потенційну ерозійну небезпеку;
* визначення серед емпіричних ерозійних моделей тих, що найбільш широко використовуються при вивченні деградаційних процесів, з метою розробки на базі однієї з них програмного ГІС-середовища для аналізу ерозійних втрат ґрунтів.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

* досліджено характер та інтенсивність змін морфогенетичних, фізичних, фізико-хімічних властивостей сірих лісових ґрунтів західного лісостепу при різних ступенях їхньої деградації;
* розроблено методику вивчення деградаційних процесів шляхом закладення ключових ділянок і поділу їх на квадрати;
* вперше застосовувались методи ГІС-аналізу при вивченні ерозійної деградації сірих лісових ґрунтів;
* розроблена методика використання окремих ГІС-модулів для оцінки потенційної ерозійної небезпеки території за геоморфологічним фактором;
* доказано необхідність застосування морфологічного показника – забарвлення верхнього горизонту (визначеного за шкалою Манселла) як важливої діагностичної ознаки для оцінки ступеня деградації ґрунтів;
* створено та протестовано програмний ГІС-модуль для оцінки потенційних ерозійних втрат ґрунтової маси.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблена методика дослідження ерозійної деградації сірих лісових ґрунтів західного лісостепу доповнює методику дослідження деградаційних процесів ґрунтового покриву.

Систематизація важливих діагностичних показників і критеріїв деградації ґрунтів, розробка підходів до вивчення їхньої просторової варіабельності та візуалізація засобами геоінформаційних систем можуть бути використані при проведенні великомасштабних ґрунтових обстежень, бонітуванні та ґрунтово-екологічній оцінці, проведенні землеустрою і виборі раціонального землекористування, розробці системи заходів з попередження чи ліквідації деградаційних процесів тощо. Пропонується впровадження в межах західного лісостепу контурно-меліоративної організації території з подальшим створенням економічних стимулів при веденні відтворювального чи екологічно збалансованого землекористування.

Створений програмний модуль на базі емпіричної ерозійної моделі характеризується доступністю у користуванні й може бути запропонований як один із максимально полегшених підходів, який не вимагає значних затрат часу і праці, для обчислення та візуалізації можливих проявів ерозійних процесів на певній території. Цей модуль може бути використаний при складанні проектів землеустрою для нових землекористувачів і землевласників Львівською філією інституту землеустрою УААН, районними відділами земельних ресурсів для визначення екологічно небезпечних територій і територій, які потребують консервації, районними управліннями сільського господарства та системою агросервісу, окремими фермерськими господарствами тощо.

**Особистий внесок здобувача:**

* проведення польових і лабораторно-аналітичних досліджень з вивчення морфологічних, фізичних, фізико-хімічних властивостей сірих лісових ґрунтів західного лісостепу, встановлення ступеня їх деградації;
* адаптація новітніх програмних ГІС-середовищ до вимог ґрунтознавчої науки, зокрема для дослідження ерозійних процесів в ґрунтах;
* опрацювання картографічного матеріалу засобами географічних інформаційних систем (векторизація, трансформування, геокодування, геостатистичний аналіз тощо);
* виконання математично-статистичної обробки результатів досліджень.

У дисертації опрацьовано матеріали великомасштабних ґрунтових досліджень, матеріали ґрунтового знімання, проведеного кафедрою ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати наукових досліджень доповідались та обговорювались на Міжнародній науковій конференції „Ґенеза, географія та екологія ґрунтів” (Львів, 1999), Міжнародній науковій конференції „Геоінформаційні технології сьогодні” (Львів, 1999), науковій конференції студентів та аспірантів географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка (Львів, 2000), Міжнародній науковій конференції, присвяченій 50 річчю кафедри геоморфології географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка (Львів, 2001), Міжнародній науковій конференції „Екологічні проблеми басейнів транскордонних річок” (Луцьк, 2002), наукових конференціях професорсько-викладацького складу Львівського національного університету імені Івана Франка (1999-2003).

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи опубліковано у 6 одноосібних наукових публікаціях, в тому числі 4 – у виданнях, рекомендованих ВАК України.

ВИСНОВКИ

1. В дисертаційній роботі вперше здійснено просторовий аналіз деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів західного лісостепу з допомогою ГІС-технологій. Розроблено нові шляхи вирішення важливої наукової та екологічної проблеми – деградації сірих лісових ґрунтів, опрацьовано основні фактологічні та прогнозні діагностичні критерії та показники.

В процесі роботи детально досліджувались особливості морфологічної будови, фізичні, фізико-хімічні властивості сірих лісових ґрунтів західного лісостепу, проведено просторову оцінку ерозійної деградації цих ґрунтів засобами ГІС-технологій та розроблено на базі модифікованого універсального рівняння оцінки ерозійних втрат ґрунту (Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE) програмного ГІС-модуля Erosion RUSLE. З метою встановлення причин деградації вивчені умови ґрунтоутворення західного лісостепу, досліджено генезу сірих лісових ґрунтів.

