

УДК 543.271.3

В. М. ІВАСЕНКО, Т. О. ВИННИЧЕНКО

ОЦІНКА ВПЛИВУ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

В даній роботі представлена методика для визначення просторового впливу автозаправних станцій на їх оточення. Метод заснований на тому факті, що відношення концентрацій ароматичних і ациклічних вуглеводнів в повітрі автозаправних станцій (в основному визначається викидами бензину з резервуарів та паливо заправних пістолетів) відрізняється від знайденого в міському повітрі (в основному визначається вихлопними газами автотранспортних засобів). Ця методика повинна допомогти створити «пояс» навколо заправних станцій, де буде обмежено вплив на населення, школи і лікарні.

Ключові слова: автозаправні станції, викиди, вплив, вуглеводні, навколишнє середовище, концентрації шкідливих речовин, бензол, н-гексан.

В данной работе представлена методика для определения пространственного воздействия автозаправочных станций на их окружение. Метод основан на том факте, что отношение концентраций ароматических и ациклических углеводородов в воздухе автозаправочных станций (в основном определяется выбросами бензина из резервуаров и топливо заправочных пистолетов) отличается от найденного в городском воздухе (в основном определяется выхлопными газами автотранспортных средств). Эта методика должна помочь создать «пояс» вокруг заправочных станций, где будет ограничено влияние на население, школы и больницы.

Ключевые слова: автозаправочные станции, выбросы, влияние, углеводороды, окружающая среда, концентрации вредных веществ, бензол, н-гексан.

In hired methodology is presented for determination of spatial influence of the filling stations on their surroundings. A method is based on circumstance that relation of concentrations of aromatic and acyclic hydrocarbons in mid air the filling stations (mainly determined by the extrass of petrol from reservoirs and fuel of filling pistols) differs from found in municipal air (mainly determined by the exhaust-gass of vehicles). On the basis of it, by a border from the filling station there is the first point influence of petrol in the distance from the station, where correlation becomes equal to the value of background in city. Application of this method, includes the multidrop measuring of concentrations at the investigated filling station and adherent territory, processing of data programmatic facilities. This methodology must help to create a "belt" round the filling stations, where influence will be restrictedly on a population, schools and hospitals.

Keywords: gas stations, emissions, impact, hydrocarbons, environment, concentration of pollutants, benzene, n-hexane.

Вступ. Леткі органічні сполуки (ЛОС) належать до групи хімічних речовин, що характеризуються їх відносно високим тиском пари. Вплив цих сполук може призвести до ряду неприємних наслідків для здоров'я людини, включаючи астму, головний біль, ураження слизової оболонки, а в деяких випадках (наприклад викиди бензолу) підвищує ризик розвитку раку [1].

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. У міських районах основним джерелом ЛОС, як правило є рух транспорту [2]. Також додатковими джерелами ЛОС є автозаправні станції (АЗС) та підприємства малої промисловості, які використовують органічні сполуки як розчинники. Автозаправні станції в якості джерела викидів ЛОС були предметом серйозних досліджень [3–6], особливий інтерес стосувався: розробка і оцінка управліннь по зменшенню викидів, які пов'язані з їх впливом на працівників [7]. Зростання кількості автомобілів призводить до того, що багато АЗС будуються в міських районах, поблизу житлових будинків. Це призводить до постійних суперечок між міськими жителями та владою, що відповідала за управління земельними ресурсами. Очікується що відповідно до розпорядження КМУ від 17 вересня 2014 р. № 847-р [8] з 2018 року в Україні набуде чинності Директива 2008/50/ЄС [9], що визначатиме стандарти якості атмосферного повітря, і єдиною речовиною з ЛОС, що підлягатиме регулюванню буде бензол.

Ціль та задачі дослідження. Метою дослідження є визначення просторового впливу автозаправних станцій на їх оточення.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Проведення багатоточкових вимірювань концентрацій ЛОС на автозаправній станції та навколишньої території,

2. Розробка метод оцінки впливу автозаправних станцій на їх околиці на основі порівняння вимірних концентрацій в місті і на заправній станції.

Експериментальний розділ. Дослідження проводились в Дарницькому районі міста Київ. Місто Київ характеризується середньою кількістю опадів за рік (близько 620 мм), середня температура літніх місяців – близько +19°C, зимових – близько –5°C. Найнижча зафіксована температура –36°C, найвища близько +40°C у тіні.

Предметом дослідження було відносна концентрація ЛОС в повітрі міста на площі приблизно 48 000 м², навколо автозаправної станції «КЛЮ».

Ця АЗС розташована в центральній частині міста, не обладнана системою рекуперації парів палива (повернення ЛОС-насичених об'ємів повітря) з резервуару, що заповнюється в резервуар з якого заповнюють. АЗС складається з чотирьох паливно-роздавальних колонок для бензину та дизельного пального, а також чотирьох підземних резервуарів для зберігання палива, обладнаних дихальними клапанами. З заходу (просп. Юрія Гагаріна) та півночі (бульв. Верховної Ради) автозаправна станція межує з широкою дорогою, таке розташування є зручним для вільного доступу автомобілів. Крім того на півночі через дорогу знаходиться будівля навчального закладу. Зі сходу від станції знаходиться будівля супермаркету та офісні будівлі. З півдня на відстані понад 50 м, знаходяться декілька житлових будинків. Цепояснює, чому була вибрана саме ця АЗС: південна сторона знаходиться біля забудованої частини міста, в той час як північна практично не розвинута (рис. 1).

© В. М. Івасенко, Т. О. Винниченко. 2017

Відбір проб. У зв'язку з тим, що умови руху в місті змінюється протягом усього тижня, кількість транспорту в робочі дні (з понеділка 08:00 год до 22:00 год п'ятниці) відрізняється від кількості у вихідні дні (п'ятниця з 22:00 год до 08:00 год понеділка). З цієї причини дослідження було проведено в двох різних операціях з відбору проб: понеділок-п'ятниця (з 15.08.16 до 19.08.16 і з 29.08.16 до 02.09.16) із загальним часом експозиції в кожній операції 110 годин. Для вимірювання летких органічних сполук в міській місцевості було використано 105 пасивних пробовідбірників (Radiello RAD120 Diffusive Bodie) [10].

