

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Навчально – науковий інститут екології

Кафедра екологічної безпеки і екологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ТЮТЮНОВИХ ВИРОБІВ

Виконав: студент 2 курсу, групи ДЕ–64
спеціальності : 101 «Екологія»

Автор _____ /Олександр ВАСЮХА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ /проф. Алла НЕКОС
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ /Олена КУЛИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«Затверджено»

Зав. кафедри _____ / проф. Алла НЕКОС
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ /Ірина КОЗУБ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ /Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально–науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти
Рівень вищої освіти (освітньо–кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / проф. Алла НЕКОС
(підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Олександр ВАСЮХІ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Особливості визначення екологічних ризиків для здоров'я населення від використання тютюнових виробів
керівник роботи Алла НЕКОС, д-р геогр. наук, професор
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «10» листопада 2022 року №4301-5/1991

2. Строк подання студентом роботи: «18» листопада 2022 рік.

3. Перелік питань, які потрібно розробити.

1. Проаналізувати спеціальні тематичні наукові публікації щодо стану проблеми тютюнопаління з використанням звичайних тютюнових виробів та сучасних електронних систем для паління.
2. Огляд наукових, науково–популярних літературних джерел щодо проблеми тютюнопаління (погляди медиків на стан здоров'я курців внаслідок тютюнопаління тощо).

3. Визначення та аналіз методик для розрахунку екологічних ризиків для здоров'я населення.
4. Виконати розрахунок екологічних ризиків та проаналізувати результати.
5. Розробити рекомендації щодо можливостей безпеки та екологічних ризиків для здоров'я населення при палінні.
6. Систематизувати матеріали досліджень, побудувати таблиці порівняння результатів. Зробити аналіз та висновки.
7. Розробити рекомендації щодо оптимізації паління електронних систем нагрівання тютюну.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд наукових літературних джерел
2	Визначення методів дослідження
3	Проведення дослідження та оцінка результатів

5. Дата видачі завдання 08.05.2022 р.

Студент

(підпис)

Олександр ВАСЮХА

(ім'я і прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

проф. Алла НЕКОС

(посада, ім'я і прізвище)

АНОТАЦІЯ

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ТЮТЮНОВИХ ВИРОБІВ

Олександр ВАСЮХА

Кваліфікаційна робота «Особливості визначення екологічних ризиків для здоров'я населення від використання тютюнових виробів» містить 49 сторінок тексту, 4 розділи, 13 таблиць, 2 рисунка, 40 використаних джерел.

Мета роботи: визначити ступінь екологічного ризику щодо стану здоров'я населення внаслідок тютюнопаління.

Актуальність теми. На сьогоднішній день люди все більше надають перевагу різноманітним альтернативам паління через вплив рекламних компаній про зниження рівня впливу на організм людини та екологічних ризиків, що можуть виникнути при вживанні альтернативних електронних систем нагрівання тютюну. Тому актуальним є питання розрахунку та порівняння екологічних ризиків пов'язаних із використанням електронних систем нагрівання тютюну та традиційних цигарок.

Завдання дослідження полягало у аналізі наукових публікацій щодо стану проблеми тютюнопаління, визначенні та аналізі методик для розрахунку екологічних ризиків, виконанні розрахунків екологічних ризиків та аналізі результатів, формулюванні висновків і оформлення списку використаних джерел.

Методи. Розрахунок екологічних ризиків було проведено за допомогою соціологічних методів опитування та за допомогою методики «Розробка нових підходів до оцінки ризику для здоров'я людини від хімічних речовин»

Результати. Було виявлено, що ризик для канцерогенного ефекту на організм людини при палінні цигарок нижчий за ризик при палінні електронних систем нагрівання тютюну на 67 %. Також було виявлено, що неканцерогенний ризик, при палінні цигарок навпаки вищий, за ризик, при використанні електронних систем нагрівання тютюну (ЕСНТ), на 19 %.

ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ НАГРІВАННЯ ТЮТЮНУ, ТЮТЮНОПАЛІННЯ,
КАНЦЕРОГЕНИ, НЕКАНЦЕРОГЕНИ

ANNOTATION

FEATURES OF THE DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL RISKS TO THE HEALTH OF THE POPULATION FROM THE USE OF TOBACCO PRODUCTS

Oleksandr VASIUKHA

The qualification work «Peculiarities of determining environmental risks for the health of the population from the use of tobacco products» contains 49 pages. text, 4 chapters, 13 tables, 2 figures, 40 used sources

The purpose of the work: to determine the degree of environmental risk to the health of the population as a result of smoking

Actuality of theme. Today, people increasingly prefer various alternatives to smoking due to the influence of advertising companies on reducing the level of impact on the human body and environmental risks that may arise from the use of alternative electronic tobacco heating systems. Therefore, the question of calculating and comparing environmental risks associated with the use of electronic tobacco heating systems and traditional cigarettes is relevant.

The task of the research consisted of the analysis of scientific publications on the state of the problem of tobacco smoking, the definition, and analysis of methods for calculating environmental risks, the execution of calculations of environmental risks, and the analysis of results, as well as the formulation of conclusions and the preparation of a list of used sources.

Methods. The calculation of environmental risks was carried out using sociological survey methods and using the «Development of new approaches to assessing the risk to human health from chemical substances» methodology.

The results. It was found that the risk for a carcinogenic effect on the human body when smoking cigarettes is 67 % lower than the risk when smoking electronic tobacco heating system (ETHS). It was also found that the non-carcinogenic risk when smoking cigarettes is, on the contrary, higher than the risk when using ETHS by 19 %.

ELECTRONIC TOBACCO HEATING SYSTEMS, TOBACCO SMOKING, CARCINOGENS, NON-CARCINOGENS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ НАГРІВАННЯ ТЮТЮНУ	9
1.1 Історія розвитку електронних систем нагрівання тютюну	9
1.2 Особливості використання систем нагрівання тютюну	11
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ РОЗРАХУНКІВ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ НАГРІВАННЯ ТЮТЮНУ ТА ЦИГАРОК.....	14
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ПРИ ПАЛІННІ.....	21
3.1 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ.....	21
3.2 Вплив хімічних речовин в димі цигарок та ЕСНТ на організм людини ...	32
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ НАГРІВАННЯ ТЮТЮНУ	36
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

ВСТУП

Ризики для здоров'я, пов'язані з палінням тютюну, були задокументовані у численних дослідженнях. Рівень паління знизився у розвинених країнах за останні 50 років. В результаті підвищення поінформованості про ризики для здоров'я, пов'язані з палінням, електронні системи нагрівання тютюну продаються як альтернатива звичайним тютюновим виробам з меншою кількістю токсичних речовин, що виділяються при палінні. Виробники стверджують, що рівні токсичних речовин та небезпечних сполук значно знижуються, маючи на увазі, що вдихання модифікованого аерозолю має менші ризики для здоров'я, ніж паління звичайних традиційних цигарок.

Рівень досліджень диму, який виділяється внаслідок паління альтернативних систем паління, значно нижчий за дослідження диму традиційних цигарок. Це пов'язано із стрімким розвитком індустрії альтернатив до традиційного паління.

Виробники альтернативних систем паління у ході своїх рекламних компаній, наголошують на зниженні ризиків впливу на організм людини під час використання альтернатив паління.

Курці зі стажем та курці, що тільки починають палити, в більшості випадків, надають перевагу альтернативам паління, що представлені на ринку. Це пов'язано з тим, що на їхню думку, ризик для здоров'я людини пов'язаних з використанням альтернативних систем паління значно нижчий за використання традиційного паління цигарок.

Електронні системи нагрівання тютюну (ЕСНТ) є формою доставки нікотину, яка має стати альтернативою традиційним цигаркам [33]. Електронні системи нагрівання тютюну продаються споживачам як менш шкідлива альтернатива традиційним цигаркам, як для курців зі стажем, так і для нових користувачів [21], хоча тютюновий аерозоль електронних систем нагрівання тютюну містить різні шкідливі компоненти, але в менших кількостях, ніж дим з горючих матеріалів [18, 27].

Зараз на ринку представлено кілька видів ЕСНТ, зокрема «IQOS» (від англ. I Quit Ordinary Smoking) від компанії «Philip Morris International» (PMI), СНТ «Glo» від компанії «British American Tobacco», ЕСНТ «Ploom» від «Japan Tobacco International», продукти «Рах» від компанії «Рах Lab» та «iFuse» [19]. В даний час альтернативні системи паління продаються приблизно в 40 країнах, ЕСНТ «IQOS» зустрічається у більшості з них [7].

Отже, враховуючи вищесказане, актуальним є визначення впливу на здоров'я людини під час паління цигарок та електронних систем нагрівання тютюну шляхом розрахунку ризиків розвитку захворювань від канцерогенних і неканцерогенних речовин, що містяться у димі цигарок та електронних систем нагрівання тютюну.

Мета роботи: визначити ступінь екологічного ризику щодо стану здоров'я населення внаслідок тютюнопаління.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати наступні завдання:

1. проаналізувати наукові публікації щодо стану проблеми тютюнопаління.
2. визначити та проаналізувати методики для розрахунку екологічних ризиків.
3. виконати розрахунок екологічних ризиків та проаналізувати результати.
4. сформулювати висновки, оформити список використаних джерел.

Об'єкт досліджень: цигарки та електронні системи нагрівання тютюну.

Предмет досліджень: ступінь екологічного ризику для здоров'я населення внаслідок тютюнопаління.

Кваліфікаційна робота написана за матеріалами наукової, науково популярної літератури, довідкових та статистичних видань та особистих досліджень автора.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ НАГРІВАННЯ ТЮТЮНУ

1.1 Історія розвитку електронних систем нагрівання тютюну

Історія тютюнопаління відома досить добре. Дослідники стверджують, що першими на землі курцями були єгипетські фараони. В одній з гробниць II тисячоліття до нашої ери знайдено глиняний кальян та прилади для паління [11].

