

КАРТОГРАФУВАННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ М. МИКОЛАЄВА ЗАСОБАМИ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ (З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ ARCGIS)

Яремчук О. М., старший викладач кафедри медичної біології та фізики, мікробіології, гістології, фізіології та патофізіології орноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: olga.yaremchuk.77@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5951-1137;

Пулашкін В. Ю., магістрант Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, pulashkin@ukr.net

У статті подано дослідження, яке було спрямоване на вимірювання рівнів шуму у трьох зонах м. Миколаєва з метою створення карт шуму у досліджуваній зоні для виявлення областей високої інтенсивності шумового забруднення. У дослідженні встановлено, що джерела шуму концентруються уздовж транспортних магістралей (у місцях окремих темних плям все-таки перевищуючи норму); усередині мікрорайонів, за стіною одно-, дво- (зони 1 та 2) та багатопверхової забудови (зони 2 та 3) (світлі плями), шум різко знижений. Також дослідження показало, що рівні шуму різняться від 38 дБ до 83 дБ, збільшення показників на Південно-Бузькому мості та Одеському шосе (обидві досліджувані ділянки є частинами міжнародної траси М-14 Одеса-Мелітополь-Новоазовськ) виходить головним чином з великої інтенсивності руху транспортних засобів (особливо вдень) та незадовільним станом дорожнього покриття. Також було виявлено шумову «лінію» у районі Спаського спуску, яка розташована вздовж трамвайної лінії. Зроблено висновок, що, хоча виміри не охоплювали територію всього міста, але показали, що спостерігається досить високий рівень шуму, на який потрібно звернути увагу в подальших дослідженнях та діях стосовно зниження рівня шуму.

Ключові слова: шумове забруднення, урболаншафти, програмний пакет ARCGIS.

DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.132-139

Актуальність роботи. XXI століття увійде в історію як століття загострення екологічних проблем: енергетичних, забруднення довкілля, проблем питної води тощо. З-поміж них важливе місце посідає проблема шумового забруднення. Її існування пов'язане з тим, що зростання потужностей сучасного устаткування, машин, побутової техніки, швидкий розвиток усіх видів транспорту призвели до того, що люди на виробництві й у побуті постійно піддаються дії шуму високої інтенсивності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На теперішній час у світі працюють сотні тисяч вчених, фахівців в області захисту від шуму, накопичено чимало наукових знань, технічних розробок, цікавих наукових досліджень.

Питання ролі шумового забруднення в розрізі екологічної безпеки вивчали І. Л. Карагодіна, Г. Л. Осіпов, І. О. Шишкін у 1972 р. у праці «Боротьба з шумом у містах», Б. Г. Прутков «Шумозащита в градостроительстве», К. П. Лі, Дж. Х. Девіс, Дз. Маскава, Е. П. Самойлюк і інші вітчизняні та закордонні вчені.

Потрібно зазначити, що нині українські дослідники картографуванням шуму практично не займаються. Особливе місце у розробці цієї наукової проблеми посідають праці доктора технічних наук, доцента кафедри Охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства Абракітова В. Е. Автором була розроблена власна методика побудови карт шуму міських територій, здійснено картографування шумового навантаження деяких районів м. Харкова, Києва та Полтави.

Отже, наукові доповіді вітчизняних та зарубіжних авторів показали, що дослідження шумового забруднення на міських територіях – актуальна тема і дослідження в даному напрямку будуть основою для прийняття комплексу заходів щодо оптимізації умов життєдіяльності селітебних зон, зменшення акустошумового навантаження на людину.

Метою роботи є просторово-часова оцінка шумового навантаження на урболандшафти м. Миколаєва та побудова карт шуму обраних ділянок засобами ГІС-технологій (з використанням програмного пакету ArcGIS).