Для проведення вимірювання використовувалось, п'ятнадцять пасивних пробовідбірників Radiello,

які були розміщені в районі розташування автозаправної станції. При цьому три з них розміщувались на самій автозаправній станції, поряд з паливороздавальними колонками та дихальними клапанами, інші були розміщені в радіусі 100м. Варто зазначити, що остаточне розміщення визначало наявність місць для кріплення. Розміщення пасивних пробовідбірників навколо заправної станції зображено на рис. 1.

Температура, швидкість і напрямок вітру вимірювалися щогодини, протягом двох кампаній по відбору проб, на найближчому посту спостереження ПСЗ №3 (вул. Попудренка, 50).

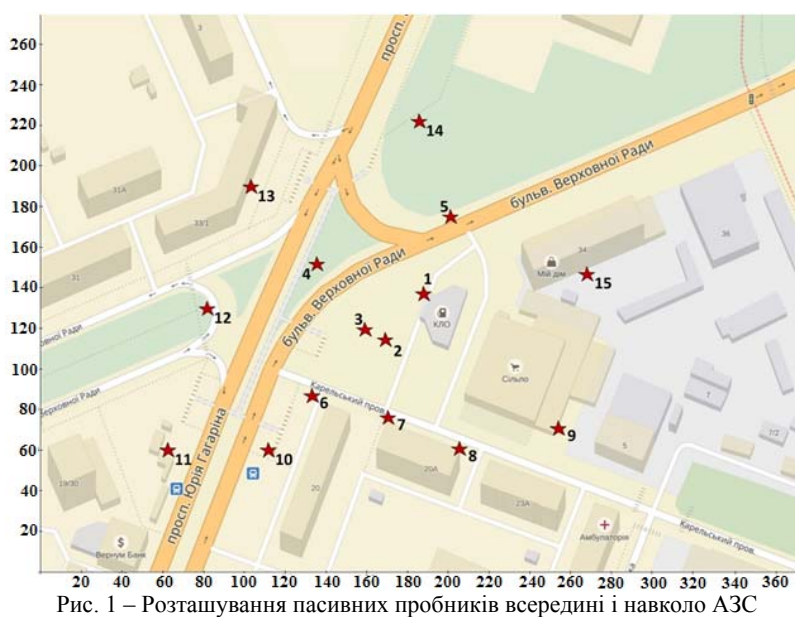


Рис. 1 – Розташування пасивних пробників всередині і навколо АЗС

★ – пробовідбірники.

Аналіз і розрахунки концентрацій. Леткі органічні сполуки: бензол, н-гексан і циклогексан, були вибрані для аналізу протягом двох різних операцій з понеділка по п'ятницю, так як вони є репрезентативними для ароматичних з'єднань, парафінів і ациклічних вуглеводнів, відповідно. Для проведення десорбції вуглеводнів з активованого вугілля пасивного пробовідбірника використовували сірковуглець. Для кількісної оцінки використовувався газовий хроматограф HP 6890 з полум'яно-іонізаційним детектором і каплярною колонкою DB-5 (довжиною 50м, внутрішнім діаметром 0,32 мм, товщина шару фази 1 мкм). Температура в печі була запрограмована від 50°C (0 хв) при 10°C/хв до 80°C (10 хв) і на 10°C/хв до 200°C (10 хв). Форсунка і детектор мали температуру 250 і 350°C відповідно, швидкість потоку газу-носія (N₂) становила 40 мл/хв. Після того, як маса m_i , кожного вуглеводню була відома, розраховувалась концентрація C_i , використовуючи наступне рівняння:

$$C_i = m_s / (SR_i \cdot t), \quad (1)$$

де SR_i - частота відбору проби дифузійного пробовідбірника Radiello для i -го компоненту ($8,0 \cdot 10^{-5}$ м³/хв для бензолу, $6,6 \cdot 10^{-5}$ м³/хв для н-гексан і $5,4 \cdot 10^{-5}$ м³/хв

для циклогексана) отримано згідно з [10]; t – час експозиції.

Обробка даних. По-перше, були виконані лінійні кореляції між різними вимірами вуглеводнів в кожній операції. Ми використовували регресивний аналіз, щоб отримати рівняння регресії і коефіцієнти Пірсона. Було виділено два види типових точок; точки, які були нетиповими для всіх забруднюючих речовин (поведінка, яка спостерігалась тільки в одній операції) були упущені, тому що вони були, ймовірно, викликані аналітичними помилками. А точки, які були нетиповими тільки для одного або деяких з забруднюючих речовин, або які показали нетипову поведінку більше ніж в одній операції не були видалені, так як могли бути викликані іншими джерелами впливу, крім інтенсивності руху автомобілів. Відсоток видалених точок в міській вибірці склав близько 5%, в той час як інші дані, що отримані поблизу автозаправної станції не були виключені. Після цього використовувався статичний аналіз для визначення розподілу концентрацій забруднюючих речовин. Ці концентрації показали логнормальний розподіл, при цьому розподіл концентрацій забруднюючих речовин відповідає нормальному розподілу з довірчою імовірністю 95%.

З порівняння вимірювань в місті і на заправній станції, були визначений метод оцінки впливу автозаправних станцій на їх околиці. Метод був оснований на тому факті, що вплив певних летких органічних сполук відрізняється в загальному атмосферному повітрі міста від повітря автозаправних станцій. Для кожної пари співвідношень концентрацій вуглеводнів, були розраховані наступні параметри: МІСТО (N), визначається як середнє значення в міській зоні N коефіцієнтів (105), отриманих для кожної пари забруднюючих речовин, і АЗС (3), визначається як середнє значення з 3-х коефіцієнтів, отриманих для кожної пари забруднюючих речовин в межах автозаправної станції. Наприклад, МІСТО (N) і АЗС (3) для бензолу і н-гексану, були обчислені з рівняннями (2) і (3), відповідно.

$$(Benz / nHex)_{URB(N)} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} (Benz / nHex)}{N} \quad (2)$$

$$(Benz / nHex)_{PS(3)} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} (Benz / nHex)}{3} \quad (3)$$