Багато дослідників батьківщиною тютюну вважають Центральну та Південну Америку, де досі у природних умовах зростає до 60 його видів та різновидів. Наприкінці XV століття (1492 року) Христофор Колумб на одному з відкритих ним Багамських островів був надзвичайно здивований тому як місцеві жителі втягували дим із тліючого листа, згорнутого в трубочку, і потім випускали його з ніздрів. Такі люльки вони називали сигаро. Вважається, що слово «тютюн» походить від назви провінції Табаго на острові Гаїті, де зростала ця рослина [11].

Потраплянню тютюну в Європу сприяв ченець Роман Пане, який під час другої експедиції Колумба бував в Америці як місіонер. Він привіз до Іспанії тютюнове насіння і почав вирощувати цю рослину як декоративну. Вже в 1496 р. перші тютюнові плантації з'являються в Іспанії, в 1559 р. у Португалії, а звідти, в 1560 р., у Франції, Наприкінці XVI початку XVII ст. паління поширилося і на інші материки. У Середній Азії та країнах Сходу тютюн закладали під язик чи за щоку, із висушеного листа готували нюхальний порошок [11].

Захоплення тютюном було настільки сильним, що цій рослині стали приписувати лікувальні властивості, вважаючи її мало не панацеєю. Так французький посол у Португалії Жане Ніко підніс своїй королеві Катерині Медічі листя та насіння тютюну для бадьорості, а також як засіб від головного болю та багатьох хвороб. На знак подяки королева назвала «чудодійні ліки» ім'ям свого посланця – нікотин [24].

Надмірне споживання тютюну не рідко призводило до важких отруєнь, що спонукало владу і церкву розпочати боротьбу з курінням. В Америці, наприклад, курців страчували, в Туреччині – садили на кілок, в Італії – відлучали від церкви і заживо замурували в стіни. Ще в 1604 р. англійський король Яків I у праці «Про шкоду тютюну» писав наступне: «Куріння – огидний зору, огидний нюху, шкідливий мозку і небезпечний легень звичай» [24].

Клас електронних систем нагрівання тютюну, які, як правило, нагрівають тютюн до температур, нижчих за температуру згорання, щоб утворити дим, що містить нікотин, бере свій початок із представлення першої електронної системи нагрівання тютюну (ЕСНТ) «Premier P.» Дж. Рейнольдсом (RJR) у 1988 році. Розпалювання вугільного наконечника генерувало тепло, яке, проходячи стержнем, утворювало дим, який вивільняв аромат і нікотин з ароматичних кульок і невеликої кількості тютюну. Перший пристрій нагрівання тютюну отримав ринковий провал і був вилучений з ринку в 1989 році [15].

В 1996 році з'явився наступний приклад ЕСНТ – «Eclipse», оновлений дизайн ЕСНТ «Premier». У 1988 була створена ЕСНТ «Accord», запропонована компанією «Philip Morris» («PM»), система мала новий дизайн із зовнішнім джерелом тепла, до якого користувач вставляв маленькі цигарки зі спеціально розробленою відновленою тютюновою сумішшю. Ці два підходи до технології ЕСНТ, вугільний наконечник і зовнішнє джерело тепла, слугували базовими конструкціями для наступного типу ЕСНТ «Revo», запущеного компанією «RJR» у 2014 році та знятого з виробництва у 2015 році. ЕСНТ «Heatbar», представлена компанією «PM» у 2007 році та вилучений у 2008 році. Ці перші моделі були вилучені з ринку протягом кількох років після їх появи [18].

Останніми роками нові ЕСНТ набули більшої популярності серед курців, наприклад ЕСНТ «Ploom» від компанії «JTI» (презентований у 2007 році), «IQOS» від компанії «Philip Morris International» («PMI») (презентований на міжнародному рівні у 2014 році та в США компанією «Altria» у 2020 році), Система нагрівання тютюну «iFuse» компанії «BAT» (презентована у 2015 році) та ЕСНТ «glo» від компанії «KTG» (презентована у 2016 році) змогли вийти на

глобальний ринок, насамперед у Західно–Тихоокеанському регіоні за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). Загалом ЕСНТ найбільш популярні в деяких азіатських країнах, країнах Європи, США та інших регіонах. Поточне використання ЕСНТ зросло в Японії з 0,2 % у 2015 році до 10 % – 15 % у 2019 році і 4,4 % дорослих у Кореї зараз використовують ЕСНТ. Поширеність ЕСНТ нижча в європейських країнах (наприклад, 0,1 % поточних користувачів). у 2016 – 2018 рр., але, зростає на окремих ринках (наприклад, 1,1 % — Італія, 1,2 % — Англія). Поточна поширеність вживання була нижчою за 1 % в інших країнах, таких як США, Канада та Австралія, поточне вживання в США – 1,1 % у 2017 році проти 0,5 % у 2016 році. Особливу популярність електронних систем паління у Японії можна пояснити тим, що ЕСНТ значно обмежена на цьому ринку. У США ЕСНТ «IQOS» було дозволено як тютюновий виріб з модифікованим ризиком згідно з наказом про модифікацію впливу. У ЄС ЕСНТ регулюються «Директивою про тютюнові вироби» як новий тютюновий виріб [18].

1.2 Особливості використання систем нагрівання тютюну

Технологія нагрівання тютюну заснована на унікальному електронному методі нагрівання для виробництва диму з тютюнових нагрівачів. Системи нагрівання тютюну працюють за більш низьких температур (240 – 350 °С), ніж традиційні сигарети (>600 °С) [21], що знижує температуру при використанні та дозволяє виробляти дим без спалювання тютюну [7].

Для паління в системах нагрівання тютюну використовуються спеціальні капсули або стіки рис. 1.1, наповнені тютюновою сировиною. Зовні стіки нагадують обрізані цигарки, але призначені лише для ЕСНТ. Вони містять приблизно 260 – 320 мг тютюнового матеріалу проти близько 700 мг у традиційних цигарках. Стік складається з мундштука, що фільтрує, фільтра зі спеціальної плівки, порожнистої секції охолодження і тютюнового стержня [10]. Довжина першого з них становить 12 – 42 мм, він містить спеціально підготовлене тютюнове листя. До нього примикає другий фрагмент довжиною 8 –

25 мм, що є порожнистою трубкою, виготовленою зі спресованого ацетатного волокна або щільного паперу. Стіки обгорнуті в сигаретний або папір для фільтрів [7].

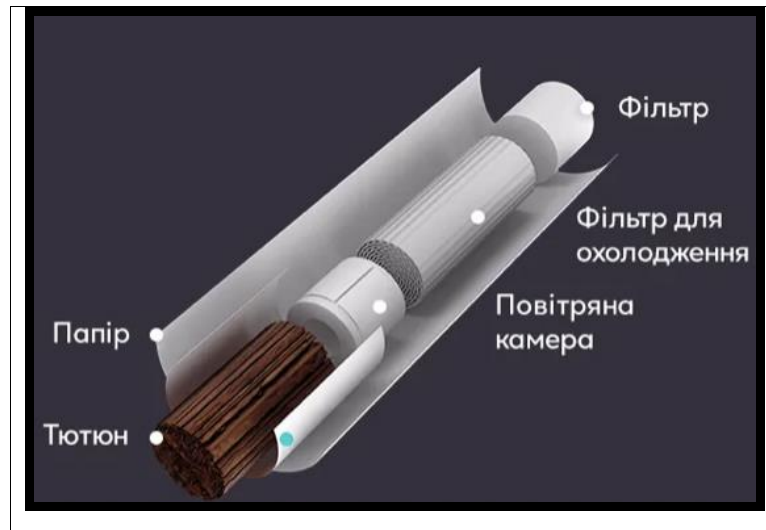


Рис.1.1 – Конструкція стіку призначеного для ЕСНТ [7]

Незважаючи на відсутність переконливих доказів шкідливого впливу ЕСНТ, результати досліджень, свідчать про те, що електронна система нагрівання тютюну IQOS може бути не такою безпечною, як стверджує виробник. Це пов'язано з її потенційно шкідливими інгредієнтами та підвищеною концентрацією нікотину та інших шкідливих хімічних речовин, що виділяються ЕСНТ-пристроями [12,17,26].

Згідно з даними досліджень систем нагрівання тютюну, дим, що утворюється в процесі нагрівання, має приблизно на 90 – 95 % нижчий рівень токсичних речовин, ніж цигарковий дим [17,26,27,20]. Незалежні дослідження підтвердили, що концентрація хімічних сполук, вироблених ЕСНТ, нижча, ніж у традиційних цигарок [22,30,33]. Однак токсичні сполуки не були повністю видалені електронних систем паління [12,13,17,31,33,37,38]. Дослідження Фарсаліноса та ін. свідчать, що ЕСНТ вищі рівні нікотину, ніж електронні цигарки [33]. Незалежні дослідження показали, що IQOS виділяє значно нижчі рівні карбонілів та субмікронних частинок, ніж комерційні цигарки, але вищі рівні, ніж електронні цигарки [37,38]. Дослідження Маллока та ін. Вказували на значно

нижчі рівні альдегідів (близько 80 – 95 %) та летких органічних сполук (близько 97–99 %) в димі IQOS порівняно з цигарковим димом [30]. Дослідження Пацитто та ін. також показали нижчі концентрації летких та енергонезалежних частинок в аерозолях IQOS у порівнянні з традиційним цигарковим димом [13]. Дослідження Рупрехта показали, що дим IQOS не містить викидів металів, на відміну від диму цигарок та електронних цигарок [29].

