

ISSN 2523-496X (Online),  
ISSN 2308-6645 (Print)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# ВІСНИК

*НАЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО УНІВЕРСИТЕТУ*

Серія: «Технічні науки»

*Науково-технічний збірник*

# №3(42) 2018

*Заснований у 1997 році*

Київ - 2018

УДК 62-73:665.71(045)

UDC62-73:665.71(045)

## ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА УМОВ ЗБЕРЕЖЕННЯ МОТОРНИХ ПАЛИВ

Трофімов І.Л., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, troffi@ukr.net orcid.org/0000-0001-5539-1166

## SUBSCRIPTION OF ATMOSPHERIC AIR UNDER CONDITIONS OF CURRENT MULTIPLE POPULATION

Trofimov Igor, PhD, National aviation university, Kiev, Ukraine, troffi@ukr.net, orcid.org/0000-0001-5539-1166

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

Трофимов И.Л., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина, troffi@ukr.net, orcid.org/0000-0001-5539-1166

### Вступ

На сьогоднішній день дуже гостро постає питання екологічного й повного використання енергоносіїв – нафти, газу, вугілля. З усіх аспектів загальної екологічної проблеми найбільшу увагу в багатьох країнах світу привернуто до проблеми забруднення атмосфери шкідливими речовинами, що утворюються в результаті використання продуктів переробки нафти, перш за усе автомобільних бензинів та дизельних палив.

Експлуатація паливозапарних комплексів неодмінно призводить до забруднення навколишнього середовища нафтою й нафтопродуктами, що є одним з найбільш масштабних і небезпечних видів впливу людини на навколишнє середовище. Промисловість, транспорт, оборонний комплекс – практично всі ланки економічної інфраструктури зіштовхуються із проблемою забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами в процесі виробництва і в аварійних ситуаціях.

Прийнятий повсюдно підхід до ліквідації забруднень нафтопродуктами, по суті, є лише передислокацією проблем з одного місця на інше. Оскільки застосовувані сьогодні засоби хоч і дозволяють ліквідувати забруднення, але вимагають утилізації або поховання відходів, забруднених нафтопродуктами, створюючи в такий спосіб екологічні проблеми на іншій території, не вирішуючи їх у корені.

Сучасні масштаби розвитку економіки і, пов'язаний із цим ріст забруднення навколишнього середовища, ставлять під загрозу екологічну рівновагу і здоров'я націй. Це вимагає пошуку нових засобів боротьби із забрудненням навколишнього середовища, що дозволяють повністю ліквідувати забруднення, без необхідності вивозу, переробки, знешкодження або поховання відходів, а також відновлюють і стимулюють процеси самовідновлення природних екосистем.

Особливістю забруднення атмосферного повітря паливно-мастильними матеріалами (ПММ) є їх різноманітний компонентний склад. Асортимент продуктів, що їх зберігають і переміщують в межах складів паливно-мастильних матеріалів, визначає склад хімічних компонентів, які надходять у довкілля. Якість та хімічний склад палив визначають ступінь важкості наслідків забруднення ними.

### Літературний огляд

Як відомо, якість атмосферного повітря є одним з визначальних факторів для життєдіяльності усіх живих організмів. Нині автотранспорт, промисловість, енергетика є основними забруднювачами атмосферного повітря, але й не останнє місце у викидах займає нафтопереробка промисловість та експлуатація підприємств паливо забезпечення, що призводить до парникового ефекту в атмосфері [1, 2]. Згідно з Конвенцією ООН про трансграничне забруднення повітря на далекі відстані, питання забруднення повітря на сьогодні мають глобальний характер [3, 4]. Важливою проблемою є дотримання екологічних вимог при експлуатації підприємств, споруд та при інших видах діяльності. Ці вимоги можна реалізувати на підставі впровадження та більш ефективного використання природоохоронних заходів, серед котрих чільне місце посідають заходи щодо попередження

забруднення атмосфери, оскільки будь-яке порушення чистоти атмосферного повітря обов'язково впливає на стан води та землі.

Промислові викиди в атмосферу несприятливо впливають перш за все на людину та на навколишнє природне середовище, а найбільш важкі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. Саме тут виникають найбільш високі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, котрі перевищують гранично допустимі концентрації в два - п'ять, а нерідко і в більше разів, і саме на цих територіях акумулюється їхня основна маса ґрунтом та поверхнею водоймищ. У зв'язку з цим особливо гострою є проблема запобігання забруднення атмосфери міст, де зосереджена більша частина населення та промисловості.

Джерелами антропогенного забруднення атмосфери домішками служать теплоенергетика, промисловість, нафто- і газопереробка, транспорт, випробування термоядерної зброї. Таких забруднюючих атмосферу домішок налічується десятки і тисячі. Проте багатотоннажних речовин порівняно не багато.

Як відомо, основними забрудниками від нафти та нафтопродуктів є сірчані сполуки, окисли вуглецю, сірки, азоту, сажа, ртуть, фтористі та інші шкідливі сполуки. Значним забруднювачем довкілля є транспортна галузь, зокрема її рухомі засоби (автомобілі, тепловози, морські та річкові судна), що використовують як паливо різні види нафтопродуктів [5].

