

УДК 631.459.2

М. В. КУЦЕНКО, канд. геогр. наук, доц., **О. М. КУЦЕНКО** наук. співр.

*Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського УААН"*

ЗАКОНОМІРНОСТІ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ҐРУНТОЗАХИСНА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИНОГРАДНИКІВ: ГЕОСИСТЕМНИЙ ПІДХІД

Дано наукове обґрунтування основних закономірностей ерозійних процесів, що необхідно враховувати у вирішенні завдань ґрунтозахисної оптимізації виноградників в умовах ускладненого рельєфу. В захисті ґрунтів під виноградниками від ерозії найважливішу роль відіграє їх ерозійно-безпечне закладання

Ключові слова: водна ерозія, закономірності, виноградники, ґрунтозахисні заходи, просторова оптимізація

Kutsenko, N. V., Kutsenko O. N. LAWS OF THE EROSION PROCESSES AND A SOIL CONSERVATION OPTIMIZATION OF THE VINEYARDS: A GEOSYSTEM SIDE

In this article is given a scientific justification of the basic laws of the erosion processes that it is necessary to take into consideration in problem solution of the vineyards soil conservation optimization in conditions of the complex relief. In the protection of soil from erosion of vineyards most important role is played by their erosion-safe construction.

Key words: water erosion, laws, vineyards, soil conservation actions, spatial optimization.

Куценко Н. В., Куценко О. Н. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОЧВОЗА- ЩИТНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ВИНОГРАДНИКОВ: ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Дано научное обоснование основных закономерностей эрозийных процессов, которые необходимо учитывать в решении задач почвозащитной оптимизации виноградников в условиях сложного рельефа. В защите почв под виноградниками от эрозии наиболее важную роль играет их эрозионно безопасное закладывание.

Ключевые слова: водная эрозия, закономерности, виноградники, почвозащитные мероприятия, пространственная оптимизация.

Постановка проблеми. Світова історія виноградарства налічує понад 7000 років. За цей час накопичено неосяжний досвід зрошування винограду. Добре підходять для зрошування винограду кам'янисті вапнякові ґрунти з малим вмістом гумусу. Тому часто виноградники закладають на схилах із значними похилами, які ускладнюють механічний обробіток і несуть значну загрозу ерозії. Є приклади, коли на крутих схилах Мозеля та в Бургундії після потужних злив селяни збирають змитий ґрунт у корзини та піднімають на схили. Актуальність захисту ґрунтів від ерозії в даному випадку підвищується через значну ускладненість рельєфу, на якому втрати ґрунту обумовлено не тільки водною ерозією, а й гравітаційним пересуванням частинок за рахунок змін температури, вологості та механічного обробітку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті досліджень коричневих карбонатних ґрунтів на схилах Середземномор'я доведено, що поширення виноградників мо-

же приводить до втрат органічного вуглецю, а це, в свою чергу, зменшує протиерозійну стійкість ґрунту [1]. Дослідження, яке проведено на 49 виноградниках Франції за допомогою метода біологічних маркерів, показало, що середня інтенсивність ерозії ґрунтів тут дорівнює 10 т/га рік. Це приблизно в 3 рази перевищує допустиму норму змиву [2]. В австралійському штаті Новий Південний Уельс Проведено дослідження швидкості втрат ґрунту методом цезію – 137 під виноградниками. Виявилось, що середні втрати ґрунту з 1971 до 1985 року склали 64,2 т/га рік, а з 1984 до 2004 року – 9,7 т/га рік. Таке істотне зменшення інтенсивності ерозії автори пояснили використанням ґрунтозахисних технологій та зменшенням кількості опадів [3]. На 7 виноградниках іспанської провінції Наварра віком від 22 до 61 року проведено дослідження швидкості змиву ґрунту за допомогою біологічних маркерів. Виявилось, що швидкість втрат ґрунту сягала біля 20 т/га рік [4]. Автори прийшли до висновку, що втрати ґрунту обумовлено в більшій мірі обробітком ніж ерозією. Закономірності ме-

