ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЛАНДШАФТОЗНАВСТВІ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

УДК 631.459.2: 631.6.02

Мисько К. А.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ НА РОЗВИТОК ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА СХИЛОВИХ ЗЕМЛЯХ ПОДІЛЛЯ

Ключові слова: рослинний покрив, ерозійні процеси, RUSLE, C-фактор

Актуальність дослідження. Ерозійні процеси є основною рушійною силою, через яку відбуваються втрати ґрунту, особливо верхнього найродючішого його шару, а також найзначнішим фактором деградації земель. Зазвичай ерозія ґрунту оцінюється інтенсивністю змиву та об'ємом матеріалу, який виноситься зі схилів поверхневим стоком. Тому оцінювання цих показників за допомогою різних моделей ерозії з метою розроблення і впровадження комплексу заходів з охорони земель є актуальним завданням.

Методи дослідження. Моделювання є одним з найважливіших інструментів вивчення ерозійних процесів, визначення та прогнозування їх інтенсивності, оцінювання ерозійної небезпеки земель, а також планування заходів з охорони ґрунтів [6]. Серед великого різноманіття моделей ерозійних процесів особливе місце займає універсальне рівняння втрат ґрунту (USLE), яке залишається базовим національним стандартом для прогнозу ерозії ґрунту в Німеччині, Бельгії, Італії, Чехії та інших країнах ЄС [5]. Як вказують автори, USLE — це ерозійна модель, створена для визначення довготривалих середніх ґрунтових втрат унаслідок водної ерозії з певної території під певним рослинним покривом та з певною системою обробітку ґрунту [15]. Існує декілька модифікацій цієї моделі, одну з яких - RUSLE - яку ми використовуємо у своїх дослідженнях ерозії ґрунтів Поділля.

Виклад основного матеріалу. Згідно з моделлю RUSLE, втрати ґрунту від ерозії на одиницю площі залежать від величини й інтенсивності зливових дощів, властивостей ґрунту, рельєфу (величини акумуляції стоку, крутизни схилів), рослинного покриву, протиерозійних заходів. Необхідно мінімізувати вплив цих факторів для того, щоб зменшити потенційну ерозійну небезпеку.

Вплинути на клімат та рельєф важко, проте можливо покращити властивості ґрунтів та їх протиерозійну стійкість. Для цього варто покращити гумусовий стан, фізичні властивості, водно-повітряний режим ґрунтів. Досягти позитивних результатів можна при застосуванні ефективних науково-обґрунтованих агротехнічних, меліоративних, агрономічних протиерозійних заходів [8].

Протиерозійні заходи впливають на інтенсивність ерозійних процесів. До них відносять оранку вздовж схилів, терасування, контурний обробіток на схилах різної крутизни, створення захисних лісосмуг тощо. У рівнянні цей фактор не враховує такі види діяльності як оранка, мульчування, внесення добрив тощо, бо ці заходи беруться до уваги при визначенні фактора рослинного покриву [8].

Відомо, що наявність рослинного покриву суттєво зменшує можливість прояву ерозійних процесів. Рослинність збільшує шорсткість поверхні ґрунту, знижує коефіцієнт поверхневого стоку, захищає ґрунтові агрегати від ударної дії крапель дощу, скріплює ґрунт кореневою системою [4]. Найбільшою мірою визначають величину протидії ерозії ґрунту під сільськогосподарськими культурами і природною рослинністю такі показники: проективне покриття поверхні, висота рослин і їх щільність (надземна фітомаса), характер кореневої системи і насиченість нею верхнього 30-см шару ґрунту (підземна фітомаса) [3]. Їх вплив проявляється залежно від біологічних особливостей культур, попередника, гумусованості і гранулометричного складу ґрунту.