При цьому відносна різниця D, між значеннями отриманими для кожного середнього співвідношення забруднюючих речовин, в міській місцевості і на заправній станції, розраховували, взявши більш низьке значення кожної пари, яке збігалось зі значенням в міській місцевості, рівняння (4).

$$D = \frac{[(Benz / nHex)_{PS(3)} - (Benz / nHex)_{URB(N)}]}{(Benz / nHex)_{URB(N)}} \times 100 \quad (4)$$

Наступним кроком було намалювати криві концентрацій двох вуглеводнів з найбільшою відносною різницею в співвідношеннях, що викидається за автозаправної станції за допомогою програмного забезпечення SURFER 12.0. В якості вхідних даних використовувались концентрації пасивних пробовідбірників, розташованих в середині (3 точки) та навколо автозаправної станції (12 точок). Ці графіки дозволяють отримати значення концентрації забруднюючих речовин на різних відстанях від автозаправної станції в кожному напрямку (Пн, Пд, Зх, Сх).

Результати дослідження. Метеорологічні дані.

Середня температура в кожній операції становить 24°C і 20,6°C відповідно. Середнє значення швидкості вітру становить 2,0 м/с, в той час як в другій операції швидкість становило 1,5 м/с. Під час обох операцій, спостерігалась аналогічна швидкість вітру. Напрямок вітру був західний, північно-західний, впродовж 30% і 40% часу першої і другої операції, відповідно. Коли швидкість вітру була <3 м/с ніякого переважаючого напрямку не було показано.

Дані концентрацій в місті. Статистичний аналіз поширення концентрацій, критеріями Колмогорова-Смірнова показав, що просторові концентрації в районі автозаправної станції і міста можуть бути придатні до логарифмічно нормальних розподілів для рівня значень 0,05. Співвідношення концентрацій також перевірили на критерій нормальності з тим же рівнем значення. Середні значення концентрації логарифмів

для н-гексану, бензолу і циклогексану (і їх стандартні відхилення в дужках) були 0,583 (0,178), 0,517 (0,194) і 0,492 (0,191) для першої пробної операції і 0,548 (0,183), 0,494 (0,202) і 0,554 (0,209) для другої відповідно. Дисперсний аналіз показав, що в результатах, які отримані для міської зони із самого початку до другої операції, в 95 % рівнях довіри не було ніяких істотних статистичних відмінностей. Знайдений результат мав дуже хорошу лінійну кореляцією ($R^2 > 0,9$) між різними парами забруднювачів в місті.

Беручи бензол як еталон, отримані коефіцієнти кореляції Пірсона, для н-гексану і циклогексану відносно бензолу, склали 0,946 і 0,954, відповідно, для першої операції, і 0,970 і 0,928, для другої операції (після усунення незвичайних спостережень, близько 5 %).

На рис. 2, суцільними лініями зображено співвідношення між н-гексаном і бензолом в місті для двох операцій. З рис. 2, можна зробити висновок:

1. Концентрації бензолу і н-гексану в Києві (далеко від інших джерел, таких як заправні станції), надходять в основному від транспортних засобів, так як існує чітка лінійна тенденція, показана суцільними лініями на рис. 2. Будь-яка точка, що знаходиться за межами цієї тенденції, є показником іншого джерела забруднення, крім автотранспорту. В нашому випадку, це концентрації, що виміряні всередині автозаправної станції (зображено пунктирними лініями).

2. Розрахунок невизначеності нахилів суцільних ліній (рис. 2) показали, що знайдені в них невеликі відмінності, знаходяться всередині змін нахилів для довірчого інтервалу 95 %. Проте, значні відмінності між операціями полягають в тому, що склад бензину і дизельного палива не є постійним протягом тривалого часу. Погодні умови, щільність руху та забудова місцевості не впливають на співвідношення, але істотно впливають на зміни концентрації обох сполук в повітрі. Тобто чим інтенсивніший транспортний рух, тим вища буде концентрація н-гексану та бензолу, однак співвідношення, як видно на рис. 2 залишиться сталим.

3. Беручи до уваги два попередні пункти, повітря в місті Києві в інших подібних по структурі викидів містах, може бути визначено за допомогою прямих ліній, які пов'язують концентрації органічних сполук, що викидаються автотранспортом. Але за умови, що відсутності інші важливі джерела викидів, крім автотранспорту.

Розрахунок впливу автозаправних станцій.

Концентрації н-гексану та бензолу були виміряні навколо автозаправної станції і занесена в табл. 1. №1-№15 номера дифузійних пробовідбірників. №1-№3 були розташовані всередині АЗС, а решта зовні, як описано в розділі «Відбір проб». Більш високі концентрації в №1-№3, що отримані під час першої операції, можливо були спричинені більш високою температурою навколишнього середовища. Хоча вони також можуть бути більшими через більшу активність на АЗС автомобільних засобів, але на жаль, ми не маємо ніякої інформації відносно кількості проданого бензину і дизельного палива впродовж пробовідбірних операцій.

Як видно з табл. 1, найбільш низькі концентрації знаходяться в напрямку сходу. Для цього є кілька причин. По-перше ніякі значні антропогенні викиди

не присутні в цьому напрямку, тоді як в інших напрямках значний вплив становлять автомобільні дороги. Наявність будівель також ускладнює розсіювання шкідливих речовин, що спричиняє більш високі концентрації між ними і автозаправними станціями. Вітер, що дме з північного-сходу, має більш сильніший вплив на рівень забруднюючих речовин від автозаправної станції в південно-західному напрямку.

Це можна перевірити на рис. 2, звідки видно, що концентрація н-гексану і бензолу, що виміряна на АЗС (точки №1-№3) має іншу поведінку (пунктирна лінія), відмінну від значень концентрацій виміряних у місті (суцільна лінія), на різних відстанях.

На рис. 2, точка №1 відсутня через високу концентрацією, але її було прийнято до уваги в лінійній регресії. Ці високі концентрації були, ймовірно, через близьке розташування пробовідбірника до джерела викиду (резервуари, колонки), разом з, можливо, більш високою кількістю бензину/дизельного пального, що продавалось під час цієї операції при більш високих температурах.

