



Olga DUDKA,

PhD in Pedagogical eSciences, Associate Professor,
Vasyl Stefanyk Carpathian National University (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

Ольга ДУДКА,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математики та інформатики і методики навчання,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника (м. Івано-Франківськ, Україна)
olha.dudka@pnu.edu.ua
ORCID ID 0000-0002-1529-8204

Nadiia IKAVETS,

Computer Science Teacher,
Pererislyanskyi Lyceum of the Pererislyanska Village Council,
Nadvirna District, Ivano-Frankivsk Region (Pererisl, Ukraine)

Надія ІКАВЕЦЬ,

вчитель інформатики,
Переріслянський ліцей Переріслянської сільської ради
Надвірнянського району Івано-Франківської області (с. Перерісль, Україна)
ikavets.nadia@gmail.com
ORCID ID 0009-0008-4057-1074

Mariia POVKH,

PhD in Physics and Mathematics, teacher-methodologist, teacher of mathematics and computer science,
Ivano-Frankivsk Professional Denys Sichyynskyi Music College (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

Марія ПОВХ,

кандидат фізико-математичних наук, викладач-методист, викладач математики та інформатики,
Івано-Франківський фаховий музичний коледж імені Дениса Січинського
povkh.mariia14@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-3575-8917

Bibliographic description of the article: Dudka O., Ikavets N., Povkh M. (2025). Fractal rhythms of vyshyvanka. *Mountain School of the Ukrainian Carpathians*. 32. 123-127.

Бібліографічний опис статті: Дудка О., Ікавець Н., Повх М. (2025). Фрактальні ритми вишиванки. *Гірська школа Українських Карпат*. 32. 123-127.

УДК 004.92:746.3(=161.2)J304.3

FRACTAL RHYTHMS OF VYSHYVANKA

Abstract. The article explores the innovative potential of applying fractal geometry and modern digital technologies for the development of Ukrainian embroidery design. The possibility of combining traditional patterns with mathematical algorithms to create new, unique ornaments is considered. The essence of the concept of "fractals" is revealed and how fractal geometry, with its principles of self-similarity and iteration, can be applied to the analysis and generation of embroidery patterns. It is explained that although embroidery is not a strict mathematical fractal, its ornaments demonstrate certain fractal principles.

The possibilities of using digital tools, such as specialised software, graphic editors and programming languages, to create and integrate fractal elements into embroidery design are investigated. The possibilities of using fabric printing technologies and software for creating digital embroidery schemes are also considered.

The advantages of fractal design for modern embroidery, including novelty, complexity, scalability, symbolic depth and the ability to attract new generations, are substantiated. The importance of combining the preservation of cultural heritage with creative experiments is emphasized, offering fractal design as a promising direction for the development of Ukrainian embroidery art.

It is concluded that fractal design and digital technologies are promising areas for "rebooting" Ukrainian embroidery, making it more attractive to young people and adapted to modern visual trends. The importance of a harmonious combination



of the mathematical beauty of fractals, the possibilities of digital technologies and the symbolism of traditional embroidery is emphasised.

Keywords: Ukrainian vyshyvanka, cultural heritage, patterns, ornaments, fractals, fractal geometry, fractal design, digital technologies, contemporary design.

ФРАКТАЛЬНІ РИТМИ ВИШИВАНКИ

Анотація. У статті досліджується інноваційний потенціал застосування фрактальної геометрії та сучасних цифрових технологій для розвитку дизайну української вишивки. Розглядається можливість поєднання традиційних візерунків з математичними алгоритмами для створення нових унікальних орнаментів. Розкрито сутність поняття "фрактали" та як фрактальна геометрія, з її принципами самоподібності та ітерації, може бути застосована до аналізу та генерації візерунків вишиванки. Пояснюється, що хоча вишивка не є строгим математичним фракталом, її орнаменти демонструють певні фрактальні принципи.

Здійснено дослідження можливостей використання цифрових інструментів, таких як спеціалізоване програмне забезпечення, графічні редактори та мови програмування, для створення та інтеграції фрактальних елементів у дизайн вишивки. Розглянуто також можливості застосування технологій друку на тканині та програм для створення цифрових схем вишивання.