Основна увага приділялась прикладному значенню досліджень, а саме: розроблено підходи до вивчення просторової варіабельності окремих деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів західного лісостепу та візуалізації засобами геоінформаційних систем, здійснено систематизацію важливих діагностичних показників та критеріїв ерозійної деградації ґрунтів. Результати роботи можуть бути використані при проведенні великомасштабних ґрунтових обстежень, бонітуванні й ґрунтово-екологічній оцінці, проведенні землеустрою та виборі раціонального землекористування, розробці системи заходів для запобігання негативних процесів тощо.

2. Відмінності у фізико-географічних умовах західного лісостепу зумовили поділ сірих лісових ґрунтів на фаціальному рівні на три підтипи: модальний, вологий та буруватий. Модальний підтип сірих лісових ґрунтів трапляється в східній помірно-теплій континентальній фації, яка простягається від р. Збруч на схід і охоплює невелику східну частину досліджуваної території. Вологий та буруватий підтипи є в західній помірно-теплій вологій субконтинентальній фації (від передгір’я Карпат до р. Збруч), яка займає значну західну частину західної лісостепової провінції. Тому для детального просторового аналізу деградаційних процесів закладено три репрезентативні дослідні ділянки, які вибрано в межах трьох природних ландшафтних областей: Волинського лісостепового Опілля, Західно-Подільського та Північно-Подільського лісостепу. За геоморфологічним районуванням ділянки належать до таких геоморфологічних районів: Сокальсько-Торчинського грядового підняття, Опільської височини та Хмельницької рівнини. Ділянки закладалися згідно біокліматичних, гідрологічних та геоморфологічних особливостей відповідних природних областей. Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – сірі лісові ґрунти.

3. Вивчено морфогенетичні властивості сірих лісових ґрунтів західного лісостепу. Виявлено суттєві зміни у процесах ґрунтоутворення досліджуваних ґрунтів, які зумовлені їх інтенсивним сільськогосподарським використанням. Найчастіше такі зміни носять негативний характер, тобто призводять до зниження родючості та зменшення екологовідтворних функцій ґрунтів.

Встановлено, що кількісні показники будови профілю сірих лісових ґрунтів західного лісостепу не виходять за межі діапазону їх коливань на підзональному рівні. Виявлено, що при освоєнні сірих лісових ґрунтів характерним є розтягнення профілю, зміщення ілювіальної частини ґрунтового профілю вниз. Залежно від характеру ведення землеробства змінюється забарвлення верхнього горизонту: від сірого в цілинних ґрунтах – до темно-сірого в розораних ґрунтах зі значним зростанням вмісту гумусу, в одному випадку, і до сірувато-бурого кольору в еродованих відмінах (де виорюється горизонт Ih), в іншому. Досліджено, що специфіка морфологічної будови цих ґрунтів зумовлена субмеридіональними змінами комплексу елементарних ґрунтових процесів, які в першу чергу викликані відповідними змінами показників гідротермічних та орографічних умов формування сірих лісових ґрунтів.

4. Характер розподілу і кількісні співвідношення фракцій гранулометричних елементів дають змогу говорити про генетичну однотипність сірих лісових ґрунтів трьох дослідних ділянок. Зміни гідротермічних умов зумовили різну інтенсивність прояву внутрішньоґрунтових процесів, в першу чергу процесу лесиважу, що проявляється в збільшенні вмісту фракцій фізичної глини із заходу на схід західного лісостепу.

Доведено, що досліджувані ґрунти характеризуються високим потенціалом агрегації і навіть при тривалому розорюванні у них наявні високі потенціальні можливості відтворення мікроструктури. Структурний стан для незмитих відмін досліджуваних ґрунтів слід вважати задовільним, інколи добрим, а для змитих – незадовільним. Значна перевага вмісту агрегатів розміром понад 10 мм зумовлює наявність значної кількості брил після оранки, які негативно впливають на появу сходів рослин та їх рівномірність. Структурно-агрегатний склад сірих лісових ґрунтів в межах західного лісостепу майже однаковий, що зумовлено нівелюванням природних відмінностей структури та суттєвою залежністю структури від вмісту гумусу, ємності катіонного обміну, кількості ввібраних основ.

Встановлено зростання значень щільності твердої фази орних горизонтів ґрунту змитих відмін порівнянно з незмитими, що зумовлено зменшенням в орних горизонтах змитих відмін вмісту гумусу та збільшенням вмісту півтораокислів. Не виявлено значних відмінностей у значеннях загальної шпаруватості для орних горизонтів ґрунтів різного ступеня змитості, що пояснюється в першу чергу агротехнікою вирощування сільськогосподарських культур, особливо просапних, а не зменшенням потужності гумусових горизонтів. Згідно зі шкалою якісної оцінки загальної шпаруватості, запропонованою Н. А. Качинським (1965), загальна шпаруватість оцінюється для орних горизонтів сірих лісових ґрунтів як незадовільна (40-50 %).

