

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-10-86-41>

УДК 528.946

Согор А.Р., Зазуляк П.М., Квока Р.І.
Національний університет «Львівська політехніка»

ВЕБ-КАРТОГРАФУВАННЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ М. ЛЬВІВ ЗА ПОКАЗНИКОМ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Анотація. Сьогодні стан атмосферного повітря у великих містах України та, зокрема, у місті Львів знаходиться на незадовільному рівні. Основними проблемами у цій сфері є прогресуючий характер негативного впливу на екологічний стан довкілля та здоров'я людей. Оскільки на даний час не існує жодного інтерактивного картографічного матеріалу, який може візуалізувати проблему екологічного забруднення, головною метою цієї роботи було створення інтерактивної веб-карти якості життя населення м. Львів за показником забруднення атмосферного повітря. Для досягнення цієї мети нами було зібрано та систематизовано геопросторові статистичні картографічні матеріали щодо екологічного стану атмосферного повітря м. Львів. Визначено необхідне програмне забезпечення для розробки інтерактивної карти забруднення атмосферного повітря та вивчено його можливості. Розроблено алгоритм завантаження геопросторових даних у створюваний веб-ресурс. Підібрано шаблон аплікацій для створення веб-карт забруднення атмосферного повітря м. Львів за показниками I та II кварталу 2020 р., які вимірювалися на 30 перехрестях міста. Таким чином, було розроблено дві інтерактивні веб-карти забруднення атмосферного повітря м. Львів у середовищі «Google My Maps» та «ArcGIS Online».

Ключові слова: веб-картографування, геопросторові дані, екологічне картографування, забруднення атмосферного повітря, інтерактивна карта, ArcGIS Online, Google My Maps, Microsoft Office Excel, Shapefile.

Sohor Andrii, Zazuliak Petro, Kvoka Roksolana
Lviv Polytechnic National University

WEB-MAPPING OF THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION OF LVIV ACCORDING TO THE INDICATOR OF ENVIRONMENTAL POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR

Summary. The condition and composition of atmospheric air are influenced by two main factors: the introduction of pollutants into the atmosphere through various sources and harmful physical effects on it. The latter includes radiation, sound vibrations, noise, and so on. These and other factors disrupt the optimal state of the air, which negatively affects human health, the condition and development of animals and plants. The main sources of pollutants in the air of Lviv are: dust – vehicles, woodworking and building materials industry; sulfur dioxide – industrial enterprises, carbon monoxide – vehicles, thermal power plants; nitrogen dioxide – heat power companies; formaldehyde – motor transport, woodworking industry. Today, emissions from mobile sources are the biggest air pollutants in the city. The chemical composition of emissions from mobile sources of pollution is characterized by the predominance of carbon monoxide (up to 74%), nitrogen compounds and hydrocarbons (12% and 11%, respectively). Today the state of atmospheric air in large cities of Ukraine and, in particular, in the city of Lviv is at an unsatisfactory level. The main problems in this area are the progressive nature of the negative impact on the ecological state of the environment and human health. As there is currently no interactive cartographic material that can visualize the problem of environmental pollution, the main purpose of this work was to create an interactive web map of the quality of life of the population of Lviv in terms of air pollution. To achieve this goal, we collected and systematized geospatial statistical cartographic materials on the ecological state of the air in Lviv. The necessary software for the development of an interactive map of air pollution has been identified and its possibilities have been studied. An algorithm for loading geospatial data into the created web resource has been developed. A template of applications for creating web maps of air pollution in Lviv was selected according to the indicators of the I and II quarters of 2020, which were measured at 30 intersections of the city. Thus, two interactive web maps of air pollution in Lviv were developed in the environment "Google My Maps" and "ArcGIS Online".

Keywords: web-mapping, geospatial data, ecological mapping, atmospheric air pollution, interactive map, ArcGIS Online, Google My Maps, Microsoft Office Excel, Shapefile.

Постановка проблеми. Важливу роль у забезпеченні високої якості життя населення відіграє *природне середовище*. Будучи визначним фактором впливу на параметри якості життя, воно є сукупністю умов проживання і виробничої діяльності людей. Природне середовище є тією частиною навколишнього світу, з якою людина взаємодіє або шляхом пристосування, або шляхом перетворення і використання. При цьому кінцевий результат діяльності людини в результаті застосування технологічних нововведень, з одного боку, та нерационального використання природних ресурсів, з іншого, суттєво впливає на стан природного середовища. Значні обсяги забруднення навколишнього

середовища виступають однією з основних причин погіршення здоров'я населення. Водночас потенціал навколишнього середовища (його спроможність приймати, переробляти і знешкоджувати відходи виробництва й споживання без негативних наслідків для нього самого) зменшується із року в рік із загрозливими темпами, що не може не впливати на якість життя населення усіх країн світу [3].