ханізму пересування гравітаційних частинок такі [5], що контурний обробіток ґрунту поряд із зменшенням водної ерозії може збільшити втрати ґрунту за рахунок механічного обробітку. У Франції вивчався вплив різних агротехнічних засобів на водну ерозію коричневих карбонатних ґрунтів в межах виноградників французького Середземномор'я. Виявилось, що рослинні рештки, солома та гілки кущів лози ефективно захищають ґрунти від ерозії. Втрати ґрунту не спостерігались після оранки під пар. Значний змив спостерігався після хімічної прополки виноградників [6]. Дослідження ерозії ґрунтів на виноградниках Середземномор'я показало, що поверхневий механічний обробіток ґрунту зменшує водну ерозію в 4,5 рази порівняно з нульовим та хімічним обробітком [7].

В Україні останнім часом не проводиться наземних спостережень за ерозією ґрунтів на виноградниках. Дуже важливу ґрунтозахисну роль відведено просторовій організації виноградників, оскільки вона спрямовує напрямки обробітку і просторові співвідношення штучного мікрорельєфу з природним рельєфом протягом всього часу існування виноградників. У ході організації виноградників на схилах перевага надається контурній закладці рядків. Як зауважив Г.І. Швєбс, контурне землевпорядкування не завжди дає позитивний ґрунтозахисний ефект [8]. За нашою думкою оптимальними є такі напрямки обробітку земель, що забезпечують водним потокам нерозривні швидкості навіть в умовах максимального стоку [9 - 10].

Постановка завдання. Метою статті є визначення основних особливостей та переваг геосистемного підходу до ґрунтозахисної оптимізації виноградників.

Виклад основного матеріалу. У ході закладки виноградників на схилах часто перевагу віддають агроекологічним вимогам зрощування певних сортів винограду. Тому рядки виноградників часто спрямовують з півночі на південь для досягнення рівномірного надходження сонячних промінів на кущі (рис. 1). В нижній частині рисунку 1 Б простежується певна розрідженість виноградних кущів та наявність ерозійних рівчаків вздовж рядків. Прискорена ерозія ґрунтів носить дискретний у просторі і у часі характер і проявляється 1

раз в 10 – 20 років. Загроза ерозії ґрунтів стає особливо актуальною при залученні до виноградарства крутих схилів, на яких вона має прояви катастрофічного процесу. Як показав багаторічний досвід, боротьба з наслідками ерозії виявляється мало ефективною і часом навіть шкідливою. Найважливішу роль відіграють заходи застереження прискореної ерозії на ускладненому рельєфі. Найбільш ефективними є комплексні агроландшафтні протиерозійні заходи.

Для ефективного впровадження таких заходів з метою охорони земель від ерозії під виноградниками необхідно враховувати наступні закономірності ерозійних процесів:

1. Ерозійні процеси носять системний характер. Ерозійна геосистема – це цілісна єдність двохфазного потоку води та наносів і рельєфу, що ним створюється. Таким системам притаманне саморегулювання, яке проявляється у взаємодії потоків з рельєфом і спрямоване на досягнення максимально стійкого стану [11]. У ході сільськогосподарської діяльності змінюються у просторі і у часі чинники ерозії, що є причиною порушення природної рівноваги і викликає прискорену ерозію.

Тому стратегічно правильно використовувати технології з мінімальним впливом на природну стійкість ґрунтово-рослинного покриття. Для мінімізації ймовірності прискореної ерозії виноградники необхідно закладати таким чином, щоб втрати стійкості земної поверхні за рахунок руйнування природного рослинного покриття супроводжувались пропорційним цим втратам зменшенням похилів водних потоків у штучних борознах вздовж рядків. Таким чином вдасться зберегти рівновагу в ерозійно-денудаційних геосистемах, яка складалась протягом мільйонів років завдяки узгодженню водних потоків з рельєфом. Головним важелем охорони земель в умовах ускладненого рельєфу є ерозійно-безпечне відведення водного стоку.