Виходячи з вище згаданого, можна зробити висновки про те, що повітря на АЗС не має такої ж пропорції летких органічних сполук як повітря в місті. Ймовірно є область, що близька до заправної станції, де концентрація летких органічних сполук змінюється під впливом руху автомобілів. Чим далі віддалятися від цієї площі, концентрація ЛОС становиться ближчою до значень знайдених в повітрі міста загалом.

Відповідно методу, що описана в розділі «**Обробка даних**», кращою парою забруднювачів в двох операціях є н-гексан і бензол, оскільки їх співвідношення мало найвищу відносну різницю між АЗС і іншими частинами міста. Відмінності для кожної операції показано в табл. 2.

У обох випадках, найвищі відхилення були отримані, порівнюючи н-гексан (неароматичний вуглеводень) з бензолом (ароматичний) в той час як аромати-

чні-ароматичні порівняння, показали більш низькі відхилення.

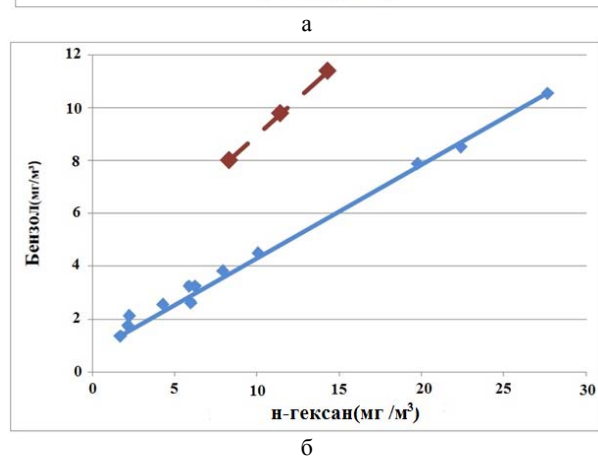
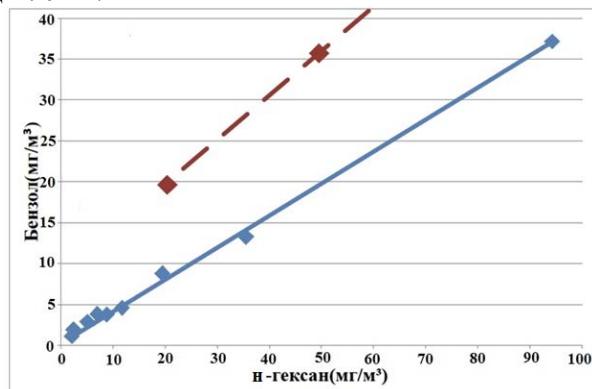


Рис. 2 – Відношення концентрацій н-гексану до бензолу в місті (суцільні лінії) і на АЗС (пунктирні лінії): а – перша операція відбору, б – друга операція відбору

Пробовідбірники №1–3 були розміщені всередині АЗС. Пробовідбірники №4–15 розміщувались в межах максимальної радіальної відстані 100 м. Їх орієнтація по відношенню до автозаправної станції також вказується.

Таблиця 1 – Виміряні концентрації (мг/м³) н-гексану, бензолу і циклогексану навколо заправної станції

Номер пробовідбірника	Орієнтація на місцевості	1-а операція			2-а операція		
		н-гексан	бензол	цикло-гексан	н-гексан	бензол	цикло-гексан
1	Центр	13,5	5,34	13,2	20,7	8,02	15,1
2	Центр	41,6	15,6	34,1	23,5	7,14	16,2
3	Центр	99,1	39,4	100,3	28,4	11,7	25,2
4	Північ	20,4	9,73	24,1	10,3	6,19	7,23
5	Північ	9,13	5,26	9,24	8,52	4,84	4,86
6	Південь	5,36	2,34	3,21	3,03	2,42	3,21
7	Південний захід	3,45	2,76	3,91	3,21	3,08	2,31
8	Південний схід	3,57	2,79	2,35	2,77	1,46	2,03
9	Південний схід	2,13	2,17	2,64	1,41	1,38	1,59
10	Південь	2,17	2,04	4,25	3,12	3,21	3,14
11	Південний схід	7,25	7,15	5,36	7,12	3,12	6,13
12	Захід	7,11	4,45	7,63	5,43	3,85	5,51
13	Північний захід	5,13	5,72	6,31	4,41	4,52	4,15
14	Північ	5,21	5,35	6,19	6,13	5,28	4,14
15	Північний схід	2,15	2,41	5,41	2,55	1,47	2,62

Криві розподілу обраних забруднюючих речовин (н-гексан і бензол) для кожної операції були отримані за допомогою SURFER 12.0, при виборі «multiquadric» інтерполяції (рис. 3 і 4 відповідно), ви-

користовуючи в якості вхідних даних концентраційні з 15 пасивних пробовідбірників, що розміщувались всередині і поблизу заправної станції (рис. 1).