Прогресуюче забруднення навколишнього природного середовища висуває нові вимоги до системи пріоритетів економічного зростання, змушує суспільства замислитися про майбутнє людської цивілізації та місце у ньому. Загалом під якістю навколишнього природного середовища

ща необхідно розуміти його здатність виконувати у довгостроковій перспективі функції середовища проживання і життєдіяльності людини, а також джерела збереження генофонду і біологічного різноманіття. Передумовою збереження та гармонізації природного середовища є ефективна екологічна політика, без чого неможливе покращення якості життя населення [3].

Атмосферне повітря – один з основних життєво важливих елементів навколишнього природного середовища, який є необхідною фізичною і біологічною умовою існування людини та джерелом життя на Землі. Від його якості залежить здоров'я людини. Атмосферне повітря також має важливе економічне значення. Воно використовується як сировина для хімічної промисловості, енергетичний ресурс, середовище зв'язку і руху літальних апаратів, для скидання відходів виробництва тощо.

Водночас на стан та склад атмосферного повітря впливають два головні фактори: внесення в атмосферу забруднюючих речовин через різноманітні джерела і шкідливий фізичний вплив на нього. До останнього належать випромінювання, звукові коливання, шум тощо. Ці та інші фактори порушують оптимальний стан повітря, що негативно впливає на здоров'я людей, на стан і розвиток тварин і рослин.

Основними джерелами забруднюючих речовин у повітрі міста Львів є: пил – автотранспорт, деревообробна промисловість і промисловість будматеріалів; діоксид сірки – промислові підприємства, оксид вуглецю – автотранспорт, підприємства теплоенергетики; діоксид азоту – підприємства теплоенергетики; формальдегід – автотранспорт, деревообробна промисловість.

На сьогодні викиди від пересувних джерел є найбільшими забруднювачами атмосферного повітря у місті. Хімічний склад викидів від пересувних джерел забруднення характеризується перевагою вмісту оксиду вуглецю (до 74%), сполук азоту та вуглеводнів (відповідно 12% та 11%) [1; 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз сучасних наукових публікацій показав, що проблема екологічного забруднення потребує значної уваги та детального вивчення, оскільки негативна зміна в природі впливає на навколишнє середовище та на умови існування усього людства. Саме інтерактивним картографуванням або веб-картографуванням можна наочно відобразити екологічну якість навколишнього середовища та зробити певні висновки. Створенням екологічних карт Львівщини за даними моніторингу атмосферного повітря займалися науковці Н.П. Ярема, О.В. Серант, М.С. Геба та А.Р. Согор [6]. Проблематикою веб-картографування екологічного забруднення атмосферного повітря Львівщини займалися такі вчені, як Н.П. Ярема, А.М. Бридун, І.П. Лех та А.Р. Согор [5]. Тематику інтерактивного картографування екологічного забруднення поверхневих вод Львівщини вивчали дослідники Ю.І. Голубінка, В.В. Шаповал, М.А. Согор та А.Р. Согор [4]. Питаннями вебкартографування сміттєзвалищ Львівської області займалися Н.П. Ярема, О.В. Серант, О.Д. Кубрак, Т.М. Терех [10]. Проблема картографування забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами на прикладі Львівської області вивчали науковці Н.П. Ярема,

Т.Б. Марко, В.А. Лозинський [7; 8]. Створенням інтерактивної карти сміттєзвалищ Львівської області займалися дослідники Н.П. Ярема, Ю.М. Полухович, О.Д. Кубрак, О.В. Серант [9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. На даний час стан атмосферного повітря у великих містах України та, зокрема, у місті Львів знаходиться на незадовільному рівні. Основними проблемами у цій сфері є прогресуючий характер негативного впливу на екологічний стан довкілля та здоров'я людей.

На жаль, на даний момент не існує жодного інтерактивного картографічного матеріалу, який може візуалізувати проблему екологічного забруднення атмосферного повітря міста Львів.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є створення інтерактивної веб-карти якості життя населення м. Львів за показником екологічного забруднення атмосферного повітря.

Для досягнення цієї мети в роботі поставлені та вирішені такі завдання:

- Збір та систематизація геопросторових статистичних картографічних фондових матеріалів, що стосуються екологічного стану атмосферного повітря м. Львів.

- Визначення програмного забезпечення для розробки інтерактивної карти та вивчення його можливостей.

- Алгоритм створення та завантаження геопросторових даних у відповідний веб-ресурс.

- Підбір та відображення статистичної геопросторової інформації.

- Вибір шаблону з доступних аплікацій в програмному забезпеченні «Google My Maps» та «ArcGIS Online».

- Створення інтерактивної веб-карти забруднення атмосферного повітря м. Львів.