За узагальненими даними баланс викидів транспортними засобами є наступним: 70% – автомобільний транспорт, 9,4% – сільськогосподарська техніка, 7,3% – повітряний транспорт, 4,1% – морський та 9,2% – залізничний. В зв'язку з цим зниження шкідливого впливу транспорту на НС перетворилося в міжнародну проблему [6].

Під час транспортування нафти трубопроводами середня дальність перекачування нафти складає біля 1500 км. Нафта транспортується по трубопроводах діаметром 300-1200мм, схильних до корозії, відкладення смол і парафінів усередині труб, щосприяє їх пошкодженню.

Значними джерелами забруднення НС є нафта та продукти її переробки. Нафтопродукти, різні за своїм складом, у випадку потрапляння до повітря та ґрунту, забруднюють атмосферу, поверхневі та ґрунтові води, погіршують їх санітарно-гігієнічний стан [7].

Втрати бензину під час зберігання його в резервуарах, наливання до залізничних цистерн та бензовозів, заправлення автомобілів на АЗС перевищують 100 тисяч тонн на рік [8].

Залповий викид легких вуглеводнів під час зливання бензину становить 0,3–0,6% від маси нафтопродуктів, що зливають, під час зберігання (малого дихання), випаровування становлять 0,1–0,4% від загального об'єму зберігання; середній вміст парів бензину в пароповітряній суміші становить 1–2 кг/м<sup>3</sup> [8].

Швидкість випаровування бензинів впливає на об'єми надходження та інтенсивність поширення речовин в атмосферному повітрі. Детонаційна стійкість характеризує здатність бензинів протистояти самозайманню у процесі стиснення. Найбільшою детонаційною стійкістю володіють ароматичні вуглеводні. Високий вміст саме ароматичних сполук у бензині є показником його якості, тоді як токсичність бензину при цьому збільшується – ароматичні сполуки більш небезпечні за парафіни.

Дослідження показують, що мінімум 3–8 % палива, яке використовує будь-який транспорт, зокрема, авіація, втрачається під час зберігання та в системах заправки [9]. Навіть якщо бензини – це здебільшого нестійкі речовини і до 75 % витоків випаровуються, забруднюючи повітря, залишкове забруднення ґрунту і підземних вод складається з важких фракцій, які становлять підвищену небезпеку порівняно з вихідним продуктом і потрапляють в організм людей, які можуть проживати на віддалі від небезпечних об'єктів.

Мережа АЗС також робить свій внесок у формування фонових забруднень, у збільшення вмісту домішок на значній відстані від джерел забруднення й до глобальних змін у складі атмосфери, що може привести до багатьох небажаних наслідків, в тому числі до зміни клімату.

Автозаправні станції є стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря за рахунок випаровування бензину й дизельного палива з резервуарів для їх зберігання. Вміст цих речовин у атмосферному повітрі не контролюється на постах спостереження. Але існує розвинена мережа станцій, до яких кожного року приєднуються нові [10].

Джерелами забруднення навколишнього середовища на АЗС є випаровування нафтопродуктів («великі і малі дихання»), викиди відпрацьованих газів автотранспорту та розливи нафтопродуктів, що окрім забруднення атмосфери, ґрунту та стічних вод, може призвести до пожеж та вибухів.

У будь-якій місткості, що заповнена автомобільним бензином, над поверхнею нафтопродукту

утворюється пароповітряна суміш (ППС), що містить певну кількість парів бензину. Виконання усіх технологічних операцій з бензином супроводжується постійними втратами від випаровування, що призводить до кількісно-якісних втрат палив. Втрати вуглеводнів при «великому диханні» ППС в газовому просторі (ГП) резервуара при змішуванні до нього рідких нафтопродуктів. Коли тиск у ГП досягне деякого граничного значення, відбувається викид частини ППС в атмосферу через спеціальний «дихальний» клапан.

Втрати від «великого дихання» визначаються низкою факторів: об'ємом, температурою і газонасиченості нафтопродукту, що закачується в резервуар, концентрацією парів нафтопродукту в ППС, тиском у ГП. Вміст парів в ГП підвищується в процесі заповнення резервуара, однак основна маса парів вуглеводнів накопичується в ГП в період зберігання нафтопродукту в резервуарі. Середньорічні втрати від «великого дихання» складають близько 0,14% від обсягу збереженого нафтопродукту.

Втрати від «малого дихання» з  $1\text{ м}^3$  газового простору резервуарів, які зв'язані з атмосферою через дихальні клапани, при зміні температури парів на  $10^\circ\text{C}$  рівні 6-10 г, а при зміні атмосферного тиску на 1 мм рт.ст. – 2-4 г. Швидкість насичення парами газового простору пропорційна площі поверхні випаровування. Підраховано, що з  $1\text{ м}^2$  поверхні випаровування наземного резервуара випаровується і втрачається понад 4 кг нафтопродукту на місяць. Річні втрати пального для резервуару місткістю 400 м<sup>3</sup> можуть скласти 1,28% від маси зберігається продукту.

Найбільша маса дренажних в атмосферу парів бензину припадає на процес зливу бензину в ємкості нафтобаз і АЗС і заправлення автомобілів [11].

За характером впливу джерела забруднення навколишнього середовища поділяються на постійно діючі, періодичні і випадкові. До першої групи джерел забруднення відносяться великі й малі «дихання» резервуарів; викиди пароповітряної суміші з баків автомобілів при заправці; вихлопні гази автомобільних двигунів на території АЗС; викиди при заправці та зливі нафти і нафтопродуктів. Джерела цієї групи забруднюють головним чином атмосферне повітря на території.