5. Сірі лісові ґрунти західного лісостепу характеризуються відносно низькими вмістом і запасами гумусу, середньою та низькою збагаченістю азотом, високою гуміфікацією органічної речовини, фульватно-гуматним типом гумусу. У складі гумінових кислот вміст фракції ГК-1 дуже низький та низький, а вміст гумінових кислот, зв’язаних з кальцієм (ГК-2), та міцно зв’язаних кислот (ГК-3) є середнім. Серед фульвокислот переважають фракції ФК-1а+1 і ФК-3.

Для типу сірих лісових ґрунтів характерна підвищена кислотність, на величину якої, в першу чергу, впливає господарська діяльність людини. Темпи пониження кислотності і тривалість позитивного ефекту цілком залежить від рівня агротехніки, зокрема вапнування та кількості органічних добрив. Застосування добрив зумовлює зміни ступеня насичення ґрунтів основами та зміни у складі ввібраних катіонів.

Характерною є відсутність чітких закономірностей між ступенем еродованості та складом ввібраних основ, відношенням Са2+: Mg2+ і ступенем насичення основами. Основною причиною цього явища є глибина залягання карбонатів кальцію та їхня сезонна міграція. У ґрунтовому вбирному комплексі сірих лісових ґрунтів західного лісостепу значну перевагу мають катіони кальцію та магнію. Ступінь насичення основами характеризується як підвищений і коливається в межах 80-89 %. Ємність вбирання зростає пропорційно збільшенню вмісту гумусу та мулистої фракції, досягаючи максимуму в окультурених ґрунтах.

6. Вперше для сірих лісових ґрунтів західного лісостепу розроблена методика вивчення деградаційних процесів на ключових ділянках, яка полягає у розбивці цих ділянок на квадрати, в межах кожного з яких визначалися необхідні показники та властивості для подальшого їх опрацювання засобами географічних інформаційних систем.

Векторизовано для відібраних дослідних ділянок ряд важливих тематичних шарів, зокрема ґрунтовий покрив, ізолінії висот, місця закладки ґрунтових розрізів. Створена атрибутивна база даних, яка включає польові та лабораторні результати досліджень і дані з картографічних матеріалів. Це дало змогу з допомогою основних методів ГІС-аналізу вивчити на якісно новому рівні деградаційні процеси у сірих лісових ґрунтах.

7. Проведений для окремих ґрунтових розрізів аналіз комплексу показників та критеріїв оцінки ступеня деградації сірих лісових ґрунтів свідчить, що досліджувані ґрунти характеризуються високим рівнем деградації. В першу чергу це стосується ущільнення ґрунту та зменшення вмісту агрономічно цінних агрегатів. За останніми двома критеріями стан досліджуваних ґрунтів визначається як передкризовий та кризовий.

Заміна властивої для цілинних ґрунтів класичної дрібнозернистої структури на грудкувато-брилувату, значне руйнування агрономічно-цінних агрегатів у процесі сільськогосподарського використання зумовило високий рівень деградації структурного стану сірих лісових ґрунтів.

Згідно нормативних показників (зменшення потужності генетичних горизонтів та зменшення вмісту гумусу), змиті відміни досліджуваних ґрунтів перебувають у задовільному і передкризовому стані, потужність змитого шару сягає 30 см, вміст гумусу зменшується на 10-30 %.

8. Вперше при вивченні ерозійної деградації сірих лісових ґрунтів західного лісостепу проведено аналіз тривимірної моделі рельєфу на основі ГІС. Засобами 3D Analyst та SpatialAnalyst в середовищі ArcGis для кожної з дослідних ділянок створено растрові моделі крутизни, експозиції та форм схилів. Застосування таких методів ГІС, як оверлейновий аналіз, методу геостатистики та аналізу просторових змін, дало змогу обчислити та візуалізувати картосхеми потенціально можливих проявів водної ерозії. Розроблено класифікацію з виділенням п’яти класів за величиною потенційної ерозійної небезпеки ґрунтів.

Здійснено порівняння обчисленої потенційної небезпеки виникнення ерозії для дослідних ділянок з даними фактичної змитості ґрунтів, отриманими в результаті польових та лабораторних аналізів.

9. Відібрано шість основних фактологічних діагностичних ознак і властивостей деградації сірих лісових ґрунтів. Базуючись на них, досліджено характер і напрям ерозійних процесів в межах трьох дослідних ділянок, встановлено з допомогою нормативних показників стан ґрунтів і ґрунтового покриву, проаналізовано просторові особливості їхньої зміни. Цей аналіз здійснювався з допомогою ГІС-технологій.

Ступінь змитості сірих лісових ґрунтів найбільш обґрунтовано оцінюється за зміною вмісту гумусу в верхньому шарі ґрунту. Досліджено, що сірі лісові ґрунти в межах двох дослідних ділянок (№2 та №3а і 3б) характеризуються дефіцитним балансом гумусу. Більшу частину території цих ділянок займають ґрунти, втрати гумусу яких сягають 50%. Відносно високий вміст гумусу в шарі ґрунту 0-20 см (2.0-4.0%) характерний для 80% території дослідної ділянки №1 (в межах Опільської височини), що пояснюється високою культурою ведення землеробства на присадибних ділянках.