Виклад основного матеріалу. Сумарний викид забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел міста Львів становить 46,7 тис. т (61,42 кг на 1 мешканця, в області – 99,6 кг), при цьому 96% від нього припадає на пересувні джерела забруднення (автомобільний, авіаційний та залізничний транспорт). Серед стаціонарних джерел забруднення міста найвищий відсоток припадає на підприємства теплоенергетичного комплексу міста (близько 40%), що є загальнодержавною тенденцією [1].

Викиди від стаціонарних джерел забруднення на 90% зумовлені діяльністю понад 600 різногалузевих промислових підприємств. Підприємства енергетики є найбільшими стаціонарними джерелами забруднень атмосферного повітря у Львові. Це спеціалізовані комунальні теплопостачальні підприємства: ТЕЦ-1, ТЕЦ-2, а також ЛМКП “Львівтеплоенерго” і ЛКП “Залізничне теплоенерго”, які виробляють понад 90 відсотків всієї теплової енергії у місті. На балансі цих підприємств перебуває 129 котелень, ТЕЦ ЛМКП “Львівтеплоенерго”, ТЦ “Північна” та ТЦ “Південна”, 150 ЦТП і 563,15 км теплових мереж. У розрізі районів міста на балансі означених вище теплокомунальних підприємств найбільша кількість котелень локалізована у Галицькому районі – 63, найменша – у Сихівському районі – 5 (вони обслуговують практично однакову кількість будинків – близько 500, але для останнього характерною є багатопверхова забудова). Паливом для виробництва те-

плогої енергії є природний газ, об'єми використання якого у 2010 році становили 636,7 млн. куб. м (населення – 38%, комунальні потреби – 50%, підприємства – 12%). Використання зрідженого газу і надалі є незначним та становить 566 т/рік [2].

Одним з основних факторів, який впливає на рівень забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами, є якість пального. Пріоритетними питаннями залишаються: зменшення навантаження автотранспорту на центральну частину міста через реалізацію нової транспортної стратегії; контроль за станом хімічного забруднення атмосфери не лише у точках перетину магістральних вулиць, але і у межах селітебних територій, особливо дитячих майданчиків, садочків та шкіл; подальша модернізація теплоенергетичного господарства міста; завершення розробки проекту «Реконструкція автоматизованої системи керування рухом»; бріота ліхеноіндикаційні дослідження стану забруднення атмосферного повітря у місті тощо [1].

Екологічний моніторинг стану та забруднювачів атмосферного повітря у Львівській області у I та II кварталі 2020 р. здійснював Львівський регіональний центр з гідрометеорології. Інформацію про результати досліджень показників стану забруднення атмосферного повітря м. Львів надано КП «Адміністративно-технічне управління» Львівської міської ради.

Оцінка стану атмосферного повітря у місті Львів у I та II кварталі 2020 року здійснювалась шляхом порівняння середніх концентрацій забруднюючих речовин з відповідними середньодобовими гранично допустимими концентраціями (далі – ГДК) та порівняння максимально разових концентрацій пріоритетних забруднюючих речовин з їх відповідними максимально разовими гранично допустимими концентраціями (далі – ГДК м.р.). Пріоритетними забруднюючими речовинами вважались ті речовини, які вносили найбільший внесок в забруднення атмосферного повітря міста і контролювались на більшості стаціонарних постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря [1; 2].

Перелік пріоритетних забруднюючих речовин наведено у таблиці 1 згідно з ГДК та класом небезпеки, де значення класу небезпеки забруднюючої речовини зменшується відповідно до підвищення її небезпечності.

Таблиця 1
Значення ГДК забруднюючих речовин атмосферного повітря

Забруднююча речовина	ГДК середньодобова, (мг/м ³)	Клас небезпеки
Пил (завислі речовини)	0,15	3
Діоксид сірки	0,05	3
Оксид вуглецю	3,0	4
Діоксид азоту	0,04	2
Оксид азоту	0,06	3
Формальдегід	0,003	2

Джерело: [1; 2]

У I та II кварталі 2020 року систематичні спостереження за вмістом шкідливих речовин в атмосферному повітрі міста проводилися лабораторією спостереження за забрудненням атмосферного

повітря (СЗА) Львівського регіонального центру з гідрометеорології на чотирьох стаціонарних постах (ПСЗ) з періодичністю відбору чотири рази на добу шість днів на тиждень. Визначалося 7 забруднюючих домішок, з них основні – пил (завислі речовини), діоксид сірки, оксид вуглецю та діоксид азоту. До специфічних домішок належать: оксид азоту, фтористий водень та формальдегід. Аналіз проб по всіх цих речовинах проводився лабораторією СЗА. Також проводилися визначення рН опадів. Крім цього відбиралися проби на визначення в повітрі вмісту бензапірену та важких металів. Аналіз цих проб проводився централізовано по Україні спеціалізованими лабораторіями: на бензапірен – лабораторією Донецького ЦГМ, на важкі метали – лабораторією ЦГО м. Київ. Стаціонарні пости спостереження у м. Львові розташовані [1; 2]:

1. Пост 0401 – вул. Юнаківка.
2. Пост 0303 – вул. Городоцька, 211.
3. Пост 0704 – вул. Соборна, 11.
4. Пост 0808 – вул. Зелена, 301.

