

Роман РУДИЙ¹, Юрій КИСЕЛЬОВ², Олена КРАВЕЦЬ³, Ірина УДОВЕНКО⁴,
Михайло ШЕМЯКІН⁵, Петро БОРОВИК⁶, Володимир КИРИЛЮК⁷

^{1,2,4-7} Кафедра геодезії, картографії і кадастру, Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, Умань, 20305, Україна, ел. пошта: ¹pavlinarepeta@ukr.net, ²kyseljov@ukr.net, ⁴irinaudovenko8@gmail.com, ⁵misha.uman@gmail.com, ⁶borovikpm@gmail.com, ²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0530-1892>, ⁶<https://orcid.org/0000-0001-7971-1718>

³ Кафедра землевпорядкування та кадастру, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна, ел. пошта: olenakravets9@gmail.com

<https://doi.org/10.23939/istcgcap2022.96.024>

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ОСВІТЛЕНОСТІ ДІЛЯНОК ТЕРИТОРІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО ДЕНДРОПАРКУ “СОФІЇВКА” ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Мета досліджень – обґрунтувати необхідність застосування ГІС-технологій для дослідження ступеня освітленості садово-паркових насаджень, різнобічної характеристики рельєфу території Національного дендропарку “Софіївка” НАН України за допомогою 3D-моделювання та створення на його основі цифрових моделей, пов’язаних із визначенням рівнів інсоляції окремих ділянок території “Софіївки” задля оптимального підбирання місць посадки паркової рослинності залежно від потреб конкретних порід, здійснення зонування території. Для визначення освітленості ділянок території парку “Софіївка” використано топографічні карти масштабу 1:10000, застосовано ГІС-технології, зокрема створено 3D-моделі різних характеристик рельєфу та використано пакет програм SURFER. На прикладі уманського дендропарку “Софіївка” розглянуто використання ГІС-технологій для аналізу освітленості для вибору ділянок під час розроблення проєктів та експлуатації парків та їхніх насаджень. Освітленість певних ділянок території дає змогу, створюючи проєкти, відповідно розмістити об’єкти (садово-паркові насадження, будівлі тощо). Зокрема, для парків ГІС-технології дають можливість підібрати відповідні місця для певних порід. Оскільки кількість світла, що потрапляє на задану ділянку, залежить, передусім, від її рельєфу, а для невеликої ділянки визначається її нахилом та орієнтацією, то за допомогою цифрової моделі рельєфу й пакета програм SURFER розв’язано вказані задачі. Вперше з використанням топографічної карти масштабу 1:10000 із перерізом рельєфу 1 м створено цифрову модель Національного дендропарку “Софіївка” НАН України. На її основі вперше побудовано 3D-модель рельєфу території парку, моделі крутизни схилів, експозиції та освітленості окремих ділянок. Пропоновані зображення наочно відображають усі особливості рельєфу залежно від рівня інсоляції, тобто освітленості території, що необхідно для потреб садово-паркових господарств. В результаті виконаних експериментальних досліджень із використанням ГІС-технологій доведено можливість та необхідність зонувати територію парку за освітленістю. Зонування освітленості території за ЦМР дає змогу підбирати місця посадки паркової рослинності залежно від оптимальної потреби. Запропонована методика сприяє цілеспрямованому підбиранню та розмаїтості в насадженнях.

Ключові слова: рельєф; паркова рослинність; сонячна радіація; моделювання.

Вступ

Постановка проблеми та огляд літературних джерел

Під час проєктування, створення та експлуатації міських парків і скверів доволі часто виникає необхідність розрахунку показника освітленості території, або соляризації. Використання із цією метою геоінформаційних технологій дає змогу не лише якісно та швидко виконати необхідні розрахунки, але й за допомогою комп’ютерної техніки візуалізувати отримані результати і продемонструвати їх замовникам різноманітних паркових проєктів без великих затрат праці та ресурсів.

У роботі на основі Національного дендропарку “Софіївка” Національної академії наук України, який належить до культурних надбань українського народу, розглянуто використання геоінформаційних технологій (ГІС) для візуалізації освітленості із метою вибору ділянок під час розроблення проєктів і експлуатації парків та їхніх насаджень.