Тютюнові вироби з технологією нагрівання тютюну все ще є новинкою і вчені все ще вивчають їх короткостроковий і довгостроковий вплив на здоров'я. Незалежно від того, чи відбувається процес горіння чи тютюн підігрівається, тютюнові вироби, при палінні, виділяють велику кількість хімічних речовин, що призводить до ризиків для здоров'я населення.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ РОЗРАХУНКІВ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ НАГРІВАННЯ ТЮТЮНУ ТА ЦИГАРОК

Для розрахунку екологічних ризиків використання електронних систем нагрівання тютюну та цигарок автором було використано наступні методи.

В ході виконання дослідження було використано соціологічні методи, а саме було створено онлайн форму в соціальних мережах для опитування населення, що палить.

Соціологічні методи досліджень. В ході аналізу диференціації споживання тютюнових виробів, автор виконав соціологічні дослідження шляхом опитування населення, що палить тютюнові вироби щодо кількості використаних цигарок та переваг у виборі типу тютюнової продукції.

Результати соціологічного опитування показали, що з 50 опитаних респондентів віком від 14 до 50 років за день в середньому, випалюють 14 цигарок. 64 % опитуваних вказали, що використовують альтернативні системи паління, близько 32 % опитуваних (в більшості випадків віком від 18–50 років) використовують системи нагрівання тютюну та вважають такий спосіб паління більш безпечним, ніж традиційне, а також надають перевагу альтернативам через відсутність запаху продуктів згорання. Було встановлено, що середній час одного сеансу паління від 3 до 5 хвилин.

Для порівняння екологічних ризиків від використання тютюнової продукції було обрано результати досліджень аерозолі електронної системи нагрівання тютюну «IQOS» та диму традиційних цигарок [7].

На рис. 1.1 зображено конструкцію ЕСНТ «IQOS». Три компоненти (а) тютюнової системи з електричним нагріванням (ЕНТС) і (б) Схема поперечного перерізу тютюнового виробу з електричним нагріванням (ЕНТР) і його компонентів, вставлених у тримач.

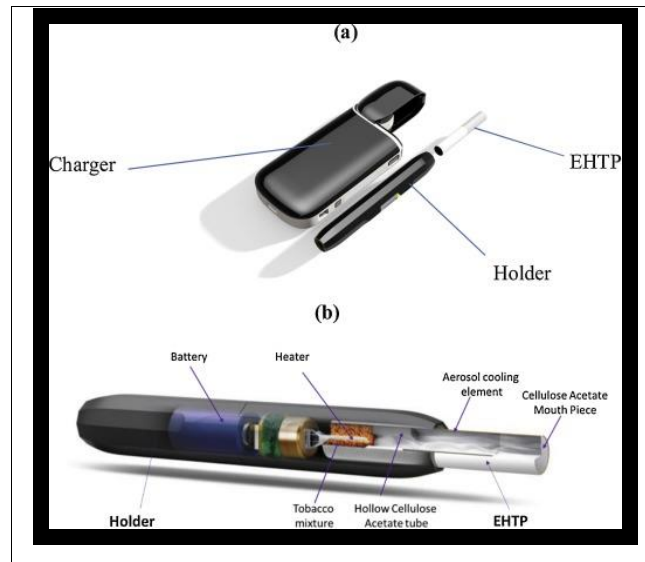


Рис.1.1 – Конструкція приладу ECHT «IQOS» [7]

Для оцінки екологічних ризиків було використано методику дослідницьких рад з оцінки екологічного ризику та токсикології «Розробка нових підходів до оцінки ризику для здоров'я людини від хімічних речовин» [9]. Розрахунок ризиків впливу паління на організм людини було виконано у три етапи:

1. ідентифікація небезпеки від впливу хімічних елементів на організм людини.
2. оцінка експозиції ризику від впливу хімічних елементів на організм людини.
3. характеристика ризику для здоров'я від впливу хімічних елементів [9].

На першому етапі було відібрано хімічні речовини та проведений аналіз для проведення розрахунків ризику.

На другому етапі було ідентифіковано потенційний шлях надходження хімічних речовин в організм людини, та встановлено – інгаляційний.

Проведена кількісна характеристика експозиції, що включає оцінку величини, частоти і тривалості впливу для шляху надходження хімічних речовин ідентифікованих на першому етапі.

Експозиція характеризує контакт організму з хімічним агентом. Розрахунок надходження передбачає кількісне встановлення експозицій для кожної хімічної

речовини за конкретних шляхів впливу. Розрахункові оцінки надходження виражаються в одиницях маси хімічної сполуки, яка перебуває в контакті з одиницею маси тіла людини, і мають розмірність мг/(кгхдень) [9].

Загальна формула для розрахунку величини надходження хімічної речовини має такий вигляд [2]:

$$I = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}, \quad (1.1)$$

де I – надходження (кількість хімічної речовини на межі обміну), мг/кг маси тіла на день;

C – концентрація хімічної речовини; середня концентрація, що впливає в період експозиції (наприклад, мг/л води);

CR – величина контакту; кількість забрудненого середовища, яке контактує з тілом людини в одиницю часу або за один випадок впливу (наприклад, л/день);

EF – частота дій, число днів/рік;

ED – тривалість дії, кількість років;

BW – маса тіла: середня маса тіла під час експозиції, кг;

AT – час опосередкування; період опосередкування експозиції, кількість днів [9].

Найважливішим параметром, що відображає вплив хімічної речовини на організм людини, є доза, оскільки вона безпосередньо вказує на кількість забруднювача, що має потенційний ефект щодо органу–мішені. Доза – це кількість забруднювача, яка була отримана організмом із збільшенням часу дії з урахуванням маси тіла [9].

В якості кількісної міри експозиції в дослідженнях з оцінки ризику рекомендується використовувати потенційну дозу, що розраховується шляхом збільшення величини концентрації хімічної речовини в середовищі (повітря, воді, продуктах харчування) на об'єм вдихуваного повітря, споживаної води або рівень абсорбції через шкіру з урахуванням маси тіла [9].

Потенційна доза – це кількість хімічної речовини, яка споживається або вдихається, або її кількість, що міститься в різних середовищах і знаходиться в

контакті зі шкірою. Загальна потенційна доза (TPD) розраховується за допомогою наступного стандартного рівняння [9]:

$$TPD = C \times IR \times ED, \quad (1.2)$$

де C – концентрація забруднюючої речовини в об'єкті навколишнього середовища (повітря, ґрунт і тощо), що контактує з тілом людини (виражається в одиницях маса/обсяг або маса/маса);

IR – величина (швидкість) надходження, яка залежить від швидкості інгаляції (об'єму легеневої вентиляції), обсягу споживаної води та ін;

ED – тривалість впливу.

У зв'язку з недоступністю даних про коефіцієнт абсорбції (IR), його величина при розрахунку потенційної дози, як правило, приймається рівною 1,0.

При оцінці екологічного ризику потенційні дози, як правило, усереднюються з урахуванням маси тіла людини та часу впливу на організм людини. Така доза називається середня добова доза (ADD).

При оцінці канцерогенних ризиків використовують середні добові дози, усереднені з урахуванням очікуваної середньої тривалості життя людини (70 років). Такі дози позначаються як $LADD$. Стандартне рівняння для розрахунку $LADD$ має такий вигляд [9]:

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365], \quad (1.3)$$

де $LADD$ – середня добова доза або надходження (I), мг/(кгхдень);

C – концентрація речовини у забрудненому середовищі, мг/л, мг/м³, мг/см², мг/кг;

CR – швидкість надходження середовища, що впливає (питної води, повітря,

продуктів харчування і тощо), л/день, м³/день, кг/день та ін;

Наступний третій етап включає характеристику екологічного ризику для здоров'я населення [9].

Характеристика екологічного ризику інтегрує дані про небезпеку аналізованих хімічних речовин, що аналізуються, величину експозиції, отримані на всіх попередніх етапах досліджень, з метою кількісної та якісної оцінки

екологічного ризику, виявлення та оцінки порівняльної значущості існуючих проблем для здоров'я населення [9].

Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику здійснюється з використанням даних про величину експозиції та значення факторів канцерогенного потенціалу (фактор нахилу, одиничний ризик). Як правило, для канцерогенних хімічних речовин додаткова ймовірність розвитку раку в індивідууму протягом усього життя (CR) оцінюється з урахуванням середньодобової дози протягом життя (LADD). Формула для розрахунку має такий вигляд [2]:

$$CR = LADD \times SF, \quad (1.4)$$

де LADD – середньодобова доза протягом життя, мг/(кгхдень);

SF – фактор нахилу, (мг/(кгхдень))⁻¹.

При дії декількох канцерогенів сумарний канцерогенний ризик для даного шляху поступу (наприклад, перорального або інгаляційного) розраховується за формулою [2]:

$$CR_T = \sum CR_j, \quad (1.5)$$

де CR_T – загальний канцерогенний ризик перорального шляху надходження;

CR_j – канцерогенний ризик для j – го канцерогенної речовини.

Характеристика екологічного ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюється шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними рівнями впливу (індекс/коефіцієнт небезпеки) [9].

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів для окремих речовин проводиться на основі розрахунку коефіцієнта небезпеки за формулою [9]:

$$HQ = AC/RfC, \quad (1.6)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки;

AC – середня концентрація, мг/м³;

RfC – референтна (безпечна) концентрація, мг/м³.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів при комбінованому та комплексному впливі хімічних сполук проводиться на основі розрахунку індексу небезпеки (НІ).

Індекс небезпеки для умов одночасного надходження кількох речовин одним і тим же шляхом (наприклад, інгаляційним або пероральним) розраховується за формулою [9]:

$$HI = \sum HQ_i, \quad (1.7)$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші речовин, що впливають.

Подібний підхід, прийнятий в оцінці екологічного ризику для неканцерогенних ефектів, хоча і досить консервативний, тому що може перебільшувати небезпеку для здоров'я, однак є кращим у порівнянні з роздільною, незалежною оцінкою кожного з компонентів, або визнанням всіх компонентів адитивно діючими [9].

