

Національна академія медичних наук України
Державна установа
«Інститут гігієни та медичної екології ім.О.М.Марзєєва
Національної академії медичних наук України»

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ
(результати наукових розробок 2014 р.)

Київ

2015

Національна академія медичних наук України
Державна установа
«Інститут гігієни та медичної екології ім.О.М.Марзєєва
Національної академії медичних наук України»

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ**

(результати наукових розробок 2014 р.)

За редакцією

академіка НАМН України Сердюка Андрія Михайловича

Київ

2015

УДК 613/614:001.891

Редакційна колегія :

чл.-кор. НАМНУ, професор

Полька Н.С. (голова)

д.мед.н., професор

Черниченко І.О. (заст. голови)

д.мед.н.

Савіна Р.В. (відпов. секретар)

д.мед.н.

Бабій В.Ф.

д.мед.н.

Турос О.І.

к.мед.н.

Савицька О.І.

н.с.

Коркач В.С.

Комп'ютерна верстка – провідний інженер **Лейких С.В.**

Підготовка оригінал-макету – провідний інженер **Булгаков В.В.**

Рецензенти:

д. мед. н., професор **Гаркавий С.І.**

чл.-кор. НАМНУ, професор **Бардов В.Г.**

Рекомендовано до друку Науково-координаційною радою Національної академії медичних наук України

У книгу увійшли матеріали розробок провідних фахівців ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім.О.М.Марзєєва НАМН України», завершених у 2014 році. Висвітлено проблеми стану довкілля і його впливу на здоров'я населення. Пропонуються шляхи вирішення цих проблем на сучасному етапі для ефективного впровадження результатів досліджень в практику охорони здоров'я.

Книга призначена для широкого кола читачів: наукових працівників та викладачів ВУЗів, санітарних лікарів, екологів, інженерів та інших фахівців, що опікуються проблемами екологічної безпеки України та збереження здоров'я населення.

Адреса редколегії :

02660, м.Київ–94, вул.Попудренка, 50.
ДУ «ІГМЕ ім.О.М.Марзєєва НАМНУ»

Шановні колеги!

Колектив ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва НАМН України» вже понад 80 років опікується проблемами, що пов'язані зі зменшенням негативного впливу чинників довкілля на здоров'я населення. В якості головної установи МОЗ та НАМН України з гігієни довкілля, інститут формує державну науково-технічну політику з медичної екології та гігієни навколишнього середовища, впливає на діяльність багатьох галузей народного господарства. Науково-практичні наробки колективу характеризуються високим рівнем отриманих результатів.

Дане видання має за мету ознайомити фахівців і громадськість країни з науковими досягненнями інституту, здобутими у 2014 році. Аналогічні видання будуть щорічними.

На сьогодні скорочення чисельності та стан здоров'я і відтворення населення, демографічна ситуація в країні залишаються незадовільними, що несе загрозу національній безпеці. Загострення медико-екологічних проблем, зростання кількості техногенних аварій потребує постійного спостереження за навколишнім середовищем та його впливом на здоров'я населення.

Протягом ХХ - початку ХХІ століть вчені усього світу концентрували свої зусилля на встановленні основних закономірностей взаємодії людини з оточуючим її середовищем. Ці дослідження набули глобального значення, являються одним з головних факторів формування стратегії сталого розвитку багатьох країн. ВООЗ запропоновано основні завдання і пріоритетні напрямки дій щодо реалізації ключових підходів європейської стратегії “Здоров'я-2020”.

Зазначено, що ця стратегія, а, скоріше, оперативні функції системи охорони громадського здоров'я являють собою наукові напрямки, орієнтовані на вивчення впливу різних факторів довкілля на здоров'я людини і повною мірою є відображенням базових принципів гігієнічної науки та санітарної практики, як профілактичних ланок охорони здоров'я.

Відтак, зусилля фахівців інституту, спрямовані на визначення пріоритетних здоров'яформуючих чинників довкілля і на цій основі — розробку науково обгрунтованих оздоровчих заходів, у тому числі природоохоронних. Вирішення цих питань особливо важливе в наш час, коли держава декларує шлях реформування галузі охорони здоров'я і основним принципом нової системи стає профілактика.

Стратегія розвитку наукових досліджень з гігієни навколишнього середовища, перш за все, повинна базуватися на міжгалузевих підходах. На цій основі загроза здоров'ю людини від дії чинників довкілля має встановлюватись із застосуванням методології оцінки ризиків, методів аналітичної епідеміології з молекулярно-генетичними методиками включно та оцінкою шкоди, що нанесена здоров'ю. Проведення економічних оцінок в сфері управління ризиком, здійснення постійного моніторингу реалізації планів в гігієні навколишнього середовища сприятиме встановленню зв'язків між людською діяльністю, її впливом на довкілля та реакцією суспільства.

Впровадження в гігієнічну практику методології оцінки ризику здоров'ю від дії факторів довкілля призвело до зростання ролі епідеміологічних та клініко-гігієнічних досліджень, що також було предметом уваги вчених інституту.

Останнім часом у системі «охорона навколишнього середовища – здоров'я» часто з'являється термін «екологічна медицина» (Environmental Medicine) – галузь медицини, яка спеціалізується на дослідженні захворювань або дисфункцій, що виникають в організмі людини в результаті дії факторів довкілля. Практично у всіх розвинених країнах працюють численні центри і клініки для діагностики та лікування таких захворювань, розробляються методи діагностики, профілактики та контролю.

Як зберегти і зміцнити здоров'я людини? Адже існування і розповсюдження виду *Homo sapiens* обумовлено не стільки досконалістю його біологічних механізмів адаптації, а вмінням змінювати навколишнє природне середовище в

своїх цілях. До чого може привести неадекватна реакція на виклики й загрози сьогодення?

Зусилля держави і суспільства мають бути спрямовані на пошук науково обґрунтованих шляхів попередження руйнування довкілля, встановлення екологічної рівноваги як неодмінної умови сталого розвитку суспільства.

Дослідження з проблем навколишнього середовища і здоров'я повинні стати кроком вперед в зміцненні співпраці між наукою і політикою (державою, її інституціями) в цій царині для здійснення раціональних та економічно ефективних дій в інтересах здоров'я народу.

Кваліфікація і досвід роботи спеціалістів інституту, його матеріально-технічна база дозволяють здійснювати діяльність в цьому напрямку. Подальший розвиток гігієнічної науки в контексті охорони громадського здоров'я вбачається у комплексних міждисциплінарних дослідженнях, суть яких слід сформулювати наступним чином:

- наукове обґрунтування правових та законодавчих засад щодо стратегічного національного пріоритету – збереження здоров'я громадян і забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя населення;
- реформування системи громадського здоров'я населення країни з урахуванням основних оперативних функцій Європейської стратегії «Здоров'я 2020»;
- гармонізація вітчизняної нормативно-методичної бази щодо оцінки стану навколишнього середовища (атмосферне повітря, питна вода, ґрунт) і харчових продуктів та вдосконалення методів контролю, що відповідатимуть завданням Євроінтеграції України;
- широке запровадження соціально-гігієнічного моніторингу стану громадського здоров'я населення країни, визначення ролі та внеску чинників довкілля у формування захворюваності населення та виявлення екозалежної патології в різних регіонах країни;

- забезпечення доступу населення до інформації стосовно якості довкілля і здоров'я;
- розширення інноваційної діяльності в науково-медичній сфері, та удосконалення механізмів управління науково-практичною діяльністю.

Навіть цей неповний перелік питань, вирішення яких допоможе досягнути бажаної мети, свідчить про нагальну потребу переорієнтації наших спрямувань, необхідності детального доопрацювання стратегічних і тактичних планів подальшого розвитку медичної науки.

СОЦІАЛЬНІ ВТРАТИ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ, ОБУМОВЛЕНІ ПРОМИСЛОВИМ ЗАБРУДНЕННЯМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Турос О.І.¹, Давиденко Г.М.¹, Петросян А.А.¹, Близнюк В.В.², Брезіцька Н.В.¹,
Михіна Л.І.¹, Кобзаренко І.В.¹, Ананьєва О.В.¹, Маремуха Т.П.¹, Сухачов Д.С.¹,
Сидоренко О.О.¹, Моргульова В.В.¹, Слауценко Є.Г.¹, Черненко Л.М.³,
Картавцев О.М.⁴, Звінчук О.В.⁵*

¹ ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

² ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України», м. Київ

³ Санітарно-епідеміологічна станція Державного управління справами, м. Київ

⁴ ДП «Центр екологічних ініціатив», м. Київ

⁵ ДУ «Інститут педіатрії, акушерства та гінекології НАМН України», м. Київ

Однією з найбільш вагомих рис економічного розвитку ХХІ ст. є наростаючий конфлікт інтересів ефективної господарської діяльності та дотримання санітарно-гігієнічних норм, які повинні забезпечувати медико-екологічну безпеку здоров'ю населення, що проживає в умовах екстенсивного забруднення довкілля, зокрема атмосферного повітря [1].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), забруднення атмосферного повітря є одним з основних факторів ризику, з яким в Європі пов'язано 3,7 млн. смертей в рік. При цьому на долю ішемічної хвороби серця та інсульту припадає 80 % випадків передчасних смертей, хронічних абструктивних хвороб легенів та гострих інфекцій нижніх дихальних шляхів – 14 %, раку легенів - 6 % [2-5]. Проведені американськими науковцями епідеміологічні дослідження також доводять, що вплив забруднення повітря підвищує показники загальної смертності на 17-26 % [6]. При цьому особливо зростають показники дитячої смертності, захворюваності населення на рак легенів та серцево-судинні захворювання, на 1-2 роки скорочується тривалість життя [7].

Загально відомо, що недоврахування реальних соціальних втрат, які несе суспільство внаслідок забруднення довкілля (зокрема атмосферного повітря), може бути виражено в економічних (вартісних) одиницях, а саме - у соціально-

економічних збитках, пов'язаних з ризиком смертності, захворюваності населення та іншими непрямими втратами [8-9].

Наприклад, за даними Агентства США з охорони довкілля (US EPA) у США щорічно в результаті впливу атмосферних забруднень помирає майже 230 тис. населення, що завдає близько на 40-50 млрд. доларів збитків на рік та складає 1 % від ВВП країни [10, 11]. Згідно з даними експертів Всесвітнього банку, в Росії збитки від забруднення атмосферного повітря є причиною 90 тис. додаткових випадків смертей, що складає 5 % ВВП держави; в Україні – 22 тис. випадків, що становить 4 % ВВП; у Китаї аналогічні цифри сягають 1 млн., що в свою чергу складає 1 % ВВП даної країни; у Казахстані подібні втрати за даними Казахського Національного медичного університету та Американського університету (The American University, Washington DC) оцінюються в 11 тис. додаткової смертності в рік або 8.6 млрд. дол. США, що становить 4,3 % ВВП держави [12-15].

Слід зазначити, що нині європейська політика (викладена у конвенціях Long Range Transboundary Climate & Change conventions) відносно підтримки якості повітря на безпечному для здоров'я населення рівні направлена на значне його покращення за рахунок загального скорочення обсягів викидів та встановлення відповідних цілей щодо якості повітря з урахуванням існуючих критеріїв, рекомендацій та програм ВООЗ [16]. У даному контексті та в рамках програми ЄС 2013 року „Рік повітря” Європейське регіональне бюро ВООЗ здійснило два проекти: 1) обґрунтування даних щодо впливу забруднення повітря на здоров'я для перегляду європейських нормативів (проект REVINAAP); 2) оцінка ризиків для здоров'я від забруднення повітря в Європі (проект HRAPIE). Очікується, що заходи цих проектів об'єднають зусилля всіх національних регуляторів якості атмосферного повітря та дозволять спрямувати діяльність країн на зниження його негативного впливу на здоров'я населення. Це дозволить „екологізувати” народно-господарську діяльність, оцінити збитки для здоров'я

населення, заподіяні забрудненням повітря, та обґрунтувати вигідне співвідношення „витрати-вигоди” в цілому по Європі [1, 17,18].