До другої групи джерел забруднення відносяться: викиди нафти і нафтопродуктів при зливі з автоцистерн в резервуари, викиди нафтопродуктів при заправці автотранспорту [9].

До третьої групи джерел забруднення відносяться: викиди нафти і нафтопродуктів при ремонті та обслуговуванні технологічного обладнання; аварійні викиди в результаті порушення герметичності гідравлічної системи (резервуарів, трубопроводів, шлангів, колонок тощо). Джерела другої і третьої груп призводять до забруднення нафтопродуктами ґрунту, водойм та підземних інженерних споруд.

Мета і задачі дослідження

Мета дослідження – розробити програмне забезпечення обробки результатів спостережень і візуалізації даних на основі дослідження стану атмосферного повітря на об'єктах зберігання моторних палив під час їх експлуатації.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

1. Проаналізувати викиди забруднюючих речовин у повітря від стаціонарних джерел до встановлених нормативів.
2. Дослідити вплив транспорту, складів та баз зберігання ПММ на загальний екологічний стан атмосферного повітря на території підприємств.
3. Розробити програмне забезпечення обробки результатів спостережень і візуалізації даних.

Результати цієї парці можуть бути використані для оцінки стану атмосферного повітря на об'єктах зберігання моторних палив під час їх експлуатації ( служби авіапаливозабезпечення, АЗС, склади ПММ, нафтобази).

Матеріали та методи

У цій роботі використано теоретичні методи дослідження, які базувалися на застосуванні системного підходу відносно оцінки стану атмосферного повітря на об'єктах зберігання моторних палив під час їх експлуатації. Також використано натурні методи моделювання з використанням апробованих та науково обґрунтованих методик. Для пояснення розрахунків та роботи розробленого програмного забезпечення було використано відкриті дані оцінки атмосферного повітря служби авіапаливозабезпечення міжнародного аеропорту «Київ» (Жуляни).

Результати досліджень та їх обговорення

Для кожного промислового підприємства розраховуються і затверджуються норми ГДК, тонн за рік або грамів за секунду, гранично допустимі викиди шкідливих речовин. Спеціалісти розраховують, що допустимі маси викидів не повинні забруднювати повітря в районі мешкання населення до концентрації шкідливих речовин, більших за ГДК. Щоб захистити здоров'я населення,

дуже важливо своєчасно проводити інвентаризацію джерел викидів шкідливих речовин [2]. Оцінюють рівень забруднення середовища та його якість, використовуючи показники гранично допустимих концентрацій.

Отже, основним критерієм встановлення нормативів ГДК для оцінювання якості атмосферного повітря є обсяг і особливості дії наявних у повітрі забруднювальних речовин на організм людини. Для визначення якості атмосферного повітря користуються двома ГДК – максимально разовою (ГДК<sub>м.р.</sub>) і середньо добовою (ГДК<sub>с.д.</sub>).

Склад забруднень довкілля при авіатранспортних процесах надзвичайно різноманітний. Основними джерелами забруднення НП серед авіапідприємств є аеропорти з приписаною до них технікою.

Наземні джерела забруднення можна умовно поділити на такі, що розміщені всередині аеропорту (або авіаремзаводу), і ті, які розташовані за межами аеропорту(або авіаремзаводу). До останніх належать насамперед установки теплоенергетики, які працюють на різних видах місцевого палива, тому й характер забруднень визначається видом палива, способами його спалювання і шляхами відведення викидів.

До основних шкідливих речовин, які містяться в димових газах теплоенергетичних установок, належать діоксид сірки  $SO_2$ , оксид вуглецю  $CO$ , оксиди азоту  $NO_x$ , тверді частинки вуглецю (сажі)[7].

В атмосферне повітря з виробничих приміщень аеропорту чи авіаремзаводу надходять пари нафтопродуктів, розчинників, лакофарбових матеріалів, лугів, кислот, аерозолі водних розчинів їдкового, вуглекислого й фосфорнокислого натрію, сірчистого ангідриду, оксидів азоту, оксиду вуглецю, пилу.

Кількість шкідливих речовин, що надходять в атмосферне повітря з виробничих приміщень аеропорту чи авіаремзаводу через вентиляційні системи, може перевищувати гранично допустимі значення, які спричиняють перевищення допустимих концентрацій (ГДК) цих шкідливих речовин. Особливо це може мати місце в разі групового розташування вентиляційних шахт, коли виникає ефект сумачії шкідливих викидів і навіть утворення нових шкідливих речовин більшої токсичності.

Склади ПММ забруднюють атмосферне повітря на території аеропорту авіапаливом, змащувальними матеріалами та спецрідинами. В атмосферу пари авіапалива надходять: при витискуванні їх із резервуарів, паливозаправників (ПЗ) і баків повітряних кораблів (ПК) у процесі наповнення їх паливом, у процесі «малого дихання» резервуарів, а також при випаровуванні розлитого палива крізь нещільності з'єднань або недотримання правил заправки ПК, зберігання, транспортування й наповнення місткостей ПММ.

На НС суттєво впливає авіаційна наземна техніка, до якої належать спеціальні технічні наземні засоби для обслуговування авіаційної техніки, повітряних перевезень та утримання аеродромів. Спецавтотранспорт забруднює атмосферне повітря переважно оксидами вуглецю  $CO$ , вуглеводнями  $C_xH_y$ , оксидами азоту  $NO$ .