Результати дослідження. Фактор рослинного покриву (*C*-фактор) визначає величину ерозійних втрат ґрунту з певним типом рослинності порівняно з ґрунтом без рослинного покриву. Для визначення *C*-фактора створено шість релятивних таблиць, представлених у підручниках USLE та RUSLE [12, 15]. Проте існують розроблені сучасні методики із застосуванням в якості підоснови сателітних знімків, з яких за допомогою спектрального аналізу і

відповідних формул визначають роль *C*-фактора [9; 13].

Для того, щоб показати зміну кількісних характеристик ерозії, а саме величину змиву ґрунту внаслідок ерозії, здійснено моделювання змиву з території Шкроботівської сільської ради станом на 2015 р. та при зміні *C*-фактору. Підхід реалізований з допомогою програмного продукту ArcGIS [7].

Для розрахунку *C*-фактору необхідно створити картосхеми використання земель та рослинного покриву. Основою для створення послужила карта землекористування с. Шкроботівка та космічний знімок високої роздільної здатності, отриманий через сервіс SAS-планета з ресурсу Bing Maps (картографічний сервіс від Microsoft). Унаслідок дешифрування фрагменту знімка на основі прямих дешифрувальних ознак – форми і розмірів контурів, а також структури зображення, враховуючи карту землекористування сільської ради, було встановлено, що у структурі ділянки чітко виділяються сільськогосподарські угіддя, громадська та житлова забудова, землі лісового, водного фонду. Основні сільськогосподарські культури, які вирощують у межах сільської ради, відображено станом на травень 2015 р. (рис. 1а).

На основі таблиць узагальнених значень *C*-фактору для певних видів рослинності та землекористування [10; 11; 14] і картосхеми використання земель було створено карту розподілу *C*-фактору (рис. 2 а).

Як видно з картограми, найнижчі значення *C*-фактору відповідають забудованим землям (центральна частина Шкроботівської сільської ради), а також лісу, чагарникам, сіножатям і пасовищам, які розміщені кількома масивами на півночі і півдні досліджуваної території. Максимальні значення *C*-фактору характерні для чистого ґрунту, який не захищений рослинністю. Також високим значенням *C*-фактору відповідають території під соєю та кукурудзою.

Кінцевим результатом моделювання виступає картограма прогнозованої ерозії ґрунту (потенційних втрат ґрунту). Значення потенційних втрат ґрунту внаслідок ерозії варіюють від 0 до 57,25 т/га. Для зручності відображення потенційного змиву ґрунтів Шкроботівської сільської ради було проведено класифікацію ерозійних процесів за інтенсивністю ерозійних втрат ґрунту за М. М. Заславським (рис. 3а). Як видно з картограми, просторовий розподіл втрат ґрунту внаслідок змиву у межах досліджуваної території є нерівномірним. Переважають території з незначним змивом, проте більше четвертої частини земель мають перевищення норми змиву ґрунту. Тому варто проводити протиерозійні ґрунтозахисні заходи, щоб мінімізувати ерозійні втрати ґрунту.