Україна, яка є стороною ряду міжнародних угод та знаходиться на шляху вступу до ЄС, також взяла на себе зобов'язання щодо здійснення заходів, спрямованих на запобігання негативного для здоров'я населення та довкілля забруднення атмосферного повітря на підставі ризикової оцінки. Забезпечення якості атмосферного повітря на безпечному рівні є одним з головних завдань державної політики, що підтверджується та знаходить своє відображення в останніх державних стратегічних та планових документах, зокрема у ЗУ „Про санітарне та епідемічне благополуччя населення”, Національному плані дій з охорони навколишнього природного середовища України на період 2011-2015 роки (Розпорядження КМУ №577-р від 25.05.2011 р.) та у Стратегії національної екологічної політики України на період до 2020 року (ЗУ №2818-VI від 21.12.2010 р.). При цьому методологія оцінки ризику для здоров'я населення (МОРЗН) у представлених документах розглядається в якості найбільш ефективного управлінського інструменту, який дає можливість охарактеризувати ймовірність виникнення неприйнятних ефектів (ризик) з боку здоров'я населення, оцінити збитки, заподіяні здоров'ю населення забрудненим атмосферним повітрям, та здійснити аналіз співвідношень „витрати–вигоди”, „витрати–соціально-гігієнічна ефективність” [19-21].

На жаль, цей процес дуже уповільнений, а фінансування природоохоронних заходів відбувається по «залишковому» принципу. Це є наслідком недоврахування реальних соціально-економічних втрат, які можуть бути виражені у збитках, пов'язаних з ризиком смертності, захворюваності населення, та наслідком відсутності об'єктивної оцінки вартості середньостатистичного життя. В публікаціях останніх років багато науковців: Голуб А.А., Струкова Е.Б., Markandya A., Сафонов Ю.А., Droste-Franke B., 2002, 2003, 2013, 2014; Фоменко Г.А, 2008, 2013, 2014; Бобильов С.Н, 2002; Реймерс Н.Ф., Тишкова А.А., 2002;

Кенесари Д.У, 2014 [8, 13, 22, 23] піднімали зазначене питання, з якого було досягнуто суттєвих здобутків. Проте дослідження, проведені в Україні, так і не були завершені й досі не змогли дати остаточну економічну оцінку одиниці життя (Мартякова Е.В., 2008; Шкарупа Е.В., 2009; Гаркущенко О.М., 2010) [12, 13, 24-26]. Це, у свою чергу, унеможлиблює визначення грошової одиниці збитків від забруднення довкілля (зокрема, атмосферного повітря), необхідної для розрахунку економічної ефективності медико-екологічних заходів, обґрунтованої оцінки страхових і компенсаційних виплат на етапі управління ризиком, відповідно до вимог, висунутих Україні на шляху до євроінтеграції.

Аналізуючи вищесказане, назріла проблема щодо необхідності розробки науково обґрунтованої методики соціально-економічної оцінки збитків здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря як імперативного інструменту забезпечення медико-екологічної безпеки. При цьому показники оцінки вартості середньостатистичного життя в Україні дозволяють не тільки оцінити збитки здоров'ю населення, що проживає в умовах підвищених аерогенних ризиків, обумовлених викидами різних груп промислових підприємств, але й розробити медико-профілактичні та природоохоронні заходи, що підвищують значимість економічних рішень, що приймаються.

Мета роботи – науково обґрунтувати методичні засади оцінки соціальних та економічних індикаторів втрат здоров'я населення, обумовлених забрудненням атмосферного повітря.

Об'єкт, обсяг та методи досліджень. Згідно з вимогами Агенства США з охорони довкілля, представленими у роботах EPA, 1998, 2000; Golub O., 2006; Brody M., 2007; в Росії – Новикова С.М., 2004; Авалиани С.Л., 2004, 2007; Буштуевой К.А., 2004, 2006; Суржикова В.Д., 2007, 2008; Меньшикова В.В., 2006), і які висуваються до процедури оцінки ризику на етапі ідентифікації небезпеки відносно характеристики просторового поширення забруднення та кількісної оцінки інгаляційного впливу викидів стаціонарних джерел

промислових підприємств, було проведено складено загальну еколого-гігієнічну характеристику територій, що базувалася на використанні алгоритму, розробленого лабораторією гігієни атмосферного повітря та оцінок ризику ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ”. Цей алгоритм складався з наступних параметрів [27,28, 29]: даних високої роздільної здатності Землі (ДЗЗ), характеристики землекористування, топографії (створено цифрові моделі рельєфів), метеопараметрів, характеристики стаціонарних джерел викидів, оцінки токсичності викидів та характеристики експонованого населення.

До дослідження, враховуючи токсичність та обсяги викидів (т/рік) промислових підприємств у загальне забруднення атмосферного повітря, було включено наступні міста та основні підприємства-забруднювачі, а саме: м. Запоріжжя - 8 промислових підприємств, Маріуполь – 2, Кривий ріг – 1, Дніпропетровськ – 1, Макіївка – 1, Київ - 14, Черкаси – 5, Дружківка (Донецька область) - 2, Ромни – 1, Дрогобич – 1, Миколаїв – 1, Дніпродзержинськ – 1 (таблиця 1).

Таблиця 1 - Характеристика обсягів дослідження

№ п/п	Перелік промислових підприємств за видами господарської діяльності	Місто	Кількість		
			промислових підприємств	стаціонарних джерел викидів	забруднюючих речовин
1.	Металургійні	Запоріжжя	7	1833	58
		Маріуполь	2	680	43
2.	Теплоенергетичні	Київ	14	35	24
3.	Гірничорудні	Кривий Ріг	1	550	58
4.	Машинобудівні	Дружківка	2	409	47
		Ромни	1	23	20
5.	Хімічні	Черкаси	5	1414	122
6.	Коксохімічні	Запоріжжя	1	163	24
		Дніпродзержинськ	1	252	39
		Макіївка	1	87	34
		Дніпропетровськ	1	171	36
7.	Нафтопереробні	Дрогобич	1	269	43
8.	Асфальтобетонні	Миколаїв	1	95	19

Для характеристики параметрів та складу стаціонарних джерел викидів було використано та проаналізовано наступні документи (2009-2013 рр.):

- документи для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря з обґрунтуванням обсягів викидів;
- типові форми XML схем – XML-файли (лист Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 11639/10/2-10 від 27.12.2006), що подаються в регіональне управління для отримання дозволу;
- звіти інвентаризації викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел;
- матеріали обґрунтувань до скорочення та встановлення розмірів санітарно-захисних зон;
- проекти розділу «Оцінка впливу на навколишнє природне середовище»;
- карти-схеми розташування стаціонарних джерел викидів на територіях промислових майданчиків.

Надану у паперовому та електронному вигляді (XML-файли) інформацію щодо параметрів та складу викидів стаціонарних джерел було опрацьовано за допомогою програми XML-Converter та інструментів Microsoft Office Excel з метою приведення до зазначених сумісних з модулями ISC-AERMOD View файлів формату Space/Tab Delimited Text Format та CSV. Файлам кожного підприємства присвоювалося ім'я. Після цього було проведено процедура автоматизованої перевірки даних на повноту, узгодженість та цілісність шляхом формування спеціально виконаних SQL запитів. Розташування близько 6000 джерел викидів промислових підприємств було уточнено і геокодовано з використанням геоінформаційних технологій (ArcGIS 10.0) та даних дистанційного зондування Землі високої роздільної здатності (космічні знімки).

Це дозволило визначитися з обсягом проведення досліджень щодо загальної характеристики забруднення атмосферного повітря у містах, визначитися з кількістю СДВ та сформувати переліки забруднюючих речовин, враховуючи величину викиду (г/с) та токсичність викидів.

На етапі оцінки експозиції для розрахунку усереднених концентрацій пріоритетних забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери було використано метод комп'ютерного моделювання, реалізований за допомогою програмного комплексу ISC-AERMOD View. Проаналізовано та введено до модулів програми наступні параметри: топографічні дані території дослідження (створено цифрові моделі рельєфів), метеорологічні дані за певний часовий період, характеристику землекористування, параметри джерел та характеристики викидів [29, 30]. Загальна кількість розрахункових вузлів у містах становила 441. Крок сітки – від 50 до 500 м. Отримані вибірки усереднених концентрацій було класифіковано за квантилями, в результаті чого виділено від 5 до 10 рівнів концентрацій.

Демографічні дані щодо характеристики експонованого населення за щільністю проживання, віком та статтю у досліджуваних містах були опрацьовані за допомогою геоінформаційної системи ArcGIS 9.3 та прив'язані до місць проживання (кожного будинку), що дозволило визначити зони найвищої щільності проживання населення, яке зазнало експозиції, розрахувати ризики та оцінити соціальні втрати населення (додаткові випадки захворювань та смертей), яке проживає у зонах підвищеного інгалаційного ризику [31-33].

При оцінках економічних збитків здоров'ю населення, за ризикових умов забруднення атмосферного повітря було використано покомпонентний метод економічної оцінки (відомий, як "метод шляхів впливу" (Impact Pathway Method). Метод було розроблено у низці проектів, здійснених за останні 10 років [34-37], та представлено у роботах Європейської Комісії. У «методі шляхів впливу» грошова оцінка впливів заснована на загальних сумарних витратах за одиницю

ризик, що включають в себе всі відомі часткові витрати. Ці витрати можна визначити за допомогою ринкових цін, методів гедоністичного ціноутворення, соціальних витрат і за допомогою дослідження суб'єктивних оцінок населення.

Результати досліджень. Під час проведених досліджень було оцінено токсичність промислових викидів та сформовано переліки пріоритетних забруднюючих речовин атмосферного повітря. Це дозволило не тільки визначитися з переліками пріоритетних поллютантів від різних видів промислових підприємств, що підлягають регулюванню в конкретному досліджуваному регіоні при визначенні так званих „гарячих точок” (hot spot), але й оцінити територіальні особливості інгаляційного надходження поллютантів та їх розповсюдження в приземному шарі селітебних територій.

Слід зазначити, що згідно з нормативно-методичними документами в галузі охорони атмосферного повітря, відповідно до отриманих даних, лише 60 % хімічних речовин підлягають контролю, решта залишається поза увагою регуляторів [27, 38]. Тому у якості альтернативи моніторингової діяльності, як зазначено Економічною комісією ЄС (Директиви ЄС 38, 50) та Світовим Банком (звіти 2008-2009 рр.), оцінку ризику від забруднення атмосферного повітря рекомендовано проводити на основі даних моделювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери [39-41].

Враховуючи вищевказане, було проведено розрахунки усереднених годинних, добових та річних концентрацій за допомогою програмного комплексу ISC-AERMOD View в рецепторних (в усіх напрямках за румбами від центроїдів промислових майданчиків на відстані до 6000 м, де проживає населення) та в контрольних точках на межі найближчої житлової забудови і санітарно-захисних зон (рис. 1) [29,30].

Демографічні дані було введено до геоінформаційної системи: у м. Запоріжжя було геокодовано 14417 поштових адрес (геокодовано 680 тис. населення), у м. Дружківка – 6476 (геокодовано 64 тис. населення), у м. Черкаси -

13 198 поштових адрес (геокодовано 195 тис. населення) з метою подальших розрахунків соціальних втрат здоров'я населення, що проживає у зонах підвищеного ризику (рис. 2).