Побудова картографічних моделей обраних об'єктів дослідження. Графічне представлення карти шуму базується на колірній шкалі умовних позначок для рівня шуму, що в свою чергу ґрунтується на типах їх зонування за фактором перебільшення нормативних значень, а розміри точкових значків для позначення контрольних точок на місцевості можуть бути пов'язані з їх рівнями звуку. Конкретних вимог до оформлення карт шуму, (за винятком головної вимоги з'єднувати всі крапки з однаковим значенням ізолініями), на жаль, не існує. Нами було використано методику відображення цих зон в їх колірному оформленні за «принципом світлофора»:

- зони акустичного комфорту з рівнями, що не перевищують нормативні, виділяються зеленим кольором: (тобто з урахуванням особливостей психологічного сприйняття людини – «зелений колір – нормально, цілком допустимо»);
- зони граничних значень (значення за нормою чисельно збігаються з вимірними або обчисленими на території значеннями) виділяються жовтим кольором: («жовтий колір – увага»);
- зони акустичного дискомфорту з рівнями, що перевищують нормативні, виділяються червоним кольором: («червоний колір – символ заборони – небезпека, неприпустимо»).

Така колірна гамма інтуїтивно найбільш оптимальна для адекватного сприйняття поданої інформації.

Як уже зазначалося, карта шуму – це фрагмент генерального плану території, що представляє собою топографічну підоснову з нанесеними на неї зонами акустичного комфорту і акустичного дискомфорту. Графічне відображення точок з однаковими акустичними характеристиками, з'єднаних між собою ізолініями, дозволяє наочно відобразити рівень шумового навантаження на території.

Засоби і методи ГІС дозволяють будувати графічні схеми і карти на базі введених в неї геоінформаційних даних.

Для створення та візуалізації математичної моделі процесів поширення шуму нами було використано програми ArcMap та ArcGIS Pro. Дані вносилися в спеціально створений у програмі ArcMap шейп-файл (шейп-файл – файл спеціального формату для запису ГІС-інформації). Шейп-файл несе інформацію про просторове розташування контрольної точки на території (тобто схему розташування точок вимірювання на місцевості з прив'язкою до геодезичної системи координат), а також (створювані на розсуд експериментатора) поля для запису супутньої інформації. Все це подається у вигляді «таблиці атрибутів». Поле FID відповідає за нумерацію точок. Поле Shape визначає тип об'єкта (тобто означає, що саме це точка вимірювань). Решта полів створені самостійно автором для своїх цілей.



Рисунок 1 – Інтерфейс програми ArcMap

Наступний етап побудови карти шуму проводився в програмі ArcGIS Pro (рис. 2). Слід чітко розуміти, що в обох програмах (ArcGIS Pro та ArcMap) немає спеціальної кнопки «Побудова карт шуму», немає відповідних меню, немає ніяких акустичних формул і готової графі для занесення значень вимірів рівня звукового тиску; а слова «карта шуму», «децибел» і т.п. жодного разу не зустрічаються навіть в його багатотомній технічній документації. Ця програма просто призначена для того, щоб будувати графічні схеми і карти на базі введених в неї геоінформаційних даних (на основі примусово визначеними користувачем закономірностей їх побудови); одним з безлічі окремих випадків таких даних є акустичні, одним з локальних прикладів закономірностей є закономірності поширення шуму в міській забудові, одним з безлічі окремих випадків таких даних є акустичні, одним з локальних прикладів закономірностей є закономірності поширення шуму в міській забудові, а одним з окремих випадків графічних схем є шукана карта шуму.



Рисунок 2 – Інтерфейс програми ArcGIS Pro

Маючи достатньо знань для побудови математичної моделі та беручи до уваги наукові напрацювання доктора технічних наук В. Е. Абракітова, ми змогли визначити, що для побудови карти шуму найдоцільніше використати метод зворотних зважених відстаней (як один із багатьох можливих методів просторової інтерполяції). Метод зворотних зважених відстаней (IDW) однозначно передбачає, що об'єкти, які знаходяться поблизу, більш подібні один одному, ніж об'єкти, віддалені один від одного. Щоб проінтерполювати значення для невиміряного положення, IDW використовує виміряні значення навколо позиції, яка інтерполюється. Найбільш близькі до проінтерпольованої позиції виміряні значення надають більший вплив на прогнозоване значення, ніж віддалені від нього на значну відстань. IDW передбачає, що кожна вимірювана точка надає локальний вплив, яке зменшується зі збільшенням відстані. Це надає більшої ваги точкам, розташованим ближче всього до інтерпольованої розташування. Вага точки зменшується як функція від відстані. Тому метод носить назву зворотних зважених відстаней.