2. Ерозійні процеси відбуваються дискретно у просторі та у часі. Їх неможливо точно прогнозувати через дуже складний ймовірнісний характер режиму атмосферних опадів і танення снігу, нелінійні системні зв'язки з рельєфом та інші чинники. Практично неможливо досягти врівноваженого балансу гуму



Рис. 1– Виноградники поблизу м. Алупки (АР Крим): А. Вигляд з Google Earth; Б – фотографія з канатної дороги на Ай-Петрі

су через: неможливість прогнозу змиву з детальністю і точністю, що кількісно відповідає нормам змиву; проблематичність визначення самих цих норм; технологічну неможливість досягнення адекватної у просторі компенсації втрат гумусу.

Тому стратегічно правильно проводити систематичний просторовий моніторинг ерозійної небезпеки на землях під виноградниками та здійснювати адекватні цій небезпеці протиерозійні заходи. Зазначений моніторинг доцільно здійснювати за допомогою індексу ерозійної небезпеки, який представляє собою відношення прогнозованої швидкості водного потоку до розмивної швидкості земної поверхні в даній точці земної поверхні [11]. Нами розроблено комп'ютерну технологію, що дозволяє в автоматичному режимі проводити оцінку ерозійної небезпеки і передбачає калібрування моделі в реальних умовах недостатньої інформаційної забезпеченості [12].

3. Процеси яружної ерозії розвиваються нелінійно у часі – спочатку бурхливо, а потім уповільнюються за рахунок формування профілів рівноваги. Доцільно спрямовувати зусилля на застереження такої ерозії. Боротьба з активними ярами виявляється малоефективною. Конструювання валів для затримки водного стоку в вершинах ярів часто призводить до утворення нових більш агресивних ярів під час весняного танення снігу через те, що стік неможливо повністю затримати і він концентрується в інших місцях. Найбільш ефективними в таких випадках є водоскидні гідротехнічні споруди.

Утворення ярів триває до тих пір поки сформується така система схилів, в межах якої водні потоки не досягають потужності достатньої для розмиву земної поверхні. Чим більше опір земної поверхні до розмиву тим більшою може бути довжина схилів. В гірській місцевості виноградники часто межують з природними ландшафтами. Для застереження прискореної ерозії виноградники доцільно закладати таким чином, щоб напрямки їх рядків сприяли ерозійно-безпечному відведенню стоку в природну яружно-балкову мережу.

4. З метою визначення правильної стратегії захисту ґрунтів в умовах ускладненого рельєфу розглянемо головну закономірність структури такого рельєфу – деревоподібну будову мереж долин, балок та ярів.

Узагальнена формула для витрат наносів має такий вигляд [13]:

$$q = A Q^a J^b, \quad (1)$$

де: q – витрати наносів; A – коефіцієнт; Q – витрати води; J – ухил. Відомо, що при постійних інших чинниках витрати наносів змінюються пропорційно витратам води у 2-му ступеню для рівнинних та 3-му для гірських річок. Цим законом не лінійності зв'язків М. І. Маккавєєв пояснив збільшення транспортуючої спроможності потоків при збільшенні ступеню диференціації стоку у часі та просторі при постійних інших чинниках [14]. В наслідок чого злиття 2-х водних потоків веде до збільшення транспортуючої спроможності та глибинної ерозії. Глибинна ерозія триває до того часу, доки ухили зменшуються до значень, що забезпечують врівноважений баланс наносів. Дамо пояснення сенсу закону не лінійності зв'язків за допомогою рис.2.