Ерозійні втрати гумусу визначались також за зменшенням потужності генетичного горизонту НЕ відносно еталону. Характерним для всіх дослідних ділянок є те, що у передкризовому та кризовому стані (потужність змитого шару 35-40 см) перебувають ґрунти, які розташовані на вододілах та схилах значної крутизни. Найбільш деградованим є ґрунтовий покрив дослідних ділянок №3а, 3б та №2 (східна частина), стан якого оцінюється від задовільного до кризового. Нормальний стан ґрунтового покриву характерний для дослідної ділянки №1 (змито до 5 см).

Встановлено тісний зв’язок між ступнем еродованості сірих лісових ґрунтів та просторовою зміною величини рН, вмістом фізичної глини в шарі ґрунту 0-20 см і забарвленням верхнього горизонту. Ерозійні процеси суттєво знижують кислотність, про що свідчить зростання величини рН-сольового в еродованих відмінах досліджуваних ґрунтів. Це зумовлено залученням в оранку лесоподібних карбонатних суглинків. Виявлено зростання вмісту фізичної глини у верхньому горизонті сильнозмитих ґрунтів, зумовлене змивом гумусового горизонту НЕ і Іh та інтенсивним залученням в оранку горизонту Іе.

Результати досліджень дали змогу зробити висновок, що забарвлення верхнього горизонту ґрунту є важливою діагностичною ознакою його ерозійної деградації. Розроблено методику визначення забарвлення з використанням шкали Манселла та подальшим опрацюванням і візуалізацією засобами ГІС.

10. Детально вивчено цифрову універсальну емпіричну модель – модифіковане універсальне рівняння оцінки ерозійних втрат ґрунту (Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE). На базі програмного ГІС-середовища ArcView 3.2а створено ГІС-модуль Erosion RUSLE, який є результатом інтеграції цієї емпіричної моделі в ГІС. Програмний модуль є результатом повної інтеграції ГІС з моделлю процесу, з реалізацією всіх програмних можливостей цього ГІС-пакету. Програмний модуль побудований за принципом послідовного внесення всіх факторів, необхідних для обчислення ерозійних втрат з територій, різних за площею, природними умовами, сільськогосподарським використанням та певним комплексом протиерозійних заходів.

11. На прикладі дослідної ділянки №2, випробувано програмний модуль Erosion RUSLE. Результати польових та лабораторних аналізів для цієї дослідної ділянки дали змогу обчислити всі фактори, необхідні при застосуванні емпіричної моделі RUSLE. Кінцевим результатом програмного модуля є растрова Grid-тема величини втрат ґрунтової маси з цієї території в тоннах на гектар.

Розроблено, згідно існуючих нормативів ерозійної деградації ґрунтового покриву, стандартизовану шкалу. За цією шкалою для створеної растрової Grid-теми можна виділити території, які потребують проведення протиерозійних заходів для покращення екологічної ситуації. Виділення ерозійнонебезпечних територій засобами створеного ГІС-модуля служить основою для впровадження „сталого землекористування”.

Аналіз створених картосхем дає змогу стверджувати про необхідність розміщення на землях крутизною до 3о польових сівозмін з можливим максимальним насиченням просапними культурами. Перевагу слід надавати різноглибокій оранці з проведенням усіх агротехнічних робіт впоперек схилу чи контурно. На схилах крутизною 3-7о, де для чистого ґрунту втрати ґрунтової маси досягають 17,5 т/га, необхідно застосовувати ґрунтозахисні технології, тобто різноглибокий відвальний та безвідвальний обробіток, лункування, мульчування, оранку впоперек схилу або контурно. Слід відмовитися від посіву просапних і технічних культур. Схили, де втрати ґрунту сягають катастрофічних масштабів (понад 17,5 т/га) і крутизна яких більша 7о, повинні підлягати консервації-реабілітації шляхом залуження багаторічними травами. Створені тематичні картосхеми підтверджують думку про суттєве зниження потенційних втрат ґрунту внаслідок водної ерозії за умови посіву багаторічних трав на ерозійнонебезпечних схилах крутизною понад 7о.