Наприклад, У квітні 2020 року перевищення максимально-разових ГДК не спостерігалось. По середньомісячних концентраціях при порівнянні із середньодобовими ГДК у цьому місяці между ГДК переступає пил, діоксид азоту та формальдегід. Порівняно із квітнем 2019 року спостерігається збільшення середньомісячних концентрацій пилу; зменшення – оксиду вуглецю, діоксиду азоту та оксиду азоту. Концентрація діоксиду сірки, фтористого водню та формальдегіду не змінилася. По максимальних концентраціях відзначаємо зниження вмісту оксиду вуглецю, діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду азоту, фтористому водню та формальдегіду [2].

Порівнявши середньомісячні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Львів у квітні 2020 року із квітнем 2019 року спостерігаємо (рис. 1) таку картину:

Основними джерелами наявності в повітрі міста Львів забруднюючих речовин є:

- пил – автотранспорт, деревообробна промисловість і промисловість будматеріалів;
- діоксид сірки – промислові підприємства;
- оксид вуглецю – автотранспорт, підприємства теплоенергетики;
- діоксид азоту – підприємства теплоенергетики;
- формальдегід – автотранспорт, фанерна промисловість.

Лабораторія КП «Адміністративно-технічне управління» Львівської міської ради проводила заміри щодо якості атмосферного повітря на території м. Львів по таких показниках як вуглецю оксид, азоту оксид, азоту діоксид, ангідрид сірчистий. Протягом I та II кварталу 2020 року проведено 30 контрольних замірів на 30 перехрестях м. Львова. Спостерігається перевищення забруднення ГДК по оксиду вуглецю на 12-ти перехрестях та діоксиду азоту на 10-ти перехрестях [1; 2].

У даній роботі інтерактивна веб-карта була розроблена з використанням програмного середовища «Google My Maps».

Можливості «Google Maps» наступні: відображення місцевості за допомогою супутникових знімків з високим ступенем деталізації; огляд географічних карт, а також планів доріг; перегляд трафіку на дорогах у реальному часі; 3D огляд вулиць, стадіонів, готелів, крамничок

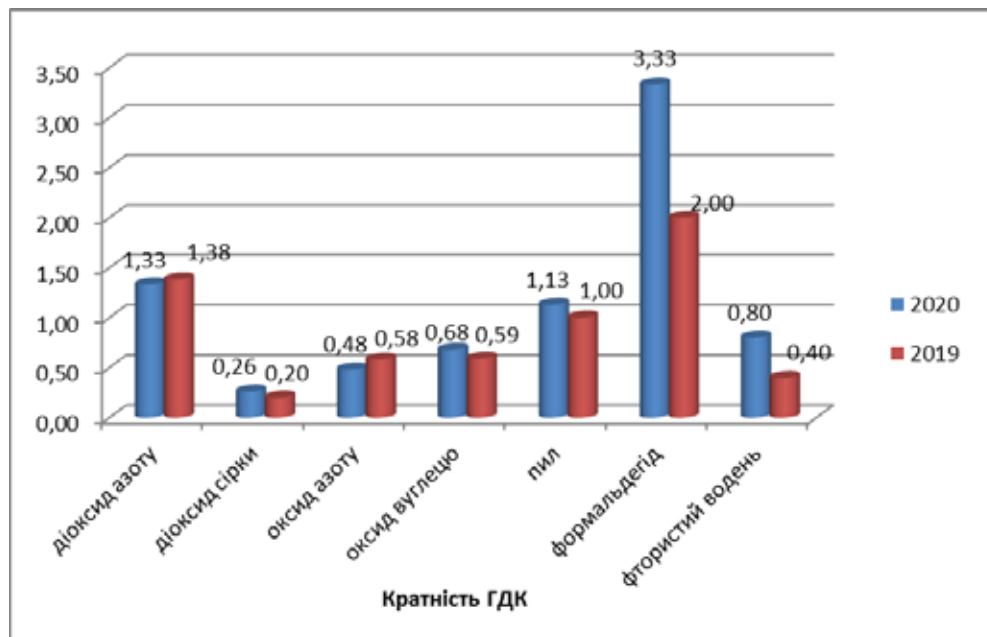


Рис. 1. Середньомісячні концентрації ЗР у квітні 2020 та 2019 роках

Джерело: [2]

і т.д.; пошук компанії, що займається певним видом діяльності; знаходження шляху між двома пунктами і детальні підказки як доїхати в той чи інший пункт призначення; відображення усієї наявної інформації щодо заданої адреси чи пункту (назва, координати, номер телефону і т.д.).