Нехай $Q_{32} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{42} = 3 \text{ м}^3/\text{с}$, де Q_{32} , Q_{42} – витрати води на відповідних відрізках річкової мережі. Тоді $Q_{21} = Q_{32} + Q_{42} = 4 \text{ м}^3/\text{с}$. Значення транспортуючої спроможності на відповідних відрізках мережі будуть пропорційними таким величинам:

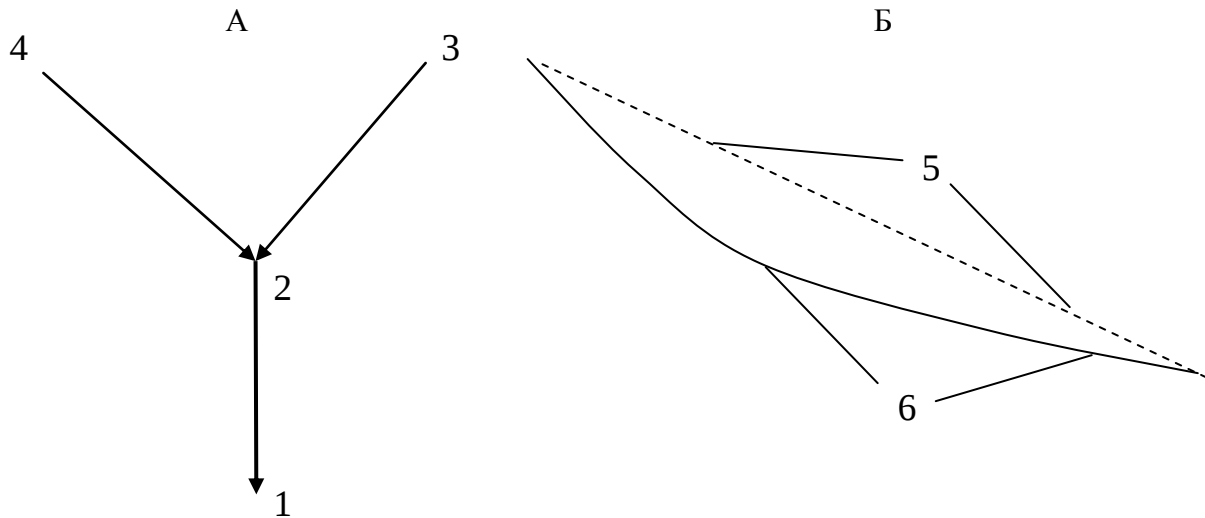
$$R_{32} \sim Q_{32}^2; R_{42} \sim Q_{42}^2; R_{21} \sim Q_{21}^2, \text{ тобто:} \\ R_{32} \sim 1; R_{42} \sim 9; R_{21} \sim 16,$$

де $\sim$ знак пропорційності.

Таким чином $R_{21} (16) > R_{32} + R_{42} (10)$ і наслідком злиття 2-х водних потоків буде ерозія в руслі головної річки, бо її транспортуюча спроможність виявляється більшою ніж сума витрат наносів приток. Як показано на рисунку 2 ерозія призводить до зменшення ухилів і транспортуючої спроможності головної річки до того часу, доки буде виконуватись рівняння: $R_{21} = R_{32} + R_{42}$. Така закономірність чітко простежується в повздовжніх профілях річок, які в місцях злиття приток набувають ламаного характеру.

Таким чином внаслідок злиття річок відбувається ерозійне врізання їх річищ і річкова мережа має стійкий деревоподібний рисунок у плані. За умов однакової суми витрат води сумарна ерозійна робота фіксованої кількості

потоків буде тим більшою чим більша диференціація стоку. Наприклад, якщо $Q_{32} = 2 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{42} = 2 \text{ м}^3/\text{с}$, то $R_{32} + R_{42} = 8$, а у наведеному вище прикладі $R_{32} + R_{42} = 10$.



А – граф, що позначає вузол злиття 2-х водотоків; Б – схематичний повздовжній профіль річки, що утворюється внаслідок дії закону не лінійності зв'язків: 1 – 4 – номери вершин графу; 5 – профіль рельєфу земної поверхні до ерозійної дії водотоків; 6 – повздовжній профіль річки

Рис. 2. – До пояснення наслідків дії закону не лінійності зв'язків

Іншим наслідком дії закону не лінійності зв'язків є нестійкість дельт річок, які через втрату транспортуючої спроможності не здатні транспортувати наноси головної річки і тому постійно замулюються.