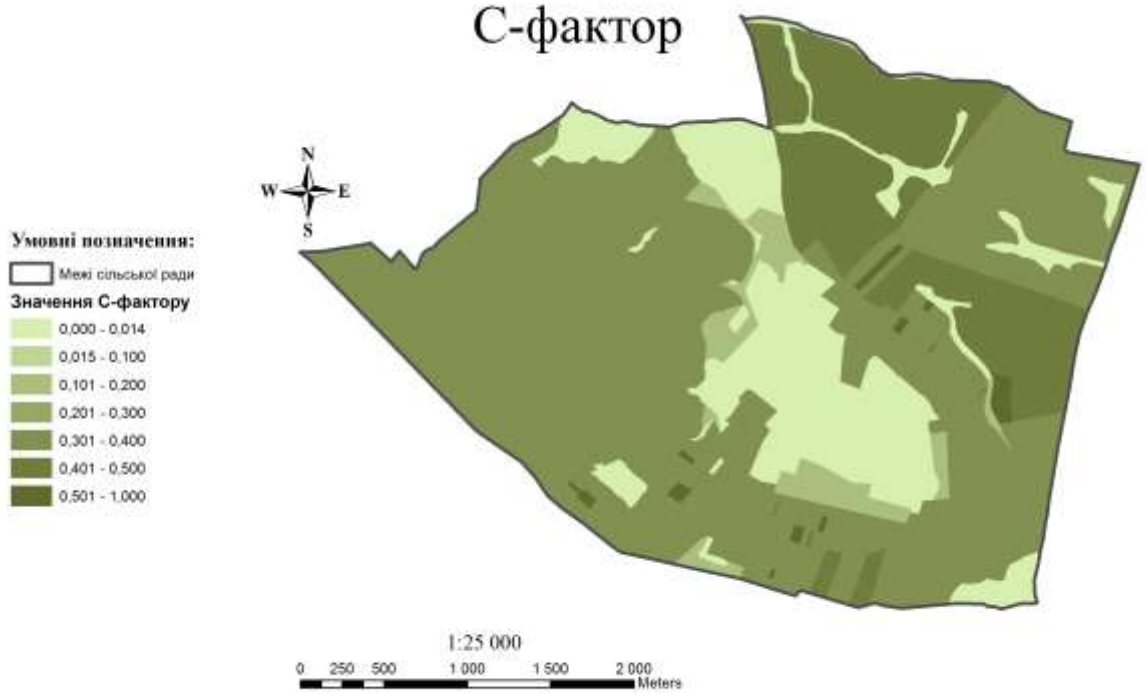
Зменшити шкоду внаслідок ерозії можна шляхом підвищення протиерозійної стійкості земель. Це досягається шляхом підбору культур, які дозволять значно зменшити шар активного стоку, підвищити акумулятивну здатність і шорсткість поверхні схилів, збільшити водопроникність ґрунтів тощо. При цьому збільшується вологість ґрунту, зменшується вимивання поживних речовин і руйнування гумусового горизонту, що у свою чергу сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур, зменшує замуленість водойм, тобто сприятливо відбивається на стані довкілля [1].

Для відображення зменшення потенційного змиву при зміні культур, розташування ареалів однорідних показників *C*-фактору було створено модифіковану картосхему землекористування Шкроботівської сільської ради (рис. 1б), яка побудована на основі картосхеми використання земель станом на 2015 р. (рис. 1а), але орні землі на схилах з високими значеннями крутизни були відведені під суходільні луки. Необхідність такого заходу обумовлюється застосуванням ландшафтно-адаптованого контурно-меліоративного землеробства і диференційованого використання земельних ресурсів [2]. При цьому землі на схилах з крутизною вище 3° не обов'язково залужувати абсолютно всі, оскільки вони займають велику площу. Нераціонально створювати так багато земельних ділянок з луками на ґрунтах з досить високою родючістю. На них можна вирощувати сільськогосподарські культури, які мають високу ґрунтозахисну ефективність – багаторічні трави, озимі зернові, озимий ріпак. Дещо менше ґрунт захищають ярі зернові, зернобобові, однорічні трави, льон [1-3, 8, 10]. Таким чином, враховуючи рельєф і властивості ґрунтів, можна підібрати оптимальні сівозміни для досліджуваної території, що дозволить зменшити змив ґрунту в її межах.