Освітленість певних ділянок території дає змогу, створюючи проєкти, відповідно розмістити об’єкти (садово-паркові насадження, будівлі тощо). Зокрема, для парків ГІС-технології дають можливість підібрати відповідні місця для певних порід тощо.

Оскільки кількість світла, що потрапляє на задану ділянку, залежить, передусім, від її рельєфу, а для невеликої ділянки визначається її нахилом та орієнтацією, то, використовуючи цифрову модель рельєфу (ЦМР) і пакет програм SURFER, можна розв'язувати вказані задачі.

Аналіз публікацій свідчить про те, що ГІС-технології закріпилися у сучасному кадастрі й землеустрої та стали ключовим елементом у зонуванні територій за тематикою. Здійснено ґрунтовні дослідження накопичення сонячної енергії [Левченко, Шинкаренко, 2000; 2002; 2003]. Ці науковці створили методику числового аналізу процесів поглинання сонячної енергії ділянками земної поверхні, за якою можна виконувати числові дослідження, пов'язані зі знаходженням кількості сонячної енергії, яку одержують ділянки реальної місцевості. Запропоновано підхід до розв'язування задач дослідження поверхнево-схилової ерозії ґрунтів із застосуванням механізму grid-поверхонь. Ключову роль у ньому відіграє ЦМР у вигляді grid-поверхні, яка разом з методами її аналізу уможливає числовий аналіз процесів водної ерозії ґрунтів, надаючи для цього такі дані (довжину, крутизну, профіль схилу тощо), які важко одержати іншим способом.

Загалом, на нашу думку, проблему соляризації земної поверхні доволі широко висвітлено в сучасних наукових публікаціях. Зокрема, корейські вчені розглядають метод картографування сонячної радіації на основі ГІС-технологій [Yosoon Choi, Jangwon Suh & Sung-Min Kim, 2019]. Американські вчені [Stapleton, Wilen & Molinar, 2019] презентують розроблену технологію соляризації ґрунту для садів і ландшафтів. Хоча їхні дослідження частково пов'язані з метою цієї публікації, вони спрямовані на вивчення технічних засобів.

Зокрема, А. Санчес-Наварро, Р. Хіменес-Бальєста, А. Хірона-Руїс та ін. [Sánchez-Navarro et al., 2022] запропонували показники швидкого реагування для прогнозування змін властивостей ґрунту через соляризацію або біосоляризацію на інтенсивних садових культурах у напівпосушливих регіонах. Ці автори розробили експериментальну модель із чотирма опрацюваннями в районі Кампо-де-Картахена (Іспанія). Загальна дослідницька мета цих науковців

полягала у тому, щоб за допомогою індикаторів швидкого реагування визначити зміни, що відбуваються у властивостях ґрунту внаслідок упровадження цих методів соляризації або біосоляризації. Водночас зауважимо, що тему візуалізації освітленості значних ділянок територій згадані вище автори не розглядали.

Доволі близькі до теми цієї публікації дослідження львівських науковців – фахівців у сфері ландшафтної архітектури й садово-паркового господарства – Н. Я. Мельничука, Я. В. Геніка, С. П. Мельничука і М. М. Паславського, які висвітлили особливості формування зелених насаджень урбоєкосистем, акцентуючи на деяких аспектах освітленості садово-паркових насаджень у зв'язку із впливом мікрокліматичних показників [Мельничук, Генік, 2019; Мельничук та ін., 2020]. У цих роботах підкреслено необхідність оптимізації структури лісопаркових та паркових насаджень Львова, удосконалення планування ландшафтно-просторової організації зелених зон. Згідно з особливостями порівняння мікрокліматичних показників, а саме за освітленістю надґрунтової поверхні, автори виділили три групи ділянок: темні, середньої освітленості та світлі.

О. О. Світличний та ін. досліджували просторову та часову мінливість стану вологості ґрунту, що дає важливу основу для оцінювання екологічних (для відновлення лісу) та економічних (для сільського господарства) умов у мікро- та мезомасштабах [Svetlitchnyi, Plotnitsky, Stepovaya, et al., 2003].

Б. С. Бусигін, Г. М. Коротенко, С. Л. Нікулін систематизували вітчизняний та зарубіжний досвід використання даних космічного дистанційного зондування, методів трансформації різнорівневих та різночасових наборів даних та програмних засобів їх опрацювання під час створення національного інтернет-центру моніторингу стану ґрунтів та розроблення методів контролю сезонної динаміки ґрунтових процесів [Busygin, Korotenko, Nikulin, et al., 2016].