Згідно з нашими дослідженнями для струмкової мережі показник ступеня при витратах води в залежності (1) може бути меншим за 1. Так, для витрат наносів у струмках під час весняного танення снігу на зовнішніх відвалах розкритих порід Морозівського вулглерозрізу ми вивели рівняння [15]:

$$r = 56Q^{0,92}J^{0,86}, \quad (2)$$

де r - витрати наносів, кг/с; Q – витрати води, $\text{м}^3/\text{с}$; J – ухил русла струмка.

Таким чином значення показника ступеня α у формулі (1) змінюються в залежності від витрат води. Для постійних водотоків ці значення перевищують 1, а для тимчасових можуть бути меншими за 1.

На рисунку 3 наведено графік залежності відкладання чи змиву наносів від показника ступеню при витратах води, яку виведено

шляхом регресійного аналізу. Я видно з цього рисунку значення $\alpha = 1$ є межею між якісною зміною наслідків злиття водних потоків. У випадку коли $\alpha < 1$ злиття двох струмків призводить до втрати транспортуючої спроможності. Наприклад, якщо зливаються 2 струмки з витратами води $0,0003 \text{ м}^3/\text{с}$ та $0,0006 \text{ м}^3/\text{с}$ на схилі з ухилом 0,1, то їх сумарна транспортуюча спроможність за формулою (1), в якій показник ступеню при витратах води дорівнює 0,92, складатиме $0,0128 \text{ кг/с}$, а після злиття зменшиться до $0,0122 \text{ кг/с}$. Тобто злиття таких струмків приведе до відкладання 5% наносів. Цілком зрозуміло, що в таких умовах злиття потоків веде до замулення русла струмка, що утворюється нижче.

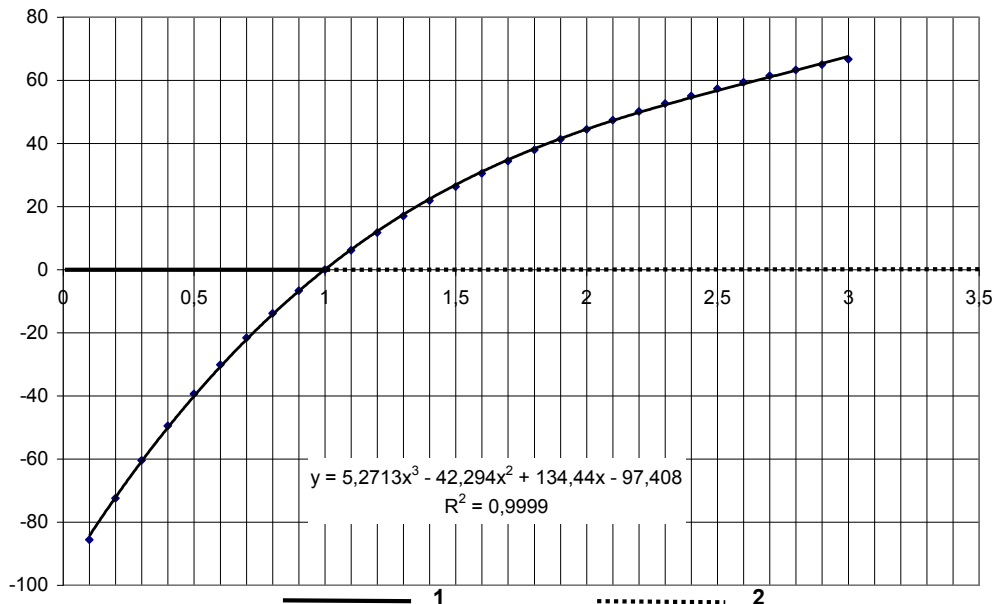
Як бачимо така залежність виявилась функціональною, а саме - параболою 3-го ступеня.

Таким чином, показник ступеню при витратах води (α у формулі (1)) є змінним параметром, що істотно впливає на формування просторової структури ерозійних геосистем. Значення цього показника збільшується із збільшенням витрат води. Для струмкової мережі він може приймати значення від 0 до 1.