Забруднення атмосферного повітря впливає на здоров'я живих організмів не тільки прямо, а й посередньо, змінюючи структуру, склад і навіть будову атмосфери, яка в новій якості впливає вже глобально на життєдіяльність людини, а також на рослинний і тваринний світ планети.

Підвищення забруднюючих речовин спостерігається в атмосфері практично на всіх підприємствах, тому виникає необхідність у вирішенні задачі оцінки і моделювання поширення забруднюючих речовин в атмосфері саме від точкових стаціонарних джерел з метою запобігання або зменшення їх впливу на екосистему.

Стаціонарні джерела викидають в повітря сірчистий газ, оксиди азоту, оксиду вуглецю, гас, натрій гідроксиди також деяку кількість чадного газу, фенолів, сірчаної кислоти та інших забруднюючих речовин в залежності від специфіки промислового виробництва міста і складу використовуваного в ньому палива. Відносно недавностаціонарні джерела викидають в атмосферу значну кількість пилу різноманітного хімічного складу, але в даний час існуючі газоочистні установки затримують більше 95% всіх твердих часток, що утворюються при згоранні палива, але практично не вловлюють газових складових.

Хімічні речовини, що знаходяться в атмосфері, вважаються забруднювальними домішками, якщо здатні заподіяти шкоду здоров'ю людини та довкіллю.

Для аналітичного дослідження нами було обрано міжнародний аеропорт «Київ» (Жуляни). При обстеженні підприємства виявлено 58 джерел викидів, через які в атмосферне повітря надходять 20 забруднюючих речовин.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин від складів проводиться у відповідності до збірника «Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными

производствами».

Для прикладу розрахунку викидів забруднюючих речовин від джерел зберігання палива було вибрано найбільші склади зберігання палива.

Склад ПММ. Наземний резервуар об'ємом 50 м<sup>3</sup> зберігання авіапалива JET A-1 з дихальним клапаном. Дихальний клапан Ø 100 мм, Н = 5 м, V = 0,01 м<sup>3</sup>/с. Час роботи 8760 год/рік.

Величини викидів забруднюючих речовин від однієї місткості під час зберігання розраховуються за формулою:

$$P_p = 2,52 \cdot V_{pk}^p \cdot P_{s(38)} \cdot M_n \cdot (K_{5X} + K_{5T}) \cdot (K_6 \cdot K_7 \cdot (1 - \eta)) \cdot 10^{-9}, \text{ кг/год}$$

де  $V_{pk}^p$  – об'єм рідини, яка наливається у резервуари протягом певного часу, м<sup>3</sup>/рік;  $P_{s(38)}$  – тиск насичених парів рідини при температурі 38 °С;  $M_n$  – молекулярна маса парів рідини;  $\eta$  – коефіцієнт ефективності газозловлюючих пристроїв резервуару;  $K_{5T}$ ,  $K_{5X}$  – коефіцієнти, які залежать від  $P_{s(38)}$  та температури газового простору відповідно теплу та холодну пори року;  $K_6$  – коефіцієнт, який залежить від  $P_{s(38)}$  та річного обертурезервуарів;  $K_7$  – коефіцієнт, який залежить від технічного оснащення тарезимоексплуатації.

Річний обсяг через резервуар становить 10800 м<sup>3</sup>/рік.

Для розрахунку викидів парів авіапалива JET A-1 прийнято наступні величини, константи, коефіцієнти:

$P_s$  – тиск насичених парів рідини при температурі 38 °С, гПа, визначений в залежності від  $t_{екв}$ , що визначена формулою:

$$t_{екв} = t_{нк} + (t_{кк} - t_{нк}) / 8,8 = 180(350 - 180) / 8,8 = 199,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де  $t_{нк}$  і  $t_{кк}$  – відповідно температура початку і кінця кипіння рідини;  $P_s = 1,342$  гПа, при  $t_{екв} = 199,32$  °С;  $M_n$  – молекулярна маса парів рідини,  $M_n = 146,0$  при  $t_{нк} = 180$  °С;

Для холодного періоду температура газового простору визначається за формулою:

$$T_{жх} = K_{1x} + (K_{2x} \cdot t_{ax}) + (K_{3x} \cdot t_{pdx})$$

де,  $K_{1x} = 0,3$ ;  $K_{2x} = 0,37$ ;  $t_{ax} = -1,05$ ;  $K_{3x} = 0,62$ ;  $t_{pdx} = -1,05$ ;

Для теплого періоду температура газового простору визначається за формулою:

$$T_{pdm} = K_4 \cdot (K_{1m} + K_{2m} \cdot t_{am}) + (K_{3m} \cdot t_{pdm})$$

де,  $K_4 = 1$ ;  $K_{1m} = 6,12$ ;  $K_{2m} = 0,41$ ;  $t_{am} = 15,4$ ;  $K_{3m} = 0,51$ ;  $t_{pdm} = 15,4$ ;

$T_{pdx} = -0,7395$  °С;  $T_{pdm} = 20,228$  °С;

$K_{5m} = 0,0435$ ;  $K_{5n} = 0,2502$  для наземних резервуарів;

$K_6 = 1,26$ ,  $K_7 = 0,95$ .