Список використаних джерел

1. Докучаев В. В. Лекции о почвоведении. Избр. соч., т.3. М., 1948.
2. Бондарчук В. Г. Геологія України. - К: Видавництво АН УРСР, 1959. – 832 с.
3. Бондарчук В. Г. Геологічна будова Української РСР. - К.: Радянська школа, 1963. – 375 с.
4. Кирьянов В. В. Волыно-Подольская плита // Природа Украинской ССР. Геология и полезные ископаемые. - К.: Наукова думка. 1986. – с. 26-37.
5. Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. т.1-2. - М. - Л.: Гостехиздат, 1947-1948. – 416 с.
6. Неотектоника Западной Волыно-Подолии / Гофштейн И. Д. – К.: Наук. думка, 1979. – 156 с.
7. Заморій П. К. Четвертинні відклади Української РСР, ч.1 – К: Вид-во Київ. ун-ту, 1961. – 549 с.
8. Цись П. М. Геоморфологія УРСР. - Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1962. – 223 с.
9. Бондарчук В. Г. Геоморфологія УРСР. - К.: Радянська школа, 1949. – 243 с.
10. Геоморфология Украинской ССР: учеб. пособие / И.М.Рослый, Ю.А. Кошик, Э. Т. Палиенко и др.; Под общ. ред. И. М. Рослого – К.: Выща шк., 1990. – 287 с.
11. Заставний Ф. Д. Фізична географія України. - Львів, 1998. – 190 с.
12. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географичиское районирование / Маринич А. М., Пащенко В.М., Шищенко П.Г. – К.: Наук. думка, 1985. – 224 с.
13. Природа Украинской ССР. Климат / Бабиченко В.Н., Барабаш М.Б., Логвинов К.Т. и др. – К.: Наук. думка, 1984. – 232 с.
14. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, ч. 1-6. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990.
15. Метеорологический ежегодник за 1989 г. - Выпуск 10. – К.: Укргидрометеоиздат, 1992.
16. Агрокліматичний довідник по Львівській області. – К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1959.
17. Агрокліматичний довідник по Хмельницькій області. – К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1959.
18. Агрометеорологический ежегодник УССР за 1958. - Выпуск 10. - К.: Сельхозиз УССР, 1963.
19. Данилов Л. Клімат Поділля. - Вінниця, 1924. – 48 с.
20. Бучинський И.Е. Климат Украины в прошлом, настоящем и будущем. - К.: Сельхозиз УССР, 1960. – 308 с.
21. Андрианов М.С. О циркуляционных факторах климата западных областей УССР // Географический сборник, 1951. - вып.1 – C. 13-17.
22. Климат Украины / Под ред. Г. Ф. Прихотько. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – 413 с.
23. Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды / Грезе В. Н., Поликарпов Г. Г., Романенко В. Д. и др. – К.: Наук.думка, 1987. – 224 с.
24. Гідрохімія України: Підручник // Л. М. Горєв, В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К.: Вища шк., 1995. – 307 с.
25. Гавриленко К. С., Штогрин О. Д., Щепак В. М. Підземні води західних областей України. – К.: Наукова думка, 1968. – 316 с.
26. Бабинец А. Е. Подземные воды юго-запада Русской платформы. – К.: Изд-во АН УССР, 1961. – 379 с.
27. Руденко Ф. А. Гідрогеологія Української РСР. - К.: Вища школа, 1972. – 174 с.
28. Природа Львівської області / за ред. К. І. Геренчука. - Львів.: Вища школа, 1972. – 151 с.
29. Природа Хмельницької області / за ред. К. І. Геренчука. - Львів.: Вища школа, 1980. – 152 с.
30. Природа Тернопільської області / за ред. К. І. Геренчука. - Львів.: Вища школа, 1979. – 167 с.
31. Природа Украинской ССР. Растительный мир // Андриенко Т. Л., Блюм О. Б., Вассер С. П. и др. – К.: Наук. думка, 1985.–208 с.
32. История растительности западных областей Украины в четвертичном периоде // Артюшенко А.Т., Арап Р.Я., Безусько Л.Г. – К.: Наук. думка, 1982. – 136 с.
33. Чорний І. Б. Географія ґрунтів з основами грунтознавства: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1995. – 240 с.
34. Денисик Г. І. Природнича географія Поділля. – Вінниця: ЕкоБізнесЦентр, 1998. – 184 с.
35. Генсірук С. А., Бондар В. С. Лісові ресурси України, їх охорона та використання. – К.: Наук. думка, 1973. – 510 с.
36. Охрана важнейших ботанических объектов Украины, Белоруссии, Молдавии // Шеляг-Сосонко Ю. Р., Парфенов В. И., Чопик В. И. и др. – Киев: Наук. думка, 1979. – 392 с.
37. Природа Украинской ССР. Почвы // Н.Б.Вернандер, И.Н.Гоголев, Д. И. Ковалишин и др. – К.: Наук. думка, 1986. – 216 с.
38. Кириков С. В. Человек и природа восточноевропейской лесостепи в Х – начале ХІХ в. – М.: Наука, 1979. – 181 с.
39. Прасолов Л. И. О методах и направлениях почвоведения. – Проблемы современного почвоведения, №8, М.: Изд-во „Наука”, 1939.
40. Герасимов И. П., Глазовская М. А., Основы почвоведения и географии почв. М., Географгиз., 1960.
41. Роде А.А., Система методов исследования в почвоведении. – Новосибирск: Наука, 1971, 256 с.
42. Munsell soil color charts. // Baltimore 2, – Maryland U.S.A, 1954.
43. Фриз А.С. Методология оценки устойчивости почв к деградации // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 1999. – №3. – С. 399 - 404.
44. Полевой определитель почв // под ред. Полупана Н. И. и др. – К.: Урожай, 1981. – 320 с.