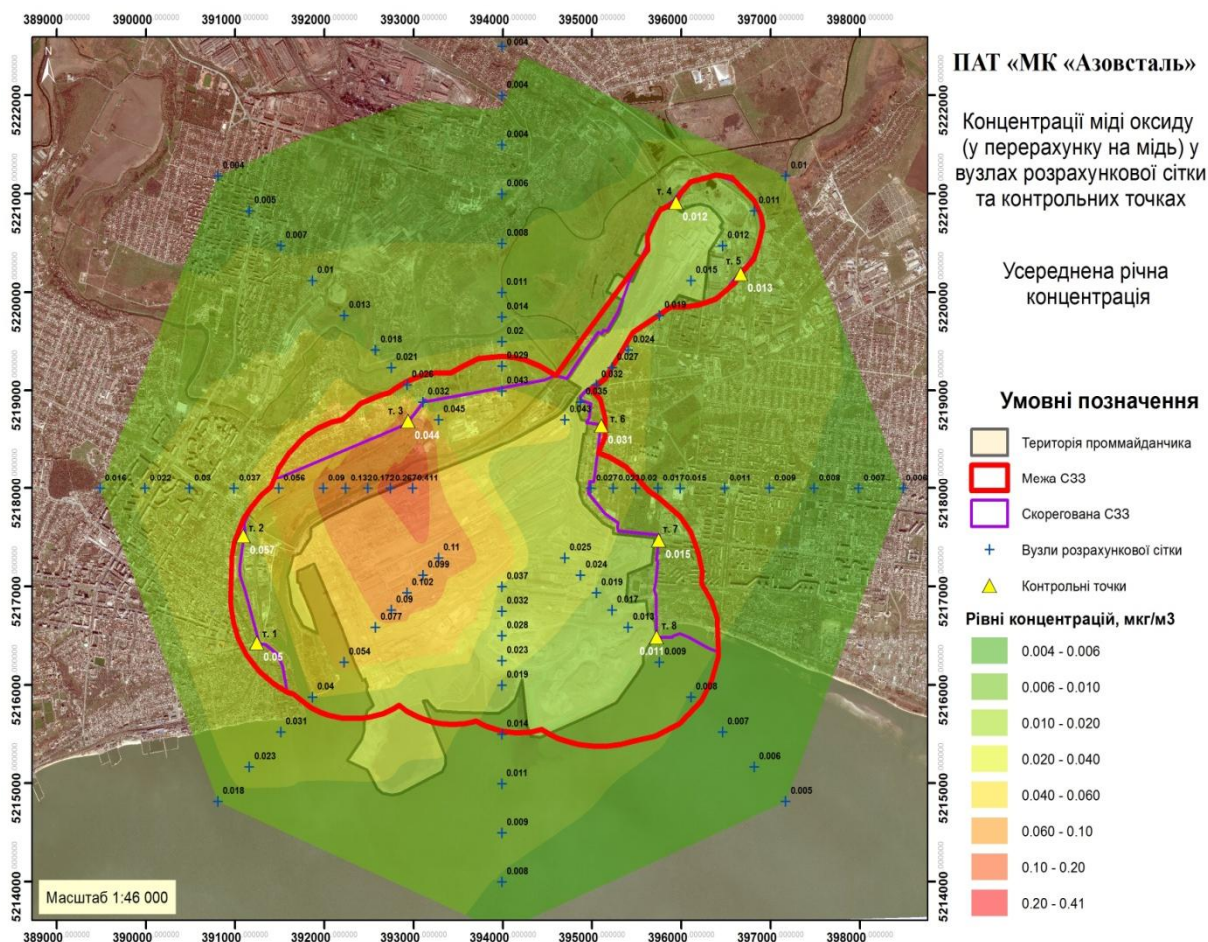


Рисунок 1 – Розсіювання усереднених річних концентрацій міді оксиду в приземному шарі атмосфери на прикладі м. Маріуполь, мкг/м³

Встановлено, що щільність населення у м. Запоріжжя коливається в межах від 8 до 44 тис. осіб на 1 км², у м. Дружківка – від 700 осіб до 44 тис. осіб на 1 км², у м. Черкаси – від 2 до 34 тис. осіб на 1 км² (рис. 2).

Що стосується інших міст, для яких характерним є перевищення рівнів допустимого ризику та які були включені до дослідження, а саме: м. Київ, Дрогобич, Дніпродзержинськ, Маріуполь, Дніпропетровськ, Макіївка та Кривий Ріг, то дані щодо характеристики населення були узагальнені та гіпотетично представлені на підставі розподілу у рецепторних точках (РТ). Так, у м. Києві з

чисельністю населення 3 144 тис. мешканців (за даними останнього перепису населення) у кожній рецепторній точці (визначено 5 РТ) проживає близько 628800 осіб;

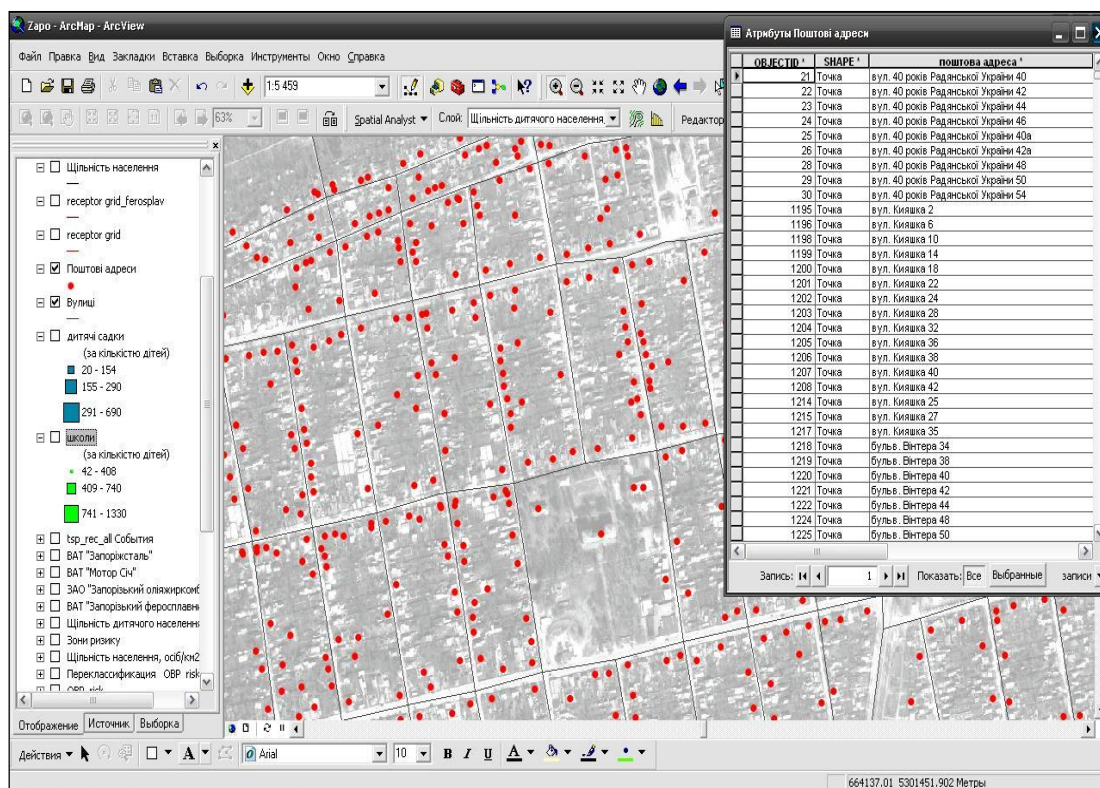


Рисунок 2 - Приклад геокодування населення з використанням ГІС та ДЗЗ (м.Запоріжжя)

у м. Дрогобич з чисельністю населення 77 142 мешканців у кожній рецепторній точці (визначено 88 РТ) проживає близько 877 осіб; у м. Дніпродзержинськ з чисельністю населення 242646 мешканців у кожній рецепторній точці (визначено 64 РТ) проживає близько 3791 особи; у м. Маріуполь з чисельністю населення 458 533 мешканців у кожній рецепторній точці (визначено 112 РТ) проживає близько 4094 осіб; у м. Дніпропетровськ з чисельністю населення 1 000,16 тис. мешканців у кожній рецепторній точці (визначено 40 РТ) проживає близько 25004 осіб; у м. Макіївка з чисельністю населення 356118 мешканців, у кожній рецепторній точці (визначено 40 РТ) проживає близько 3709 осіб; у м. Кривий Ріг з чисельністю населення 356118 мешканців у кожній рецепторній точці (визначено 120 РТ) проживає близько 35625 осіб [42]. Встановлено, що майже 80

- проведенні розрахунків щодо запобігання шкоди, пов'язаної зі зниженням очікуваної кількості смертельних випадків завдяки вдосконаленню організації і технологій убезпечення населення;
- плануванні медико-профілактичних заходів, спрямованих на зниження ризику для здоров'я населення.

Таким чином, для оптимізації системи заходів і витрат на їх реалізацію, спрямованих на зниження ризику і пом'якшення наслідків дії небезпечного фактору, як головної складової стратегій та/або програм соціально-економічного розвитку регіонів і країни в цілому, рекомендується використовувати значення ССЖ з діапазону 3 - 4 млн. грн. [11,12,22,24,34,36].

На підставі вищесказаного, враховуючи отримані дані моделювання щодо поведінки поведінки забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, було розраховано індивідуальні канцерогенні ризики та оцінено соціальні втрати здоров'я населення, обумовлені впливом забрудненого атмосферного повітря викидами різних груп промислових підприємств (табл. 2) [43, 44]. Проведені розрахунки показали [7, 45], що у м. Києві від викидів теплоенергетичного комплексу популяційні канцерогенні ризики (PCR) знаходяться в межах від 5,5 до 283 додаткових випадків онкозахворювань протягом життя або, ймовірно, є причиною 4 додаткових випадків онкозахворювань на рік.

У м. Запоріжжя викиди металургійних підприємств обумовлюють від 22 до 3546 додаткових випадків онкозахворювань протягом життя або 51 випадок у рік; у м. Маріуполь – від 0,6 до 53 додаткових випадків або 1 випадок у рік. Отримані дані були порівняні з даними досліджень російських науковців. Наприклад, у м. Череповець забруднення атмосферного повітря металургійними підприємствами є причиною 460 додаткових випадків онкозахворювань протягом життя або 7 додаткових випадків у рік (слід зазначити, що чисельність населення міста майже втричі менша) [46]. Цей показник становить 7,8-9,9 % від загальної смертності у

місті, 12-23 % смертності від захворювань органів дихання та 12-15 % від захворювань кровотворної системи [47].

Таблиця 2 - Соціальні втрати серед працездатного населення у вигляді виникнення ймовірних додаткових випадків онкозахворювань

№ п/п	Перелік промислових підприємств за видами господарської діяльності	Місто	Сумарний канцерогенний ризик для здоров'я населення (ICR_{total})	Рівні ризику (за шкалою ВООЗ)	Додатков і летальні випадки онкозахворювань (протягом життя/рік)
1	2	3	4	5	6
1	Металургійні	Запоріжжя	$1,4 \times 10^{-4} \div 2,3 \times 10^{-2}$	високий (De Manifestis) $ICR > 10^{-3}$	від 22 до 3546/51
		Маріуполь	$1,5 \times 10^{-4} \div 1,3 \times 10^{-2}$	високий (De Manifestis) $ICR > 10^{-3}$	від 0,6 до 53/1
2	Машинобудівні	Дружківка	$1,8 \times 10^{-6} \div 2,5 \times 10^{-4}$	середній (не допустимий) $10^{-4} \div 10^{-3}$	від 0,02 до 4 / 0,06
3	Гірничорудні	Кривий Ріг	$6,4 \times 10^{-8} \div 1,3 \times 10^{-4}$	середній (не допустимий) $10^{-4} \div 10^{-3}$	від 3 до 5/0,07
4	Теплоенергетичні	Київ	$8,8 \times 10^{-6} \div 4,5 \times 10^{-4}$		від 5,5 до 283/4
5	Хімічні	Черкаси	$2,7 \times 10^{-5} \div 4,6 \times 10^{-4}$	середній (не допустимий) $10^{-4} \div 10^{-3}$	від 3,5 до 6,0 дорослі від 0,8 до 13,2 діти
6	Коксохімічні	Запоріжжя	$1,3 \times 10^{-5} \div 9,8 \times 10^{-5}$	низький (допустимий) $10^{-6} \div 10^{-4}$	від 2 до 15 / 0,22
		Дніпродзержинськ	$2,0 \times 10^{-6} \div 2,1 \times 10^{-5}$		< 0,1 / < 0,001
		Макіївка	$7,2 \times 10^{-7} \div 3,9 \times 10^{-5}$		< 0,1 / < 0,001
		Дніпропетровськ	$1,5 \times 10^{-6} \div 5,7 \times 10^{-5}$		від 0,6 до 1,4/0,2

Популяційні канцерогенні ризики від нафтопереробного підприємства, розташованого у м. Дрогобич склали 0,6 додаткових випадків онкозахворювань, в основному за рахунок викидів бензину. А дослідження, проведені в м. Самара викидів нафто- та газопереробки, демонструють до 2,7 додаткових випадків онкозахворювань в рік, що може бути обумовлено більшою кількістю населення, яке зазнає експозиції викидів забруднюючих речовин [48]. Від викидів машинобудівного комплексу у м. Дружківка ймовірна кількість додаткових випадків онкозахворювань на досліджуваній території становила від 0,02 до 4. Подібні розрахунки соціальних втрат було проведено і для коксохімічних підприємств, розташованих у мм. Запоріжжя, Дніпродзержинськ, Макіївка та Дніпропетровськ, які відповідно становитимуть: від 2 до 15; максимально 0,1; максимально 0,14; максимально 1,4 додаткових випадків онкозахворювань серед населення, яке проживає в зоні експозиції досліджуваних підприємств протягом життя. Для гірничорудного підприємства в м. Кривий Ріг ці показники є причиною максимально 5 випадків додаткової онкозахворюваності.