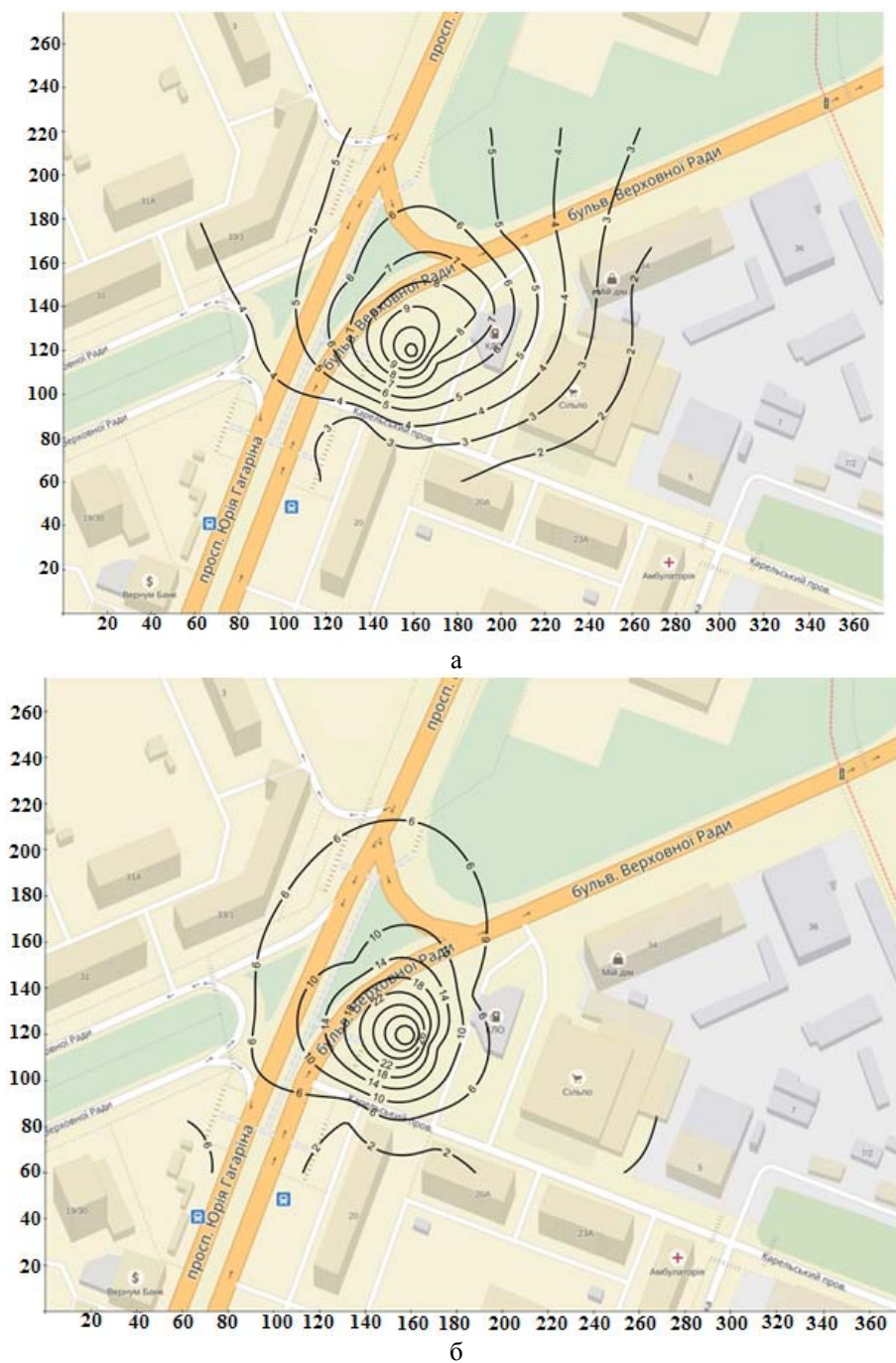


Рис. 3 – Карта кривих розподілу концентрацій $\text{мг}/\text{м}^3$ в першій операції відбору: а – бензолу, і б – н-гексан

За допомогою вузла сітки із згаданого вище програмного забезпечення, були отримані концентрації обраних сполук на різних відстанях від центру автозаправної станції, в кожному географічному напрямку.

Співвідношення між н-гексаном і бензолом та різних відстанях від АЗС для кожної операції представлено на рис. 5. Горизонтальна суцільна лінія являє собою середнє співвідношення н-гексану і бензолу в міському повітрі під час першої операції. 95 % довірчий інтервал цього середнього значення показано пунктирними лініями.

Як показано на рис. 5, чим більше ми віддаляємось від АЗС, відношення концентрацій стає ближчим до значень міського повітря, яке характеризується в основному викидами з транспортних засобів. Виходячи з рис. 5, вплив автозаправної станції в кожного

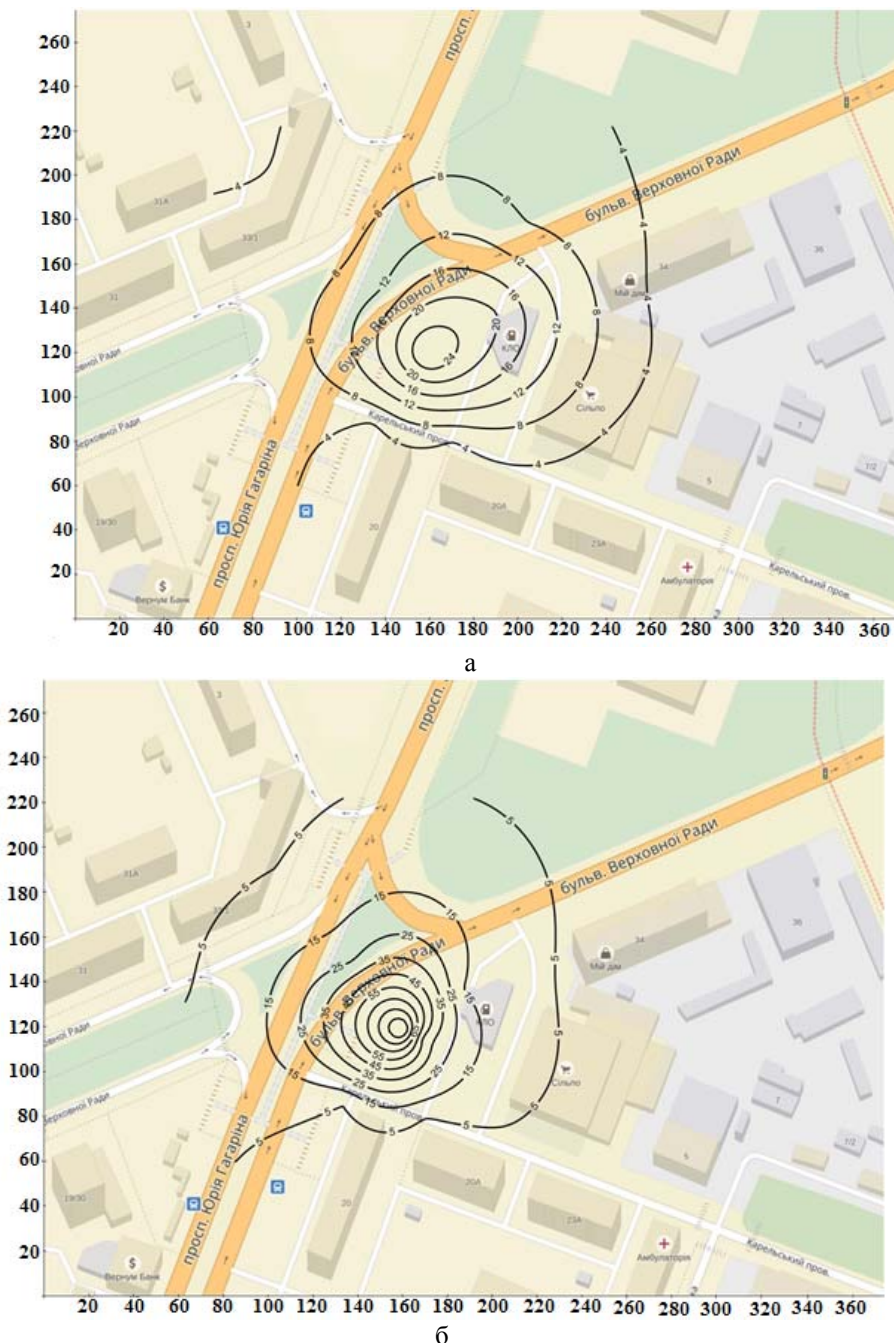
напрямку може бути визначена як точка де відношення н-гексану і бензолу потрапляє в область 95% довірчого інтервалу середнього співвідношення міського повітря. У табл. 3 наведені відстані, отримані в обох операціях.