Обґрунтовано переваги фрактального дизайну для сучасної вишивки, включаючи новизну, складність, масштабованість, символічну глибину та здатність зацікавити нові покоління. Підкреслено важливість поєднання збереження культурної спадщини з творчими експериментами, пропонуючи фрактальний дизайн як перспективний напрямок для розвитку українського мистецтва вишивання.

Зроблено висновки про те, що фрактальний дизайн та цифрові технології є перспективними напрямками для "перезавантаження" української вишивки, роблячи її більш привабливою для молоді та адаптованою до сучасних візуальних трендів. Підкреслюється важливість гармонійного поєднання математичної краси фракталів, можливостей цифрових технологій та символізму традиційної вишивки.

Ключові слова: українська вишиванка, культурна спадщина, візерунки, орнаменти, фрактали, фрактальна геометрія, фрактальний дизайн, цифрові технології, сучасний дизайн.

Ключові слова: українська вишиванка, культурна спадщина, візерунки, орнаменти, фрактали, фрактальна геометрія, фрактальний дизайн, цифрові технології, сучасний дизайн.

ВСТУП

Постановка проблеми. Українська вишивка протягом віків була не просто елементом одягу, а й могутнім символом захисту, хронікою історії сім'ї, втіленням національної самосвідомості. Її візерунки, передаючись від предків нащадкам, містять у собі глибокий сенс та неповторну красу, показуючи єдність людини з природою та всесвітом (Добровольська О., 2017, 140-144). Однак час невідпинно рухається вперед, і мистецтво вишивки, зберігаючи свою унікальність, безумовно шукає нові шляхи еволюції, незвідані форми вираження, пристосовуючись до темпу сучасності. Чи здатне це давнє ремесло отримати свіже, несподіване трактування, не втративши при цьому свою справжню сутність? Чи існують новітні візуальні коди, здатні донести глибину традиційних символів у контексті майбутнього?

Відповідь на ці питання криється на перетині віковичної майстерності та науки про фрактали. У цій статті ми розглянемо, як фрактальна геометрія може стати несподіваним та потужним інноваційним інструментом для переосмислення та збагачення майбутньої української вишивки, відкриваючи перед нею безмежні горизонти творчості та натхнення для нових поколінь майстрів і шанувальників цього унікального мистецтва. Розглянемо, як математичні знання та цифрові технології можна використати і об'єднати з культурною спадщиною, створювати унікальні, складні та масштабовані орнаменти, народжуючи візерунки майбутнього. Розробка таких інноваційних дизайнів вишивки роблять її більш привабливою та зрозумілою для молоді, адаптованою до сучасних візуальних трендів та цифрових платформ, сприяючи тим самим її збереженню та розвитку.

Мета дослідження: Дослідити інноваційний потенціал застосування фрактальної геометрії та цифрових технологій для розвитку сучасного дизайну української вишивки, поєднуючи традиційні візерунки для створення нових унікальних орнаментів.

Методи дослідження: аналіз психолого-педагогічної літератури з питань популяризації національної культурної спадщини; дослідження історичних та культурологічних джерел для вивчення історії вишиванки, її символіки та регіональних особливостей; вивчення основ фрактальної геометрії та можливостей її застосування в дизайні; застосування цифрових технологій для створення алгоритмів та генерації складних орнаментів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Що таке фрактали? Фрактал - це геометрична фігура, що має властивість самоподібності, тобто її частини є зменшеними копіями цілого. Ця властивість повторюється на різних рівнях масштабування. Термін "фрактал" був введений у 1975 році математиком Бенуа Мандельбротом. Він заснував цей термін на латинському слові "fractus", що означає "розбитий" або "фрагментований", і використовував його для розширення концепції теоретичних дробових розмірностей на геометричні візерунки в природі.

Навколо нас безліч прикладів фракталів. Розгалуження гілок дерев, що прагнуть до світла, повторюють свою структуру від стовбура до найтонших пагонів. Кожна неповторна сніжинка демонструє складний шестикутний візерунок, де кожна її частина є зменшеною версією цілого. Звивиста берегова лінія, яка розглядається з висоти пташиного польоту, зберігає свою порізаність навіть при наближенні до окремих бухт і місів.