Слід зазначити, що розширені цікаві дослідження було проведено у м. Черкаси. На підставі проведених розрахунків було визначено, що популяційні канцерогенні ризики (PCR) від викидів хімічних підприємств знаходяться в межах від 3,5 до 6,0 додаткових випадків онкозахворювань для дорослого населення та від 0,8 до 13,2 випадків серед дитячого населення [49]. Для порівняння - рівні канцерогенного ризику від викидів хімічної промисловості у м. Волгограді оцінюються 13 додатковими випадками захворювань на рак на рік [50,51]. Отримані результати ілюструють загальну тенденцію досліджень з оцінки ризику впливу хімічного комплексу, що були проведені у Росії та Україні.

На підставі розрахованих канцерогенних ризиків було встановлено та оцінено можливі соціальні втрати серед працездатного населення у вигляді виникнення ймовірних додаткових випадків онкозахворювань протягом життя. Проведені розрахунки показали, що найбільших соціально-економічних збитків

зазнає населення, яке проживає в зонах впливу: *металургійних підприємств* (м. Запоріжжя - від 22 до 3546 додаткових випадків онкозахворювань протягом життя або ймовірно є причиною 51 випадку в рік, м. Маріуполь – від 0,6 до 53 додаткових випадків або 1 випадок в рік); *теплоенергетичного комплексу* (м. Київ - від 5,5 до 283 додаткових випадків онкозахворювань протягом життя або 4 в рік); *коксохімічних підприємств* (м. Запоріжжя - від 2 до 15 додаткових випадків протягом життя або 0,22 у рік, м. Дніпропетровськ – 1,4); *гірничорудних підприємств* (м. Кривий Ріг - 5 додаткових випадків); *хімічних підприємств* (м. Черкаси - від 3,5 до 6,0 додаткових випадків онкозахворювань протягом життя для дорослого населення (0,09 у рік) та від 0,8 до 13,2 випадків серед дитячого населення (0,2 у рік); *машинобудівних підприємств* (м. Дружківка - від 0,02 до 4 випадків, 0,06 у рік).

При цьому слід зазначити, що кількість онкохворих в Україні за останні 10 років зросла на 25 %, захворюваність стабільно зростає на 2,6-3 % в рік, а рак продовжує „молодшати”. За статистикою на кожні 100 тис. осіб, які захворіли, припадає 347 смертельних випадків [52]. На підставі цього було оцінено можливі соціально-економічні збитки, які можуть бути завдані забрудненням атмосферного повітря представленими у дослідженнях промисловими підприємствами. Враховуючи відсоткові співвідношення летального випадку від онкозахворювання, вони становитимуть – 26,9-71,7 млн. грн. в рік.

Проведені моніторингові та епідеміологічні дослідження в багатьох країнах світу доводять, що численні негативні ефекти для здоров'я, в тому числі захворювання та смерть від респіраторної та серцево-судинної патології, спричиняються саме забрудненням атмосферного повітря зваженими частками (ЗЧ, ЗЧ₁₀, ЗЧ_{2.5}) [3, 4]. Відповідно до наявних оцінок в глобальному масштабі на рахунок впливу ЗЧ відносять близько 3 % смертей від кардіопульмонарної патології та 5 % випадків смертей від раку легенів [17]. Згідно з прогнозом Організації економічного співробітництва та розвитку до 2050 року кількість

передчасних смертей у результаті впливу твердих часток подвоїться та досягне 3,6 млн. в рік усьому світі [18]. За даними Агенства США з охорони довкілля (US EPA) у країні щорічно в результаті впливу ЗЧ помирає майже 50 тис. населення, що завдає збитків майже на 40-50 млрд. доларів на рік. У Франції щорічно від впливу забруднення атмосферного повітря ЗЧ помирає 31,7 тис. осіб, а збитки від передчасних смертей оцінюються в 3,6 млрд. євро. В Австрії ці показники відповідно становлять 5,6 тис. смертей та 3,2 млрд. євро, в Швеції – 3,3 тис. смертей та 3 млрд. євро [17].

Таблиця 3 - Рівні індивідуального ризику та додаткових випадків смерті від викидів PM_{10}

№ п / п	Перелік промислових підприємств за видами господарської діяльності	Місто	Індивідуальний ризик смерті від викидів $ZЧ_{10}$ (IRM)	Рівні ризику (за шкалою ВООЗ)	Додаткові випадки смерті (AM)
1	Металургійні	Запоріжжя	$1,5 \times 10^{-5} \div 1,0 \times 10^{-3}$	середній (недопустимий) $10^{-4} \div 10^{-3}$	від 100 до 2193
		Маріуполь	$2,1 \times 10^{-4} \div 8,7 \times 10^{-4}$		від 3 до 7,2
2	Машинобудівні	Дружківка	$4,2 \times 10^{-6} \div 1,0 \times 10^{-3}$	середній (недопустимий) $10^{-4} \div 10^{-3}$	від 0,06 до 21
3	Гірничорудні	Кривий Ріг	$3,2 \times 10^{-5} \div 4,1 \times 10^{-4}$		від 1,1 до 14,6
4	Теплоенергетичні	Київ	$1,7 \times 10^{-7} \div 3,7 \times 10^{-6}$	низький (допустимий) $10^{-6} \div 10^{-4}$	< 0,01
5	Коксохімічні	Запоріжжя	$9,7 \times 10^{-6} \div 2,3 \times 10^{-4}$	середній (недопустимий) $10^{-4} \div 10^{-3}$	від 1,5 до 36
		Дніпродзержинськ	$2,2 \times 10^{-5} \div 2,3 \times 10^{-4}$		від 0,08 до 1
		Макіївка	$3,5 \times 10^{-6} \div 2,4 \times 10^{-5}$	низький (допустимий) $10^{-6} \div 10^{-4}$	від 0,01 до 0,08
		Дніпропетровськ	$1,5 \times 10^{-6} \div 5,7 \times 10^{-5}$		від 0,04 до 1,4

Проведені розрахунки індивідуального ризику смерті (табл. 3) дозволили розрахувати ймовірні соціальні втрати для здоров'я населення у вигляді додаткових випадків смертей (АМ), пов'язаних з викидами ЗЧ₁₀.

Так, від викидів пилу з діаметром часток менше 10 мкм коксохімічними підприємствами м. Запоріжжя, Дніпродзержинськ, Макіївка та Дніпропетровськ соціальні втрати будуть становити, відповідно: від 1,5 до 36; від 0,08 до 0,87; від 0,01 до 0,08; від 0,04 до 1,4 додаткових випадків смертей; у м. Дружківка від машинобудівних підприємств – від 0,06 до 21; у м. Кривий Ріг від гірничорудного підприємства – від 1,1 до 14,6 випадків смертей протягом життя (АМ). У м. Запоріжжя викиди металургійного комплексу можуть бути причиною 2193 додаткових випадків смертей (рис. 4), в м. Маріуполь – 7,2 випадків. Це у свою чергу дозволило встановити,

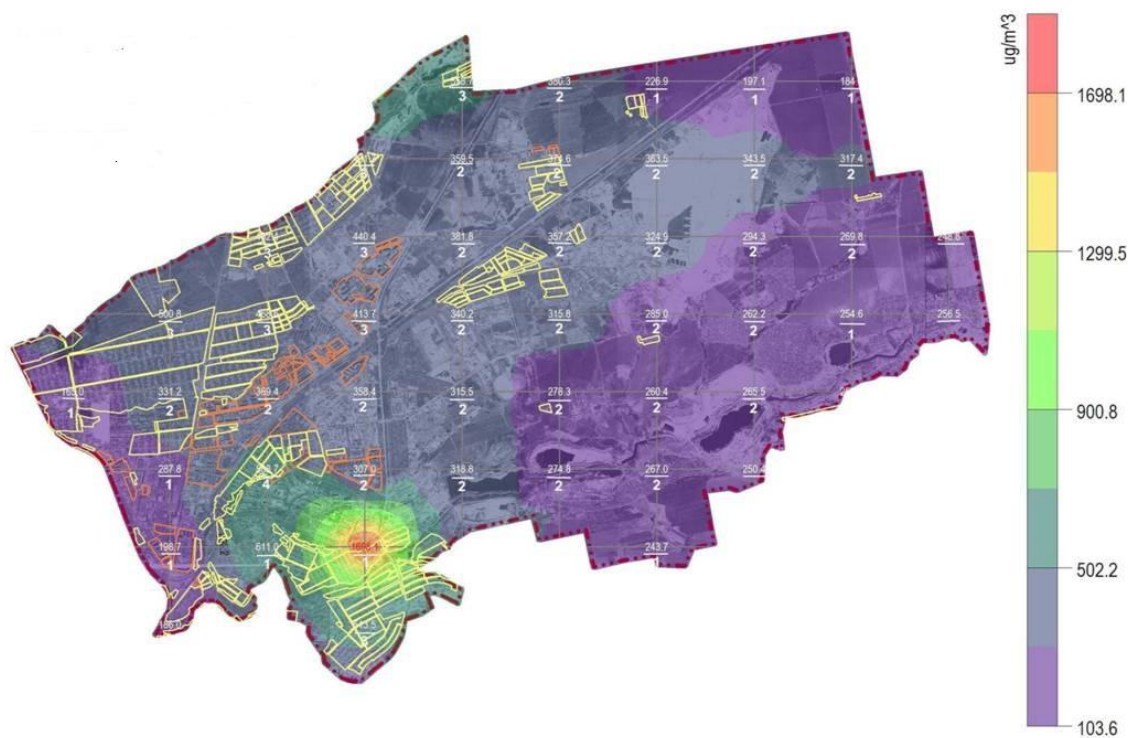


Рисунок 4 - Ймовірнісна оцінка додаткової смертності від викидів ЗЧ₁₀ у Шевченківському р-ні м. Запоріжжя

що при збільшенні середньодобової концентрації PM_{10} приріст смертності складає 0,6 % на кожні 10 мкг/м^3 . Аналогічні дослідження (рис. 5) в Європі (Samet et al., 2000) вказують на зростання смертності на 0,62 %, в США - на 0,46 % та Азії - на 0,49 % (Cohen A. et al., HEI 2004).

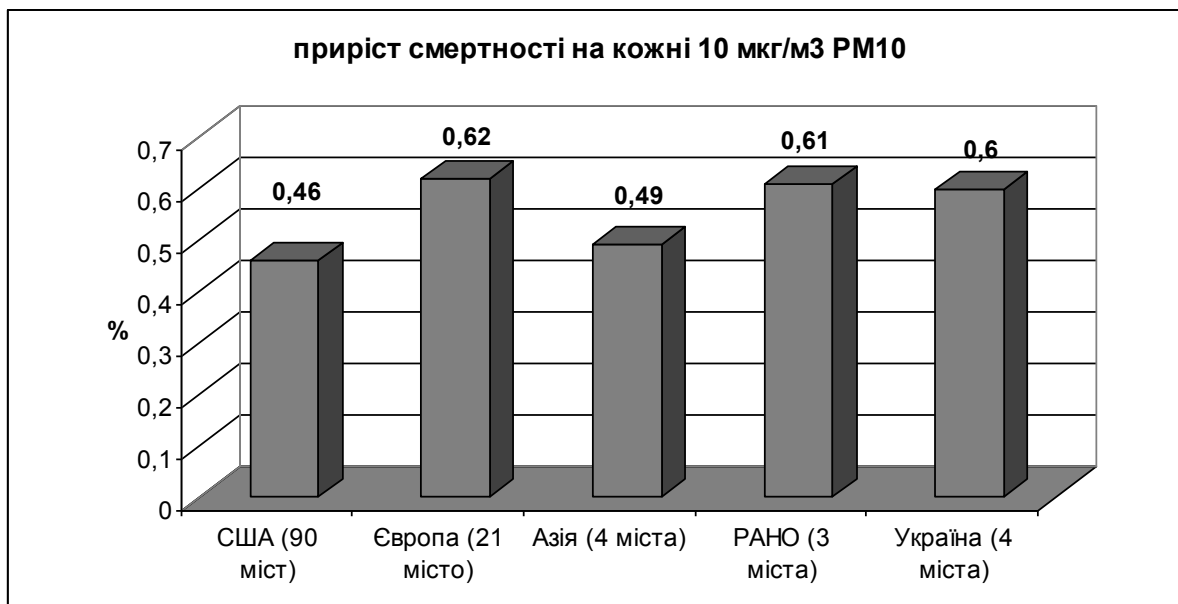


Рисунок 5 – Короткочасні впливи PM_{10} та смертність: глобальний огляд результатів часових рядів

Що стосується Росії, то перші дослідження такого роду були присвячені оцінці ризику зростання захворюваності та смертності, обумовлених забрудненням повітря у Волгограді (Larson et al., 1998). Ларсон та співавтори [51], використовуючи дані американських досліджень (з робіт Pope et al., 1992, Dockery et al., 1992, Kinney et al., 1995, які в свою чергу вказують на зростання смертності від $3C_{10}$ на 1,1 %) для оцінки коефіцієнту доза-відповідь, який пов'язує концентрації $3C_{10}$ у повітрі з підвищенням частоти шкідливих ефектів для здоров'я, встановили, що на кожні $10 \text{ мкг/м}^3 \text{ } 3C_{10}$ ризик смертності зростає на 1 %.