«Google Maps» включає в себе також функції:

– *Google Earth*, який дозволяє перегляд знімків земної поверхні, зміну масштабу і створення маршруту пересування. Його перевагами вважають тривимірне зображення земної поверхні, спостереження під будь-яким кутом, поступовість уточнення зображення по мірі завантаження детальних фотознімків, плавна зміна масштабу.

– *Google Mars* – це відображення інфрачервоних знімків планети Марс, доступ до даних з високою роздільною здатністю, а також можливість перегляду місцевості у форматі 3D і перегляд панорами з різних платформ.

– *Google Earth Voyager* – це можливість «полювати» у певних місцях або у віддалених кутках світу. Компанія запускала прямі трансляції, за допомогою яких користувач міг дивитися на дикі природу по всьому світу у реальному часі.

– *Google Latitude*. За допомогою цієї функції користувач може ділитися своїми місцями з іншими людьми.

– *Indoor Google Maps*. З появою цієї функції кожен отримав можливість здійснювати переміщення в межах певних будівель, таких як музеї, університети, аеропорти, торгові центри та інші громадські приміщення.

– *Google Aerial View*. За допомогою ширококутних зображень аерознімання надається можливість подивитися на місто «з висоти пташиного польоту».

Враховуючи вище сказане, для створення інтерактивної веб-карти ми скористалися досить зручною та популярною платформою «*Google My Maps*». Для того щоб розпочати роботу в обраній

платформі, необхідно зібрати і структурувати дані у середовищі «*Microsoft Office Excel*».

Для нашого випадку було розроблено *Excel*-таблиці замірів якості атмосферного повітря м. Львів, які проводила лабораторія КП «Адміністративно-технічне управління» Львівської міської ради. З цією метою було взято до уваги показники I та II кварталу 2020 р., які вимірювалися на 30 перехрестях міста.

Для візуалізації карти міста Львів було використано карту «*OpenStreetMap*» у платформі «*Google My Maps*» з межами міста та межами районів міста (рис. 2).

Для того, щоб на карту нанести наші дані, спочатку, за допомогою середовища «*Google My Maps*», було створено карту із визначеними координатами кожного перехрестя та значеннями забруднювачів повітря. Для цього ми експортували створену нами таблицю «*Microsoft Office Excel*» у середовище «*Google My Maps*» (рис. 3).

Після дій, виконаних вище, ми об'єднуємо карту з межами міста та карту забруднювачів повітря і отримуємо нашу інтерактивну карту (рис. 4).

Для порівняння ми створили карту у середовищі «*ArcGIS Online*». Для цього ми завантажили дані у «*ArcGIS Online*» та використали матеріали «*Shapefile*» (рис. 5).

Створені веб-карти можна переглянути за цими посиланнями:

1. <https://arcg.is/0K980L>

2. https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1JrI FsX_es-koCcgKjN6nzad1VLUdLnAk&usp=sharing

Висновки і пропозиції. Таким чином, досліджуючи проблему якості життя населення м. Львів за показником екологічного забруднення атмосферного повітря, можна підсумувати наступне:

1. Нами було зібрано та систематизовано геопросторові статистичні картографічні матеріали щодо екологічного стану атмосферного повітря м. Львів.

2. Визначено необхідне програмне забезпечення для розробки інтерактивної карти забруд-



Рис. 2. Карта у середовищі «OpenStreetMap»