Публікації, що пов'язані з тематикою цієї статті й стосуються топографо-геодезичного напрямку досліджень, доволі досконало розглянуто в працях [Горлачук та ін., 2018; Rudyi, et al., 2021]. Ці автори зауважують, що в садівництві нерідко виникає необхідність розрахунку

показника соляризації, а використання із цією метою геоінформаційних технологій дає змогу не лише якісно та швидко виконати необхідні розрахунки, але й за допомогою комп'ютерної техніки візуалізувати отримані результати і продемонструвати їх замовникам садових проєктів без великих затрат праці та ресурсів. Вони ж проаналізували чинники, що спричиняють небезпеку зсувоутворення на території Національного дендропарку "Софіївка" Національної академії наук України [Рудий, Кисельов, Кравець, 2020].

Принципи побудови ситуації для обґрунтування використання певних земельних ділянок для відповідних цілей сформульовано в роботі [Samoilenko, Dibrova, 2019]. Ці автори наголосили, зокрема, що ситуація ґрунтується на параметрі ступеня антропоїзації ландшафту, й таким індексом є частка площ для геоecологічних позитивних (або геопозитивних) і геоecологічних негативних (або геонегативних) систем землекористування.

Близькі до наших досліджень також праці [Чаплюцький, Мельник, 2014; 2016], однак ГІС-технології у них не використовували.

Отже, аналіз розглянутих публікацій показує, що мета наших досліджень актуальна і є потреба в розробленні методики зонування територій під сквери, лісопаркові зони та інші подібні інфраструктурні об'єкти за освітленістю. Практичний потенціал застосування ГІС-технологій у майбутньому для розв'язання вказаної задачі значний.

Мета

Мета досліджень – зонування території Національного дендропарку "Софіївка" Національної академії наук України за ознакою освітленості схилових поверхонь та здійснення її візуалізації.

Основні завдання досліджень:

- обґрунтування необхідності застосування ГІС-технологій для дослідження ступеня освітленості садово-паркових насаджень;
- здійснення 3D-моделювання та створення на його основі цифрової моделі рельєфу території парку;
- моделювання експозиції схилів окремих ділянок парку;

– визначення рівнів інсоляції окремих ділянок території "Софіївки" для оптимального підбирання місць посадки паркової рослинності залежно від потреб різних порід.

Об'єктом дослідження є територія Національного дендропарку "Софіївка" Національної академії наук України. *Предмет* дослідження – зонування території парку за освітленістю залежно від рельєфу її поверхні.

Методика досліджень

Експериментальні дослідження виконано за картографічними матеріалами, наданими Науково-дослідним інститутом геодезії і картографії. Для досліджуваного об'єкта створено ЦМР. Для цього за допомогою пакета SURFER оцифровано фрагменти двох аркушів топографічного плану масштабу 1:10000 із перерізом рельєфу 1 м (рис. 1). Для моделювання використано геодезичні точки з просторовими координатами. Розмір сторони грід-сітки становив 3 м. Земельна ділянка розташована в Уманському районі Черкаської області, в адміністративних межах Уманської міської територіальної громади. Синьою лінією окреслено межу парку.

Виклад основного матеріалу

Аналіз результатів. На рис. 2 наведено цифрові зображення (моделі) рельєфу території, що відображають різні його аспекти – 3D-модель гіпсометрії (рис. 2, а), крутизну схилів (рис. 2, б) та їх експозицію (рис. 2, в), а також візуалізацію освітленості території парку із нанесеним рельєфом (рис. 2, г).

Аналіз гіпсометричних характеристик рельєфу свідчить про наявність перепадів висот понад 50 м (абсолютні висоти коливаються у межах приблизно 180–230 м). На підвищеннях рельєфу горизонталі простягаються майже рівно; із наближенням до тальвега вони стають дедалі звивистішими. Особливо це помітно на правому березі р. Кам'янка (притока Уманки, басейн Південного Бугу), розчленованому ярми. В контексті освітленості території дендропарку зазначимо, що схили південної експозиції менш розчленовані, ніж схили північної експозиції. Це створює передумови для успішного вирощування насаджень світлолюбних порід дерев і чагарників.