45. Чендеев Ю.Г. Агротехногенное изменение темно-серых лесных почв центральной лесостепи за последние 200 лет // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 1997. – №1. – С. 10 - 21.
46. Добровольская Н. Г., Ларионов Г. А. О почвенно-морфологическом методе оценки поверхностной эрозии // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 1999. – №6. – С. 742 - 748.
47. Иванова Н. Н., Голосов В. Н., Маркелов М. В. Сравнение методов оценки интенсивности эрозионно-акумулятивных процессов на обрабатываемых почвах // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 2000. – №7. – С. 876 - 887.
48. Сорокина Н. П., Шубина И. Г. Диагностика пахотных серых лесных почв Европейской России на уровне подтипов // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 2000. – №8. – С. 927 - 935.
49. Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция почв. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. – 200 с.
50. Андроников В. Л. Об изменении свойств серых лесных почв // Изменение почв при окультуривании, их класификация и діагностика. - М.: Колос, 1965. – с. 79 – 82.
51. Методика моніторингу земель, що перебувають в кризовому стані. - Харків, 1998. – 88 с.
52. Качинский Н. А. Физика почв. - М.: Высшая школа,1965. ч.1. – 323 с.
53. Качинский Н. А. Физика почв. - М.: Высшая школа,1971. ч.2. – 230 с.
54. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. М.: Высшая школа,1973. – 399 с.
55. Естественная и антропогенная эволюция почв. // Сборник научных трудов. / Под ред. И.В. Иванова. Пущино, 1988. – 178 с.
56. Заславский М.Н. Эрозия почв.- М. - „Мысль”, 1979. – 245 с.
57. Заславский М.Н. Эрозиоведение.- М.- Высшая школа,1983. – 320 с.
58. Толчельников Ю.С. Эрозия и дефляция почв. Способы борьбы с ними.- М. Агропромиздат,1990. – 158 с.
59. Почвы Украины и повышение их плодородия. т.1 Экология, режимы и процесы, классификация и генетико-производственные аспекты / Под ред. Н. И. Полупана. – К.: Урожай, 1988. – 296 с.
60. Ахтирцев Б.П. Серые лесные почвы Центральной Росии. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. – 232 с.
61. Филипп Дюшофур. Основы почвоведения. Эволюция почв. – М.: Изд-во "Прогресс", 1970. – 590 с.
62. Євдокимова Т. И. Почвенная съемка: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1987.– 268 с.
63. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1968. – 336 с.
64. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. – 292 с.
65. Савин И. Ю. Компьютерная инвентаризация почвенного покрова // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 1999. - №7. – с. 899-904.
66. Geographic information systems: an introduction / Tor Bernhardsen. – 2nd ed. – New York; Weinheim: Wiley, 1999. – 372 p.
67. Geographic information systems / ed. By Paul A. Longley … Band: 2. – 2nd ed. – 1999. – 581 p.
68. Светличный А. А., Андерсон В. Н., Плотницкий С. В. Географические информационные системы: технология и приложения. – Одесса: Астропринт, 1997. – 196 с.
69. Савин И. Ю. Детальная компьютерная инвентаризация почв // Генезис, география и картография почв. М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2000. – С. 269-278.
70. Гофман В., Андрианов В. Что такое ГИС // ArcREVIEW – Москва, ООО ДАТА+, №4, 1998. – С. 2-3.
71. Дзюба А. К. Методы подготовки растровых картографических материалов // Информационный бюллетень ГИС-асоциации № 2 (24), М. 2000. – С. 19-20.
72. Анохин В. Н., Шумахер Д. А. О совместном использовании различных ГИС при создании цифровых карт // Информационный бюллетень ГИС-асоциации № 2 (24), М. 2000. – с. 21.
73. Венгерський П. С. Створення ГІС застосувань засобами ArcView. Частина 1. Робота з інтерфейсом системи. – Методичні вказівки. Л.: Вид-во Львів. ун-ту, 1997. – 23 с.
74. V. Stolbovoi & G. Fisher. A new digital georeferenced database of soil degradation in Russia // Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions / H.-P.Blume… (ed.), – Reiskirchen: Catena – Verl.., 1998. – 1559 p.
75. Митчелл Э. Руководство по ГИС анализу. Часть 1: Модели пространственного распределения и взаимосвязи.; Пер. с англ.. – К.: ЗАО ЕСОММ Со, 2000. – 179 с.
76. Картографічне моделювання: Навчальний посібник // Козаченко Т. І., Пархоменко Г. О., Молочко А. М.; під ред. Золовського А. П. – Вінниця: Антекс-У ЛТД, 1999. – 328 с.
77. H. Vosel, J. Utermann, W. Eckelmann & F. Krone. The soil information system “FISBo BGR” for soil protection in technical cooperation // Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions / H.-P.Blume… (ed.), – Reiskirchen: Catena – Verl.., 1998. – 1559 p.
78. T. Oweis, A. Oberle & D. Printz. Determination of Potentional Sites and Methods for Water Harvesting in Central Syria // Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions / H.-P.Blume… (ed.), – Reiskirchen: Catena – Verl.., 1998. – 1559 p.
79. P. Leinweber, C. Preu & C. Janku. Spatial characterization of soil properties // Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions / H.-P.Blume… (ed.), – Reiskirchen: Catena – Verl.., 1998. – 1559 p.