Зважаючи на вищевикладене, можна констатувати, що 0,6 % прогнозного зростання смертності на кожні 10 мкг/м^3 викидів $3C_{10}$ у м. Запоріжжя є достатньо високим показником. Слід мати на увазі, що розраховані випадки додаткової

смертності на території міста ніколи не реалізуються одночасно і тому деталізація за допомогою когортних досліджень випадків смертей у зонах ризику потребує проведення епідеміологічних досліджень.

Також, слід зазначити, що більш аргументовані та валідні дослідження були отримані у містах, де населення було картографовано, а саме у м. Запоріжжя та Дружківка. В інших містах було зроблено гіпотетичну оцінку щодо проживання людей у зонах підвищеного ризику (рецепторних точках). Проведені розрахунки дозволили оцінити максимально можливі соціально-економічні збитки (виражені у вартісних показниках) від викидів ЗЧ₁₀, які становлять для: металургійних підприємств – від 3,3 млрд. до 8,8 млрд грн., коксохімічних – від 2,3 млн. до 6 млн. грн.; гірничорудних – від 21,9 млн. до 58,4 млн. грн.; машинобудівних – від 31,5 млн. до 84 млн. грн.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи вищевикладене, проведені дослідження підтверджують високу ймовірність впливу забруднення атмосферного повітря на організм експонованої популяції, яка проживає в умовах підвищених рівнів ризику різних груп промислових підприємств та підкреслюють важливість оцінок соціальних втрат (збитків) здоров'я працездатного населення на етапі управління ризиком.

Значення проведеного нами дослідження можна оцінити за його результатами та висновками:

1. Оцінено токсичність викидів та сформовано переліки пріоритетних забруднюючих речовин атмосферного повітря від функціонування різних видів промислових підприємств, що підлягають регулюванню в конкретному досліджуваному регіоні при визначенні так званих „гарячих точок” (hot spot) з урахуванням територіальних особливостей інгаляційного надходження полутантів. Встановлено, що лише 60 % хімічних речовин входять в

програму моніторингу, решта залишається поза увагою контролюючих органів.

2. Встановлено, що майже 80 % експонованого населення досліджуваних міст проживає у зонах підвищеного ризику, обумовленого викидами різних груп промислових підприємств. Оцінено можливі соціальні втрати серед працездатного населення у вигляді виникнення ймовірних додаткових випадків онкозахворювань протягом життя від: *металургійних підприємств* (м. Запоріжжя - від 22 до 3546 додаткових випадків онкозахворювань протягом життя або 51 випадок/рік; м. Маріуполь – від 0,6 до 53 додаткових випадків або 1 випадок/рік); *теплоенергетичного комплексу* (м. Київ - від 5,5 до 283 або 4/рік); *коксухімічних підприємств* (м. Запоріжжя - від 2 до 15 випадків або 0,22/рік); *хімічних підприємств* (м. Черкаси - від 3,5 до 6,0 випадків для дорослого населення та від 0,8 до 13,2 випадків дитячого населення, відповідно від 0,09 до 0,19 на рік); *машинобудівних підприємств* (м. Дружківка - від 0,02 до 4 випадків або 0,06/рік). Можливі соціально-економічні збитки (враховуючи, відсоткові співвідношення летального випадку від онкозахворювання) становитимуть – від 26,9 до 71,7 млн. грн. в рік.
3. Оцінено ймовірні соціальні втрати для здоров'я населення від викидів $Z_{CH_{10}}$ у вигляді додаткових випадків смертей. Встановлено, що від коксухімічних підприємств мм. Запоріжжя, Дніпродзержинськ, Макіївка та Дніпропетровськ соціальні втрати будуть становити від 0,01 до 36 додаткових випадків смертей протягом життя; у м. Дружківка від машинобудівних підприємств від 0,06 до 21 випадків смертей; у м. Кривий Ріг від гірничорудного комбінату від 1,1 до 14,6; у мм. Запоріжжя та Маріуполь від металургійного комплексу відповідно 2193 та 7,2 додаткових випадків смертей. Це дозволило встановити, що при збільшенні середньодобової концентрації PM_{10} приріст смертності становить 0,6 % на кожні 10 мкг/м^3 . Максимально можливі

соціально-економічні збитки (виражені у вартісних показниках) від викидів ЗЧ₁₀ сягають для: *металургійних підприємств* – від 3,3 млрд. до 8,8 млрд. грн. ; *коксхімічних* – від 2,3 млн. до 6 млн. грн.; *гірничорудних* – від 21,9 млн. до 58,4 млн. грн.; *машинобудівних* – від 31,5 млн. до 84 млн. грн..

Вищесказане доводить, що проведені дослідження дозволили вирішити важливу наукову проблему відносно доцільності застосування симбіозу різних економічних підходів та методології оцінки ризику при розрахунках ймовірності виникнення неприйнятних ефектів (ризик) з боку здоров'я населення, при оцінках соціально-економічних збитків, заподіяних здоров'ю населення, та при проведенні аналізу співвідношень „витрати–вигоди”, „витрати–соціально-гігієнічна ефективність”, обумовлених забрудненням атмосферного повітря.

ЛІТЕРАТУРА

1. Environment and Human Health : Joint EEA-JRS report / European Environment Agency. – Copenhagen, 2013. – 112 p.
2. Качество атмосферного воздуха и здоровье: информационный бюллетень [Электронный ресурс]. – 2014. – № 313. – Режим доступа : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru>.
3. Report on the European Environment and Health Process (2010 - 2013) / WHO Regional Office for Europe. – Geneva, 2013. – 21 p.
4. Air quality guidelines — global update 2005 / WHO Regional Office for Europe. – Copenhagen, 2006. – 484 p.
5. Report of the European Environment and Health Ministerial Board to the WHO Regional Committee for Europe and the United Nations Economic Commission for Europe Committee on Environmental Policy. – 2013. – P.7.

6. CMH. Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development [Electronic resource]. – Geneva, 2001. – 210 p. – Mode of access : <http://libdoc.who.int/publications/2001/924154550X.pdf>.
7. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities / U. S. Environmental Protection Agency ; Multimedia Planning and Permitting Division Office of Solid Waste Centre for Combustion Science and Engineering. – Washington, 2005. – Chapter 1. - P. 2-432.
8. The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2020 [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.epa.gov/oar/sect812/feb11/fullreport.pdf>.
9. Доклад о ситуации в области неинфекционных заболеваний в мире, 2010 г. / ВОЗ. – Женева, 2013. – 172 с.
10. Оценка ущерба здоровью человека как одно из приоритетных направлений экологии человека и инструмент обоснования управленческих решений / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Г.И. Румянцев и др. // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 10-13.
11. Экономическая оценка и обоснование решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания: методические рекомендации / МОЗ РФ. – М., 2011. – 59 с.
12. Golub A. Evaluation and Identification of Priority Air Pollutants for Environmental Management on the Basis of Risk Analysis in Russia / A.Golub, E. Strukova // Journal of Toxicology and Environmental Health. – 2008. - №71. - P. 86-91.
13. Air Pollution Costs in Ukraine / E. Strukova, A. Golub, A. Markandya, et al. // FondazioneEni Enrico Mattei, Nota Di Lavoro. – Milano, 2006. - 120 p.
14. Cost of Air Pollution in Kazakhstan: Human Health Risk Assessment / U. Kenessariyev, M. Brody, A.Golub, et al. // Journal of Environmental Protection. – 2013. - №4. – P. 869-876.
15. Risk Assessment Capacity Building Program in Zaporizhzhia Ukraine: Emissions Inventory Construction, Ambient Modeling, and Hazard Results [Electronic

- resource] / J. C. Caldwell, A. Serdyuk, O. Turos et al. // Journal of Environmental Protection. – 2013. - №4. – P. 1476-1487. – Mode of access : <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.412169>.
16. CAFÉ CBA: Baseline Analysis 2000 to 2020 [Electronic resource] / P. Watkiss, S. Pye, M. Holland // Didcot. AEA Technology Environment. – 2005. – Mode of access : http://europa.eu.int/comm/environment/air/café/activities/pdf/cba_baseline_results_2000_2020.pdf.
17. Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution – REVIHAAP : Technical Report / WHO Regional Office for Europe. – Copenhagen, 2013. – 302 p.
18. Health Risks of Air Pollution in Europe – HRAPIE : Technical Report / WHO Regional Office for Europe. – Copenhagen, 2014. – 65 p.
19. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 24 лютого 1994 року № 4004-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 27. – С. 218.
20. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року : Закон України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.
21. Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища України на період 2011-2015 роки [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – 2011. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/577-2011-%D1%80#n9>.
22. Економічний еквівалент оцінки вартості середньостатистичного життя в Україні: методологія, рекомендації / Т.В. Канева, С.С. Карташова // Статистика України – 2014 - №3 (66). - С. 31-37.
23. Мартякова Е.В. К вопросу об экономическом эквиваленте стоимости человеческой жизни в условиях глобализации [Электронный ресурс] / Е.В. Мартякова, Е.В. Поляков. – 2008. – С. 834-841. – Режим доступа :

<http://www.nbuu.gov.ua/Portal/socgum/pips/200S/BSEC200S/Pages%20from%20tom2/0S34.pdf>.

24. Гаркушенко О.М. Оцінка економічного збитку життю та здоров'ю населення Донецької області, завданого забрудненням атмосферного повітря [Електронний ресурс] / О.М. Гаркушенко // Стратегія і механізми регулювання промислового розвитку : зб. наук. праць. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc_gum/sim/2010/p1_21.pdf.
25. Применение методологии анализа рисков здоровью населения Казахстана от загрязнения атмосферного воздуха [Электронный ресурс] / Д.У. Кенесары, У.И. Кенесариев, А.М. Оразымбетова и др. // Вестник КЗНМУ – Режим доступа : <http://kaznmu.kz/press/2014/10/16>
26. Основные положения методических рекомендаций по анализу эффективности мероприятий по охране атмосферного воздуха на основе расчета затрат на сокращение риска / С. Л. Авалиани, А. А. Голуб, Е. Б. Струкова и др. // Сб. науч. тр. по экономике природопользования. – М., 1998. – Ч. 2. – С. 32-80.
27. Турос О.І. Гігієна повітря / О. І. Турос, А. А. Петросян, Л.І. Михіна // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики : зб. наук. пр. – К., 2011. – С. 133-149.
28. Турос О.І. Розробка наукових підходів до гігієнічної оцінки небезпеки від джерел забруднення атмосферного повітря на основі показників ризику : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра мед. наук : спец. 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія» / О.І. Турос. – К., 2008. — 42 с.
29. Декларацийний патент на корисну модель (51) А61В 10/00. Спосіб визначення осереднених концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі / О.І. Турос, А. А. Петросян, О. М. Картавцев та інш. ; Заявник і власник ДУ «ІГМЕ ім. О. М. Марзеєва АМНУ». – № 33659 (11) ; заяв. 21.01.2008 ; бюл. №13. – 2008. – 12 с.