Якщо коефіцієнт небезпеки перевищує одиницю, то ймовірність виникнення шкідливих ефектів у людини зростає пропорційно до збільшення HQ , проте точно вказати величину цієї ймовірності неможливо [9].

Класифікація рівнів відбувається на орієнтування на систему критеріїв прийнятності ризику [9].

Відповідно до цих критеріїв, перший діапазон ризику (індивідуальний ризик протягом усього життя, рівний або менший 1×10^{-6} , що відповідає одному додатковому випадку серйозного захворювання або смерті на 1 млн експонованих осіб) характеризує такі рівні ризику, які сприймаються всіма людьми, як зневажливо малі, не від звичайних, повсякденних ризиків (рівень DE–minimis). Подібні ризики не вимагають жодних додаткових заходів щодо їх зниження та їх рівні підлягають лише періодичному контролю [9].

Другий діапазон (індивідуальний ризик більше 1×10^{-6} , але менше 1×10^{-4}) відповідає гранично допустимому ризику, тобто верхній межі прийняттого ризику. Саме на цьому рівні встановлено більшість зарубіжних і рекомендованих міжнародними організаціями гігієнічних нормативів для населення в цілому

(наприклад, для питної води ВООЗ як допустимий ризик використовує величину 1×10^{-5} , для атмосферного повітря – 1×10^{-4}). рівні підлягають постійному контролю. У деяких випадках за таких рівнів ризику можуть проводитися додаткові заходи щодо їх зниження.

Третій діапазон (індивідуальний ризик протягом усього життя більше 1×10^{-4} , але менше 1×10^{-3}) прийнятний для професійних груп і неприйнятний для населення в цілому. Поява такого ризику потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів. Планування заходів щодо зниження ризиків у цьому випадку має ґрунтуватися на результатах більш поглибленої оцінки різних аспектів існуючих проблем та встановленні ступеня їхньої пріоритетності по відношенню до інших гігієнічних, екологічних, соціальних та економічних проблем на даній території.

Четвертий діапазон (індивідуальний ризик протягом усього життя, рівний або більше 1×10^{-3}) неприйнятний ні для населення, ні для професійних груп. Даний діапазон позначається як *De manifestis Risk* і при його досягненні необхідно давати рекомендації для осіб, які приймають рішення про проведення екстрених оздоровчих заходів щодо зниження ризику [9].

Результати розрахунків канцерогенних та неканцерогенних ризиків можуть бути досліджені дуже об'ємним та різномірним масивом інформації, який є малодоступним для чіткого виявлення, що приймають рішення щодо управління ризиками.

На практиці можливе проведення ранжирування ризиків розвитку розподілених шкідливих наслідків (наприклад, канцерогенних ризиків) залежно від території, експонованої популяції, джерел довкілля хімічними захворюваннями [9].

При оцінці екологічного ризику для здоров'я немає необхідності в управлінні ризиками в залежності від своєї медико–біологічної та соціальної сприйнятливості до загальної умовної шкали. Встановлення значущості ризиків, їх неминуче ранжування та виявлення пріоритетів входить до завдань управління ризиком [9].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ПРИ ПАЛІННІ

3.1 Результати розрахунку ризиків для здоров'я населення

На першому етапі було відібрано хімічні речовини ацетальдегід, акролеїн, формальдегід, фенол, бензол, 1,3-бутадиєн, толуол і ацетон за результатами досліджень диму цигарок та електронних систем нагрівання тютюну (ДОДАТОК А,Б) [7,8] та проведений аналіз для проведення розрахунків ризику (табл. 3.1). Було вказано унікальний ідентифікаційний номер речовини CAS та причина включення до списку хімічних речовин для розрахунків за методикою: «Розробка нових підходів до оцінки ризику для здоров'я людини від хімічних речовин» (Dr Stuart Dobson, Professor Mike Moore, Professor James Readman, 1998p.) [9].

Таблиця 3.1

Хімічні речовини, унікальний ідентифікаційний номер речовини та наявність епідемологічних критеріїв ризику [9]

Речовина	CAS	Причина включення до списку
Ацетальдегід	75-07-0	Вплив на органи дихання.
Акролеїн	107-02-8	Отруйна речовина, подразнює слизові оболонки людини.
Формальдегід	50-00-0	Вплив на органи дихання, слизову оболонку очей.
Фенол	108-95-2	Вплив на серцево-судинну систему, нирки, ЦНС, печінка, органи дихання.
Бензол	71-43-2	Вплив на імунітет, розвиток, репродуктивну функцію.
1,3-Бутадиєн	106-99-0	Вплив на репродуктивну функцію, органи дихання, серцево-судинну систему, кров. Розвиток онкологічних захворювань.
Толуол	108-88-3	Вплив на ЦНС, розвиток, органи дихання.
Ацетон	67-64-1	Вплив на печінку нирки, кров, ЦНС.

В таблицю включено результати досліджень епідеміологічних критеріїв ризику [9].

Для розрахунків екологічного ризику було використано результати соціологічного опитування та встановлено середню кількість випалених цигарок в кількості 14 штук та середній час сеансу паління 4 хвилини. Для розрахунків було прийнято кількість отриманих речовин у димі цигарок та ЕСНТ, як концентрацію хімічних речовин за один сеанс паління. Розрахунок було проведено для населення з 18 до 50 років, що палить протягом у середньому 32 років. При розрахунках якість атмосферного повітря не враховується. Сценарій розрахунку включає тільки інгаляційний шлях надходження речовин до організму.

За результати досліджень (ДОДАТОК А,Б) було відібрано дані для розрахунку екологічних ризиків для здоров'я людей та занесено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Хімічні речовини та концентрації у димі цигарок та електронних систем нагрівання тютюну [7,8]

Хімічна речовина	Концентрація в димі цигарок мг/циг	Концентрація в димі ЕСНТ, мг/циг
Ацетальдегід	0,1198	0,23
Акролеїн	0,0132	0,0107
Формальдегід	0,0077	0,0091
Фенол	0,015	0,0014
Бензол	0,0152	0,00006
1,3-Бутадієн	0,0144	0,00003
Толуол	0,0224	0,002
Ацетон	0,0679	0,0359

На другому етапі було розраховано величину надходження хімічної речовини в організм людини, мг/кг маси тіла на день. Дані для розрахунку було наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Дані для розрахунку величини надходження хімічної речовини [9]

Величина	Значення
CR	Cx14 (мг/день)
EF	365 (число днів/рік)
ED	32 (роки)
BW	70 (кг)
AT	11680 (днів)

- CR – величина контакту, кількість забрудненого середовища, яке контактує з тілом людини в одиницю часу або за один випадок впливу, мг/день;
- EF – частота дій, число днів/рік;
- ED – тривалість дії, кількість років;
- BW – маса тіла, середня маса тіла під час експозиції, кг;
- AT – час опосередкування, період опосередкування експозиції, кількість днів.

Результати розрахунків величини надходження хімічної речовини (I) при палінні цигарок та при палінні електронних систем нагрівання тютюну IQOS було наведено в таблиці 3.4.

За результатами розрахунків, можна виділити що величина надходження ацетальдегіду, акролеїну та фенолу при палінні ЕСНТ вища ніж при палінні

цигарок на 72 %, 24 % та 99 % відповідно. Величина надходження бензолу, бутадієну та толуолу майже на 100 % більша при палінні цигарок ніж при палінні ЕСНТ, формальдегіду та ацетону при палінні цигарок більше ніж при палінні ЕСНТ на 28 % і 72 % відповідно.

Таблиця 3.4

Результати розрахунків величини надходження хімічної речовини

Хімічна речовина	При палінні цигарок, мг/кг	При палінні ЕСНТ, мг/кг	Різниця, %
Ацетальдегід	$2,87 \times 10^{-3}$	$1,06 \times 10^{-2}$	71,90
Акролеїн	$3,48 \times 10^{-5}$	$2,29 \times 10^{-5}$	34,29
Формальдегід	$1,19 \times 10^{-5}$	$1,66 \times 10^{-5}$	28,40
Фенол	$4,50 \times 10^{-5}$	$3,92 \times 10^{-7}$	99,13
Бензол	$2,87 \times 10^{-3}$	$7,20 \times 10^{-10}$	99,99
1,3-Бутадієн	$4,15 \times 10^{-5}$	$1,80 \times 10^{-10}$	99,99
Толуол	$1,00 \times 10^{-4}$	$8,00 \times 10^{-7}$	99,20
Ацетон	$9,22 \times 10^{-4}$	$2,58 \times 10^{-4}$	72,05

Було розраховано загальну потенційну дозу хімічної речовини, що потрапляє в організм людини (TPD), дані для розрахунків наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Дані для розрахунку загальної потенційної дози хімічної речовини, що потрапляє в організм [9]

Величина	Значення
IR	1 (мг)
ED	32 (років)

- C – концентрація забруднюючої речовини в об'єкті навколишнього середовища, мг/м³;
- IR – величина (швидкість) надходження, яка залежить від швидкості інгаляції (об'єму легеневої вентиляції), мг;
- ED – тривалість дії, кількість років.

У зв'язку з недоступністю даних про коефіцієнт абсорбції (IR), його величина при розрахунку потенційної дози, як правило, приймається рівною 1,0.