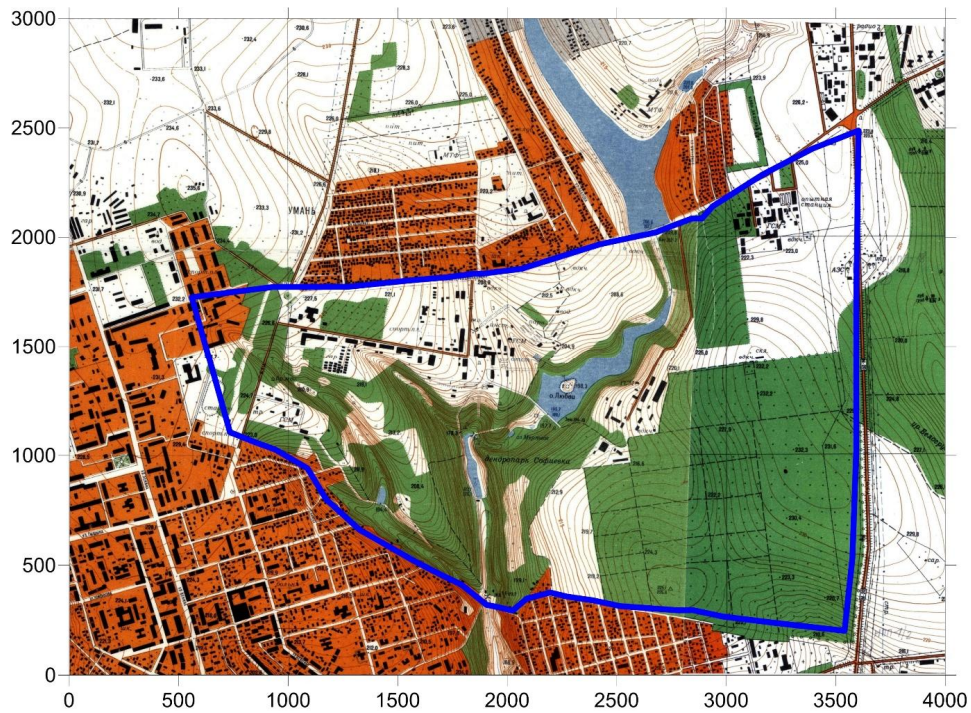


Рис. 1. Фрагмент топографічного плану із дендропарком "Софіївка", виділеним синьою лінією