Викиди парів авіапалива за рахунок випаровування від резервуару з авіапаливом JET A-1 становить:

$$P_p = 2,52 \cdot 10800 \cdot 1,342 \cdot 146 \cdot (0,0435 + 0,2502) \cdot 1,26 \cdot 0,95 \cdot 10^{-9} = 0,001874683$$

кг/год, або 0,0005207 г/с і 0,1642222 т/рік.

Тоді фактичні викиди від усіх джерел підприємства розраховують за формулою:

$$\Phi = M / (\Gamma \text{ДК} \cdot H) > 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м. } \Phi = M / \Gamma \text{ДК} > 0,1 \text{ при } H \leq 10 \text{ м;}$$

де  $M$  – сумарний розмір викиду шкідливих речовин від усіх джерел підприємств, г/с;  $H$  – середня висота викиду, м.

- Заліза оксид ( у перерахунку на залізо)

$$0,001052 / 0,04 = 0,0263 < 0,1 \text{ – недоцільно;}$$

- Бензин ( нафтовий, оливо-сірчистий, в перерахунку на вуглець):

$$0,000013 / 5 = 0,0000026 < 0,1 \text{ – недоцільно;}$$

- Вуглеводні насичені С12-С19 (у перерахунку на сумарний органічний вуглець)

$$0,04313133 / 1 = 0,04313133 < 0,1 \text{ – недоцільно;}$$

- Гас

$$0,016888 / 1,2 = 0,01407 < 0,1 \text{ – недоцільно;}$$

- Олива мінеральна нафтова (веретенна, машинна та ін.)

$$0,00013 / 0,05 = 0,00026 < 0,1 \text{ – недоцільно;}$$

- Марганець та його сполуки ( у перерахунку на діоксид марганцю)

$$0,000073 / 0,01 = 0,0073 < 0,1 \text{ – недоцільно;}$$

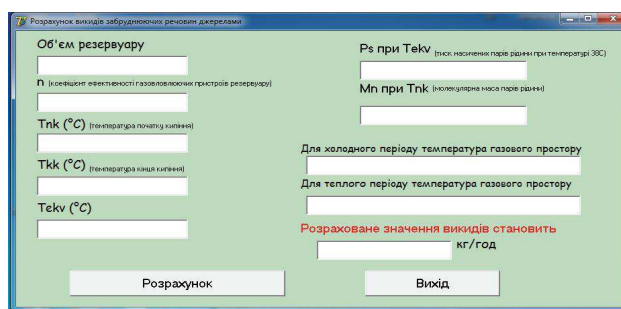
- Натрію гідроокис ( натрій їдкий, сода каустична)

$$0,0000131 / 0,01 = 0,00131 < 0,1 \text{ – недоцільно;}$$

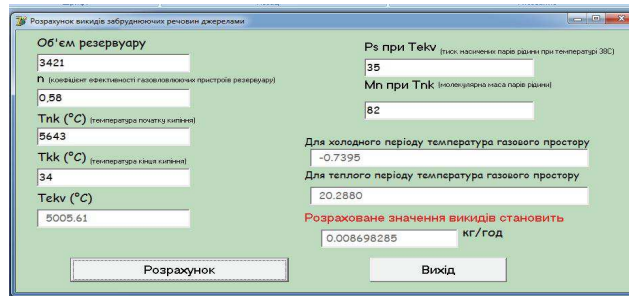
- Водень хлористий (соляна кислота)  
 $0,000132/0,2 = 0,00066 < 0,1$  – недоцільно;
- Ацетон  
 $0,000637/0,035 = 0,00182 < 0,1$  – недоцільно;
- Ангідрид сірчистий  
 $0,00005/0,5 = 0,0001 < 0,1$  – недоцільно;
- Пил недиференційований заскладом  
 $0,00025/0,1 = 0,0025 < 0,1$  – недоцільно;
- Вуглецю оксид  
 $0,0009/5,0 = 0,00018 < 0,1$  – недоцільно;
- Азоту діоксид  
 $0,028513/0,2 = 0,142565 > 0,1$  – доцільно;
- Азоту оксид  
 $0,0000086/0,4 = 0,0000215 < 0,1$  – недоцільно;
- Метан  
 $0,000043/50 = 0,00000086 < 0,1$  – недоцільно;
- Ртуть металічна  
 $0,000000069/0,0003 = 0,000023 < 0,1$  – недоцільно;
- Калію сірчаноокислий кислий  
 $0,0000131/0,4 = 0,00003275 < 0,1$  – недоцільно;
- Сірководень  
 $0,000013348/0,008 = 0,0025 < 0,1$  – недоцільно.

На основі розглянутих методик розрахунків було розроблено програмне забезпечення обробки результатів спостережень і візуалізації даних на мові програмування Delphi.