Важливо розуміти, що фрактали – це не просто цікава математична абстракція. Вони є фундаментальним принципом організації складних систем у Всесвіті. Від формування галактик до будови людського тіла, від економічних моделей до поширення інформації в соціальних мережах – фрактальні закономірності лежать в основі багатьох процесів. Їхня здатність створювати неймовірну складність з простих повторюваних правил робить їх потужним інструментом для розуміння та моделювання навколишнього світу. Саме ця універсальність фракталів відкриває нові перспективи для творчості, зокрема й у такому традиційному мистецтві, як українська вишивка.

Вишиванка крізь призму фрактальної геометрії. Поглянувши на традиційні українські орнаменти крізь призму фрактальної геометрії, перед нами відкривається новий рівень розуміння їхньої структури, символіки та естетики. Хоча вишиванка не є математичним фракталом у строгому сенсі, її орнаменти демонструють певні принципи подібні до фрактальних (самоподібність, симетрія, ітерація).

Розглянемо, наприклад, геометричні мотиви, характерні для багатьох регіонів України. Ромби, трикутники, хвилясті лінії часто повторюються у візерунку, але щоразу зі зміною розміру або розташування. Вертикальні чи горизонтальні смуги орнаменту можуть складатися з менших ідентичних блоків, які, в свою чергу, можуть містити ще дрібніші повторювані елементи.

Візьмемо, до прикладу, подільські вишивки з їхніми складними рослинними орнаментами. Завитки виноградної лози, розгалуження гілок, розташування листків – усі ці елементи демонструють певну ієрархічність та повторюваність форм на різних рівнях. Хоча це не є строга самоподібність, як у математичних фракталах, простежується тенденція до відтворення базових структур у зменшеному вигляді. Аналогічно, гуцульські геометричні орнаменти з їхніми ламаними лініями та ромбами, що вкладаються один в одний, нагадують ітеративні процеси побудови деяких фракталів.

У деяких зразках можна знайти так звану трансляційну симетрію – коли один і той самий мотив повторюється вздовж осі, зміщуючись на фіксовану відстань. Це відповідає одному з ключових принципів фрактального зростання: розгортання складної структури з простого елемента через послідовні кроки зміни положення чи масштабу.

Виникає закономірне питання: чи усвідомлено давні майстри використовували фрактальні принципи у своїй творчості? Ймовірно, ні. Їхнє мистецтво ґрунтувалося на спостереженні за природою, передачі традиційних мотивів з покоління в покоління та інтуїтивному відчутті гармонії та ритму. Проте, багатовікова практика, уважне спостереження за природними формами (розгалуження дерев, плін річок, будова рослин) могли призвести до несвідомого відтворення принципів самоподібності та ітерації у візерунках вишиванки. Їхні руки створювали складні орнаменти, які, хоч і не були математично сформульованими як фрактали, несли в собі подібну органічну складність та візуальну привабливість. Саме це інтуїтивне розуміння закономірностей природи може стати містком між давнім мистецтвом та сучасною наукою, відкриваючи нові перспективи для розвитку української вишивки.

Фрактальний дизайн: нове покоління візерунків. Фрактальний дизайн відкриває перспективи для створення абсолютно нових візерунків у контексті української вишивки, зберігаючи при цьому її глибокий символізм та естетичну привабливість (Славінська А.Л., Сиротенко О.П., 2019, 57-63). Цей інноваційний підхід використовує математичні алгоритми для генерації складних, нелінійних орнаментів, які успадковують принципи самоподібності та нескінченної деталізації, характерні для фракталів. Замість традиційного ручного відтворення усталених мотивів, фрактальний дизайн пропонує динамічний процес, де базові елементи піддаються багаторазовим ітераціям, трансформуючись у непередбачувані, але водночас гармонійні візуальні образи.