80. D. Schaub & V. Prasuhn. A map on soil erosion on arable land as a planning tool for sustainable land use in Switzerland // Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions / H.-P.Blume… (ed.), – Reiskirchen: Catena – Verl.., 1998. – 1559 p.
81. Розов Н. Н. Почвы Центральной лесостепной области. – В кн.: Почвы СССР. М., 1939. т.3.
82. Тюрин И. В. Почвы лесостепи. – В кн.: Почвы СССР. М.-Л., 1939. т.1.
83. Вернандер Н.Б. Происходжение и свойства серых лесных почв западной части УССР.-В кн.: Исследования в области генезиса почв. М., 1963.
84. Розанов Б. Г. Морфология почв. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 320 с.
85. Виленский Д. Г. Почвоведение. – Ленинград: Учпедгиз, 1950. – 380 с.
86. Технічний звіт по НДР “Ерозійна деградація ґрунтів Сокальщини та розробка рекомендацій по поліпшенню екологічної ситуації на еродованих землях з метою відтворення їх родючості”. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, НДЛ-50, 1999.
87. Система оценки степени деградации почв. Препринт. Пущино. 1992 – 19 с.
88. Пшевлоцький М. І., Гаськевич В. Г. Ґрунти Сокальського пасма і їх агротехногенна трансформація. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка. – 2002. – 180 с.
89. Практикум з фізики ґрунту. Ч.1. Фізика твердої фази ґрунту. – Львів, 2001
90. Практикум з фізики ґрунту. Ч.2. Гідрофізика ґрунтів. – Львів, 2001
91. Роде А. А. К вопросу об оподзоливании и лессиваже. – Почвоведение, М.: Изд-во „Наука”, 1964. – №7.
92. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 158 с.
93. Сапожников П. М., Прохоров А. Н. Подходы к расчету показателей мониторинга физического состояния почв. – Почвоведение, М.: Изд-во „Наука”,1992. – №9.
94. Кузнецова И. В. О некоторых критериях оценок физических свойств почв // Почвоведение. – 1979. №3. – С. 81-88.
95. Гришина Л. А., Орлов Д. С. Система показателей гумусного состояния почв.// Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 42-47.
96. Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1981, 272 с.
97. Ямелинець Т. С. Гумусний стан сірих лісових ґрунтів Західного лісостепу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – Київ-Луцьк.: РВВ Луцького ДТУ, 2002, том 4. – С. 270-275.
98. Пономарьова В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование – Л.: Наука, 1964. – 379 с.
99. Тюрин И. В. Почвообразовательный процесс, плодородие почв и проблема азота в почвоведении и земледелии // Почвоведение, 1956, №3. – с. 1-17.
100. Герасимова М. И., Караваева Н. А., Таргульян В. О. Деградация почв: методология и возможности картографирования // Почвоведение, №3, 2000. – С. 358-365.
101. **Handbook of pedology : soils, vegetation, environment. Philippe Duchaufour,** Rotterdam : Balkema, 1998, 264 pp.
102. Soil Quality and Erosion. Soil and Water Conservation Society. R. Lal. (ed.), CSC Press Boca Raton, FL., 1998, 255 pp.
103. Соболев С.С Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними, т. 1. М. – Л., 1948.
104. Эрозионные процессы (географическая наука практике) / Под ред. Маккавеева. Москав „Мысль”, 1984. – 255 с.
105. Стационарное изучение плоскостного смыва в Предкарпатье. Болюх О.И., Канаш А.П., Кит М.Г., Кравчук Я.С. Л.: „Вища школа” ЛДУ, 1976, – 114 с.
106. Позняк С. П., Красєха Є. Н. Ґрунтово-географічні дослідження. Понятійно-термінологічний словник, Львів-Одеса, 1999. – 96 с.
107. Рожков В. А. В. М. Фридланд и становление почвенной информатики (памяти учителя и друга) // Генезис, география и картография почв: Науч. тр. Почвенного института им. В. В. Докучаева. – М. 2000. – С. 12-29.
108. Козловський Ф. И., Сорокина Н. П., Травникова Л. С. Агрогенная динамика почв и микрорельефа склонов в Подмосковье // Генезис, география и картография почв: Науч. тр. Почвенного института им. В. В. Докучаева. – М. 2000. – С. 119-152.
109. Медведєв В. В., Лактіонова Т. М., Ачасова А. О., Почепцова Л. Г. Угорський досвід моніторингу ґрунтів та застосування геоінформаційних систем // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник, Вип. 63. – Харків: ННЦ „ІГА ім. О. Соколовського”, 2002. – С.14-20.
110. Рожков В. А. Становление почвенной информатики // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука” 2002. – №7. – С. 858 - 866.
111. Танасиенко А. А. Противоэрозионная стойкость черноземов Западной Сибири // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 2002. – №11. – С. 1380 - 1389.
112. Карпушин А. Н., Алехин С. Н., Штомпель Ю. А. Агроэкологическая оценка серых лесостепных почв Кубани и пути снижения их смыва // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 2002. – №11. – С. 1390 - 1396.
113. Позняк С. П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины. – Львов: ВНТЛ, 1997. – 240 с.
114. Чижикова Н. Т. Необратимые изменения минералогического состава почв и проблема их устойчивости к антропогенному воздействию // Экология почвы. – Пущино, 1998. – С. 65-74.