Результати розрахунку загальної потенційної дози хімічної речовини, що потрапляє в організм людини при палінні цигарок та при палінні ЕСНТ, наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Результати розрахунку загальної потенційної дози хімічної речовини, що потрапляє в організм людини при палінні цигарок та при палінні ЕСНТ

Хімічна речовина	Загальна потенційна доза, цигарки , мг	Загальна потенційна доза ЕСНТ, мг/кг
Ацетальдегід	$4,59 \times 10^{-1}$	1,69
Акролеїн	$5,58 \times 10^{-3}$	$3,66 \times 10^{-3}$
Формальдегід	$1,90 \times 10^{-3}$	$2,65 \times 10^{-3}$
Фенол	$7,20 \times 10^{-3}$	$6,27 \times 10^{-5}$
Бензол	$7,39 \times 10^{-3}$	$1,15 \times 10^{-7}$
1,3-Бутадиєн	$6,64 \times 10^{-3}$	$2,88 \times 10^{-8}$
Толуол	$1,61 \times 10^{-2}$	$1,28 \times 10^{-4}$
Ацетон	$1,48 \times 10^{-1}$	$4,12 \times 10^{-2}$

Результати розрахунку загальної потенційної дози хімічної речовини, що потрапляє в організм людини свідчать про те, що загальна потенційна доза, ацетальдегіду та формальдегіду вища на 73 % та 28 % при палінні ЕСНТ ніж при палінні цигарок. Загальна потенційна доза фенолу, бензолу, бутадиєну та толуолу при палінні цигарок вища, ніж при палінні ЕСНТ. Потенційна доза ацетону та акролеїну при палінні цигарок вища на 72 % та 34 % ніж при палінні ЕСНТ.

Було розраховано середньодобову дозу (LADD) для канцерогенних речовин. У таблиці 3.7 наведені дані для розрахунків середньодобової дози.

Таблиця 3.7
Дані для розрахунку середньодобової дози хімічних речовин [9]
(канцерогенів)

Величина	Значення
CR	$C \times 14$
EF	365
ED	32
BW	70

- C – концентрація хімічної речовини; середня концентрація, що впливає в період експозиції, мг/м³;
- CR – величина контакту, кількість забрудненого середовища, яке контактує з тілом людини в одиницю часу або за один випадок впливу, мг/день;
- EF – частота дій, число днів/рік;
- ED – тривалість дії, кількість років;
- BW – маса тіла, середня маса тіла під час експозиції, кг;
- AT – час опосередкування, період опосередкування експозиції, кількість років;
- 365 – кількість днів в році.

Таблиця 3.8

Результати розрахунку середньодобової дози для канцерогенних речовин

Речовина	Середня добова доза, цигарки, мг/кгхдень	Середня добова доза ЕСНТ, мг/кгхдень
Ацетальдегід	$1,31 \times 10^{-3}$	$4,84 \times 10^{-3}$
Формальдегід	$5,42 \times 10^{-6}$	$7,57 \times 10^{-6}$
Бензол	$2,11 \times 10^{-5}$	$3,29 \times 10^{-10}$
1,3-Бутадієн	$1,90 \times 10^{-5}$	$8,23 \times 10^{-11}$

Результат розрахунку (табл. 3.8) свідчить, що середня добова доза ацетальдегіду та формальдегіду при палінні цигарок вища на 73 % та 28 % ніж при палінні ЕСНТ, а бензолу та бутадієну середня добова доза при палінні цигарок майже на 100 % вища ніж при палінні ЕСНТ.

На третьому етапі було розраховано ймовірність розвитку раку індивідууму протягом усього життя для канцерогенних речовин, дані для розрахунків наведено у таблиці 3.9. Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику здійснюється з використанням даних про величину експозиції та значення факторів канцерогенного потенціалу (фактор нахилу, одиничний ризик). Значення канцерогенних ризиків відображають, головним чином, довгострокову тенденцію до зміни онкологічного фону [2].

Таблиця 3.9

Дані для розрахунку ймовірності розвитку раку індивідууму протягом усього життя [7,8]

Канцерогенна хімічна речовина	SFI
Ацетальдегід	0,0077
Формальдегід	0,046
Бензол	0,027
1,3–Бутадієн	0,105

- SF – фактор нахилу, $(\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{день}))^{-1}$ (Для інгаляційного надходження)

Результати розрахунків ймовірності розвитку раку в індивідууму протягом усього життя при палінні цигарок та при палінні ЕСНТ наведено у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Результати розрахунків ймовірності розвитку раку в індивідууму протягом усього життя

Канцерогенна хімічна речовина	Ймовірність розвитку раку в індивідуума, цигарки	Ймовірність розвитку раку в індивідуума, ЕСНТ
Ацетальдегід	$1,01 \times 10^{-5}$	$3,72 \times 10^{-5}$
Формальдегід	$2,49 \times 10^{-7}$	$3,48 \times 10^{-7}$
Бензол	$5,70 \times 10^{-7}$	$8,89 \times 10^{-12}$
1,3–Бутадієн	$1,99 \times 10^{-6}$	$8,64 \times 10^{-12}$

Було розраховано сумарний канцерогенний ризик для інгаляційного шляху надходження. Результати розрахунків сумарного канцерогенного ризику при палінні цигарок та при палінні ЕСНТ наведено у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Результати розрахунків сумарного канцерогенного ризику

Значення	Значення сумарного ризику, цигарки	Значення сумарного ризику, ЕСНТ
CR	$1,29 \times 10^{-5}$	$3,76 \times 10^{-5}$

Аналіз результатів розрахунку сумарного канцерогенного ризику вказує на те, що під час паління ЕСНТ сумарний канцерогенний ризик на 65 % вищий ніж для паління цигарок.

На третьому етапі було розраховано ризик розвитку неканцерогенних ефектів для інгаляційного шляху надходження (HQ). Дані для розрахунків ризику розвитку неканцерогенних ефектів для інгаляційного шляху надходження наведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

Дані для розрахунку ризику розвитку неканцерогенних ефектів [7,8,9]

Хімічна речовина	Концентрація в димі цигарок мг/циг	Концентрація в димі ЕСНТ, мг/циг	RFC, мг/м ³
Акролеїн	0,0132	0,0107	$2,00 \times 10^{-5}$
Фенол	0,015	0,0014	0,006
Толуол	0,0224	0,002	0,4
Ацетон	0,0679	0,0359	31,2

- RfC – референтна (безпечна) концентрація, мг/м³.

Результати для розрахунків ризику розвитку неканцерогенних ефектів для інгалаційного шляху надходження для паління цигарок та ЕСНТ наведені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Результати для розрахунків ризику розвитку неканцерогенних ефектів для інгалаційного шляху надходження

Речовина	Ризик надходження неканцерогенних ефектів, цигарки	Ризик надходження неканцерогенних ефектів, ЕСНТ
Акролеїн	660	535
Фенол	2,5	0,2333
Толуол	0,056	0,005
Ацетон	0,0022	0,0012

При палінні цигарок, розвиток неканцерогенного впливу для всіх досліджуваних хімічних елементів становить більший ризик для людини – акролеїн на 19 %, фенол та толуол на 91 %, ацетон на 47 %, ніж ризик пов'язаний з палінням ЕСНТ.

Було розраховано сумарний ризик розвитку неканцерогенних ефектів для інгалаційного шляху надходження в організм людини (НІ). Результати розрахунків наведено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

Результати розрахунків сумарного екологічного ризику розвитку неканцерогенних ефектів для інгаляційного надходження

Коефіцієнт небезпеки	Ризик надходження неканцерогенних ефектів, цигарки	Ризик надходження неканцерогенних ефектів, ЕСНТ
НІ	662,55	535,23

Сумарний екологічний ризик розвитку неканцерогенного ефекту для інгаляційного надходження при палінні цигарок становить 662, а при палінні ЕСНТ 535, що на 19% нижче, ніж при палінні цигарок.

Якщо розрахований коефіцієнт небезпеки (НІ) речовини не перевищує одиницю, то ймовірність розвитку у людини шкідливих ефектів при щоденному надходженні речовини протягом життя несуттєва і такий вплив характеризується як допустиме [9].

Якщо коефіцієнт небезпеки перевищує одиницю, то ймовірність виникнення шкідливих ефектів у людини зростає пропорційно до збільшення НІ, проте точно вказати величину цієї ймовірності неможливо [9].

3.2 Вплив хімічних речовин в димі цигарок та ЕСНТ на організм людини

Цигарковий дим містить понад 4000 різних сполук. Значна кількість з них є токсичними (отруйними) і може впливати на організм людини, багато з них є канцерогенними (викликають рак). Нижче перелічена інформація про сполуки, які містяться в тютюновому димі.

Ацетальдегід. Міжнародне агентство з вивчення раку ВООЗ у 2009 році включило ацетальдегід до групи 1 (з доведеною дією) канцерогенів для людини як головного метаболіту алкоголю та до групи 2В за загальною оцінкою (з доведеною канцерогенністю для тварин). Мінімальної безпечної концентрації не встановлено. Речовину розглядають як головний фактор, що викликає рак ротової порожнини та стравоходу [39].

Ацетальдегід, що міститься в тютюновому димі та харчових продуктах – причина розвитку онкології верхніх відділів шлунково–кишкового тракту та дихальної системи (носа та гортані) [39].

Акролеїн викликає подразнення дихальних шляхів, підвищує опір дихальних шляхів та приливний об'єм, а також зменшує частоту дихання. Вплив парів акролеїну може призвести до набряку легень та смерті. Вдихання може викликати астматичну реакцію [39].

Формальдегід внесений до списку потенційно канцерогенних сполук в розділі «ймовірні канцерогени для людини».

Хронічне отруєння формальдегідом викликає такі симптоми:

- алергію, постійний кашель, подразнення очей, носа, горла і шкіри, напади астми;
- порушення сну, психічне збудження, тремтіння, схуднення;
- головні болі, розлад зору і координації;
- хронічну втоми, сонливість, млявість, загальмованість;
- розлад потовиділення і регуляції температури тіла [39].

Перші ознаки гострого отруєння формальдегідом: сльозотеча, різь в очах, нежить, кашель, задуха, головний біль, порушення координації рухів, судоми.

При вдиханні його парів можливе виникнення алергічних реакцій шкіри (аж до екземи), у жінок порушується менструальний цикл [39].