Суть цього підходу полягає в тому, щоб "оживити" традиційні символи, використовуючи математичні правила для їхнього розмноження та видозміни. Уявіть собі простий елемент – ромб або стилізовану квітку, характерні для української вишивки. Фрактальний алгоритм може взяти цей елемент за основу та багаторазово застосувати до нього певні математичні операції – масштабування, обертання, зсув, відображення – щоразу зменшуючи розмір і змінюючи розташування копій. Кількість ітерації та конкретні параметри цих операцій визначають складність та унікальність кінцевого візерунка. Таким чином, з одного базового мотиву може виникнути безліч варіацій, що зберігають стилістичну спорідненість з традицією, але водночас вражають своєю новизною та оригінальністю.

Епоха цифрових технологій. Цифрові технології відкривають перед українською вишивкою безпрецедентні можливості для творчого розвитку та інновацій, особливо в контексті фрактального дизайну. Замість того, щоб протиставляти традиційне ручне мистецтво новітнім інструментам, варто розглядати їх як потужних союзників, що здатні збагатити та розширити горизонти вишивки, роблячи її актуальною та привабливою.

Одним з ключових інструментів у цій новій ері є спеціалізоване програмне забезпечення. Ці програми дозволяють художникам та дизайнерам досліджувати безмежний світ фрактальних форм, експериментувати з різними алгоритмами та параметрами, створюючи унікальні візерунки на комп'ютері, які раніше було б неможливо уявити. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс програм для візуалізації складних математичних процесів, дозволяє миттєво бачити результат зміни того чи іншого параметра.

Графічні редактори, такі як Inkscape, Adobe Illustrator, Paint.NET та Tinkercad, є потужними інструментами для інтеграції згенерованих фрактальних елементів у складні візерунки вишиванки (Власій О.О., Дудка О.М., 2015). Вони дозволяють поєднувати їх з оцифрованими традиційними мотивами, гнучко змінювати кольори, масштабувати та трансформувати окремі деталі (Ноуренко М.В., 2021, 2-3).

Фрактальний візерунок створений онлайн-сервісом <https://ornament.name/> (Рис. 1), містить ромбоподібні елементи української вишивки з ітераційною симетрією, формуючи самоподібну композицію. Дрібні червоні та чорні мотиви утворюють більші фігури, що відповідає фрактальному моделюванню.

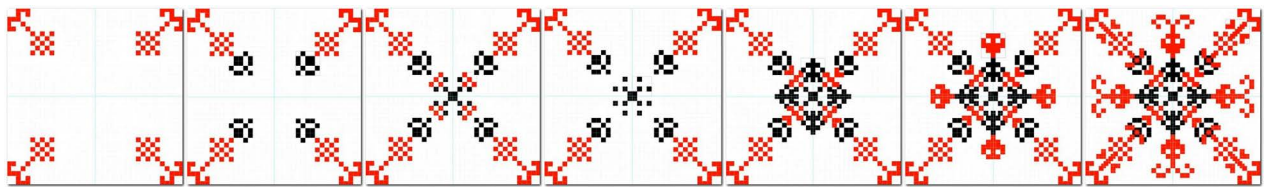


Рис. 1. Послідовність виконання фрактального візерунку

Для візуалізації простих фракталів та їхнього порівняння з елементами вишиванки ефективним є використання математичного програмного забезпечення, наприклад, WolframAlpha та GeoGebra (Заторський Р. А., Дудка О. М., Власій О. О., 2017, 39-44).

Крім того, мови програмування, такі як Scratch або Python з графічними бібліотеками, відкривають можливість уже школярам створювати прості алгоритми для генерації фрактальних візерунків, що імітують традиційні елементи вишиванки. Scratch, як візуальне програмне середовище, дозволяє легко створювати алгоритмічні орнаменти навіть початківцям завдяки блочній структурі коду.

Для втілення цих складних цифрових візерунків у реальність існують технології друку на тканині. Сучасні принтери з високою роздільною здатністю здатні точно відтворити навіть найдрібніші деталі фрактальних орнаментів на різних видах тканини. Це відкриває широкі можливості для створення сучасного одягу, аксесуарів та елементів декору з унікальним та вражаючим дизайном, зберігаючи при цьому візуальну ідентичність вишиванки.