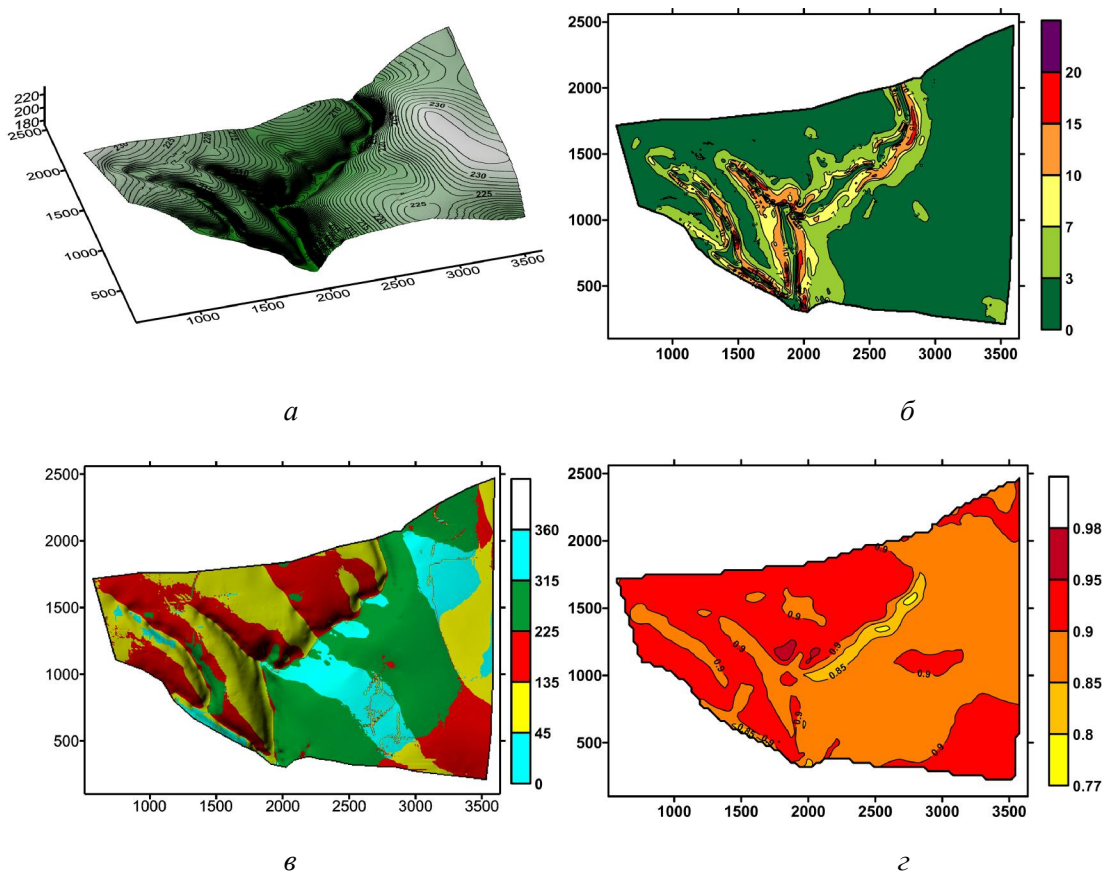


Рис. 2. ЦМР дендропарку "Софіївка": а – просторова модель рельєфу парку з горизонталями і зміною насиченості зеленого кольору залежно від висоти; б – крутизна схилів ділянок парку; в – модель орієнтування окремих ділянок парку, тобто експозиції; г – візуалізація освітленості території парку з нанесеним рельєфом

Шкала на рис. 2, б показує, що найкрутіші схили розташовані в долині р. Кам'янка, а найпологіші – на підвищених ділянках території дендропарку (Англійський парк, галявина Грибок тощо). В міру наближення до річища крутизна схилів зростає поступово, що загалом характерно для будови річкової долини. Хоч р. Кам'янка тече із півночі на південь і, отже, доречно вирізняти схили західної та східної експозицій, все ж серед схилів ярів, які відкриваються в Кам'янку, південні є пологішими. Це, безумовно, сприяє організації паркових насаджень.

Шкала на рис. 2, в демонструє орієнтування у градусах відносно півночі схилів парку. Пологі схили приурочені переважно до північної та західної частин дендропарку, при цьому вони мають переважно південну експозицію. Зазначені зображення наочно відображають всі особливості рельєфу залежно від рівня інсоляції чи освітленості території, що особливо необхідно для працівників садово-паркового господарства. Водночас це зображення, як і попередні, свідчить про сприятливість рельєфу, зокрема експозиції схилів, для облаштування насаджень світло- і теплолюбних порід дерев і чагарників.

Шкала на рис. 2, г унаочнює рівень освітленості окремих ділянок території дендропарку “Софіївка”. Цей показник істотно не відрізняється на схилах північної та південної експозиції; істотнішими є відмінності ступеня освітленості щодо вирівняних і крутосхилих ділянок. Найвищим рівнем освітленості характеризуються плакорні, приводільні поверхні (незалежно від експозиції), найнижчим – днища ярів. Водночас варто зауважити, що навіть найнижчі, порівняно з рештою площі парку, показники освітленості є достатньо високими: перевищують 75 % від максимально можливого рівня. А рівень сонячної радіації залежить від кута C між нормаллю до земної поверхні та напрямом на Сонце. Для визначення кута C використано формулу [Кравець, Кравець, Рудий, 2012]:

$$\cos C = \cos H \sin i \cdot \cos \left(180 - A \pm \arccos \frac{\sin \varphi \cdot \sin H - \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos H} \right) + \sin H \cdot \cos i$$

де H – висота Сонця; i – кут нахилу схилу; A – експозиція схилу; φ – географічна широта місця спостереження; δ – схилення Сонця.