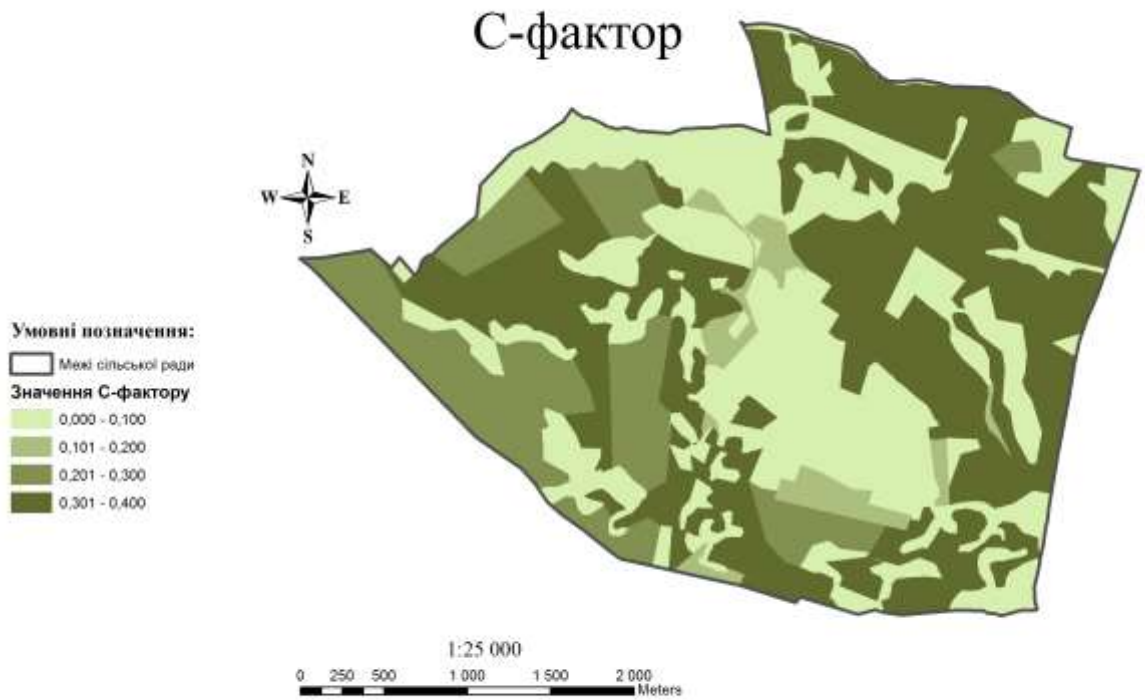
(а)

(б)

Рис. 1 – **Картосхеми використання земель Шкроботівської сільської ради**
(існуюча – а і модифікована – б)