Крім того, цифрові технології проникають і в сам процес вишивання. Існують програми для створення цифрових схем для вишивання (наприклад, програма Stitch Art Easy для перетворення цифрового рисунку чи фото в схему для вишивки), які можуть автоматично генерувати інструкції для ручної або машинної вишивки на основі розроблених фрактальних візерунків (Гелетій А., 2019, 146-150). Це спрощує процес перенесення складних орнаментів на тканину, роблячи його більш точним та ефективним.

Важливо підкреслити, що всі ці технології не мають на меті замінити цінність ручної праці та традиційних технік вишивання. Вони слугують інструментами, які розширюють арсенал майстрів та дизайнерів, даючи їм змогу поєднувати глибоку символіку минулого з інноваційністю сучасності.

Застосування фрактальної геометрії та цифрових технологій відкриває цілий спектр переваг для розвитку сучасної української вишивки, дозволяючи їй залишатися актуальною та привабливою в динамічному світі дизайну.

Новизна та оригінальність: Фрактальний дизайн відкриває унікальні можливості для створення абсолютно нових візерунків, які не є прямим копіюванням традиційних орнаментів, але водночас несуть у собі їхню стилістичну ДНК. Поєднуючи впізнавані елементи української вишивки з непередбачуваністю та математичною елегантністю фрактальних форм, народжуються візуально свіжі та оригінальні композиції, що виділяються на тлі масового виробництва та пропонують унікальний естетичний досвід.

Складність та деталізація: Фрактальні алгоритми здатні генерувати надзвичайно складні та деталізовані орнаменти, які вражають своєю внутрішньою структурою. Завдяки ітеративному процесу, навіть простий базовий елемент може розростися у витончену мережу дрібних деталей, що привертають увагу та викликають бажання розглядати візерунок зблизька. Ця висока ступінь деталізації додає вишивці глибини та візуальної цінності.

Масштабованість та адаптивність: Однією з ключових переваг фрактальних візерунків є їхня природна масштабованість. Завдяки принципу самоподібності, один і той самий фрактальний орнамент може гармонійно виглядати як на невеликому елементі аксесуара, так і на одязі чи текстилі для дому. При цьому зберігається впізнаваність стилю та цілісність композиції, що значно спрощує процес адаптації дизайну до різних форматів виробів.

Символічна глибина: Фрактальний дизайн є новим підходом, що до популяризації традиційної вишивки. Використовуючи як базові елементи саме традиційні символи та мотиви, можна створювати фрактальні візерунки, які несуть у собі як давні значення, так і нові інтерпретації, народжені складною математичною структурою. Це відкриває простір для творчого переосмислення символізму вишиванки в сучасному контексті.

Зацікавлення нових поколінь: Використання сучасних технологій та фрактального дизайну, може стати потужним інструментом для зацікавлення молодого покоління українською вишивкою. Поєднання традиційного мистецтва з алгоритмічно згенерованими візерунками, програмами для створення схем вишивки, 3D-моделюванням перетворює процес взаємодії з вишивкою на захоплюючу цифрову гру. Такий підхід не лише оновлює сприйняття культурної спадщини, а й мотивує молодь до творчого самовираження, розвиваючи їхні навички у сфері програмування, дизайну та цифрового мистецтва. Саме через фрактальний дизайн молоде покоління по-новому відкриває для себе візуальну спадщину українського народу, що надихає на переосмислення традицій.

Сучасні вишиванки. Українська вишиванка, міцно вкорінена в багатовіковій історії та сповнена глибоким символізмом, сьогодні переживає період активного переосмислення та інтеграції в сучасний світ. Фрактальний дизайн відкрив перед традиційним мистецтвом нові, несподівані горизонти розвитку у сучасній українській моді, де складні математичні орнаменти прикрашають не лише класичні сорочки, але й елегантні сукні, стильні аксесуари та навіть взуття, надаючи їм неповторної оригінальності та сучасної естетики (Надопта Т., Єрій А., Андреева О., Скідан В., Зубко Г., 2024, 348-355).



Не менш цікавим є застосування фрактального дизайну в інтер'єрі. Фрактальні мотиви є вишуканим декором для текстилю – скатертин, штор, постільної білизни, додаючи приміщенню особливої візуальної глибини та сучасної елегантності. У сувенірній продукції фрактальні візерунки, що несуть в собі закодовані традиційні символи, стали оригінальним втіленням української культури для гостей країни та самих українців.