Інтерпретація отриманих результатів дослідження. За отриманими даними ми зробили такі висновки. Дослідження показало, що рівні шуму різняться від 38 дБ до 83 дБ. Дані вимірів шуму в нічний час у більшості розрахункових точок (особливо у зонах 1 та 3), як правило, не перевершують нормативні значення ($\approx 35-55$ дБ).

У денний час зафіксований перехід цих же територій у зону акустичного дискомфорту (рис. 3, 5, 7). Збільшення показників на Південно-Бузькому мості та Одеському шосе (обидві досліджувані ділянки є частинами міжнародної траси М-14 Одеса-Мелітополь-Новоазовськ) виходить головним чином з великої інтенсивності руху транспортних засобів та незадовільним станом дорожнього покриття.

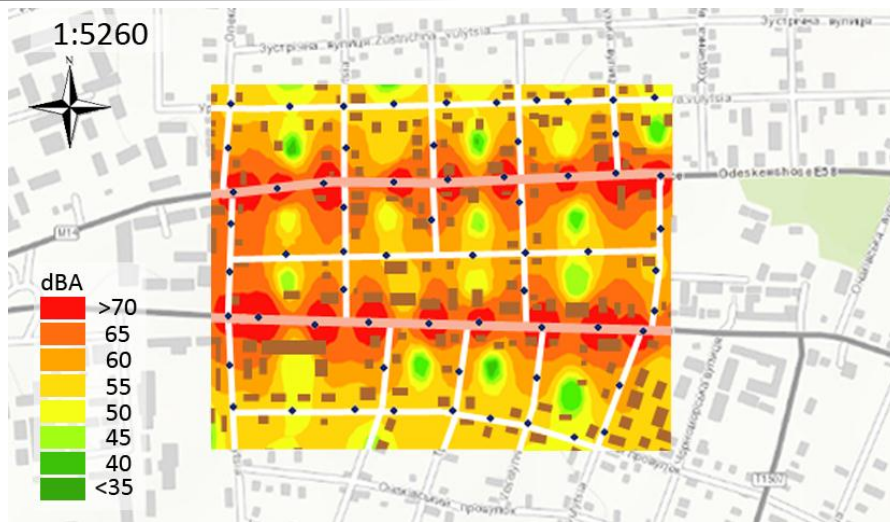


Рисунок 3 – Карта шумового забруднення для зони 1 в денний час



Рисунок 4 – Карта шумового забруднення для зони 1 в нічний час

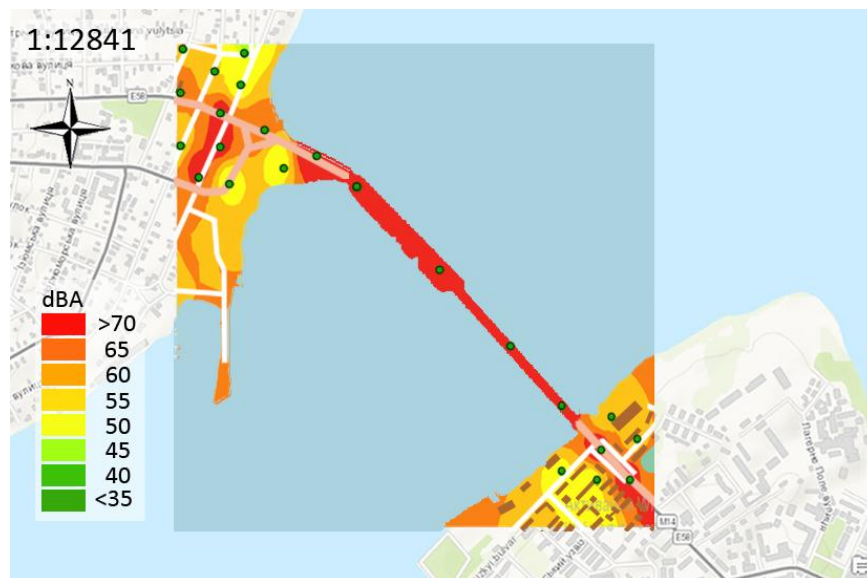


Рисунок 5 – Карта шумового забруднення для зони 2 в денний час

Розшифрування карт шуму досить просте: джерела шуму концентруються уздовж транспортних магістралей (у місцях окремих темних плям все-таки перевищуючи норму);

усередині мікрорайонів, за стіною одно-, дво- (зони 1 та 2) та багатоповерхової забудови (зони 2 та 3) (світлі плями), шум різко знижений.