Формальдегід підвищує ризик розвитку раку носоглотки, а також може призвести до виникнення лейкозу [39].

Фенол має досить сильний негативний вплив на організм людини. Отруйна речовина при вдиханні швидко пригнічують роботу ЦНС. Розчини й навіть фенольний пил при прямому контакті провокує утворення хімічних опіків, а також сильне подразнення дихальних шляхів, епітелію і слизових оболонок. Одне з виражених властивостей речовини – висока проникаюча здатність, в тому числі і через неушкоджені шкірні покриви. Більш того випадкове або навмисне змішування елемента і цілим спектром інших сполук (наприклад, похідними хлору) провокує активних синтез токсичних речовин першого класу небезпеки, які навіть в невеликій кількості здатні практично миттєво викликати смерть людини [39].

Вдихання повітря з дуже високим вмістом бензолу може призвести до смерті, у той час як висока його концентрація може спричинити сонливість, запаморочення, прискорене серцебиття, головний біль, тремор, сплутаність свідомості та несвідомий стан. Поїдання або вживання їжі з високим вмістом бензолу може призвести до блювоти, роздратування шлунка, запаморочення, сонливості, конвульсії, прискореного серцебиття і смерті.

Основна дія бензолу при тривалому вдиханні проявляється на показниках крові. Бензол шкідливо впливає на кістковий мозок і може викликати зменшення кількості еритроцитів, що призводить до анемії. Він також може спричинити надмірну кровотечу і може вразити імунну систему, збільшуючи ймовірність зараження [4].

Тривалий вплив високого рівня бензолу в повітрі може спричинити лейкемію, особливо гострий мієлогенозний лейкоз. Це рак кровотворних органів. Міжнародне агентство з вивчення раку (IARC) встановило, що бензол є канцерогенним для людини [4].

За характером дії на організм людини 1,3-бутадієн має наркотичну і дратівливу дію. Належить до ймовірно канцерогенних речовин, за ступенем впливу на організм людини – до 4 класу небезпеки [4].

Дратує слизові оболонки, викликає функціональні зрушення у центральній нервовій системі [39].

Вплив на організм людини:

– гостре отруєння характеризується загальною слабкістю, сонливістю, головним болем, шумом у вухах, відчуттям сп'яніння, пізніше може розвиватися нудота та блювання, хитка хода; при великих концентраціях діє пригнічуючи нервову систему, можливі порушення дихання і втрата свідомості;

– місцево-дратівлива дія обумовлює появу почуття пощипування та поколювання в носі, кашель, свербіж шкіри.

Речовина може вплинути на кістковий мозок. Ця речовина є канцерогенною. Може завдати спадкове генетичне ураження клітин ембріона людини [39].

Пари толуолу можуть викликати ураження нервової системи (гальмування, порушення в роботі вестибулярного апарату), у тому числі необоротне [39].

Толуол є сильно токсичною отрутою, що впливає на функцію кровотворення організму, аналогічно бензолу. Порушення кровотворення проявляється у ціанозі та гіпоксії. Існує також толуольна токсикоманія.

Загалом толуол, як і інші гомологи бензолу, токсичний, його тривалий вплив на організм може призвести до незворотних уражень ЦНС, кровотворних органів та створити передумови для виникнення енцефалопатії [39].

Ацетон при вдиханні накопичується в організмі. Оскільки виводиться з організму повільно, можливі хронічні отруєння [39].

Пари ацетону не можуть викликати реакцію миттєвого, тим більше смертельного отруєння [39].

Ацетон порівняно мало токсичний. Ацетон є одним з найменш токсичних і в цьому відношенні цілком можна порівняти з етиловим спиртом. Перебування протягом короткого часу в атмосфері, в якій концентрація ацетону набагато перевищує вказану, не завдає шкоди [39].

Токсична дія ацетону пов'язана з наркотичним впливом на ЦНС, що припікає дією на слизову оболонку дихальних шляхів та органів травлення, метаболічним ацидозом та негативним впливом на розвиток плода [39].

Багато курців вважають, що їхній організм вже зазнав значного впливу і не має значення, коли і навіщо відмовлятися від паління. Вплив на організм завдає кожна сигарета, тобто чим раніше вони кидають палити, тим менший ризик розвитку захворювань. Досвідчені курці помилково вважають, що відмова чинитиме шкідливий вплив на їх здоров'я – це помилка.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ НАГРІВАННЯ ТЮТЮНУ

Найбільша частота паління спостерігається серед чоловіків віком 20–29 років. Статистичні дані вказують, що із цієї вікової категорії молодих чоловіків 25 % помруть передчасно внаслідок хвороб, пов'язаних з палінням, тобто із 3,5 мільйонів молодих людей зазначеного віку 587 тисяч не доживуть до 70 років [1].

Слід зазначити, що ризики для здоров'я людей пов'язані із використанням альтернативних систем паління тютюну, в деяких випадках навіть вищі, за ризики для здоров'я населення при традиційному палінні. Для зниження кількості випаленого тютюну населенням, необхідно інформувати про можливий ризик, пов'язаний з палінням електронних систем нагрівання тютюну [2]. Тобто внаслідок використання електронних систем паління людина значно більше схильна до впливу випаровувань і диму від електронних систем паління, а також визначено, що зростають показники екологічних ризиків для стану здоров'я. При цьому, безумовно, дуже важливо проводити попереджувальні, профілактичні, роз'яснювальні, просвітницькі, психологічні заходи з чітким формулюванням наслідків, серед яких виділяють:

- найближчі наслідки: задишка, загострення бронхіальної астми, шкода під час вагітності, безплідність, тахікардія, підвищення артеріального тиску;
- віддалені наслідки: інфаркт міокарда, мозковий інсульт, рак легень та інших органів, хронічні обструктивні захворювання легень (хронічний бронхіт та емфізема), стійка втрата працездатності і необхідність сторонньої допомоги;
- ризик для присутніх: підвищення ризику розвитку раку легень і серцево–судинних захворювань у дружини/чоловіка; підвищення ризику розвитку дітей з недостатньою вагою; синдром раптової дитячої смерті, респіраторні інфекції, хвороби середнього вуха в сім'ях, де палить один із батьків [1].

Тютюнозалежність – хронічне захворювання, що потребує лікування. Досвід багатьох країн, які досягли значних успіхів у зниженні захворюваності і

смертності від хронічних неінфекційних захворювань, довів, що саме зменшення поширеності паління вірогідно позитивно впливає на показники здоров'я [3].

Сукупність міжнародних досліджень показують результативність та рентабельність заходів та втручань щодо припинення куріння [28]. Вони включають дві широкі сфери діяльності:

- заходи та дії серед широких верств населення, спрямовані на переконання курців кинути палити – більш висока вартість через оподаткування, заборону куріння у громадських місцях та освітні програми у ЗМІ;
- заходи та дії, спрямовані на допомогу курцям, вже мотивованим, щоб кинути курити.

Ці підходи не повинні виключати, а доповнювати один одного, оскільки вони націлені на різні верстви населення, а без підходів, що охоплюють велике коло населення, мотивація кинути палити не буде досягнута.

Підвищення податків на тютюнові вироби є одним із найефективніших компонентів всебічної політики боротьби з тютюнопалінням. Постійне підвищення реальних цін скорочує споживання та поширеність тютюнових виробів. За даними Світового Банку, в середньому підвищення вартості пачки цигарок на 10 % зменшить споживання сигарет приблизно на 4 % відсотка в країнах з високим доходом, і приблизно на 8 % у країнах із середнім та низьким доходом на душу населення. Дослідники підрахували, що половина результатів від підвищення цін може бути віднесена на поширеність куріння, що скоротиться на 2 % у країнах із високим доходом, і на 4 % у країнах із середнім та низьким доходом. Друга половина позитивного ефекту відноситься до зниження кількості сигарет, викурених продовжують курити особами [28].

Регулювання схильності до пасивного куріння також може скоротити в середньому вживання та поширення тютюну та куріння. Проте результативність заборон на куріння залежить від їхнього суворого дотримання та мобілізації громадської думки за допомогою всебічної інформаційної кампанії. У Сполучених Штатах різні дослідження показують, що розвиток законодавства на заборону куріння у громадських місцях та його суворе дотримання може знизити

вживання тютюну на 4–10 % та стимулювати значну кількість курців кинути палити [28].

Компанії у засобах масової інформації можуть підвищити поінформованість населення з питань впливу тютюну на здоров'я та переваги відмови від куріння, змінити та посилити ставлення до припинення куріння, посилити політичну підтримку стратегічних заходів (таких як оподаткування та заборона на паління у громадських місцях) та забезпечити стимули до простим діям. Кампанії у засобах масової інформації також допомагають пропагувати та підтримувати створення служб, спрямованих на припинення куріння та доступу до них [28].

Широко розповсюджені серед громадськості антитютюнові конкурси, такі як «Кинь палити та переможи», спрямовані на мотивацію курців, щоб кинуть палити, проходять в окремих країнах світу. Контрольні дослідження показали, що в середньому після одного року відмови від паління 20 % учасників не відновлюють куріння, хоча стратегії набору, рівень учасників, ступінь абстиненції і, відповідно, вплив на населення значно відрізняються від країни до країни [34].

Створення телефонної лінії підтримки, як одна з рекомендацій щодо оптимізації проблеми тютюнопаління, використовують два основних підходи: реактивний, при якому курці просто телефонують за вказаним номером, і проактивний – коли консультанти передзвонюють і надають тривалу консультативну підтримку телефоном. Консультації по телефону можуть бути результативнішими порівняно з втручаннями без особистого контакту. Деякі дослідження припускають, що телефонні лінії підтримки є корисною частиною лікувальних послуг курців [28].