Фрактальний дизайн у контексті української вишивки став сьогодні широко використовуваним. Сучасні художники та дизайнери, натхненні красою фракталів та символізмом вишиванки, створюють унікальні цифрові візерунки та концептуальні проекти, демонструючи потенціал цього симбіозу. Пошук у цифровому просторі може виявити окремі мистецькі роботи або дизайнерські ініціативи, що досліджують цю цікаву взаємодію. Надзвичайно важливо зберегти культурну спадщину, шануючи традиційні мотиви та техніки вишивання. Водночас, відкриття нових шляхів для розвитку мистецтва є необхідною умовою його життєздатності та привабливості для майбутніх поколінь. Фрактальний дизайн не має на меті замінити традицію, а скоріше – стати ще однією гранню її багатогранного розвитку, пропонуючи свіжий погляд на знайомі образи.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фрактальний дизайн та цифрові технології є перспективними напрямками для своєрідного "перезавантаження" української вишивки в сучасному світі, відкриваючи нові можливості для творчості та візуальної виразності. Ключ до успіху цього інноваційного підходу полягає у гармонійному поєднанні трьох потужних складових: математичної краси фрактальних форм, що вражають своєю складністю та непередбачуваністю; технологічних можливостей сучасних програмних засобів, які дозволяють легко генерувати та маніпулювати цими візерунками; та глибокого символізму традиційного українського мистецтва вишивки, що несе в собі культурну пам'ять та духовні цінності.

Майбутнє української вишивки – це безперечно шлях сміливих експериментів та невпинного творчого пошуку нових форм. Зберігаючи шанобливе ставлення до свого унікального коріння та використовуючи інноваційний потенціал фрактального дизайну, українське мистецтво вишивання здатне не лише залишатися живим та актуальним, але й збагатити світову культурну спадщину новими візуальними образами, що відображають нерозривний зв'язок між минулим, сьогоденням та майбутнім.

Нові підходи до вишивки можуть стати ефективним інструментом у сфері освіти. Окремим напрямом подальших досліджень є міждисциплінарна інтеграція української вишивки в освітній процес, зокрема в рамках STEM-освіти. Традиційні орнаменти можуть слугувати основою для проектного навчання, що поєднує математику, мистецтво, інформатику та технології, сприяючи розвитку креативного мислення та зацікавлення учнів українською культурною спадщиною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Власій О. О., Дудка О. М. (2015). Комп'ютерна графіка. Обробка растрових зображень : навч.-метод. посіб. Івано-Франківськ : ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", 72 с. URL: http://lib.pnu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/2518/1/Vlasii_Dudka_Graph.pdf
- Гелетій Анастасія (2019). Можливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання учнів техніці ручної вишивки хрестиком. Молодь і ринок. №10 (177). 2019, 146-150. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2019.187325>
- Добровольська О. (2017). Філософія української вишивки. Вісник ХНУіМ. В.Н. Каразіна. Серія «Теорія культури і філософія науки». Випуск 57. 2017. 140-144. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/>
- Заторський Р.А., Дудка О. М., Власій О. О. (2017). Роль інформаційно- комунікаційних технологій у візуалізації вивчення математики // Фізико-математична освіта. 2017. №3 (13). 39-44. URL: <http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/1-1-0-203>
- Надопта Т., Єрій А., Андреева О., Скідан В., Зубко Г. (2024). Аналіз регіональних традицій української вишивки та їх сегментація з використанням цифрових технологій. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences. 2024. 343(6(1)). 348-355. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-52>
- Ноуренко М.В. Stem-урок з інформатики на тему: "Українська вишиванка у графічному редакторі Paint" <https://vseosvita.ua/library/stem-urok-informatik-visivanka-u-paint-80111.html>
- Славінська А.Л., Сиротенко О.П. (2019). Застосування фрактальної структури в орнаментах української національної вишивки. Вісник Хмельницького нац. унів. №5 (277). С.57-63 DOI: 10.31891/2307-5732-2019-277-5-57-63 <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/11-8.pdf>

Received
Accepted

12.05.2025
02.06.2025