Рисунок 6 – Карта шумового забруднення для зони 2 в нічний час



Рисунок 7 – Карта шумового забруднення для зони 3 в денний час і лінії

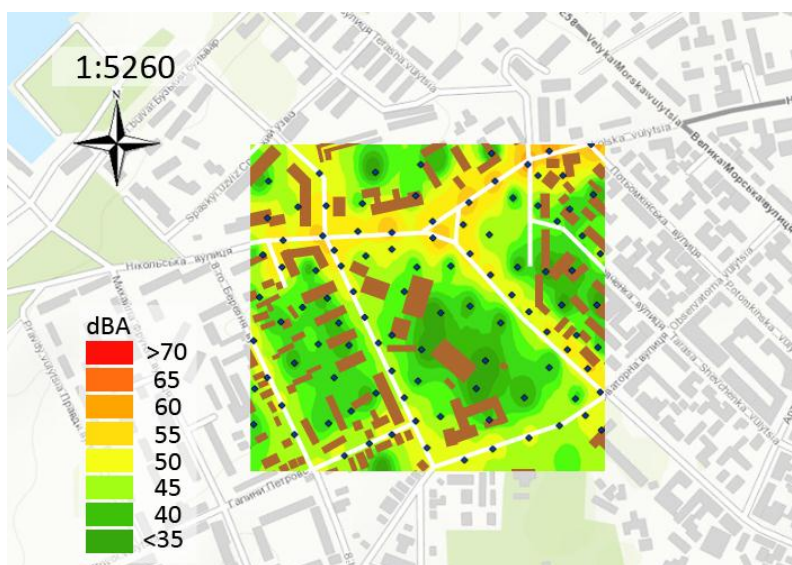


Рисунок 8 – Карта шумового забруднення для зони 3 в нічний час

Отримані результати досліджень наочно показують, що основним джерелом шуму в досліджуваних районах м. Миколаєва є автомобільний транспорт $\approx 70\text{--}78$ дБ вдень і $\approx 60\text{--}70$ дБ вночі. При віддаленні від проїжджої частини до тротуарів або жвавої вулиці рівень шуму спадає приблизно на $5\text{--}15$ дБ (вдень становить $\approx 54\text{--}65$ дБ, а вночі $\approx 48\text{--}56$ дБ); в спальних районах $\approx 40\text{--}50$ дБ вдень і $\approx 32\text{--}45$ дБ вночі. Мінімальний рівень шуму зафіксований в парковій зоні - близько $\approx 34\text{--}44$ дБ вдень і $\approx 28\text{--}36$ дБ. Максимальний рівень шуму зафіксований на мості від звуку проїжджаючих фур ≈ 85 дБ.

Як вже було зазначено, на динаміку зміни рівня шуму впливає активність автомобільних потоків і скупчення людей. Так, наприклад:

- уздовж доріг вдень (рис. 3, 5, 7) рівень шуму значно вищий, ніж у вночі (рис. 4, 6, 8);
- біля громадських установ (школи) рівень шуму вище, ніж на оточуючих територіях;
- біля магазинів рівень шуму практично не змінюється і т.п.

Умовно розділимо поняття акустичного комфорту і дискомфорту. Зони акустичного комфорту – це території з рівнями звуку і рівнями звукового тиску, що не перевищують нормативних значень. Слід зауважити, що практично на будь-якій території присутній так званий фоновий шум: наприклад, спів птахів, шелест листя, шум вітру. Тому зон з рівнями звуку і звукового тиску, рівними нулю децибел, просто не може бути. Однак цей фоновий шум в ряді випадків не перевищує нормативних значень і не представляє ніяких незручностей, а тим більше – шкоди і небезпеки для людини. Зони акустичного дискомфорту – це території з рівнями звуку і рівнями звукового тиску, що перевищують нормативні значення. Перебуваючи в зазначених зонах, людина відчуває психофізіологічний дискомфорт через надлишкові рівні звуку і рівні звукового тиску. При значному перевищенні нормативних значень шумом наноситься шкода організму.