Порівняння відстаней, отриманих в обох операціях показує більший вплив АЗС в другій операції, ймовірно через більш високу температуру, що була зареєстрована при цьому. Вихлопні гази автомобілів і автотранспортних засобів являє собою основне джерело інтенсивних викидів летких органічних сполук на дорозі.

Висока температура сприяє збільшенню випаровувань від АЗС, проте відстань впливу АЗС в обох операціях були однаковими, і становили нижче або дорівнювала 75 м.

Таблиця 2 – Середні коефіцієнти концентрації в місті МІСТО (N) на АЗС «КЛО», АЗС (3) і відносних різниць D_2 для двох операцій відбору

МІСТО (N)	1-а операція			2-а операція		
	н-гексан/бензол	н-гексан	бензол	н-гексан/бензол	н-гексан	бензол
АЗС (3)	2,63	1,06	2,49	2,59	1,34	1,93
$D_2\%$	139	10,4	118	123	8,94	103

Рис. 4 – Карта кривих розподілу концентрацій mg/m^3 в другій операції відбору: а – бензолу, б – н-гексану

Варто також зазначити, що в обох операціях відбору проб, більшому піддалися впливу температури Пн. та Сх. напрямки, в той час як меншого впливу зазнав Зх. напрямок. Це можна пояснити наступним чином: АЗС знаходиться в межах міського периметра. Дорожній рух розділяє область на дві частини: перший зі значно високим рівнем руху (західна половина), і другий значною мірою незаселений (східна половина).

Чим вище інтенсивність руху транспорту поблизу автозаправної станції, тим вище концентрація забруднюючих речовин і транспорту тому співвідношення будь-яких парів ароматичних і парафінових вуглеводнів будуть перевищувати в районі руху транспорту ніж на АЗС. Крім того наявність будівель в західному напрямку діє як бар'єр від забруднюючих речовин, що надходять з заправної станції і головної дороги.

Це означає, що відстані між будівлями і автозаправною станцією будуть піддаватися максимальному впливу, але якщо відходити далі концентрації будуть ставати ближчими до міського фону. Ці результати підкреслюють той факт, що вплив автозаправних станцій залежить від характеристики околиці, в основному щільність руху транспорту. Проте, спеціальне розташування АЗС, що досліджувалось, довело, що

дія АЗС малих і середніх розмірів буде, приблизно в межах радіуса 100 м.

Проте, було б доцільно застосовувати цю методику, щоб з більшою точністю встановити вплив автозаправних станцій на їх навколишнє середовище для того, щоб здійснювати більш ефективне управління земельними ресурсами.