30. The L. J. ISC-AERMOD View : Interface for the U. S. EPA ISC and AERMOD Models : Tutorials / J. L. The, C. L. The, M. A. Johnson // Lakes Environmental Software. – Waterloo-Ontario (Canada), 2005. – Ch. 3-1.
31. Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe : Environmental issue report № 35 / Office for Official Publications of the European Committees. – Luxemburg, 2004. – P.6-17.
32. Nuckols J. Using Geographic Information Systems for Exposure Assessment in Environmental Epidemiology Studies / J. Nuckols, M.Ward, L. Iarup // Environmental Health Perspectives. – 2004. – Vol.112, № 9. – P. 1007-1015.
33. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С. М. Новиков, Ю. А. Рахманин и др. ; НИИ ЭЧ и ГОС. – М., 2002. – С. 260-390.
34. Павлюченко Т. Сколько стоит жизнь украинца? [Электронный ресурс] / Т. Павлюченко. – Режим доступа : <http://www.tribunanaroda.info/content/view/1954/1/>.
35. Корчагин В.П. Финансовое обеспечение здравоохранения / В.П. Корчагин. – М. : Эпидавр, 1997. – 123 с.
36. Homedes N. The Disability-Adjusted Life Year (DALY) Definition, Measurement and Potential [Электронный ресурс] / N. Homedes. – Режим доступа: <http://libdoc.who.int/publications/2001/924154550X.pdf>
37. Новик А.А. Концепция исследования качества жизни в медицине / А.А. Новик, Т.И. Ионова, П. Н. Кайнд. - СПб. : ЭЛБИ, 1999. – 140 с.
38. Петросян А.А. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами різних видів промислових підприємств : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата біол. наук : спец. 14.02.01 „Гігієна та професійна патологія” / А.А. Петросян. – К., 2010. – 22 с.
39. Рекомендации по качеству воздуха в Европе – 2-е изд. / ВОЗ. – М. : Весь мир, 2004. – С. 5-89.

40. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека / ВОЗ. – Копенгаген, 2001. – С. 213-280.
41. Директива 2008/50/ЄС Європейського парламенту та ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи // Офіційний вісник Європейського Союзу (UA). – 2008. – 44 с.
42. Статистичний щорічник України за 2013 рік / Державна служба статистики України. – К., 2014. – 567 с.
43. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації / МОЗ. – К., 2007. – 28 с.
44. Оцінка збитків для здоров'я населення, обумовлених забрудненням атмосферного повітря / О.І. Турос, А.А. Петросян, Г.М. Давиденко та інш. // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : збірка тез доповід. наук.-практ. конф. (23– 24 травня 2012 р.). – К., 2012. – С. 159-160.
45. Guidelines : Health risk assessment and valuation of human health / Environmental Protection Agency. – Washington, 2001. – 32 p.
46. Организация медико-экологического мониторинга городского уровня. – Череповец, 1999. – 120 с.
47. Ревич Б.А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / Б.А. Ревич ; Общественная палата РФ. – М. : Акрополь, 2007. – С. 37-185.
48. Семутникова Е.Г. Стратегия получения информации о качестве атмосферного воздуха в Москве для оценки его воздействия на здоровье населения. Основные результаты мониторинга / Е.Г. Семутникова, П.В. Захарова, Е.А Лезина // Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей / под ред. проф. Б. А. Ревича. – М., 2006. – С. 60-82.
49. Загородній В.В. Гігієнічне обґрунтування заходів з управління якістю атмосферного повітря промислового міста на основі оцінки ризиків для здоров'я населення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня. канд. мед. наук :

спец. 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія» / В.В. Загородній. – Київ, 2011. – 20 с.

50. Суржиков Д.В. Загрязнение окружающей среды промышленного центра металлургии как фактор риска для здоровья : автореф. дисс. на соиск. уч. степени докт. биолог. наук : спец. 14.00.07 „Гигиена” / Д.В. Суржиков. – Иркутск, 2007. – 44 с.
51. The economics of air pollution and health risks in Russia: a case study of Volgograd / A. Larson, S. Avaliani, A. Golub et al. // World development. – 1999. – Vol. 27. – № 10. – P. 1803-1819.
52. Статистика рака в Украине [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://darjangola.org.ua/o-nas/statistika-raka-v-ukraine>.

ОБГРУНТУВАННЯ ГЕНДЕРОРІЄНТОВАНИХ ПІДХОДІВ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я І ПРОФІЛАКТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ У ДІТЕЙ ТА МОЛОДІ

*Бердник О. В., Полька Н. С., Добрянська О. В., Скочко Т. П., Рудницька О.
П., Шевчук К. В.*

*“Настанет время, когда наши потомки
будут удивляться, что мы не знали
таких очевидных вещей...”*
Сенека Старший

**«Стать» та «гендер» - дві взаємодоповнюючі здоров'яформуючі
характеристики.**

”Мужчинами не рождаются. Ими становятся”
Эразм Роттердамский (1509)

“Женщинами не рождаются, женщицами становятся”
Симона де Бовуар (1949)

Здоров'я населення формується в результаті впливу генетичних, соціальних, економічних, екологічних, медичних та інших факторів, тобто рівень здоров'я є результатом взаємодії людини з природним і соціальним середовищем.

У сучасній науковій медичній літературі багато уваги приділяється питанням т.з. гендерного аналізу особливостей стану здоров'я населення. Оскільки медицина відноситься до природничих наук, в більшості випадків під гендерними особливостями маються на увазі відмінності в стані здоров'я, пов'язані з анатомо-фізіологічними характеристиками, тобто біологічною статтю. Проте, на сьогоднішній день у світовій науці використовуються та розмежовуються два терміни: біологічна стать ("*sex*"), яка відображає відмінності між чоловіком і жінкою як біологічними особами, та гендер ("*gender*"), який описує відмінності між

фемінністю (жіночністю) та маскуліністю (мужністю) як соціальними моделями поведінки.

Необхідність розрізняти біологічну (БС) і соціально-психологічну (СПС) стать вперше була обґрунтована ще в 1935 році в книзі М. Мід "Стать і темперамент в трьох примітивних суспільствах", а термін "гендер" ввели у другій половині ХХ століття психолог Р. Столлер і ендокринолог Дж. Моні, визнаючи при цьому стать біологічним, а гендер - психологічним феноменом. У той же час соціолог Е. Оуклі акцентував увагу на тому, що гендер формується в процесі соціалізації жінок та чоловіків. На думку американського антрополога К. Марч, стать відноситься до гендеру як світло до кольору: стать і світло - природні явища, в той час як гендер і колір – соціально обумовлені категорії. Англійський соціолог Е. Гідденс підкреслював, що гендер - це соціально сформовані особливості мужності і жіночності, а не фізичні відмінності між чоловіком і жінкою. Виходячи з цього гендерна ідентичність особистості є продуктом соціально-економічної ситуації і головним фактором його формування є виховання. Принципові відмінності біологічної статі та гендеру представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика змістовного наповнення понять «біологічна стать» і «гендер»

	Біологічна стать (БС) Sex	Гендер (соціально-психологічна стать-СПС) Gender
1	2	3
Суть поняття	системна сукупність біологічних відмінностей (анатомічних, фізіологічних, гормональних і біохімічних) між чоловіками і жінками	соціальний конструкт, що залежить від видів діяльності і поведінки, які вважаються загальноприйнятими для осіб різної статі в контексті даного суспільства

Продовження таблиці 1

1	2	3
Терміни, які використовуються для визначення поняття	чоловіча і жіноча	маскулінність, фемінність, андрогінність, недиференційований тип
Основа для розподілу	статева діхотомія	гендерна диференціація
Природа поняття	біологічна характеристика: обумовлена різницею репродуктивної функції чоловіків та жінок	набута характеристика, сформована в процесі виховання і закріплена соціально
Мінливість	характеризується сталістю	характеризується різноманітністю і мінливістю у просторі і часі

З наведеного вище випливає, що поняття "гендер" як синоніму поняття "стать", є однією з найпоширеніших помилок. (Причиною цього, зокрема, може бути транслітерація слова "gender", який походить від латинського слова "genus" – "рід", "стать"). Крім того, слово "гендер" часто вважають більш сучасним та наукоподібним).

В «Енциклопедії освіти» [1] вказується, що гендерні відмінності це не біологічні відмінності чоловіків і жінок, а соціально-психологічна різниця між жіночими і чоловічими ролями, які виконують в соціумі його члени (наприклад, загальновідомо уявлення про соціальну роль жінки в німецькій консервативній системі цінностей – Kinder, Küche, Kirche: діти, кухня, церква).

Оскільки гендер є інноваційною категорією для сучасної науки, це поняття знаходиться на стадії активної адаптації в методологію багатьох наукових дисциплін, у тому числі й медицини [2].

В даний час відбувається остаточний розрив між поняттями «стать» і «гендер»: останній все більше витісняє поняття «статі» зі сфери соціальних, психологічних і суміжних досліджень.

З 80-х років ХХ століття у світі все більшого розвитку набуває «гендерологія» – наука про закономірності формування і розвитку статевої диференціації суспільства. Основою формування цього нового наукового напрямку стають гендерні дослідження, що проводяться в рамках різних наук, зокрема, і деяких аспектів медицини. В останні десятиліття значно зросла зацікавленість медиків, соціологів, психологів та інших дослідників до вивчення соціальних та ситуаційних факторів, що впливають на здоров'я людини, а також до питань самооцінки свого здоров'я. Ці питання входять в сферу інтересів громадського здоров'я і тісно переплітаються з соціальними науками. Відповідно саме ці питання потребують «гендерної» оцінки.

Важливим поняттям гендерології є *гендерний підхід*. ООН в доповіді Економічної та Соціальної Ради (1997) подає таке визначення поняття "гендерний підхід" – це процес оцінки будь-якого планового заходу з точки зору його впливу на жінок і чоловіків, зокрема законодавства, стратегій і програм в усіх сферах і на всіх рівнях".

Всесвітня організація охорони здоров'я в своїх рекомендаціях [3, 4] закликає застосовувати гендерний підхід у вивченні здоров'я населення, але при цьому прикметник «гендерний» рекомендовано використовувати для опису тих характеристик жінок і чоловіків, які є соціально набутими, тоді як «стать» – для опису біологічно зумовлених характеристик. У відповідності до цього, для лікувальної ланки системи охорони здоров'я визначальною (переважно) слід вважати біологічну стать пацієнта, а для профілактичного – гендер. Таким чином, висновок про доцільність застосування саме поняття «гендер» у профілактичній медицині (в першу чергу в частині промоції здоров'я) слід вважати одним з основоположних принципів застосування гендерного підходу в медицині.

Але при всьому цьому досить популярним залишається псевдогендерний підхід при якому гендерними дослідженнями зазвичай називаються ті, де це поняття використовується як синонім слова стать. Така ситуація складається в тому випадку, коли дослідники стоять на біодетерміністських позиціях, тобто вважають, що біологія людини абсолютно чітко визначає чоловічі і жіночі соціальні ролі, психологічні характеристики, сфери занять та інше.

Відмінності в рівні здоров'я чоловіків і жінок загальновідомі, але великим питанням є – чи детерміновані вони виключно анатомо-фізіологічними особливостями організму? Зарубіжні дослідники вказують, що «гендерні відмінності в нездоров'ї впливають із соціальної взаємодії і впливають в комплексі з біологією, генетичною схильністю, гормонами і фізіологією» [5].

За розрахунками фахівців, різниця в середній тривалості життя людей різної статі, обумовлена біологічним фактором, що становить 1,9 - 2,1 року [6, 7]. Враховуючи, що фактична різниця між середньою тривалістю життя жінок і чоловіків значно більше (зокрема, в Україні у 2012 році ця різниця становила 10,1 року; в 2013р. – 7,3), більша частина різниці зумовлена впливом саме соціокультурних і особистісних факторів. Таким чином, різниця в показниках здоров'я обумовлена, як біологічною, так і соціальною статтю, і звужувати гендерний підхід виключно до різниці «чоловік-жінка» не є правомочним.

Гендерні аспекти оцінки здоров'я особливо важливі для підростаючого покоління. У відповідності з концепцією І.С.Кона, гендерна ідентичність підлітка є центральним компонентом самосвідомості [8]. Формування гендерної ідентичності підлітків відбувається на основі статево-рольових стереотипів, які транслюються так званими агентами соціалізації: сім'я, вчителі, однолітки, друзі, зразки культури і мистецтва, засоби масової інформації, реклама тощо [9].