Джерело: розроблено авторами

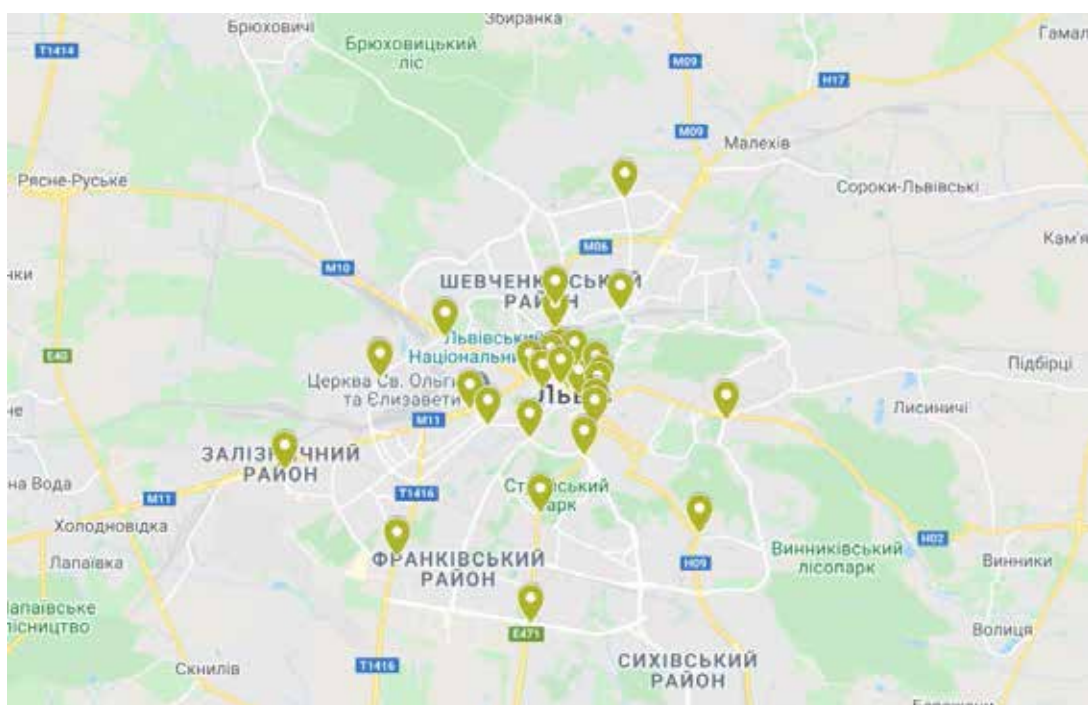


Рис. 3. Карта забруднювачів атмосферного повітря м. Львів

Джерело: розроблено авторами за даними [1; 2]

нення атмосферного повітря та вивчено його можливості.

3. Розроблено алгоритм завантаження геопросторових даних у створений веб-ресурс.

4. Нами підбрано шаблон аплікацій для створення веб-карт забруднення атмосферного

повітря м. Львів за показниками I та II кварталу 2020 р., які вимірювалися на 30 перехрестях міста.

5. Розроблено дві інтерактивні веб-карти забруднення атмосферного повітря м. Львів у середовищі «Google My Maps» та «ArcGIS Online».