Паління — соціальне та ще й екологічне лихо. Воно впливає не тільки на стан здоров'я людини, але і на якість навколишнього середовища, у якому проживають ті, хто не палить. Через нерозуміння, сліпе наслідування моди, дорослих, ровесників підліток починає курити — спочатку робить одну затяжку, викурює одну сигарету, а потім тягнеться до лиховісної пачки знову і знову. І так куріння стає звичкою. А почати куріння набагато легше, ніж покинути. Отож, краще не починати.

ВИСНОВКИ

1. Історія створення альтернатив традиційному палінню цигарок почалась у 1988р «IQOS» від компанії «Philip Morris International» (PMI) (запущений на міжнародному рівні у 2014 році та в США компанією «Altria» у 2020 році).
2. Технологія нагрівання тютюну заснована на унікальному електронному методі нагрівання для виробництва аерозолів з тютюнових нагрівачів. Системи нагрівання тютюну працюють за більш низьких температур (240–350 °C), ніж традиційні сигарети (>600 °C), що знижує температуру використання та дозволяє виробляти аерозоль без спалювання тютюну.
3. Під час написання роботи було використано такі методи:соціологічне опитування – було опитано 50 респондентів щодо приференцій у виборі типу паління та причини обрання такого типу. Також було розраховано ризику розвитку канцерогенних та неканцерогенних ефектів впливу паління цигарок та ЕСНТ на організм людини за методикою «Розробка нових підходів до оцінки ризику для здоров'я людини від хімічних речовин» (Dr Stuart Dobson, Professor Mike Moore, Professor James Readman 1998р.).
4. Було виявлено, що ризик для канцерогенного ефекту на організм людини при палінні цигарок нижчий за ризик при палінні ЕСНТ на 67 %, але в обох випадках такий ризик відноситься до другого діапазону індивідуального екологічного ризику протягом усього життя більше 1×10^{-6} , але менше 1×10^{-4} відповідає гранично допустимому ризику, тобто верхній межі прийняттого екологічного ризику. У деяких випадках за таких рівнів ризику можуть проводитися додаткові заходи щодо їх зниження. Це свідчить про те, що при палінні цигарок та ЕСНТ ризик канцерогенних ефектів збільшений, що може призводити до онкологічних хвороб ротової порожнини, гортані, стравоходу, трахеї, бронхів, легень, шлунку, нирок, товстої кишки, сечового міхура, шийки матки, дихальних шляхів, серцево–судинної системи.

5. Також було виявлено, що неканцерогенний ризик, при палінні цигарок навпаки вищий за ризик, що може виникнути, при використанні ЕСНТ на 19 %. Обидва види екологічних ризиків є неприйнятними, що свідчить про підвищення вірогідності захворювань та можуть викликати остеопороз; пародонтоз; безпліддя, імпотенцію.
6. Таким чином, виконане дослідження свідчить про те, що паління цигарок та ЕСНТ, має підвищений ризик для здоров'я і всі типи споживання тютюну мають вплив на здоров'я курців.
7. Серед рекомендацій щодо оптимізації проблеми паління електронних систем нагрівання тютюну можна виділити основні заходи та дії серед широких верств населення, спрямовані на переконання курців кинути палити – більш висока вартість через оподаткування, заборону куріння у громадських місцях та освітні програми у ЗМІ, а також заходи та дії, спрямовані на допомогу курцям, вже мотивованим, щоб кинути курити.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреева Т. Якщо палять батьки. 2003. Т. 3, № 2. С. 14–26.
2. Варбан М. Ю. Проблема рефлексивної підтримки професійного становлення особистості на етапі переходу від юності до зрілості. *Український соціум: соціологічні дослідження та моніторинг соціальної політики (соціологія, політика, педагогіка, економіка)*. 2002. № 1. С. 95–103.
3. Виховання національного свідомого, патріотично зорієнтованого молодого покоління, створення умов для його розвитку як чинник забезпечення національних інтересів України : Аналіт.–інформ. матеріали. Київ, 2003. 191 с.
4. Кивенко Т. О., Пальчевська Т. А. Залізодефіцитна анемія. Причини, симптоми, лікування : Thesis. 2016.
URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/4687> (дата звернення: 25.11.2022).
5. Рабійчук С. О. Показники цінності здорового образу життя. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія "Педагогіка. Соціальна робота"*. 2017. Вип. 1 (40). С. 233–234.
6. A 90-day OECD TG 413 rat inhalation study with systems toxicology endpoints demonstrates reduced exposure effects of the aerosol from the carbon heated tobacco product version 1.2 (CHTP1.2) compared with cigarette smoke. II. Systems toxicology assessment / B. Titz et al. *Food and chemical toxicology*. 2018. Vol. 115. P. 284–301. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.058> (date of access: 25.11.2022).
7. An experimental investigation into the operation of an electrically heated tobacco system / V. Cozzani et al. *Thermochimica acta*. 2020. Vol. 684. P. 178475. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tca.2019.178475> (date of access: 25.11.2022).
8. An experimental method to study emissions from heated tobacco between 100–200°C / M. Forster et al. *Chemistry central journal*. 2015. Vol. 9, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13065-015-0096-1> (date of access: 25.11.2022).
9. Assessing the hazards to human health from chemicals. *Chemical risk assessment*. Chichester, UK, 2013. С. 153–169.
URL: <https://doi.org/10.1002/9781118683989.ch9> (дата звернення: 25.11.2022).
10. Baker R. Smoke generation inside a burning cigarette: modifying combustion to develop cigarettes that may be less hazardous to health☆. *Progress in energy and combustion science*. 2006. Т. 32, № 4. С. 373–385.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2006.01.001> (дата звернення: 25.11.2022).
11. Bush J. Understanding influences on smoking in Bangladeshi and Pakistani adults: community based, qualitative study. *Bmj*. 2003. Т. 326, № 7396. С. 962. URL: <https://doi.org/10.1136/bmj.326.7396.962> (дата звернення: 25.11.2022).
12. Carbonyl emissions from a novel heated tobacco product (IQOS): comparison with an e-cigarette and a tobacco cigarette / K. E. Farsalinos et al. *Addiction*. 2018. Vol. 113, no. 11. P. 2099–2106.
URL: <https://doi.org/10.1111/add.14365> (date of access: 25.11.2022).

13. Characterization of airborne particles emitted by an electrically heated tobacco smoking system / A. Pacitto et al. *Environmental pollution*. 2018. Vol. 240. P. 248–254. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.137> (date of access: 25.11.2022).
14. Chemical analysis and simulated pyrolysis of tobacco heating system 2.2 compared to conventional cigarettes / X. Li et al. *Nicotine & tobacco research*. 2018. Vol. 21, no. 1. P. 111–118. URL: <https://doi.org/10.1093/ntr/nty005> (date of access: 25.11.2022).
15. Chemical and biological studies on new cigarette prototypes that heat instead of burn tobacco. Winston–Salem, N.C : R.J. Reynolds Tobacco Co., 1988. 744 p.
16. Cochrane review –the cochrane database of systematic reviews–issue 7, 2014. *Journal of Evidence–Based Medicine*. 2014. Vol. 7, no. 3. P. 227–228. URL: <https://doi.org/10.1111/jebm.12118> (date of access: 25.11.2022).
17. Comparative assessment of HPHC yields in the Tobacco Heating System THS2.2 and commercial cigarettes / G. Jaccard et al. *Regulatory toxicology and pharmacology*. 2017. Vol. 90. P. 1–8. URL: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2017.08.006> (date of access: 25.11.2022).
18. Comparison of the impact of the Tobacco Heating System 2.2 and a cigarette on indoor air quality / M. I. Mitova et al. *Regulatory toxicology and pharmacology*. 2016. Vol. 80. P. 91–101. URL: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.06.005> (date of access: 25.11.2022).
19. Davis B. IQOS: evidence of pyrolysis and release of a toxicant from plastic. *Tobacco control*. 2018. Vol. 28, no. 1. P. 34–41. URL: <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2017-054104> (date of access: 25.11.2022).
20. Determination of eight carbonyl compounds in aerosols trapped in phosphate buffer saline solutions to support in vitro assessment studies / R. Buratto et al. *Talanta*. 2018. Vol. 184. P. 42–49. URL: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.02.048> (date of access: 25.11.2022).
21. Effects of switching to the menthol tobacco heating system 2.2, smoking abstinence, or continued cigarette smoking on clinically relevant risk markers: a randomized, controlled, open–label, multicenter study in sequential confinement and ambulatory settings (part 2) / F. Lüdicke et al. *Nicotine & tobacco research*. 2017. Vol. 20, no. 2. P. 173–182. URL: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntx028> (date of access: 25.11.2022).
22. Environmental pollution and emission factors of electronic cigarettes, heat–not–burn tobacco products, and conventional cigarettes / A. A. Ruprecht et al. *Aerosol science and technology*. 2017. Vol. 51, no. 6. P. 674–684. URL: <https://doi.org/10.1080/02786826.2017.1300231> (date of access: 25.11.2022).
23. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 4: 90–day OECD 413 rat inhalation study with systems toxicology endpoints demonstrates reduced exposure effects compared with cigarette smoke / E. T. Wong та ін. *Regulatory toxicology and pharmacology*. 2016. T. 81. С. S59–S81. URL: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.10.015> (дата звернення: 25.11.2022).