На рис. 1.a наведено інтерфейс програми, в який ми маємо ввести значення об’єму резервуара, коефіцієнта ефективності газозловлюючих пристроїв резервуару (якщо такі мають місце), температури кипіння залежно від виду палива та температури газового простору залежно від періоду року. Далі натискаючи опцію «Розрахунок», ми отримуємо конкретне значення викидів у кг/год (рис. 1.б).



a



б

Рисунок 1 – Інтерфейс програми розрахунку викидів забруднюючих речовин однією місткістю (джерелом) під час зберігання палив

Figure 1 – Interface of the program calculation pollutant emissions by one capacity (source) during storage of fuel

Також на мові програмування Delphi було розроблено програму для візуалізації обробки результатів видів та обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами. На рис. 2.а показано інтерфейс програмного забезпечення в опціях якого ми вводимо значення середньої висоту викидів, сумарний розмір викидів від усіх джерел та значення ГДК. Далі натискаючи опцію «Розрахувати», отримуємо значення фактичних викидів у атмосферу (рис. 2.б) та доцільність чи недоцільність експлуатації об'єкта зберігання моторного палива з точки зору його викидів у атмосферу (рис. 2.б та 2.в)

а

б

в

Рисунок 2 – Інтерфейс програми розрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами під час зберігання палив

Figure 2 – Interface of the program calculation pollutant emissions into the atmosphere by stationary sources during storage of fuels

#### Висновки

Було розроблено програмне забезпечення обробки результатів спостережень і візуалізації даних на основі дослідження стану атмосферного повітря на об'єктах зберігання моторних палив під час їх експлуатації. Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на стан забруднення атмосферного повітря виконувались розрахунковим методом. Джерелом забруднення атмосферного повітря на об'єкті зберігання моторних палив був склад ПММ служби авіапаливозабезпечення МА «Київ» (Жуляни). Встановлено, що основними забруднюючими речовинами на об'єктах зберігання моторних палив є: оксиди азоту, оксиди вуглецю, діоксид сірки, суспендовані тверді речовини.

Належне місце в забрудненні повітря також належить і автотранспорту. Автомобільний транспорт - 90,9% з них 68,2% - автотранспортом населення, 22,8% - автотранспортом суб'єктів господарської діяльності. Дещо менше становлять викиди виробничою технікою – 6,2% та



залізничним транспортом – 2,1%.

Ризики, пов’язаними з надходженням в НС паливно-мастильних матеріалів різного складу та призначення, не можна нехтувати, оцінюючи вплив транспорту на здоров’я людей. Небезпеку отруєння цими речовинами та їх сумішами потрібно передбачати.

З цією метою подальшу роботу над цим питанням слід спрямувати на розробку:

- математичних моделей інтенсивності втрат палива через пошкодження резервуарів або трубопроводів, а також через випаровування;
- моделей фільтрації забруднення в ґрунті, трансформації його складу у водних об’єктах та під впливом діяльності живих організмів;
- методів уникнення або зменшення втрат палива;
- засобів ліквідації забруднень, які вже потрапили в навколишнє середовище.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. MacLeod, M. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment [Text] / M. MacLeod, P. Gerber, A. Mottet et. al. - Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. – 172 p.
2. Status of ratification of the 1979 Geneva Convention on Long-range Trans boundary Air Pollution as of 24 May 2012 [Electronic resource]. – Available at: [http://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap\\_st.html](http://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap_st.html)
3. Конвенція ООН про транскордонне забруднення повітря на далекі відстані [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995\\_223](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995_223)
4. Моклячук, Л. И. Загрязнение окружающей среды химически активным азотом из сельскохозяйственных источников: проблема и пути решения [Текст] / Л. И. Моклячук, С. М. Лукин, Н. П. Козлова, М. М. Матрковлишвили // Агроэкологический журнал. – 2014. – № 1. – С. 13-21.
5. Трофімов І.Л. Аналіз впливу авіаційного транспорту на забруднення атмосфери [Текст] / І.Л. Трофімов // Енергетика: економіка, технології, екологія. – №1/2014. – С. 119-124.
6. Трофімов І.Л. Зниження шкідливого впливу викидів моторного транспорту на стан атмосферного повітря [Текст] / І.Л. Трофімов // Наукоємні технології. – №3/2014. – С. 364-369.
7. Архіпова, Г. І. Аналіз впливу відпрацьованих автомобільних газів на стан атмосферного повітря в густонаселених районах [Текст] / Г. І. Архіпова, І. С. Ткачук, Є. І. Глушков // Вісник НАУ. – 2009. – № 1. – С. 78-83.
8. Франчук Г.М. Екологічна оцінка впливу авіаційних транспортних процесів на якість компонентів довкілля [Текст] / Г.М. Франчук, А.М. Антонов, С.М. Маджд, Я.В. Загоруй // Вісник НАУ. – 2006. – № 1. – С. 184–190.
9. Makdonal'd A. J., Bennet R.R., Khinshou J. K., Barns M.U. Rockets with engines on a chemical fuel: influence on the environment // The Aerospace technique. – 2007. – P. 96.
10. Сайт компанії «EcologyLife» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://eco-logylife.ru>.
11. Ehhat D.H., Rother F., Wather A. Sources and distribution of Nox in the upper troposphere at northern mid-latitudes // J. Geophys. Res. – 2008. – Vol. 97. – P.3725.