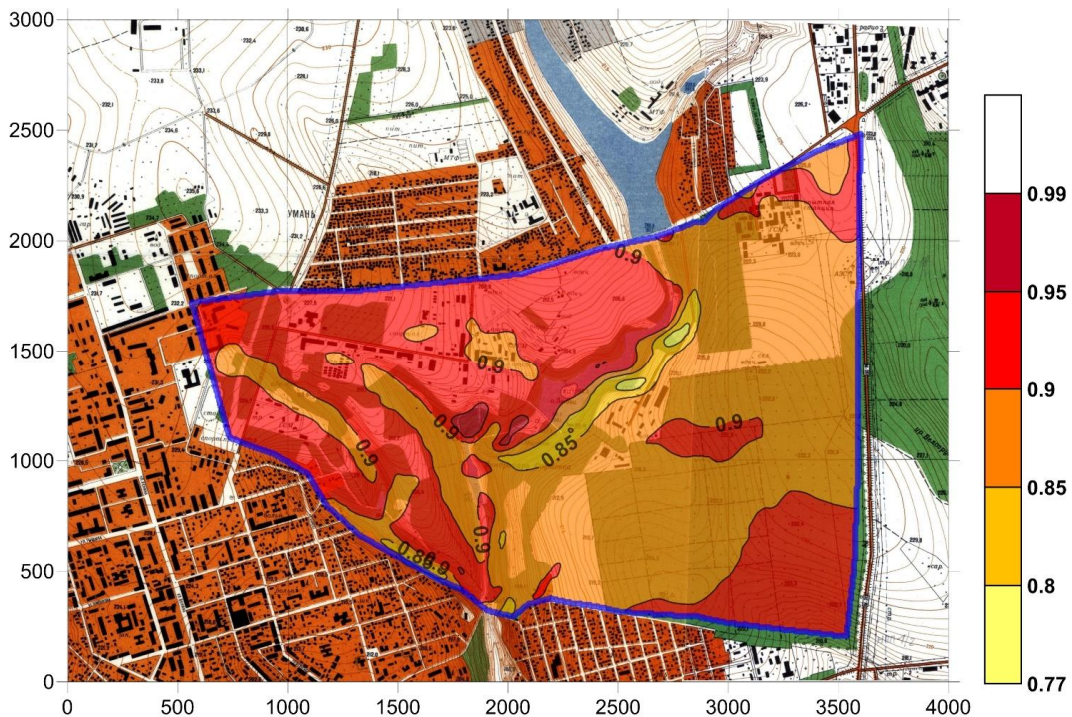


Рис. 3. Фрагмент аркуша топографічного плану дендропарку

За отриманою цифровою моделлю виконано зонування досліджуваної території за ступенем освітленості. На рис. 3 наведено фрагмент аркуша топографічного плану дендропарку із нанесеним рівнем освітленості території. Зміна кольору заливання від світло-жовтого до темно-червоного відповідає збільшенню інтенсивності прогрівання окремих ділянок парку. Шкала характеризує величину сонячної радіації в частках від максимального значення, яке дорівнює 1. Зіставлення цього значення з горизонталями свідчить про приуроченість її найвищих значень до найбільш виположених, переважно підвищених, ділянок. Натомість пониженням рельєфу, локалізованим у річковій долині та ярах, що характеризуються високими показниками крутизни схилів, відповідають порівняно низькі значення освітленості.

Новизна дослідження і практичне значення

Порівняно із останніми даними львівських науковців [Мельничук, Генік, Мельничук, Паславський, 2020], за якими ділянки парків і скверів поділено на три згадані вище категорії, результати нашого дослідження дадуть змогу візуалізувати дані щодо освітленості садово-паркових насаджень континуально, тобто безперервно в просторі й часі.

Практичне значення дослідження полягає у можливості застосування візуалізації ділянок садово-паркових насаджень для досягнення оптимального добору порід дерев і чагарників.

Висновки

У результаті виконання експериментальних досліджень із використанням ГІС-технологій та аналізу отриманих результатів доведено важливість зонування території парку за освітленістю. Зонування освітленості території за ЦМР дає змогу підбирати місця посадки паркової рослинності залежно від її потреби в освітленості. Запропонована методика не виключає потребу в цілеспрямованому підборі та розмаїтості насаджень.