У таких випадках злиття потоків веде до часткового відкладання наносів і, таким чином, застерігає прискорену глибинну ерозію. Завдяки цій закономірності в прилеглих до вододілів частинах схилів існують пояси

струмкової ерозії, в межах яких не існує умов для глибинної ерозії та розвитку ярів.

Оптимальне просторове положення протиерозійних рубежів і меж виноградників відповідає такому ступеню концентрації водних потоків, за яким $\alpha \leq 1$.



1 – значення α , при яких відкладаються наноси, 2 – значення α , при яких відбувається ерозія

Рис. 3. – Залежність інтенсивності акумуляції чи ерозії (%) після злиття 2-х потоків з витратами води $0,0003 \text{ м}^3/\text{с}$ та $0,0006 \text{ м}^3/\text{с}$ від показника ступеню α при витратах води в формулі транспортуючої спроможності потоку

Висновки

1. У формулі що зв'язує витрати наносів з витратами води та ухилом показник ступеня при витратах води (α у формулі (1)) є параметром, що збільшується при збільшенні водності потоків від 0 до 3 і визначає якісний характер взаємодій водних потоків при їх зливанні в єдиний потік. Якщо значення цього параметру менше одиниці, то таке зливання не викликає водну ерозію. Функціональне призначення протиерозійних рубежів на виноградниках повинно полягати в регулюванні α в межах ≤ 1 та ерозійно-безпечному відведенні стоку поза цими межами. Оптимальне положення таких рубежів відповідає умові: $\alpha = 1$, що не призводить до формування деревоподібних яружних мереж.

2. В захисті ґрунтів під виноградниками від ерозії найважливішу роль відіграє їх ерозійно-безпечне закладання, яке повинно включати можливість концентрації водних потоків до розмивних швидкостей.

3. Структуру штучного стоку, що формується на виноградниках, необхідно узгоджувати зі структурою природного ерозійного рельєфу, що їх оточує так, щоб максимально ефективно зменшувати швидкість водних потоків в межах клітинок виноградників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Le Bissonnais, Y. Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. / Le Bissonnais, Y.; Blavet, D.; De Noni, G.; Laurent, J.-Y.; Asseline, J.; Chenu, C. //European Journal of Soil Science. Feb. 2007. – Vol. 58 – Issue 1. – P. 188-195.
2. Paroissien, Jean-Baptiste. A regional-scale study of multi-decennial erosion of vineyard fields using vine-stock unearthing-burying measurements. / Paroissien, Jean-Baptiste; Lagacherie, Philippe; Le Bissonnais, Yves. //CATENA. Sep. 2010. – Vol. 82 – Issue 3. – P. 159-168.
3. Loughran, Robert J. Re-sampling for Soil-caesium-137 to Assess Soil Losses after a 19-year Interval in a Hunter Valley Vineyard, New South Wales, Australia. / Loughran, Robert J.; Balog, Richard M. //Geographical Research, Mar. 2006, Vol. 44 – Issue 1. – P. 77-86.