За формальною ознакою, будь-яке перевищення нормативних значень шуму – неприпустиме, і є порушенням діючих санітарних і технічних норм. Це вимагає застосування шумозахисних заходів. На жаль, саме за фактором шуму дискомфортними є дуже великі площі на території сучасного міста, що ми підтвердили, створивши карти шуму трьох різних зон м. Миколаєва, а ніякі шумозахисні заходи на них не проводяться. Це додатково підкреслює актуальність проведеної науково-дослідної роботи.

Слід зауважити, що створення карт шуму дозволяє здійснювати моніторинг акустичного забруднення навколишнього середовища, вивчити закономірності поширення шуму в міській забудові, коригувати проектні рішення.

Висновки. Дослідження показало, що рівні шуму різняться від 38 дБ до 83 дБ, збільшення показників на Південно-Бузькому мості та Одеському шосе (обидві досліджувані ділянки є частинами міжнародної траси М-14 Одеса-Мелітополь-Новоазовськ) виходить головним чином з великої інтенсивності руху транспортних засобів (особливо вдень) та незадовільним станом дорожнього покриття. Також було виявлено шумову «лінію» у районі Спаського спуску, яка розташована вздовж трамвайної лінії.

Використання при розробці власного приладу нових технологій в галузі комунікацій і високою швидкістю обчислень, може дозволити створювати шумові карти в майже реальному масштабі часу. Співвідношенні з географічним місцем розташування (GPS трекер), вимірювання збираються з мобільних станцій і за допомогою програмного забезпечення для шумового моніторингу (датчик звуку) зберігаються (локальне калібрування). Завдяки розробленому способу, підсумкова карта буде відповідати фактичній ситуації та її створення може займати декілька годин, залежно від складності досліджуваної території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткач Н. А. Оценка и прогнозирование влияния автомобильного транспорта на состояние шумового загрязнения селитебных территорий: дис...к.т.н : 01.03.15. Дніпропетровськ, 2015. 183 с.
2. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2016 рік / МОЗ України, ДУ «УІСД МОЗ України». Київ, 2017. 516 с.
3. Prasad D. Noize pollution / Debi Prasad : tripathy B. E. (Min.), M. Tech (Mine Planning) PG. Diploma in Ecology and Environment PG. Dip. Personnel Management and Industrial Relations . New Delhi : A.P.H. Publishing Corporation, 2015. 362 p.
4. Kucas, A., Hoej, J., and Frederiksen, R.. Efficient Noise Mapping using ArcGIS and detailed Noise Propagation Simulation. *ESRI European User Conference*, 2017.
5. Мельник С. В., Мельник С. В., Плотнікова О. К., Ткачова О. М. Основи екології: конспект лекцій для студ. інж. фахів. Одеса : Наука і техніка, 2016. 168 с.
6. Абракітов В. Е. Моделювання процесів розповсюдження шуму у 39 міській забудові із застосуванням комп'ютерних технологій. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доповідей XIX міжнародної науково-практичної конференції, Ч.IV. (MicroCAD-2015, 01-03 червня 2011 р., Харків) Харків, НТУ «ХПІ». С.61. ArcDesktop GIS package. URL: www.esri.com
7. LimA. URL: <http://www.softnoise.com/>
8. SoundPlan. URL: <http://www.soundplan.com/>
9. Проблемы шума в городах и человек. Карта шума : веб-сайт. URL: <http://globalproblems.narod.ru/problemahuma13.html#20>