Аналіз побудованих ЦМР дендропарку свідчить, що за ознакою гіпсометрії рельєфу, крутизни, експозиції та освітленості схилів можна виділити три зони: 1) північно-західну, що

характеризується більшими абсолютними висотами, малою крутизною схилів, їх значною освітленістю, але північною експозицією; 2) центральну, із найменшими абсолютними висотами, наявністю крутих схилів і їх порівняно низькою освітленістю; 3) південно-східну, характеризувану найвищими в парку значеннями абсолютних висот, пологістю схилів, високим рівнем їх освітленості та південною експозицією. Тому вважаємо, що саме у південно-східній частині “Софіївки” найсприятливіші умови для вирощування паркових насаджень, серед яких чимало порід є екзотичними для поясу помірного клімату, а отже – вимогливими до умов освітлення. Тому задля продовження та примноження славних традицій декоративного садівництва в парку “Софіївка”, коріння якого сягає кінця XVIII ст., доцільно, зокрема, облаштувати насадження таких порід на схилах південної та південно-східної експозицій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Горлачук В. В., Рудий Р. М., Кравець О. Я. Вплив експозиції земельних ділянок на їхні екологічні характеристики та грошову оцінку. *Наукові праці: науковий журнал. ЧНУ ім. Петра Могили*. 2018. Т. 312. Вип. 300.
- Левченко О. М., Шинкаренко Г. А. Визначення величини денного накопичення сонячної енергії на ділянках реальної місцевості. *Волинський математичний вісник*. 2000. Вип. 7. С. 101–106.
- Левченко О., Шинкаренко Г. Знаходження розподілу денної порції сонячної енергії на території Львівщини. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Львів: Ліга-Прес, 2002. С. 317–322.
- Левченко О., Шинкаренко Г. Моделювання процесів поглинання сонячної енергії ділянками реальної місцевості. *Геодезія, картографія і аерофотознімання: міжвід. наук.-техн. зб.* 2003. Вип. 63. С. 241–245. <https://science.lpnu.ua/istcgcap/all-volumes-and-issues/volume-63-2003/simulation-solar-energy-absorption-processes-areas>
- Мельничук Н. Я., & Генік Я. В. Ландшафтно-екологічні особливості формування зелених насаджень у Львівській урбоєкосистемі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. 29(9). С. 9–14. <https://doi.org/10.36930/40290901>
- Мельничук Н. Я., Генік Я. В., Мельничук С. П., Паславський, М. М. Природні процеси розвитку та взаємовідносини компонентів садово-пар-

- кових екосистем в урбанізованому середовищі. *Науковий вісник НЛТУ України*, 30(1). 2020. С. 60–65. <https://doi.org/10.36930/40300110>
- Рудий Р., Кравець О., Кравець Я., Приймак Д., Соловей Г. Класифікація земельних угідь за елементами рельєфу. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, вип. 2 (24)*. Львів: Видавництво Нац. університету “Львівська політехніка”, 2012. С. 151–154. <https://vlp.com.ua/taxonomy/term/3238>
- Рудий Р. М., Кисельов Ю. О., Кравець О. Я. До аналізу зсувних процесів на території Національного дендрологічного парку “Софіївка” з використанням ГІС-технологій. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 130–133. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-2-130-133>
- Чаплюцький А. М., Мельник О. В. Освітленість крони яблуні залежно від способу і строку обрізування. *Зб. наук. праць УНУС*. 2014. Вип. 86, ч. 1. С. 323. <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/86/agro/ukr/5.pdf>
- Чаплюцький А. М., Мельник О. В. Параметри крони дерев яблуні залежно від способу та строку обрізування. *Зб. наук. праць УНУС*. 2016. Вип. 88, ч. 1. С. 218–224. <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/88/agro/ukr/27.pdf>
- Busygin V. S., Korotenko G. M., Nikulin S. L., Garkusha I. M., Sergieieva K. L. (2016). Dataware and software for the creation of a national internet center of monitoring and data analysis for agriculture of Ukraine. *Scientific Bulletin of National Mining University*. Dnipro, 115–125. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201701872>
- Rudyi R. M., Kyselov Yu. O., Kravets O. Ia., Borovyk P. M., Melnyk M. V. Use of GIS technologies to determine the light of garden plants. International Conference of Young Professionals “Geoterrace-2021” <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K3002>
- Samoilenko V., Dibrova I. (2019). Geocological Situation in Land Use. *Environmental Research, Engineering and Management*, vol. 75, issue 2, 36–46. <https://doi.org/10.5755/j01.ere.75.2.22253>
- Sánchez-Navarro A., Jiménez-Ballesta R., Girona-Ruiz A., Alarcón-Vera I., Delgado-Iniesta M. J. (2022). Rapid Response Indicators for Predicting Changes in Soil Properties Due to Solarization or Biosolarization on an Intensive Horticultural Crop in Semiarid Regions. *Land*, 11, 64. <https://doi.org/10.3390/land11010064>
- Stapleton J. J., Wilen Ch. A. & Molinar R. H. (2019). Soil solarization for gardens and landscapes. *Pest Notes*, 5.
- Svetlitchnyi A. A., Plotnitsky S. V., Stepovaya O. Y. (2003). Spatial distribution of soil moisture content within catchments and its modelling on the basis topographic data. *Journal of Hydrology*, No. 277, 50–60. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(03\)00083-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(03)00083-0)
- Yosoon Choi, Jangwon Suh & Sung-Min Kim (2019). GIS-Based Solar Radiation Mapping, Site Evaluation, and Potential Assessment: A Review. *Applied Sciences*, 9, 1960. <https://doi.org/10.3390/app9091960>