115. Крупеников И. А., Лунева Р. И. Временная инструкция по бонитировке пахотных почв и частичном введении земельного кадастра в колхозах и совхозах Молдавской СССР. Кишинев, Изд-во ЦК КП Молдавии, 1968. 25 с.
116. Morgan, R.P.C. Soil Erosion and Conservation, Second Edition. Longman, Essex, 1995.
117. Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. Predicting Rainfall Erosion Losses. – A Guide for Conservation Planning, Agriculture Handbook 537., United States Department of Agriculture, Washington, 1978.
118. Zingg, R. W. Degree and length of land slope as it affects soil loss in runoff. – Agricultural Engineering 21:59-64, 1940.
119. Musgrave, G. W. The quantitative evaluation of factors in water erosion, a first approximation. – Journal of Soil and Water Conservation 2(3):133-138, 1947.
120. Swanson, N. P., Dedrick, A. R., Weakly, H. E., and Haise, H. R. Evaluation of mulches for water-erosion control. – American Society of Agriculture, Soil Conservation Service, 1965.
121. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. and Uhland, R. E. Evaluation of factors in the soil lose equation. – Agricultural Engineering 39:458-462, 1958.
122. Balousek, J.D., Roa-Espinosa, A., Bubenzer, G.D. Predicting erosion rates on construction sites using the universal soil loss equation in Dane Country, Wisconsin. – Tools for Urban Water Resources Management and Protection. Chicago, Illinois, 1994.
123. Lane, L.J., Hakonson, T. E., Foster G. R. Watershed Erosion and Sediment Yield Affecting Contaminant Transport. – USDA-ARS National Soil Erosion Laboratory, 1982.
124. James L. Smoot, Russell D. Smith. Soil Erosion Prevention & Sediment Control. – University of Tennessee, Knoxville, 1999.
125. Van Der Kniff J.M., Jones R.J.A., Montanarella L. Soil erosion risk assessment in Italy. – European Soil Bureau, Space Applications Institute, Joint Research Center of the European Commission, Ispra, 2000.
126. Stone, R. P., Hilborn, D. Universal Soil Loss Equation (USLE). – OMAFRA, Woodstock, 2000.
127. Shigeo Ogawa, Genya Saito, Nobuyuki Mino and others. Estimation of Soil Erosion using USLE and Landsat TM in Pakistan. – National Institute of Agro-environment Sciences, Japan, 1997.
128. Machado, M.J., Perez-Gonzalez, A., Benito, G. Assessment of Soil Erosion a Predictive Model. – University Complutence de Madrid, Spain, 1998.
129. Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A. & P.J. Porter. RUSLE – Revised universal soil loss equation. Journal of Soil and Water Conservation Jan-Feb 1991, 30-33.
130. Shi Xuezheng, Yu Dongsheng, Xing Tingyan & J. Breburda. Field Plot Measurement of Erodibility Factor K for Soils in Subtropical China // Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions / H.-P.Blume… (ed.), – Reiskirchen: Catena – Verl.., 1998. – 1559 p.
131. A. Merzouk, & H. Dhman. Shifting Land Use and its Implication on Sediment Yield in the Rif Mountains (Morocco). // Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions / H.-P.Blume… (ed.), – Reiskirchen: Catena – Verl.., 1998. – 1559 p.
132. Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.C. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). – USDA-ARS, 2001.
133. McCool, D.K., L.C. Brown, G.R. Foster, et al. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. Trans. ASAE 30:1387-1396, 1987.
134. Решетникова М. С. Разработка комплекса программ моделирования процесса водной эрозии почв (на примере Ростовской области). Материалы международной конф. «Математическое моделирование и вычеслительный експеремент в механике и физике», РГУ, 2001. С. 54-60.
135. Manuel R. Reyes. Comparing the Inputs and Outputs of the GLEAMS, RUSLE, EPIC and WEPP Models // AN ASAE Meeting Presentation, Florida, 1998. – 10 p.
136. Moore I.D., Turner A.K., Wilson J.P., Jenson S.K., Band L.E. GIS and Land-Surface Subsurface Process Modeling // Environmental Modeling with GIS, 1993. – pp. 196-230.
137. Кузнецов М.С. К вопросу о методике исследования эродированости почв // Эрозия и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1973. – С. 126-134.
138. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 12. 305 с.
139. Wischmeier W.H., Johnson C.B., Cross B.V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites / J. Soil and Water Conserv., 1971. V.26 №5. P. 189-193.
140. Булыгин С. Ю., Неаринг М. А., Ачасов А. Б. Параметры эродируемости почв в модели эрозиии WEPP // Почвоведение. – М.: Изд-во „Наука”, 2002. – №11. – С. 1397-1403.
141. C.J.Rosewell. Potential Sources of Sediments and Nutrients: Sheet and Rill Erosion and Phosphorus Sources // Australia: State of the Environment Technical Paper Series (Inland Waters), Department of the Environment Support an Territories, Canberra, 1997. – 21 p.

воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>