#### REFERENCES

1. MacLeod, M. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment [Text] / M. MacLeod, P. Gerber, A. Mottet et. al. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. – 172 p.
2. Status of ratification of the 1979 Geneva Convention on Long-range Trans boundary Air Pollution as of 24 May 2012 [Electronic resource]. – Available at: [http://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap\\_st.html](http://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap_st.html)
3. Konvenciya OON pro transkordonno zabrudneniya povitrya na daleky vidstani [UN Convention on Long-range Transboundary Air Pollution [Electronic resource]. – Access mode: [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995\\_223](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995_223) [in Ukrainian].
4. Moklyachuk, L.I., Lukin, S.M., Kozlova, N.P., Matrkovlisvili, M. M. (2014). Zagryazneniye okruzhayzhey sredy chimicheskyy aktivnum azotom iz selskhozaystvenuh istochnikov [Pollution of the environment by chemical nitrogen from agricultural sources: the problem and ways of solution]. –

- Agroekologichnuy zhurnal – Agroecological logic. – 2014. – No. 1. – P. 13-21 [in Russian].
5. Trofimov, I.L. (2014). Analiz vplyvu aviatsiynogo transportu na zabrudnenya atmosferu [Analysis of the impact air transport on atmospheric pollution]. – Energetuka: ekonomika, tehnologyy, ekolodiya – Power engineering: economics, technology, ecology. – No. 1/2014. – P. 119-124 [in Ukrainian].
  6. Trofimov, I.L. (2014). Znuzhenya shkidlivoogo vplyvu vukidiv motornogo transportu na stan atmosferного povitrya [Reduction of harmful influence of motor transport emissions on the state of atmospheric air]. – Naukoemni tehnologyi – Knowledge-bas. – №3/2014. – P. 364-369 [in Ukrainian].
  7. Arkhipova, G. I., Tkachuk, I. S., Glushkov, E.I. (2009). Analiz vplyvu vidpracovanuh avtomobilnih gaziv na stan atmosferного povitrya v gustonaselenuh rayonah [Analiz to influence of exhaust motor-car gases on consisting of atmospheric air of the densely populated districts]. – Visnik NAU – Announcer NAU, № 1, 78-83 [in Ukrainian].
  8. Franchuk, G.M., Kipnis, L.S., Madzhd, S.M. (2007). Ekologichna ocinka vplyvu aviacyaynuh transpotnih procesiv na yakist dovkilliya [Environmental impact assessment of aviation transport processes on the quality of environmental components]. – Visnik NAU – Announcer NAU, – K.: NAU, 2007. – P. 258–261 [in Ukrainian].
  9. Makdonal'd A. J., Bennet R.R., Khinshou J. K., Barns M.U. Rockets with engines on a chemical fuel: influence on the environment // The Aerospace technique. – 2007. – P. 96.
  10. Site of «EcologyLife» company [Electron. resource]. – Access mode: <http://Eco-logyife.ru>.
  11. Ehhat D.H., Rother F., Wather A. Sources and distribution of Nox in the upper troposphere at northern mid-latitudes // J. Geophys. Res. – 2008. – Vol. 97. – P.3725.

#### РЕФЕРАТ

Трофімов І.Л. Оцінка стану атмосферного повітря за умов збереження моторних палив / І.Л. Трофімов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2018. – Вип. 3 (42).

В цій статті розглянуто проблему оцінки стану атмосферного повітря за умов зберігання моторних палив на об'єктах паливо забезпечення.

Об'єкт дослідження – оцінка стану атмосферного повітря.

Основною метою роботи була розробка програмного забезпечення для обробки результатів спостережень і візуалізації даних на основі дослідження стану атмосферного повітря на об'єктах зберігання моторних палив під час їх експлуатації.

Використано теоретичні методи дослідження, які базувалися на застосуванні системного підходу відносно оцінки стану атмосферного повітря на об'єктах зберігання моторних палив.

Досліджено вплив транспорту, складів та об'єктів зберігання ПММ на загальний екологічний стан атмосферного повітря на території цих підприємств. Проаналізовано викиди забруднюючих речовин у повітря від стаціонарних джерел до встановлених нормативів. Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на стан забруднення атмосферного повітря виконувались розрахунковим методом. Для пояснення розрахунків і роботи програмного забезпечення у якості прикладу джерелом забруднення атмосферного повітря було вибрано склад ПММ служби авіапаливозабезпечення МА «Київ» (Жуляни). Встановлено, що основними забруднюючими речовинами на об'єктах зберігання моторних палив є: оксиди азоту, оксиди вуглецю, діоксид сірки, суспендовані тверді речовини. Наведено інтерфейс та описано роботу з розробленим програмним забезпеченням.

Результати цієї парці можуть бути використані для оцінки стану атмосферного повітря на об'єктах зберігання моторних палив під час їх експлуатації (служби авіапаливозабезпечення, АЗС, склади ПММ, нафтобази). Також результати досліджень можуть бути застосовані фахівцями екологами у сфері захисту навколишнього середовища та фахівцями у сфері експлуатації засобів зберігання моторних палив.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкту дослідження – розробка математичних моделей інтенсивності втрат палива через пошкодження резервуарів або трубопроводів, а також через випаровування; удосконалення чи розробка методів уникнення або зменшення втрат палив.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, НЕБЕЗПЕЧНИЙ ОБ'ЄКТ, ШКІДЛИВА РЕЧОВИНА, МОТОРНЕ ПАЛИВО, РЕЗЕРВУАРИ, ВИКИДИ, АЕРОПОРТ.

#### ABSTRACT

Trofimov, I.L. Evaluation state atmospheric air in the conditions storage of motor fuels. Visnyk of National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. Kyiv. National Transport University. 2018. Vol. 3(42).

In this article the problem estimation of the state atmospheric air is considered in the conditions storage of motor fuels on objects fuel providing.

Object of researches is an estimation state atmospheric air.