Roman RUDYI¹, Yurii KYSELOV², Olena KRAVETS³, Iryna UDOVENKO⁴, Mykhailo SHEMIKIN⁵, Petro BOROVYK⁶, Volodymyr KYRYLIUK⁷

^{1,2,4-7} Department of Geodesy, Cartography and Cadastre, Uman National University of Horticulture, 1, Institutska str., Uman, 20305, Ukraine, e-mail: ¹pavlinarepeta@ukr.net, ²kyseljov@ukr.net, ⁴irinaudovenko8@gmail.com, ⁵misha.uman@gmail.com, ⁶borovikpm@gmail.com, ⁷hidrotechnik@ukr.net, ²<https://orcid.org/0000-0003-0530-1892>, ⁶<https://orcid.org/0000-0001-7971-1718>

³ Department of Geodesy and Land Management, Ivano-Frankivsk Oil and Gas National Technical University, 15, Karpatska str., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine, e-mail: olenakravets9@gmail.com.

VISUALIZATION OF AREA ILLUMINATION OF THE TERRITORY OF NATIONAL ARBORETUM PARK “SOFIIVKA” THROUGH GIS TECHNOLOGIES

The purpose of the research is to substantiate the need for the use of GIS technologies in the study of the illumination degree of garden and park plantings. The paper also focuses on the versatile relief characteristics of the territory of the National Arboretum “Sofiivka” of the National Academy of Sciences of Ukraine by conducting 3D modeling and creating digital models based on it. The models are determined by individual levels of insolation sections of the “Sofiivka” territory. They are aimed at optimal selection of planting sites for park vegetation depending on the needs of specific species, conducting zoning and visualizing the illumination of the territory. Studies Methodology. Topographic maps of scale 1:10 000 were used to determine the illumination of areas of the Sofiivka park. The research also utilized GIS technologies and created 3D models of various terrain characteristics. Additionally, the SURFER software package was applied. Research Results. Based on the example of the Sofiivka

Arboretum in Uman, the study considers the use of GIS technologies for the analysis of illumination for the site selection in the project development and the maintenance of parks and their plantations. The illumination of certain areas of the territory makes it possible to appropriately place objects (gardens, buildings, etc.) when creating projects. In particular, for parks, GIS technologies allow choosing suitable places for certain plants. The amount of light falling on a given area depends mainly on its relief, and for a small area, it is determined by its slope and orientation. So, the specified problems were solved using a digital model of the relief and the SURFER software package. For the first time, a digital model of the relief of the Sofiivka National Arboretum of the National Academy of Sciences of Ukraine was created using a 1:10 000 scale topographic map with a relief section of 1 m. Based on it, a 3D relief model of the park territory, models of slope steepness, exposure and illumination of individual areas were built for the first time and their visualization was made. The offered images clearly show all the features of the relief in connection with the level of insolation, that is, the illumination of the territory, which is necessary for the needs of horticulture. Experimental studies using GIS technologies resulted in proving the possibility and necessity of the territory zoning of the park according to lighting. The lighting zoning of the territory according to the CDM allows the planting site selection of park vegetation depending on its optimal needs. The proposed technique contributes to targeted selection and diversity in plantations.

Key words: relief; park vegetation; solar radiation; modeling.

Надійшла 17.05.2022 р.