24. Graham H. Women and smoking: understanding socioeconomic influences. *Drug and alcohol dependence*. 2009. Vol. 104. P. S11–S16.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2009.02.009> (date of access: 25.11.2022).
25. Heat–Not–Burn tobacco cigarettes / R. Auer et al. *JAMA internal medicine*. 2017. Vol. 177, no. 7. P. 1050.
URL: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2017.1419> (date of access: 25.11.2022).
26. Heat–not–burn tobacco product use in Japan: its prevalence, predictors and perceived symptoms from exposure to secondhand heat–not–burn tobacco aerosol / T. Tabuchi et al. *Tobacco control*. 2017. Vol. 27, e1. P. e25–e33.
URL: <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2017-053947> (date of access: 25.11.2022).
27. Ichitsubo H., Kotaki M. Indoor air quality (IAQ) evaluation of a Novel Tobacco Vapor (NTV) product. *Regulatory toxicology and pharmacology*. 2018. Vol. 92. P. 278–294. URL: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2017.12.017> (date of access: 25.11.2022).
28. International Quit & Win '96: a global campaign to promote smoking cessation / P. Puska et al. *Tobacco control*. 1996. Vol. 5, no. 4. P. 342.
URL: <https://doi.org/10.1136/tc.5.4.342> (date of access: 25.11.2022).
29. IQOS: examination of Philip Morris International’s claim of reduced exposure / G. St.Helen et al. *Tobacco control*. 2018. Vol. 27, Suppl 1. P. s30–s36.
URL: <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054321> (date of access: 25.11.2022).
30. Levels of selected analytes in the emissions of “heat not burn” tobacco products that are relevant to assess human health risks / N. Mallock et al. *Archives of toxicology*. 2018. Vol. 92, no. 6. P. 2145–2149.
URL: <https://doi.org/10.1007/s00204-018-2215-y> (date of access: 25.11.2022).
31. Liber A. C. Heated tobacco products and combusted cigarettes: comparing global prices and taxes. *Tobacco control*. 2018. Vol. 28, no. 6. P. 689–691.
URL: <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054602> (date of access: 25.11.2022).
32. Menard R. R., Goodman J. Tobacco in history: the cultures of dependence. *The american historical review*. 1995. Vol. 100, no. 3. P. 878.
URL: <https://doi.org/10.2307/2168618> (date of access: 25.11.2022).
33. New ideas, old problems? Heated tobacco products – a systematic review / M. Jankowski et al. *International journal of occupational medicine and environmental health*. 2019. Vol. 32, no. 5. P. 595–634.
URL: <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01433> (date of access: 25.11.2022).
34. Organization W. H. W. H. WHO report on the global tobacco epidemic 2019: offer help to quit tobacco use. WHO Regional Office for the Western Pacific, 2020. 210 p.
35. Randolph W., Viswanath 37 K. Lessons learned from public health mass media campaigns: marketing health in a crowded media world. *Annual review of public health*. 2004. Vol. 25, no. 1. P. 419–437.

- URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.25.101802.123046>(date of access: 25.11.2022).
- 36.Saito R. Exposure of children to second–hand smoke is abuse: a new definition. *Tobacco induced diseases*. 2019. Vol. 17, no. 1.
URL: <https://doi.org/10.18332/tid/111559>(date of access: 25.11.2022).
- 37.Second–hand smoke generated by combustion and electronic smoking devices used in real scenarios: ultrafine particle pollution and age–related dose assessment / C. Protano et al. *Environment international*. 2017. Vol. 107. P. 190–195. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.07.014>(date of access: 25.11.2022).
- 38.Simple determination of gaseous and particulate compounds generated from heated tobacco products / S. Uchiyama et al. *Chemical research in toxicology*. 2018. Vol. 31, no. 7. P. 585–593.
URL: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.8b00024>(date of access: 25.11.2022).
- 39.Swiss Academy of Medical Sciences. Medical–ethical guidelines: management of dying and death. *Swiss medical weekly*. 2018.
URL: <https://doi.org/10.4414/smw.2018.14664>(date of access: 25.11.2022).
- 40.The World Bank. Curbing the epidemic: governments and the economics of tobacco control. *Tobacco control*. 1999. Vol. 8, no. 2. P. 196–201.
URL: <https://doi.org/10.1136/tc.8.2.196>(date of access: 25.11.2022).

ДОДАТКИ

Рівні хімічних речовин, отримані під час дослідження електронних систем нагрівання тютюну (частина 2)[7]

Constituents	unit	EHTP in Nitrogen		EHTP in Synthetic Air	
		Average	Std. Dev.	Average	Std. Dev.
TPM^a	mg/unit	54.0	1.5	55.2	1.6
Water	mg/unit	34.7	4.3	37.3	3.8
NFDPM[†]	mg/unit	17.9	3.1	16.5	3.4
Glycerin	mg/unit	4.38	0.24	4.39	0.40
Nicotine	mg/unit	1.38	0.10	1.37	0.09
CO	mg/unit	<0.530 but ≥0.159	—	0.54	0.16
NO	µg/unit	18.8	0.9	19.9	1.3
NO_x (NO + NO₂)	µg/unit	19.5	1.0	20.8	1.4
Benzo[<i>a</i>]pyrene	ng/unit	0.60	0.09	0.61	0.11
1-3-Butadiene	µg/unit	0.3	0.03	0.3	0.02
Isoprene	µg/unit	2.6	0.4	2.3	0.1
Acrylonitrile	µg/unit	0.2	0.02	0.2	0.02
Benzene	µg/unit	0.5	0.07	0.6	0.06
Toluene	µg/unit	1.9	0.3	2.0	0.2

Продовження Додатка А

Рівні хімічних речовин, отримані під час дослідження електронних систем нагрівання тютюну (частина 2)[7]

Constituents	unit	EHTP in Nitrogen		EHTP in Synthetic Air	
		Average	Std. Dev.	Average	Std. Dev.
Pyridine	µg/unit	7.4	0.6	7.8	1.4
Quinoline	µg/unit	<0.011 but ≥0.003	—	<0.011 but ≥0.003	—
Styrene	µg/unit	0.8	0.3	0.7	0.2
Hydroquinone	µg/unit	7.4	0.7	7.0	0.2
Resorcinol	µg/unit	<0.055 but ≥0.016	—	<0.055 but ≥0.016	—
Catechol	µg/unit	14.7	1.1	14.3	0.5
Phenol	µg/unit	1.3	0.1	1.4	0.1
p-Cresol	µg/unit	0.07	0.01	0.07	0.01
m-Cresol	µg/unit	0.03	0.01	0.03	0.01
o-Cresol	µg/unit	0.07	0.01	0.06	0.01
Formaldehyde	µg/unit	6.1	1.2	9.1	1.4
Acetaldehyde	µg/unit	211	16	230	21
Acetone	µg/unit	31.0	2.3	35.9	4.3
Acrolein	µg/unit	8.4	1.3	10.7	1.7
Propionaldehyde	µg/unit	13.7	1.1	14.9	1.9
Crotonaldehyde	µg/unit	<3.292 but ≥0.988	—	<3.292 but ≥0.988	—
Methyl Ethyl	µg/unit	7.0	0.6	7.6	0.8
Butyraldehyde	µg/unit	22.5	1.9	23.1	1.9
1-Aminonaphthalene	ng/unit	0.07	0.01	0.07	0.01
2-Aminonaphthalene	ng/unit	0.04	0.01	0.04	0.01
3-Aminobiphenyl	ng/unit	0.012	0.003	0.012	0.003
4-Aminobiphenyl	ng/unit	0.016	0.002	0.016	0.003

Рівні хімічних речовин, отримані під час
дослідження цигарки 3r4f [8]

Table - The level of toxicants (mean level \pm SD, n=3) in mainstream cigarette smoke.

Toxicant	Unit	Yield – Vents Open (mean \pm SD)
Ammonia	$\mu\text{g}/\text{cig}$	2.5 \pm 0.4
Carbon monoxide	mg/cig	2.18 \pm 0.13
Nicotine	mg/cig	0.62 \pm 0.03
TPM	mg/cig	4.82 \pm 0.19
Water	mg/cig	0.08 \pm 0.07
NFDPM	mg/cig	4.12 \pm 0.22
Acetaldehyde	$\mu\text{g}/\text{cig}$	119.8 \pm 5.5
Acrolein	$\mu\text{g}/\text{cig}$	13.2 \pm 0.8
Crotonaldehyde	$\mu\text{g}/\text{cig}$	3.7 \pm 0.1
Formaldehyde	$\mu\text{g}/\text{cig}$	7.7 \pm 0.7
Hydrogen cyanide	$\mu\text{g}/\text{cig}$	13.8 \pm 1.2
Catechol	$\mu\text{g}/\text{cig}$	58.3 \pm 4.4
<i>m</i> -Cresol	$\mu\text{g}/\text{cig}$	2.6 \pm 0.2
<i>o</i> -Cresol	$\mu\text{g}/\text{cig}$	2.8 \pm 0.2
<i>p</i> -Cresol	$\mu\text{g}/\text{cig}$	5.9 \pm 0.5
Hydroquinone	$\mu\text{g}/\text{cig}$	50.6 \pm 3.0
Phenol	$\mu\text{g}/\text{cig}$	15.0 \pm 1.7
NNN	ng/cig	3.3 \pm 0.4
NNK	ng/cig	4.5 \pm 0.7
NAB	ng/cig	0.8 \pm 0.1
NAT	ng/cig	9.8 \pm 0.9
Acrylonitrile	$\mu\text{g}/\text{cig}$	2.2 \pm 0.3
Benzene	$\mu\text{g}/\text{cig}$	15.2 \pm 1.3
1,3-Butadiene	$\mu\text{g}/\text{cig}$	14.4 \pm 1.5
Isoprene	$\mu\text{g}/\text{cig}$	193.1 \pm 21.2
Toluene	$\mu\text{g}/\text{cig}$	22.4 \pm 2.9
Acetone	$\mu\text{g}/\text{cig}$	67.9 \pm 2.2
Butyraldehyde	$\mu\text{g}/\text{cig}$	9.5 \pm 0.5
Methyl Ethyl Ketone	$\mu\text{g}/\text{cig}$	15.6 \pm 0.4
Propionaldehyde	$\mu\text{g}/\text{cig}$	11.9 \pm 0.7
Resorcinol	$\mu\text{g}/\text{cig}$	1.3 \pm 0.1