Як свідчать дані таблиці 1, біологічна стать має дихотомічний розподіл, а гендер – цілу кількість градацій: *маскулінність* - комплекс характерологічних особливостей, які традиційно приписуються чоловікам; *фемінність* - характерні

форми поведінки, очікувані від жінки в даному суспільстві; *андрогінність* - поєднання у індивіда маскулінних і фемінних ролей і рис. Відповідно, будь-який індивід, незалежно від своєї біологічної статі, може бути віднесений до одного з 4-х типів гендерної ідентичності:

- *маскулінного* (висока маскулінність при низькій фемінності)
- *фемінного* (висока фемінність при низькій маскулінності)
- *андрогінного* (високі показники як по маскулінності, так і по фемінності)
- *недиференційованого* (низькі показники і по маскулінності, і по фемінності).

Багато дослідників дотримуються думки, що цілісну (холічну) особистість характеризує не маскулінність чи фемінність, а андрогінність – сильно виражені риси як маскуліної та фемінної особистості.

Соціальна стать не обов'язково збігається з біологічною статтю людини.

Проаналізована нами варіативність типів гендерної ідентичності молоді (яка визначалася за статево-рольовим опитувальником С.Бем [10]) показала, що лише у 23,7% опитаних юнаків був встановлений маскуліний тип гендерної ідентичності, а у 5,7% - фемінний. Відповідна картина спостерігається і у дівчат: 30,1% з них були віднесені до фемінного типу гендерної ідентичності, а 5,4% - до маскуліного. При цьому слід підкреслити, що більшість респондентів за результатами тестування відносяться до андрогінного типу, тобто типу з однаково сильно вираженими маскулініми і фемінними якостями (рис. 1).

Ця особливість не залежить не від віку обстежених (підлітки 15 - 16 років, студенти 19-23 років та молоді люди 25-35 років), не від профілю навчання у вищих навчальних закладах (медичний, технічний), не від типу середніх навчальних закладів (загальноосвітня школа, ліцей, ПТУ).

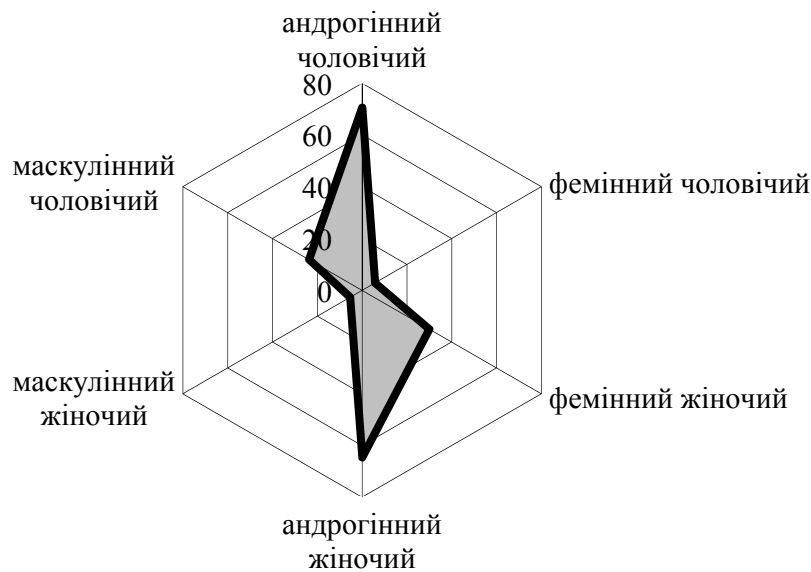


Рисунок 1 - Розподіл обстежених контингентів підлітків за типами гендерної ідентичності

Проведений аналіз літератури також показав превалювання андроґінних особистостей в сучасному суспільстві, і, при цьому їх кількість постійно зростає. Це, вочевидь, обумовлено поступовою зміною соціальних ролей чоловіків та жінок у сучасному суспільстві, зміною пріоритетів у розумінні життєвих пріоритетів, щастя, успішності тощо. Так, згідно даних літератури, при обстеженні студентів у 1974 році 34-44% студентів-чоловіків відносилися до маскулінного чоловічого типу, а 27-38% - до фемінного чоловічого типу гендерної ідентичності [11]. Згідно результатів подібного опитування серед старшокласників, проведеного в 2000 році, до андроґінного типу гендерної ідентичності віднесли себе вже 52,0% юнаків та 44,0% дівчат [12]; у 2001 році - серед різних груп молодих людей у віці 19–25 років виявлено 74,4-84,4%% андроґінних осіб [13]. Серед десятикласників чоловічої статі андроґінних було 43,3%, а серед десятикласниць жіночої статі – 60,6 % [14] За даними психодіагностичного обстеження студентів у м.Калінінграді у 2006-07

навчальному році частка молодих людей з андрогінним типом гендерної ідентичності становила вже 81,0% у юнаків і 73,0% у дівчат [15].

Емпіричне дослідження гендерної ідентичності підлітків, проведене у м.Києві, показало, що у 85,7% підлітків обох статей спостерігається поєднання маскулінних і фемінних рис, що суттєво розширює можливості особистості [16]. Андрогінна особистість є більш гармонійною, вільною від стереотипів, легше досягає поставлених цілей.

Індивідуалізуючий аналіз розповсюдженості маскулінних та фемінних ознак у всіх обстежених (включаючи і андрогінних) виявив, що понад двом третинам респондентів чоловічої статі притаманні виражені фемінні риси, а близько половини опитаних респондентів жіночої статі мають виражені маскулінні риси (рис. 2).

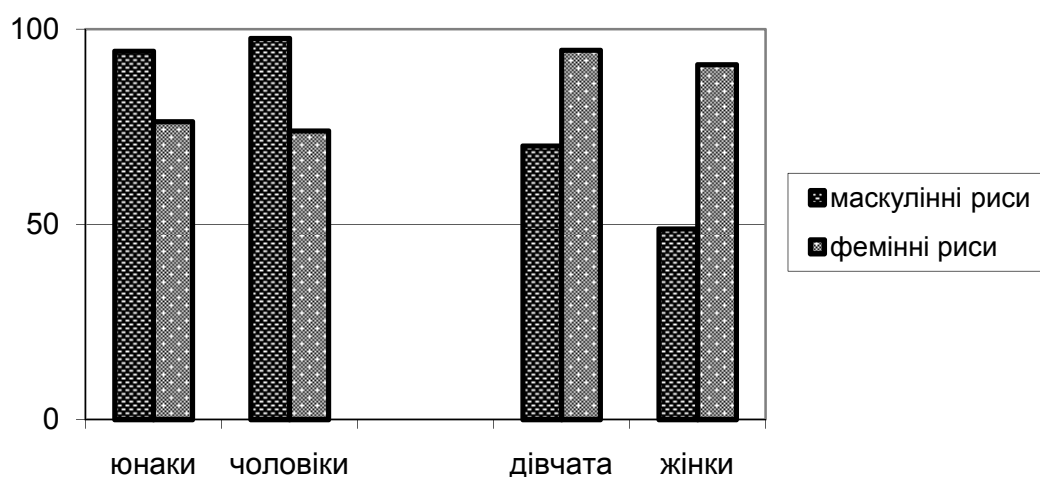


Рисунок 2 - Частота маскулінних та фемінних ознак у осіб різних віко-статевих груп

Таким чином, у сучасній спільноті молодих людей переважають андрогінні особистості (незважаючи на вік, біологічну стать, профіль навчання і тип навчального закладу), однак, наявність різних гендерних типів в будь-яких адресних аудиторіях, обумовлює необхідність урахування гендерного чинника при розробці санітарно-просвітницьких програм, спрямованих на підліткову та молодіжну аудиторію.

Як вже зазначалося вище, тип гендерної ідентичності людини може впливати на усі сторони її життя, пов'язані з соціальними аспектами і психологічними особливостями особистостей. У галузі медицини до таких, з нашої точки зору, відносяться формування способу життя (здорового/нездорового); самооцінка здоров'я і, відповідно, ставлення до його збереження; формування психосоматичних захворювань тощо. Крім того, гендерний інструментарій може стати в нагоді при вивченні депопуляційних процесів, зокрема формуванні у молоді репродуктивних установок.

Виходячи з цього, нами було проведено дослідження впливу гендеру на різні аспекти формування громадського здоров'я.

В основу роботи був покладений системний підхід: розглядалася взаємодія двох систем, а саме: результуючої системи „Здоров'я підлітків та молоді” та факторіальної – „Тип гендерної ідентичності” (рис. 3).

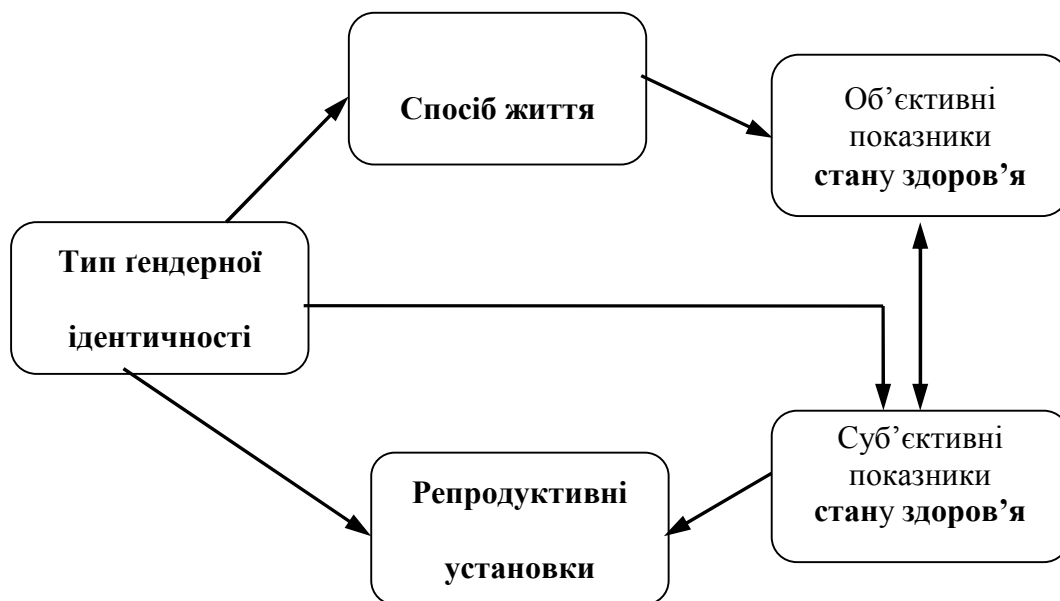


Рисунок 3 - Вплив гендеру на різні аспекти формування громадського здоров'я

Як свідчить наведена схема дослідження, робота проводилася у трьох напрямках.

Перший напрямок. Спираючись на результати проведених раніше

досліджень, можна стверджувати, що тип гендерної ідентичності (ГІ) впливає на стан здоров'я підлітків опосередковано через систему „Спосіб життя”. В цьому випадку виявляється зв'язок між поведінковими чинниками (зокрема, розповсюдженість шкідливих звичок, фізичну активність, характер проведення дозвілля) і станом соматичного здоров'я (тобто об'єктивними показниками здоров'я).

З іншого боку, суб'єктивна оцінка здоров'я, тобто його сприйняття самою людиною, є вельми важливою і часто має більший вплив на суспільне функціонування і якість життя людини, ніж наявність у неї фактичних його порушень [17]. Це і обумовило необхідність вивчення безпосередніх зв'язків такої психологічної характеристики особистості як тип гендерної ідентичності, і оцінки здоров'я за суб'єктивними показниками (самооцінка власного здоров'я). Це було другим напрямком досліджень.

Третій напрямок досліджень спирався на гіпотезу, що чинник «соціальна стать» не може не впливати на репродуктивні установки молоді, що і було досліджено в ході виконання роботи.

Отримані таким чином дані дозволили оцінити результати взаємодії цих двох систем „Здоров'я підлітків та молоді” та „Тип гендерної ідентичності”, охарактеризувати особливості формування здорового способу життя у осіб з різними типами гендерної ідентичності, їх орієнтацію на збереження здоров'я та/або профілактику захворювань тощо.

Вплив гендерної ідентичності на формування поведінкових чинників ризику у школярів.