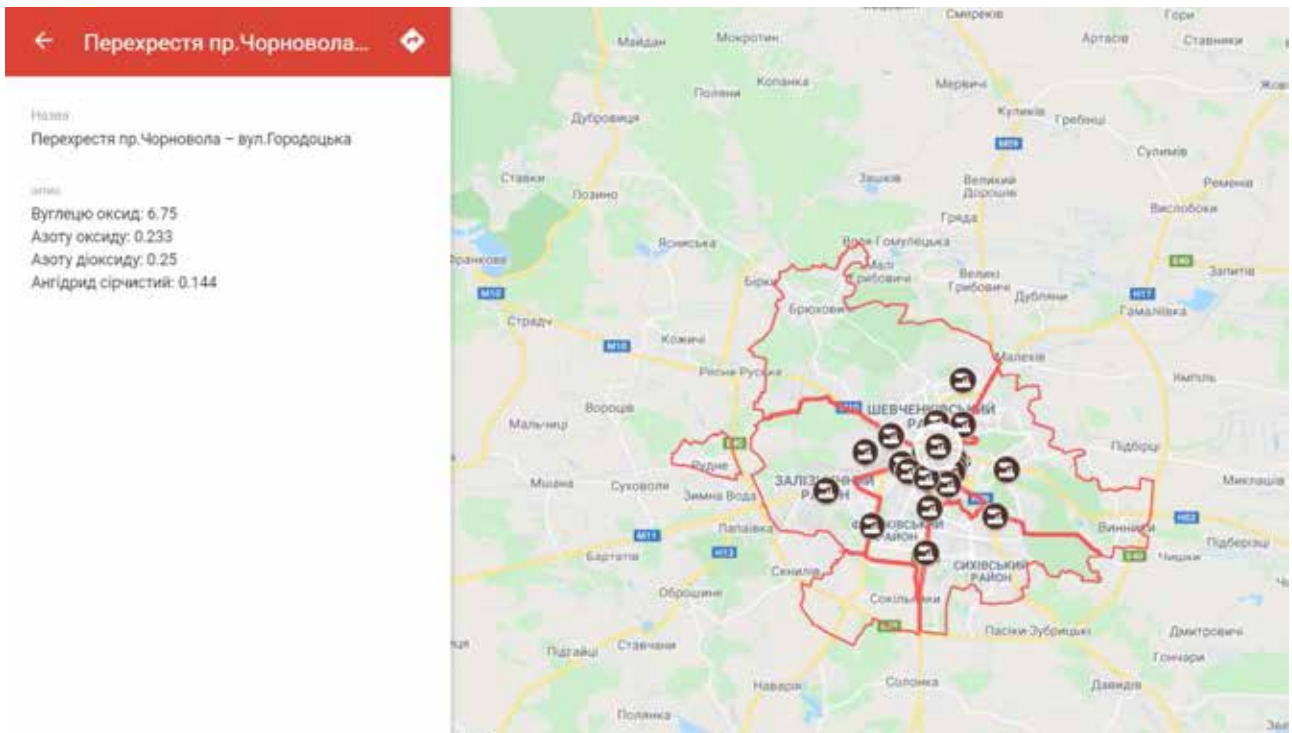


Рис. 4. Карта забруднення атмосферного повітря міста Львів у середовищі «Google My Maps»

Джерело: розроблено авторами

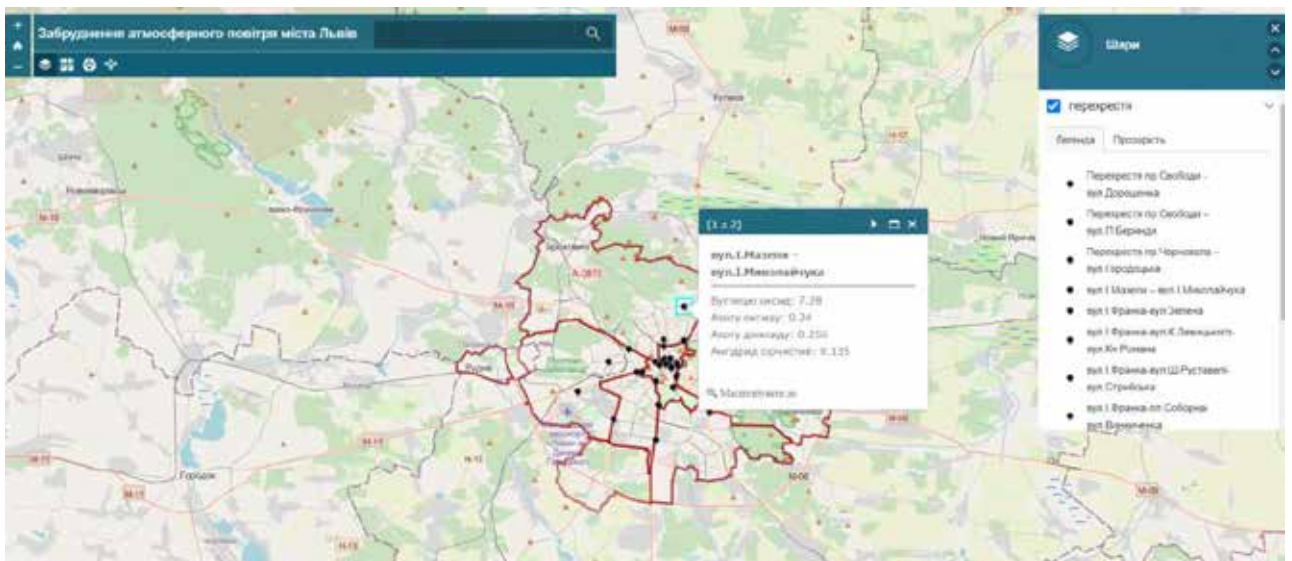


Рис. 5. Карта забруднення атмосферного повітря міста Львів у середовищі «ArcGIS Online»

Джерело: розроблено авторами

Список літератури:

1. Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації / Стан довкілля у Львівській області (за результатами моніторингових досліджень). I квартал 2020 року. Львів, 2020. 25 с.
2. Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації / Стан довкілля у Львівській області (за результатами моніторингових досліджень). II квартал 2020 року. Львів, 2020. 31 с.
3. Лібанова Е.М., Гладун О.М., Лісогор Л.С. та ін. Вимірювання якості життя в Україні / Аналітична доповідь. Київ, 2013. 48 с.
4. Согор А.Р., Голубінка Ю.І., Шаповал В.В., Согор М.А. Інтерактивна карта забруднення поверхневих вод Львівщини. *Молодий вчений*. 2020. № 2(78). С. 193–199.
5. Согор А.Р., Ярема Н.П., Бридун А.М., Лех І.П. Створення інтерактивної карти забруднення атмосферного повітря Львівщини. *Молодий вчений*. 2019. № 2(66). С. 303–306.
6. Согор А.Р., Ярема Н.П., Геба М.С., Серант О.В. Створення екологічних карт Львівщини за даними моніторингу атмосферного повітря. *Молодий вчений*. 2018. № 6(58). С. 23–27.