REFERENCES

1. Tkach N. A. (2015). Ocenka i prognozirovanie vliyaniya avtomobil'nogo transporta na sostoyanie shumovogo zagryazneniya selitebnykh territoriy. *Candidate's thesis*. Dnipropetrovsk.
2. *Shchorichna dopovid pro stan zdorovia naseleennia, sanitarно-epidemichnu sytuatsiiu ta rezultaty diialnosti systemy okhorony zdorovia Ukrainy.*(2016). Kyiv : DU «UISD MOZ Ukrainy».
3. Prasad D. Noize pollution / Debi Prasad : tripathy B. E. (Min.), M. Tech (Mine Planning) PG. (2015). Diploma in Ecology and Environment PG. Dip. Personnel Management and Industrial Relations . New Delhi : A.P.H. Publishing Corporation.
4. Kucas, A., Hoej, J., and Frederiksen, R. (2017). Efficient Noise Mapping using ArcGIS and detailed Noise Propagation Simulation. *ESRI European User Conference*, 2017.
5. Melnyk, S. V., Plotnikova, O. K., Tkachova, O. M. (2016). Osnovy ekolohii : konspekt lektsii dlia stud. inzh. fakhiv. Odesa : Nauka i tekhnika.
6. Abrakitov, V. E. (2011). Modeliuvannia protsesiv rozpovsiudzhennia shumu u 39 miskii zabudovi iz zastosuvanniam kompiuternykh tekhnolohii. *Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia : tezy dopovidei XIX mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Kharkiv : NTU «KhPI». Retrieved from www.esri.com
7. LimA. Retrieved from <http://www.softnoise.com/>
8. SoundPlan. Retrieved from <http://www.soundplan.com/>
9. Problemih shuma v gorodakh i chelovek. Karta shuma. Retrieved from <http://globalproblems.narod.ru/problemahuma13.html#20>

Яремчук А. Н., Пулашкин В. Ю. КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ г. НИКОЛАЕВА СРЕДСТВАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ARCGIS)

В статье представлено исследование, которое было направлено на измерение уровней шума в трех зонах г. Николаева с целью создания карт шума в исследуемой зоне для выявления областей высокой интенсивности шумового загрязнения. В исследовании установлено, что источники шума концентрируются вдоль транспортных магистралей (в местах отдельных темных пятен все-таки

превышая норму) внутри микрорайонов, за стеной одно-, двух- (зоны 1 и 2) и многоэтажной застройки (зоны 2 и 3) (светлые пятна), шум резко снижен. Также исследование показало, что уровни шума отличаются от 38 дБ до 83 дБ, увеличение показателей на Юго-Бугском мосту и Одесском шоссе (обе исследуемые участки являются частями международной трассы М-14 Одесса-Мелитополь-Новоазовск) выходит главным образом с большой интенсивности движения транспортных средств (особенно днем) и неудовлетворительным состоянием дорожного покрытия. Также было обнаружено шумовую «линию» в районе Спасского спуска, которая расположена вдоль трамвайной линии. Сделан вывод, что, хотя измерения не охватывали территорию всего города, но показали, что наблюдается достаточно высокий уровень шума, на который нужно обратить внимание в дальнейших исследованиях и действиях по снижению уровня шума.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, урболандшафты, программный пакет ARCGIS.

Yaremchuk O.M., Pulashkin V. Yu. MAPPING OF NOISE POLLUTION OF THE NIKOLAEV HIGHWAYS BY MEANS OF GIS TECHNOLOGIES (USING THE ARCGIS SOFTWARE PACKAGE)

The article presents a study aimed at measuring noise levels in three zones of Mykolayiv in order to create noise maps in the study area to identify areas of high intensity of noise pollution. The study found that noise sources are concentrated along transport routes (in places of some dark spots still exceeding the norm); In the neighborhoods, one-, two- (zones 1 and 2) and multi-storey buildings (zones 2 and 3) (light spots) on the wall, noise is dramatically reduced. Also, The study found that noise levels vary from 38 dB to 83 dB, and the increase in indicators on the South-Buza Bridge and the Odessa Highway (both study areas are part of the international route M-14 Odessa-Melitopol-Novozovsk) is mainly due to the high traffic intensity (especially in the afternoon) and poor road conditions. A noise line was also found in the area of the Spassky Descent, which is located along the tram line.

The use of new communications technologies and high-speed computing capabilities in your device can allow you to create noise cards in almost real time. Relative to geographical location (GPS tracker), measurements are collected from mobile stations and stored (local calibration) using software for noise monitoring (sound sensor). Thanks to the developed method, the final map will be appropriate to the actual situation and its creation may take several hours, depending on the complexity of the studied area.

Keywords: noise pollution, urban landscapes, ARCGIS software package

© Яремчук О. М., Пулашкін В. Ю.

Статтю прийнято
до редакції 4.09.19