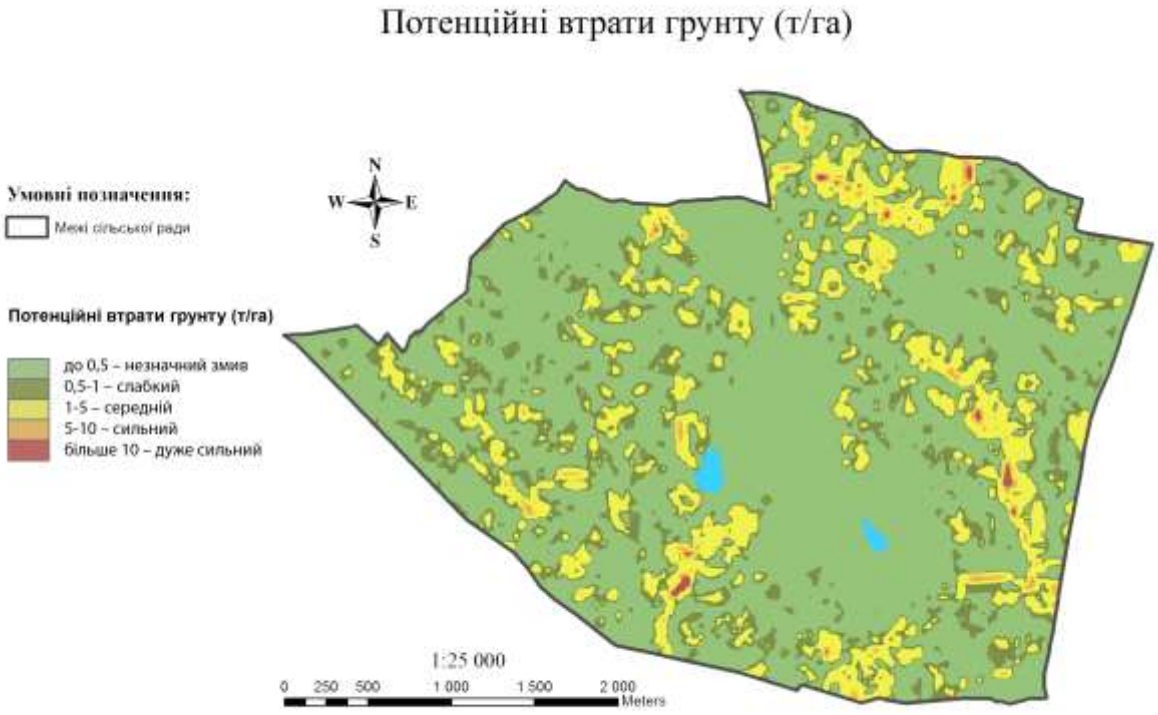


(а)

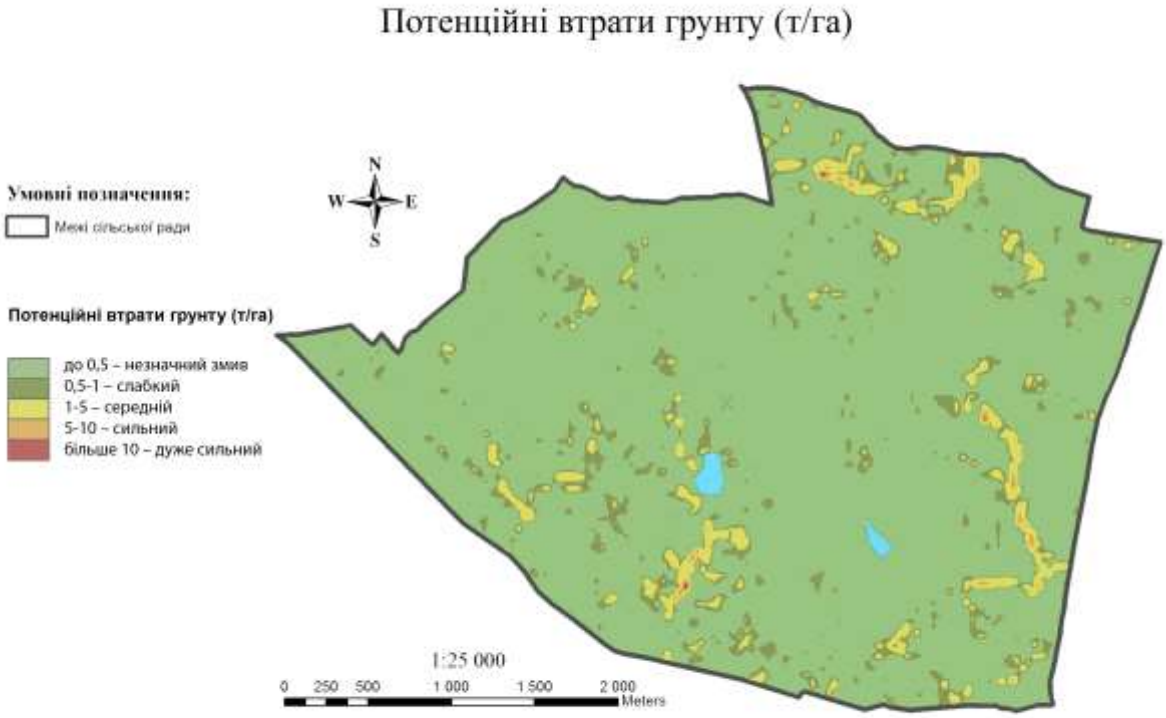


(б)