4. Casali, J. Determination of long-term erosion rates in vineyards of Navarre (Spain) using botanical benchmarks. / Casali, J.; Giménez, R.; De Santisteban, L.; Álvarez-Mozos, J.; Mena, J.; Del Valle de Lersundi, J. //CATENA. – Jul. 2009, Vol. 78 Issue 1, p. 12-19.
5. Динамическая геоморфология: Учеб. Пособие / Под ред. Г.С. Ананьева, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 448 с.
6. Blavet, D. Effect of land use and management on the early stages of soil water erosion in French Mediterranean vineyards. / Blavet, D.; De Noni, G.; Le Bissonnais, Y.; Leonard, M.; Maillo, L.; Laurent, J.Y.; Asseline, J.; Leprun, J.C.; Arshad, M.A.; Roose, E. //Soil & Tillage Research, – Dec. 2009. – Vol. 106. – Issue 1, – P. 124-136.
7. Raclot, Damien; Le Bissonnais, Yves; Louchart, Xavier; Andrieux, Patrick; Moussa, Roger; Voltz, Marc Soil tillage and scale effects on erosion from fields to catchment in a Mediterranean vineyard area. / Agriculture, Ecosystems & Environment, Dec. 2009, Vol. 134 Issue 3/4, p. 201-210.
8. Швєбс Г. И. Теоретические основы эрозиоведения./ Г. И. Швєбс, – Киев - Одесса: Вища школа, 1981. – 222 с.
9. Куценко М. В. Комп'ютерна технологія оцінки ерозійної небезпеки земель під виноградниками. / М. В. Куценко // Людина і довкілля. Проблеми неоекології. – 2009. - № 1(12). – С. 32 – 41.
10. Куценко М. В., Воскобойніков П. В. Диференційована оцінка та запобігання ерозійної небезпеки земель під виноградниками //.
11. Куценко М. В. Науково-методологічні засади формування ґрунтозахисних та водоохоронних агроландшафтів (Науково-методичний посібник)/ М. В. Куценко. – Х.: Вид. “13 типографія”, 2006. – 90 с.
12. Куценко М. В. Комп'ютерна технологія експрес-оцінки ерозійної небезпеки земель та оптимізації протиерозійних заходів / М. В. Куценко. // Землеустрій і кадастр, 2010, № 1. – С. 30 – 38.
13. Маккавєєв Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне./ Н. И. Маккавєєв. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 345 с.
14. Маккавєєв Н. И. Общие закономерности эрозионных и русловых процессов./ Н. И. Маккавєєв // Эрозионные процессы. - М.: Мысль, 1984. - С. 26 - 30.
15. Куценко Н. В., Проектирование динамически равновесного рельефа в целях противозерозионной мелиорации техногенных комплексов. / М. В. Куценко, В. Д. Сорокин. // Геоморфология. – 1989. – № 1. – С. 40-45.

Надійшла до редколегії 17.10.2011

УДК 504.062

PROSII ERII T.

State University of Moldova,
Institute for Forest Research and Management

THE HEALTH OF FORESTS WITHIN THE STATE FORESTRY ORGANISATION SOLDANESTI IN THE PERIOD 2000-2010 ON FOREST MONITORING DATA

Forest monitoring represents the supervision of the forest condition and the evaluation of national forest fund inventory, in order to provide continuous information on the evolution of vegetation and forest soils, the effects of stress factors (pollution, drought, changing environmental conditions) on forests, the size and production fund structure.

The analyses of forestry monitoring data are effectuated in order to develop and underline the management measures and to prevent the undesirable situation taking in to consideration the stand health evolution after hoar-frost from 2000 year . The study is presented for a period of 11 years (2000-2010). Data collected were processed by electronic computer using a special program "Fox pro". The achieved results on key indicators (defoliation, discoloration) were organized by species, age, age classes and classes during the years 2000-2010.

Key words: monitoring, forestry, discoloration, defoliation, forest fund

Просії Е. ЗДОРОВ'Я ЛІСІВ В РАМКАХ ДЕРЖАВНОЇ ЛІСОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ШОЛДЕНЕШТІ ЗА ПЕРІОД 2000-2010 РОКІВ ЗА ДАНИМИ МОНІТОРИНГУ ЛІСІВ

Моніторинг лісів представляє спостереження за станом лісів та інвентаризацію національного лісового фонду, щоб забезпечити безперервну інформацію про розвиток рослинності і лісових ґрунтів, про вплив стрес-факторів (забруднення навколишнього середовища, посухи, зміна умов навколишнього середовища) на ліс і його продуктивність.

Аналіз даних моніторингу лісового господарства здійснюється з метою розвитку і розробки управлінських заходів для запобігання небажаної ситуації для збереження здоров'я та відновлення лісів. Дослідження проводилися протягом 11 років (2000-2010). Отримані дані оброблені за допомогою спеціальної програми "Fox Pro". Результати за основними показниками (дефоліація, знебарвлення) систематизовані за видом, віком, віковими категоріями та класами за період 2000-2010рр.

Ключові слова: моніторинг, лісове господарство, зміна кольору, листопад, лісовий фонд