The primary purpose of work was software development for treatment results supervisions and visualization data on the basis of researches state atmospheric air on objects storage of motor fuels during their exploitation.

Theoretical methods are used researches that were based on application of approach the systems in relation to the estimation state atmospheric air on objects storage of motor fuels.

Influence transport is investigational, storages and objects storage of fuels and lubrication on general the ecological state atmospheric air on territory these enterprises. The extrass contaminants are analysed in an atmosphere from stationary sources with the set norms. Evaluation of influence extrass contaminates substances on state contaminations atmospheric air produced calculation method. For explanation calculations and work of software as an example by the source contamination atmospheric air it was chosen storage fuels and lubrication service provide of fuel airport "Kyiv" (Zhulany). It is set that main contaminants on the objects storage of motor fuels it is been: oxide of nitrogen, oxide of carbon, dioxide of sulphur, suspension of hard substances. An interface over is brought and work is described with the worked out software.

Results this article can be used for the estimation the state atmospheric air on objects storage of motor fuels during their exploitation (services provide of fuel, fuel station, storages of fuels and lubrication). Also the results of researches can be applied specialists by environmentalists in the field defence of environment and specialists in the field exploitation facilities storage of motor fuels.

Prognosis suppositions on development of research object are development mathematical models intensity losses fuels through damage tanks or pipes way and also through evaporation; improvement or development methods prevention or reduction losses of fuel.

**KEYWORDS:** ATMOSPHERIC AIR, THE ECOLOGICAL STATE, DANGEROUS OBJECT, HAZARDOUS SUBSTANCE, MOTOR FUEL, TANKS, EXTRASS, АЕРОПОРТ.

#### РЕФЕРАТ

Трофимов И.Л. Оценка состояния атмосферного воздуха в условиях хранения моторных топлив / И.Л. Трофимов // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К. : НТУ – 2018. – Вып. 3(42).

В этой статье рассмотрена проблема оценки состояния атмосферного воздуха в условиях хранения моторных топлив на объектах топливо обеспечения.

Объект исследований – оценка состояния атмосферного воздуха.

Основной целью работы была разработка программного обеспечения для обработки результатов наблюдений и визуализации данных на основании исследований состояния атмосферного воздуха на объектах хранения моторных топлив при их эксплуатации.

Использованы теоретические методы исследования, которые базировались на применении системного подхода относительно оценки состояния атмосферного воздуха на объектах хранения моторных топлив.

Исследовано влияние транспорта, складов и объектов хранения ГСМ на общий экологическое состояние атмосферного воздуха на территории этих предприятий. Проанализированы выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников с установленными нормативами. Оценка влияния выбросов загрязняющих веществ на состояние загрязнения атмосферного воздуха производилась расчётным методом. Для объяснения расчетов и работы программного обеспечения в качестве примера источником загрязнения атмосферного воздуха было выбрано склад ГСМ службы авиатопливообеспечения аэропорта «Киев» (Жуляны). Установлено, что основными загрязняющими веществами на объектах хранения моторных топлив есть: оксиды азоту, оксиды углерода, диоксид

серы, суспензии твёрдых веществ. Приведён интерфейс и описано работу с разработанным программным обеспечением.

Результаты этой работы могут быть использованы для оценки состояния атмосферного воздуха на объектах хранения моторных топлив при их эксплуатации (службы авиатопливообеспечения, АЗС, склады ГСМ, нефтебазы). Также результаты исследований могут быть применены специалистами экологами в сфере защиты окружающей среды и специалистами в сфере эксплуатации средств хранения моторных топлив.

Прогнозные предположения по развитию объекта исследования – разработка математических моделей интенсивности потерь топлив через повреждения резервуаров или трубопроводов, а также через испарения; усовершенствование или разработка методов предотвращения или уменьшения потерь топлива.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ОПАСНЫЙ ОБЪЕКТ, ОПАСНОЕ ВЕЩЕСТВО, МОТОРНОЕ ТОПЛИВО, РЕЗЕРВУАРЫ, ВЫБРОСЫ, АЕРОПОРТ.

**АВТОР:**

Трофімов Ігор Леонідович, кандидат технічних наук, доцент, Національний авіаційний університет, доцент кафедри екології, e-mail: troffi@ukr.net, тел. +380972382889, Україна, 03058, Київ, пр. Космонавта Комарова, 1, orcid.org/0000-0001-5539-1166.

**AUTHOR:**

Trofimov Igor Leonidovich, PhD, associate professor, National aviation university, associate professor department of ecology, e-mail: troffi@ukr.net, contact tel +380972382889, Ukraine, 03058, Kyiv, Prospectus Komarova 1, orcid.org/0000-0001-5539-1166.

**АВТОР:**

Трофимов Игорь Леонидович, кандидат технических наук, доцент, Национальный авиационный университет, доцент кафедры экологии, e-mail: troffi@ukr.net, тел. +380972382889, Украина, 03058, Киев, пр. Космонавта Комарова, 1, orcid.org/0000-0001-5539-1166.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Глива В.А., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, завідувач кафедри цивільної та промислової безпеки ННІЕБ, Київ, Україна.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

**REVIEWER:**

Glyva V.A., Doctor of Technical Sciences, National Aviation University, head of the civil and industrial safety NSIES department, Kyiv, Ukraine.

Mateichyk V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, professor of the ecology and life safety department, Kyiv, Ukraine.