Рис. 2 – **Картосхеми розподілу С-фактору на території Шкроботівської сільської ради** (існуюча – а і модифікована – б)



(а)



(б)

Рис. 3 – **Картограма потенційних втрат ґрунту внаслідок ерозії** на **території Шкроботівської сільської ради** (реальна –а і модифікована – б)

Після розрахунку нового *C*-фактора (рис. 2б) також перераховано і потенційний змив ґрунту з удосконаленого землекористування (рис. 3б). Максимальне значення втрат ґрунту від ерозії становить 17,23 т/га, тобто є приблизно втричі меншим, ніж розраховане вище. Площі з критичними значеннями змиву ґрунту також скоротились. І це лише за рахунок зміни рослинності. Якщо проводити хоча б мінімальні ґрунтозахисні заходи, то величина втрат ґрунту також може суттєво зменшитися.

Висновки. Отже, було досліджено і відображено на прогнозних картах ймовірні зміни змиву ґрунту внаслідок ерозії при зміні одного з основних факторів, що впливає на розвиток ерозійних процесів досліджуваної території - властивостей вирощуваних сільськогосподарських культур. Також показана можливість візуалізації варіативності результатів можливих змін ерозійної ситуації. Картосхеми наочно відображають не обхідність впровадження ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території. Це дасть змогу скоротити площі ерозійно-небезпечних земель і зменшити втрати ґрунту внаслідок ерозії. Також це матиме суттєвий економічний ефект. Крім того, збільшення площі сіножатей дасть змогу розвивати тваринництво.

Список літератури

1. *Долганова М. В.* Обоснование фитомелиоративных мероприятий при оптимизации эрозионной устойчивости склоновых земель / М. В. Долганова // Вестник Брянского гос. ун-та. – 2011. – Вип. 4. – С. 132-134. **2.** Екологічні проблеми землеробства / Примак І. Д., Манько Ю. П., Рідей Н. М. та ін.;за ред. І. Д. Примака. – К. : Центр учб. літ-ри, 2010. – 456 с. **3**. *Ковальчук І. П.* Ерозійні процеси Західного Поділля : польові, стаціонарні, експериментальні та морфометричні дослідження / І. П. Ковальчук. – К. – Львів : Ліга-Прес, 2013. – 296 с. **4.** Курсовой проект по дисциплине «Эрозия и охрана почв»: Методические указания / О. А. Скрябина, Н. В. Флягина. – Пермь : ПГСХА, 2013. – 43 с. **5.** *Куценко М. В.* Про створення автоматизованої системи геоінформаційного забезпечення універсального рівняння витрат ґрунту (USLE) / М. В. Куценко, О. В. Круглов // Геоінформатика. – 2010. – №4. – С. 85-89. **6.** *Мисько К. А.* Застосування методу моделювання при вивченні ерозії ґрунту / К. А. Мисько // Фіз. географія та геоморфологія. – 2015. – Вип. 1(77). – С. 38-43. **7.** Правка ArcGIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://resources.arcgis.com/ru/help/ **8.** *Ямелинець Т. С.* Просторовий аналіз деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів Західного лісостепу України / Т. С. Ямелинець, М. Г. Кіт. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2007. – 204 с. **9.** *Machado M. J.* Assessment of Soil Erosion a Predictive Model./ Machado M.J., Perez-Gonzalez A , Benito G. - University Complutence de Madrid, Spain, 1998. - P. 99 -115. **10.** *Morgan, R. P. C.* Soil Erosion and Conservation. – Blackwell Publishing, Oxford, 2005. – 304 p. **11.** Predicting soil erosion by water. A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE) / Renard K. G., Foster G. R., Weesies G. A. et al. // USDA Agricultural Handbook. – 1997. – N. 703. – 404 p. **12.** *Rosewell C.J.* 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, Sport and Territories, Canberra, 1997, 21 pp. **13.** *Van Der Kniff J. M.* Soil erosion risk assessment in Italy / Van Der Kniff J. M., Jones R. J. A., Montanarella L. ; European Soil Bureau, Space Applications Institute, Joint Research Center of the European Commission. – Ispra, 2000. - P. 137. **14.** Wischmeier W. H. and Smith D. D. Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains // Agricultral Handbook. – 1965. – N. 282. – P. 47. **15**. Wischmeier W. H. and Smith D. D. Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537: US Department of Agriculture, Washington DC, 1978, 58 pp.