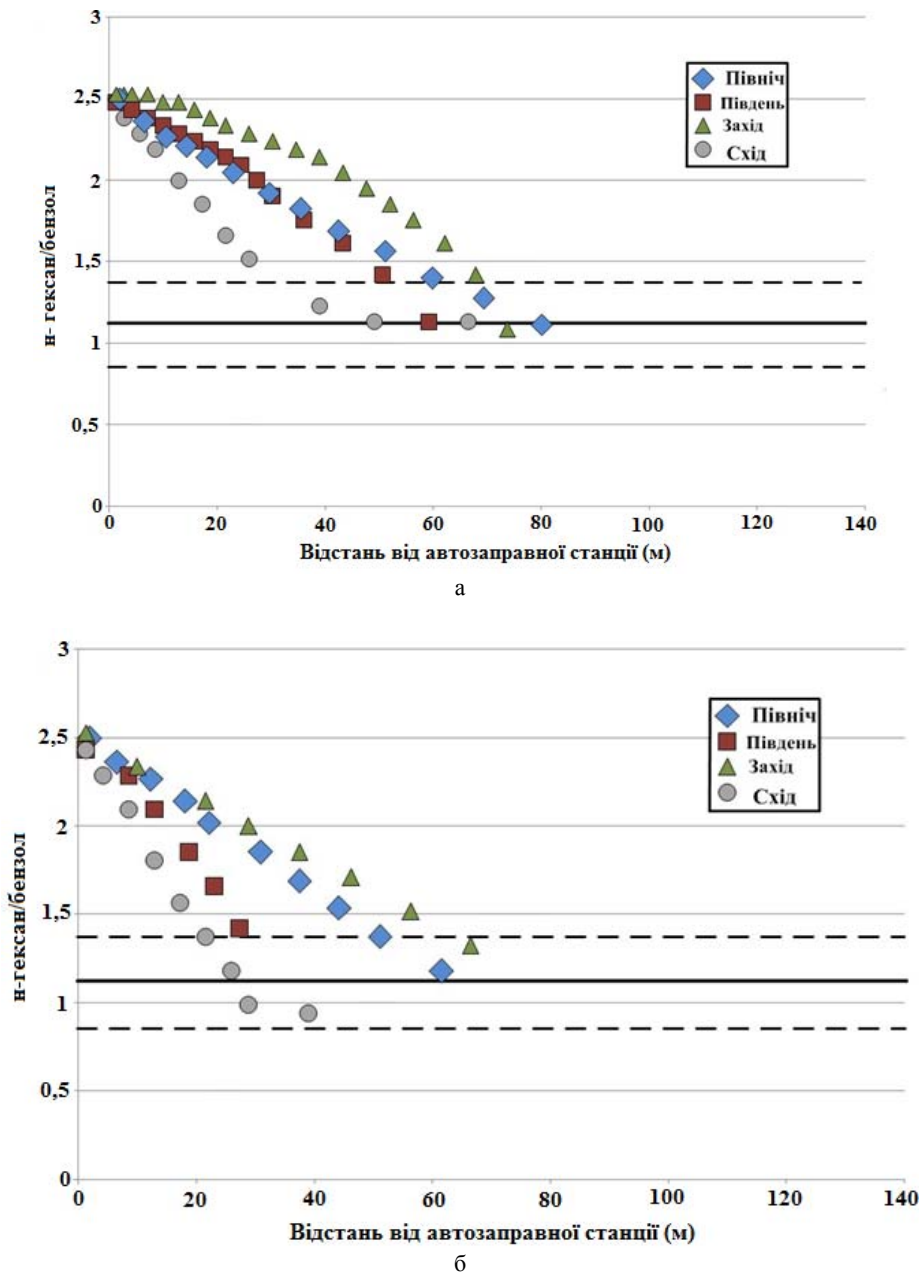


Рис. 5 – Залежність відношення н-гексан і бензолу на різних відстанях від автозаправної станції: а – перша операція відбору, б – друга операція відбору

Таблиця 3 – Максимальні відстані просторового впливу АЗС «КЛЮ» за дві операції відбору

Напрямок	1-а операція	2-а операція
Північ	80	65
Південь	59	25
Схід	65	40
Захід	39	25
Середній	60	38

Хочеться зауважити, що потрібно прагнути уникати впливу будь-якого основного типу джерела забруднення на населення. Як було показано вище, в напрямку Зх., вплив АЗС було нижчим, тому що інше джерело забруднення мало більший шкідливий вплив на населення ніж АЗС. Зменшення концентрацій шкідливих хімічних речовин, незалежно від їх джерел, є необхідною умовою для ефективної охорони здоров'я.

Висновки. В даній роботі представлена методика для визначення просторового впливу автозаправних станцій на їх оточення, заснований на тому, що співвідношення концентрації н-гексану і бензолу в повітрі АЗС (в основному визначається викидами бензину з резервуарів та паливо заправних пістолетів) відрізняється від знайденого в міському повітрі (в основному визначається автотранспортних вихлопних газів автомобілів).

В обох операціях, було відмічено зниження впливу АЗС в напрямках де спостерігався високий рівень руху автотранспорту (Зх і Пн), в той час як напрямком Сх, без доріг, показав більш високий вплив. Це можна пояснити наступним чином: коли АЗС знаходиться в оточенні доріг з інтенсивним рухом, викиди від автозаправної станції не так важливі, як викиди, що надходять від транспортних засобів. Якщо викиди заправних станцій змішуються з відносно чистим повітрям, співвідношення концентрацій н-гексану і бензолу від цих станцій змінюється повільніше. Виходячи з цих результатів, можна зробити висновок, що автозаправні станції впливають на рівень забруднюючих речовин, але їх вплив не перевищує відстані більше, ніж 75 м.

Імовірно, малі і середні АЗС матимуть аналогічне вплив на їх оточення, як і АЗС, що розглянута в даній роботі. Проте, рекомендується, щоб ця методика застосовується для визначення їх впливу з більшою точністю. Ця методика допоможе створити «пояс» навколо заправних станцій, де буде обмежено вплив на населення, школи і лікарні. Нарешті, ми повинні пам'ятати, що мінімізація концентрації забруднюючих речовин, незалежно від їх джерел, є необхідною умовою для ефективної охорони здоров'я. Для цієї мети, повинні бути застосовані або розроблені аналогічні або інші методики для оцінки просторових меж впливу джерел забруднення.

Список літератури:

1. Франчук, Г. М. Аналіз даних про токсичність паливно-мастильних матеріалів для людини [Текст] / Г. М. Франчук, М. М. Николая // Вісник Національного Авіаційного Університету. – 2007. – Т. 33, № 3-4. – С. 117–120.
2. Протокол об ограничении выбросов летучих органических соединений или их трансграничных потоков к конвенции 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/airpoll.pdf
3. Івасенко, В. М. Розрахункова модель випаровувань автозаправних станцій [Текст] / В. М. Івасенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – 2014. – № 40 (1083). – С. 59–66.

4. Івасенко, В. М. Особливості інвентаризації і виміру викидів АЗС [Текст]: XI Міжн. наук.-тех. конф. / В. М. Івасенко, В. П. Приміський // Приладобудування: стан і перспективи. – Київ, 2012. – С. 142–143.
5. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2014 р. № 847-р «Про імплементацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/847-2014-%D1%80>
6. Директива 2008/50/ЕС Європейського Парламенту і Ради від 21.05.2008 р. про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/994_950
7. Красногорская, Н. Н. Оценка экологической опасности «больших дыханий» резервуаров автозаправочных станций крупного города [Текст] / Н. Н. Красногорская и др. // Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 6. – С. 34–38.
8. Соколова, Е. В. К оценке экологической опасности выбросов автозаправочных станций (АЗС) для воздушного бассейна городских комплексов [Текст] / Е. В. Соколова // Вестник северо-кавказского федерального университета. – 2012. – № 1 (30). – С. 64–68.
9. Соколова, Е. В. Оценка факторов воздействия выбросов АЗС на воздушную среду их рабочей зоны и прилегающей территории [Текст] / Е. В. Соколова и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2011. – № 25 (44). – С. 392–397.
10. Radiello RAD120 Diffusive Bodie [Electronic resource]. – Available at: <http://www.radiello.com>

Bibliography (transliterated):