7. Ярема Н.П., Марко Т.Б. Забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами на прикладі Львівської області. *Екогеофорум 2017. Актуальні проблеми та інновації*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р.). Івано-Франківськ, 2017. С. 369–370.
8. Ярема Н.П., Марко Т.Б., Лозинський В.А. Картографування забруднення навколишнього природного середовища Львівщини твердими побутовими відходами. *GeoTerrace-2016*: матеріали міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених (Львів, 15-17 грудня 2016 р.). Львів, 2016. С. 166–167.
9. Ярема Н.П., Полохович Ю.М., Кубрак О.Д., Серант О.В. Створення інтерактивної карти сміттєзвалищ Львівської області. *Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні*: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції (Ужгород, 4-6 жовтня 2018 р.). Ужгород, 2018. С. 119–123.
10. Ярема Н.П., Серант О.В., Кубрак О.Д., Терех Т.М. Веб-картографування сміттєзвалищ Львівської області. *Молодий вчений*. 2019. № 11(75). С. 167–171.

References:

1. Department of Ecology and Natural Resources of Lviv Regional State Administration (2020). *Stan dovkillia u Lvivskii oblasti (za rezultatamy monitorynhovykh doslidzhen). I kvartal 2020 roku* [State of the environment in Lviv region (according to the results of monitoring studies). I quarter of 2020]. Lviv. (in Ukrainian)
2. Department of Ecology and Natural Resources of Lviv Regional State Administration (2020). *Stan dovkillia u Lvivskii oblasti (za rezultatamy monitorynhovykh doslidzhen). II kvartal 2020 roku* [State of the environment in Lviv region (according to the results of monitoring studies). II quarter of 2020]. Lviv. (in Ukrainian)
3. Libanova, E.M., Hladun, O.M., Lisohor, L.S., etc. (2013). *Vymiriuvannya yakosti zhyttia v Ukraini / Analytychna dopovid* [Measuring the quality of life in Ukraine / Analytical report]. Kyiv. (in Ukrainian)
4. Sohor, A.R., Holubinka, Yu.I., Shapoval, V.V., & Sohor, M.A. (2020). Interaktyvna karta zabrudnennia povkhnovykh vod Lvivshchyny [Interactive map of surface water pollution in Lviv region]. *Molodyi vchenyi*, no. 2(78), pp. 193–199.
5. Sohor, A.R., Yarema, N.P., Brydun, A.M., & Lekh, I.P. (2019). Stvorennia interaktyvnoi karty zabrudnennia atmosferного povitria Lvivshchyny [Creating an interactive map of air pollution in Lviv region]. *Molodyi vchenyi*, no. 2(66), pp. 303–306.
6. Sohor, A.R., Yarema, N.P., Heba, M.S., & Serant, O.V. (2018) Stvorennia ekolohichnykh kart Lvivshchyny za danymy monitorynhu atmosferного povitria [Creation of ecological maps of Lviv region according to atmospheric air monitoring]. *Molodyi vchenyi*, no. 6(58), pp. 23–27.
7. Yarema, N.P., & Marko, T.B. (2017). Zabrudnennia navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha tverdymy pobutovymy vidkhodamy na prykladi Lvivskoi oblasti [Pollution of the natural environment with solid household waste by the example of Lviv region]. Proceedings of the *Ekoheoforum 2017. Aktualni problemy ta innovatsii: Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia (Ukraine, Ivano-Frankivsk, March 22-25, 2017)*, Ivano-Frankivsk, pp. 369–370.
8. Yarema, N.P., Marko, T.B., & Lozynskyi, V.A. (2016). Kartohrafuvannia zabrudnennia navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Lvivshchyny tverdymy pobutovymy vidkhodamy [Mapping of environmental pollution of the Lviv region with solid household waste]. Proceedings of the *GeoTerrace-2016: Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia molodykh vchenykh (Ukraine, Lviv, December 15-17, 2016)*, Lviv, pp. 166–167.
9. Yarema, N.P., Poliukhovych, Yu.M., Kubrak, O.D., & Serant, O.V. (2018). Stvorennia interaktyvnoi karty smittiezvalyshch Lvivskoi oblasti [Creating an interactive map of landfills in Lviv region]. Proceedings of the *Novi tekhnologii v heodezii, zemlevporiadkuvanni, lisovporiadkuvanni ta pryrodokorystuvanni: Materialy IX Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Ukraine, Uzhhorod, October 4-6, 2018)*, Uzhhorod, pp. 119–123.
10. Yarema, N.P., Serant, O.V., Kubrak, O.D., & Terekh, T.M. (2019). Web-kartohrafuvannia smittiezvalyshch Lvivskoi Oblasti [Web-mapping of landfills in Lviv region]. *Molodyi vchenyi*, no. 11(75), pp. 167–171.