Мисько К. А. **Оцінювання впливу рослинного покриву на розвиток ерозійних процесів на схилових землях Поділля.** Оцінено вплив рослинного покриву як важливого фактору інтенсивності та розвитку ерозійних процесів та одного з найбільш важливих параметрів моделювання ерозії. Рослинний покрив (С-фактор) аналізується як чинник, що найлегше піддається змінам. Обґрунтована можливість його використання як чинника, який може забезпечувати зменшення втрат ґрунту та послаблення ерозійної небезпеки силових земель. Також наведено різні варіанти сівозмін, які дають можливість впливати на інтенсивність ерозійних процесів та захищати поверхню ґрунту від ерозійної деградації.

Ключові слова: рослинний покрив, ерозійні процеси, RUSLE, С-фактор.

Mysko K. A. **Estimation of the impact of vegetation cover on the development of erosion in slope lands of Podolia.** Soil loss due to soil erosion can be estimated by using models such as Universal Soil Loss Equation (USLE). There are several versions of this model, one of which (Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE) was used in this research. The accuracy of these models depends on parameters. Impact of vegetation cover (C-factor) is an important factor in intensity and development of erosion processes and one of the most important variables in erosion modelling. It is well known that the presence of vegetation significantly reduces possibility of erosion occurrence. Vegetation increases the roughness of the soil

surface, reduces the runoff, protect the soil aggregates from raindrops impact, binds the soil root system. The vegetation cover (C-factor) is analyzed as a factor which is most sensitive to changes. The prospect of its use, as a factor which can provide a decrease of soil loss and a mitigation of an erosion hazard in slope lands, is proved. Several variants of crop rotation are given, which enable to affect the intensity of erosion processes and protect soil surface from erosional degradation. It was modeled in this paper. Runoff of the investigated area was modeling with ArcGIS. Soil loss due to soil erosion in slope lands of Podolia was calculated. The final result of modeling is showed on the cartogram of predicted soil erosion (potential soil loss). The highest soil loss from investigated area was estimated to be 57,25 t/ha. To reduce damage due to erosion it can be done by increasing erosion resistance of land. This is achieved by selecting crops that will significantly reduce the active layer of flow, increase accumulative capacity and surface roughness of slopes, increase soil permeability. Considering the topography and soil properties was selected optimal crop rotation for investigated area. Then value of the highest soil loss was reduced to 17,23 t/ha after changing of crops. The areas with critical values of runoff of soil also reduced. This is only by changing the crop. If spend at least the minimum soil protection measures the value of soil loss can also be significantly reduced.

Keywords: vegetation cover, erosion processes, RUSLE, C-factor.

Мисько К. А. **Оценки влияния растительного покрова на развитие эрозионных процессов на склоновых землях Подолья.**Оценено влияние растительного покрова как важного фактора интенсивности и развития эрозионных процессов и одного из наиболее важных параметров моделирования эрозии. Растительный покров (С-фактор) анализируется как фактор, который легче поддается изменениям. Обоснована возможность его использования в качестве фактора, который может обеспечивать уменьшение потерь почвы и ослабление эрозионной опасности склоновых земель. Также приведены различные варианты севооборотов, которые дают возможность влиять на интенсивность эрозионных процессов и защищать поверхность почвы от эрозионной деградации.

Ключевые слова: растительный покров, эрозионные процессы, RUSLE, С-фактор.

Надійшла до редколегії 30.06.2016