1. Franchuk, H. M. Nykoliak M. M. (2007). Analiz danykh pro toksychnist palyvno-mastylnykh materialiv dlia liudyny. Visnyk Natsionalnoho Aviatsiinoho Universytetu 33 (3-4), 117–120.
2. Protokol ob ogranichenii vybrosov letuchykh organicheskikh soedinenij ili ih transgranichnih potokov k konvencii 1979 goda o transgranichnom zagrjaznenii vozduha na bol'shie rasstojanija. Available at: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/airpoll.pdf
3. Ivashenko, V. M. (2014). Rozrakhunkova model vyparovuvan avtozapravnykh stantsii. Visnyk NTU «KHP». Seriya: Mekhaniko-tehnolohichni systemy ta komplekxy, 40 (1083), 59–66.
4. Ivashenko, V. M., Prymskyi, V. P. (2012). Osoblyvosti inventaryzatsii i vymiru vykydiv AZS. Pryladobuduvannia: stan i perspektyvy, Kyiv, 142–143.
5. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 17 veresnia 2014 r. № 847-r «Pro implementatsiiu Uhody pro asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu, z odniiei storony, ta Yevropeiskym Soiuzom, Yevropeiskym Spivtovarystvom z atomnoi enerhii i yikhnyimi derzhavamy-chlenamy, z inshoi storony». Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/847-2014-%D1%80>
6. Dyrektyva 2008/50/EC Yevropeiskoho Parla-mentu i Rady vid 21.05.2008 r. pro yakist atmosferneho povi-tria ta chystishe povitria dlia Yevropy. Available at: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/994_950
7. Krasnogorskaja, N. N. et al. (2009). Ocenka jekologicheskoy opasnosti «bol'shikh dyhaniy» rezervuarov avtozapravochnykh stancij krupnogo goroda. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti, 6, 34–38.
8. Sokolova, E. V. (2012). K ocenke jekologicheskoy opasnosti vybrosov avtozapravochnykh stancij (AZS) dlja vozdushnogo bassejna gorodskih kompleksov. Vestnik severo-kavkazskogo federal'nogo universiteta, 1 (30), 64–68.
9. Sokolova, E. V. (2011). Ocenka faktorov vozdejstvija vybrosov AZS na vozdushnuju sredu ih rabochej zony i priliegajushhej territorii. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturm- stroitel'nogo universiteta. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura, 25 (44), 392–397.
10. Radiello RAD120 Diffusive Bodie. Available at: <http://www.radiello.com>

Надійшла (received) 11.04.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Оцінка впливу автозаправних станцій на навколишнє середовище/ В. М. Івасенко, Т. О. Винниченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 16(1238). – С. 123–131. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Оценка влияния автозаправочных станций на окружающую среду/ В. М. Ивасенко, Т. О. Винниченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 16(1238). – С.123–131. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Evaluation of petrol stations on the environment/ V. Ivaskenko , T. Vynnychenko //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 16 (1238).– P. 123–131. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-5459

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Івасенко Віталій Михайлович – кандидат технічних наук, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», асистент кафедри "Наукових аналітичних та екологічних приладів та систем"; пр. Перемоги 37, м. Київ, Україна, 03056; e-mail: ivaskenko-vitaliy@ukr.net.

Винниченко Тетяна Олександрівна – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кафедра "Наукових аналітичних та екологічних приладів та систем", пр. Перемоги 37, м. Київ, Україна, 03056; e-mail: tania.vinnichenko26@gmail.com.

Івасенко Віталій Михайлович – кандидат технических наук, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», ассистент кафедры "Научных аналитических и экологических приборов и систем"; пр. Победы 37, г. Киев, Украина, 03056; e-mail: ivaskenko-vitaliy@ukr.net.

Винниченко Татьяна Александровна – Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского», кафедра "Научных аналитических и экологических приборов и систем", пр. Победы 37, г. Киев, Украина, 03056, e-mail: tania.vinnichenko26@gmail.com.

Ivaskenko Vitaliy – PhD, Assistant, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Department of Environmental Analytical Instruments and Systems, ave. Peremogy, 37, Kyiv, Ukraine, 03056; e-mail: ivaskenko-vitaliy@ukr.net.

Vynnychenko Tetiana – National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Department of Environmental Analytical Instruments and Systems; ave. Peremogy, 37, Kyiv, Ukraine, 03056; e-mail: tania.vinnichenko26@gmail.com.

УДК 631.371

И. И. БОРОДАЙ

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛОДАХ ФРУКТОВ

Рассмотрена возможность замедления процессов дыхания растительных клеток с помощью высокочастотного электромагнитного излучения. Для замедления процессов дыхания и увеличения сроков хранения плодовоовощной продукции был рассмотрен процесс переноса ионов и протонов через мембрану клетки. Полученное выражение для плотности тока через мембрану клетки позволило определить частоту электромагнитного излучения и наведенный потенциал на мембране, которые приводят к блокировке дыхания плодов в процессе их длительного хранения.

Ключевые слова: мембрана, движение ионов, электромагнитное поле, блокировка дыхания плодов.

Розглянуто можливість уповільнення процесів дихання рослинних клітин за допомогою високочастотного електромагнітного випромінювання. Для уповільнення процесів дихання і збільшення термінів зберігання плодовоовочевої продукції було розглянуто процес перенесення іонів і протонів через мембрану клітини. Отриманий вираз для щільності струму через мембрану клітини дозволив визначити частоту електромагнітного випромінювання і наведений потенціал на мембрані, які призводять до блокування дихання плодів в процесі їх тривалого зберігання.

Ключові слова: мембрана, рух іонів, електромагнітне поле, блокування дихання плодів.

Subject of this article is the possibility of slowing the respiration of plant cells by high-frequency electromagnetic radiation. To achieve that, studies were focused on the ions and protons transfer through the cell membrane. The obtained equation for the current density through the cell membrane has made it possible to calculate the frequency of electromagnetic radiation and the induced potential on the membrane, which lead to the blocking of the respiration of the fruits during their long-term storage.

Keywords: membrane, movement of ions, electromagnetic field, blocking of respiration of fruits.

© И. И. Бородай. 2017