“Наука поки що не може дати однозначної відповіді на питання про те, які відмінності між чоловічою і жіночою статтю непереробні, задані біологічно, а які зумовлюються батьківськими настановами, вихованням, культурними стереотипами”
Татаренко Т.М.

Спосіб життя сучасних підлітків є досить багатограним і різноманітним. Одними з провідних складових способу життя є наявність/відсутність шкідливих звичок, зокрема, паління та вживання алкогольних напоїв. Важливість методологічного відокремлення біологічної статі від гендеру при вивченні формування шкідливих звичок визначається, зокрема, розумінням того, що соціально-психологічна стать піддається зміні, на відміну від біологічної.

Соціальна поведінка, життєві установки, стереотипи поведінки людини закладаються в дитинстві. Доведено, що 80% дорослих курців починають палити у віці до 18 років. Тому особливо важливим є попередити поширеність тютюнопаління серед учнів підліткового віку, які, по-перше, є групою ризику щодо залучення до даної шкідливої звички, саме у підлітковому віці виникають передумови для формування нікотинової залежності в майбутньому; по-друге, тютюнопаління є емпіричним індикатором девіантної (ризикованої) поведінки, яка часто поєднується в подальшому з вживанням алкоголю, а іноді – і наркотичних речовин [18, 19]. Наявність шкідливих звичок (і зокрема, тютюнопаління) є поведінковим фактором, що характеризує спосіб життя дитини та її ставлення до власного здоров'я.

Згідно даних, отриманих фахівцями ДУ «Інститут неврології, психіатрії та наркології НАМН України», абсолютна більшість як юнаків (80,5%), так і дівчат (76,5%) вживали алкоголь, а тютюн палять – 53,8% юнаків та 46,0% дівчат. Серед всіх обстежених 12,1% підлітків потребують консультування, спостереження і вибору методів лікування з приводу вживання алкогольних напоїв та 38,1% – з приводу тютюнопаління; тобто ризик проблем, пов'язаних з вживанням тютюну, є втричі більшим, ніж пов'язаних з алкоголем [20].

Аналіз результатів проведеного нами анонімного анкетування та опитування підлітків, показав, що досвід тютюнопаління має половина опитаних хлопчиків і третина опитаних дівчаток. Гендерний аналіз свідчить, що куріння найбільш поширене у «маскулінних» дівчат, і саме вони, зазвичай, є щоденними курцями. В

той же час, серед осіб фемінного типу гендерної ідентичності (незалежно від статі) курці не виявлені.

Загально відомо, що на формування звички паління може впливати соціальні та поведінкові настанови в родині, і в цьому процесі важливим є саме не біологічна стать, а соціально-психологічна. В родинях обстежених дітей батько палить у 15,7 -30,3 % випадків, мати – 2,3 - 4,4 %, а у 3,7 - 9,3 % родин курять і батько, і мати. При цьому слід зауважити, що у юних курців палять, як правило, двоє батьків, отже формування звички активного паління дітей в даному випадку можливо пов'язано з прикладом батьків.

Для підліткових контингентів негативною звичкою є також вживання алкогольних напоїв. За даними Міністерства охорони здоров'я, 40,0% сучасних підлітків вживають спиртні напої не рідше одного разу на тиждень і при цьому більшість осіб молодого віку вважають вживання слабоалкогольних напоїв нешкідливим. Ці напої широко вживають, насамперед, дівчата підліткового віку (48,7%), надаючи перевагу ароматизованим алкогольним виробам, які містять у своєму складі лише синтетичні речовини. Хлопці, як правило, віддають перевагу не штучним слабоалкогольним напоям, а пиву, яке до речі, згідно чинного законодавства не є алкогольним напоєм (ст. 1 Закону України „Про розвиток виноградарства, садівництва і хмелярства”).

Проведене опитування школярів дозволило встановити, що частка підлітків, які вживають слабоалкогольні напої, достовірно зростає з віком незалежно від статі. Так, якщо серед учнів 9-х класів чоловічої статі слабоалкогольні напої вживають 3,5%, то серед хлопців 11-х класів вже 42,0% мають подібну шкідливу звичку ($p \leq 0,01$). Тенденція до зростання спостерігається і у дівчат старшого шкільного віку (5,0% проти 17,0%, $p \leq 0,05$).

Серед „фемінінних” дітей слабоалкогольні напої вживають 3,5% хлопців та 4,0% дівчат, в той час як „маскулінні” учні їх зазвичай взагалі не вживають. У

підлітків-андрогінів вживання слабоалкогольних напоїв достовірно зросло з 9 по 11 класи (рис. 4).

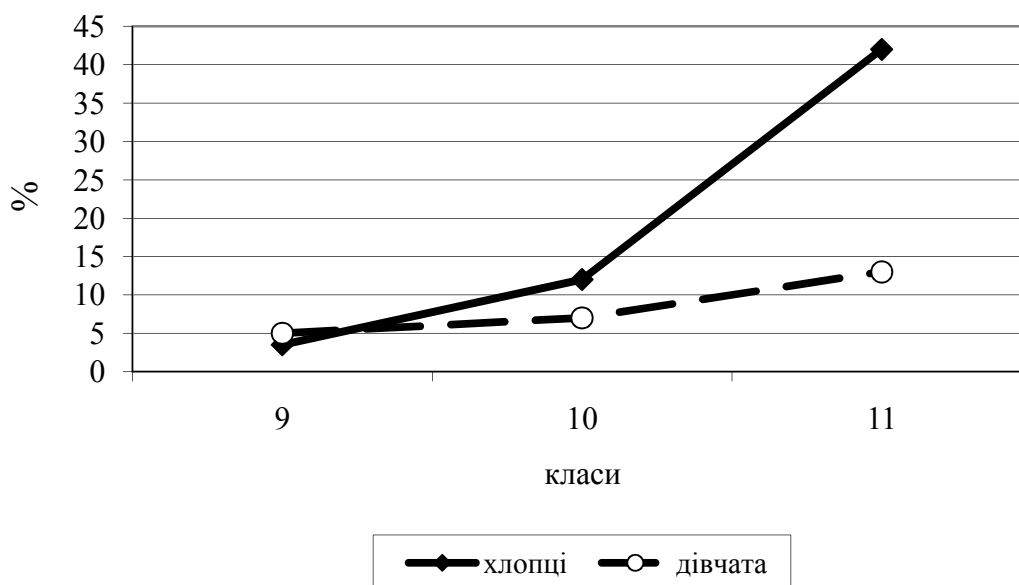


Рисунок 4 - Частота вживання пива і слабоалкогольних напоїв підлітками з андрогінним типом гендерної ідентичності

Таким чином, найчастіше слабоалкогольні напої вживають “андрогінні” і “фемінні” підлітки, а “маскулінні” (незалежно від статі) дані напої, як правило, не вживають.

Підсумовуючи вплив гендеру на розповсюдженість шкідливих звичок у підлітків, можна сказати, що існує статистично вірогідний зв'язок між соціально-психологічною статтю і частотою формування звички паління тютюну та вживання алкогольних напоїв (таблиця 2). Оскільки, загально визнано, що наявність перелічених шкідливих звичок негативно впливає на стан здоров'я, встановлені нами гендерні особливості дають можливість говорити про опосередкований вплив гендеру на стан здоров'я підлітків.

В ході проведеного дослідження доведено, що соціально-психологічна стать (гендер) дитини має суттєвий вплив на формування у неї шкідливих звичок, зокрема, вживання слабоалкогольних напоїв та паління тютюну. Оскільки

соціально-психологічна стать не завжди співпадає з біологічною, гендерні аспекти мають враховуватися при плануванні і проведенні санітарно-просвітницької діяльності, спрямованої на здоровий спосіб життя і сприяння здоров'ю.

Таблиця 2 - Зв'язок типу гендерної ідентичності зі шкідливими звичками

Стать	Тип гендерної ідентичності	Паління	Вживання алкоголю
хлопці	маскулінний	0,26*	0,38**
	фемінний	-0,34	0,53**
дівчата	маскулінний	0,77***	0,50***
	фемінний	-0,38**	0,26**

Примітки:

1. * – коефіцієнт асоціації достовірний (P<0,05);
- 2.** – коефіцієнт асоціації достовірний (P<0,01);
- 3.*** – коефіцієнт асоціації достовірний (P<0,001).

Одним з провідних поведінкових факторів, що формують здоровий спосіб життя, є фактор «заняття спортом». Встановлено, що тільки 52,0 % респондентів регулярно займаються спортом, причому дівчата активніше відвідують спортивні секції в порівнянні з хлопцями. Юнаки андрогінного гендерного типу частіше відвідують спортивні секції, ніж дівчата; маскулінні дівчата дещо частіше за маскулінних хлопців займаються спортом регулярно (відповідно, 9,0 % та 5,0 %). В той же час, фемінінні хлопці взагалі не займаються у спортивних гуртках.

В більшій мірі тип гендерної ідентичності впливає не на сам факт занять спортом, а на вибір виду спорту. Так, 84,0 % респондентів андрогінного типу надають перевагу циклічним і швидко-силовим видам спорту; третина підлітків маскулінного типу обирає єдиноборства, кожен 5-й підліток фемінного типу надає перевагу складно-координаційним видам спорту, зокрема гімнастиці, спортивним танцям тощо. Цікаво зауважити і таку особливість: кожна четверта

дівчинка обрала для себе заняття східними єдиноборствами, але серед них немає жодної з фемінним типом гендерної ідентичності.

Важливим для проведення дозвілля сучасними підлітками є використання комп'ютерної техніки. Причому, комп'ютери, мобільні телефони, планшети використовують не тільки для ігор, але і для пошуку необхідної або потрібної інформації, спілкування з друзями в соціальних мережах і т. д. Це призводить до того, що такий вид проведення неурочного часу стає провідним, займає значну частину бюджету вільного часу підлітків і, відповідно, є значним чинником впливу на здоров'я. Встановлено, що таке проведення дозвілля більш характерно для хлопчиків. Причому, в деяких випадках дозвілля за екраном відеомонітора відбувається ненормована і щодня перевищує 5 годин (підряд), що може бути одним з ознак комп'ютерної залежності. Частіше інших користувачами комп'ютерів є підлітки андрогінного типу (незалежно від статі). Маскулінні і фемінні дівчата частіше користуються комп'ютерами для проведення дозвілля, ніж хлопчики відповідних гендерних типів. У відповідності до цього саме ці групи мають розглядатися, як групи ризику розвитку лудоманії.

Важливим було дослідити і особливості поведінки сучасних підлітків, ступінь їх конформності і негативізму, схильність до девіантної поведінки. На думку деяких авторів [18, 21], саме девіантна і делінквентна поведінка є фоном для розвитку різних аддиктивних проявів в подальшому (зокрема, аддиктивної поведінки, пов'язаної з палінням, вживанням алкогольних напоїв тощо).

Аналіз отриманих у підлітків даних щодо схильності до подолання норм та правил показав, що 90,1% опитаних хлопців і 89,8% дівчат мають конформні настанови, спрямовані на наслідування стереотипам і загально визнаним нормам поведінки. Нонконформістські настанови, схильність до протиставлення особистих норм і цінностей груповим, тенденція до «порушення спокою» виявлена у 9,0 % дітей, а у 1,1 % ці якості виражені сильно аж до проявів негативізму. Звертає на себе увагу, що частка нонконформістські налаштованих

підлітків є найвищою у маскулінних дівчат, в той час як у маскулінних і фемінних хлопців їх взагалі в даному дослідженні не виявлено. Дану особливість поведінки у поєднанні з іншими особистими характеристиками можливо розглядати як предиктор формування дезадаптивної поведінки [22]. Результати визначення схильності до аддиктивної поведінки виявили що 6,9% хлопців та 4,5% дівчат мають певну схильність до уходу від реальності шляхом зміни свого психічного стану, до ілюзорно-компенсаторного способу вирішення особистісних проблем. Гендерних статистично значущих відмінностей за цим показником виявлено не було, але це питання потребує більш детального вивчення.

Узагальнюючи сказане вище, слід підкреслити, що тип гендерної ідентичності є важливим чинником формування способу життя сучасних підлітків. Так:

- *фемінні* підлітки, зазвичай,

- не палять (і хлопці, і дівчата)
- не займаються спортом регулярно (в першу чергу, хлопці)
- схильні до ненормованого користування ПК
- схильні до вживання слабоалкогольних напоїв

- *маскулінні* підлітки

- є активними курцями (особливо дівчата)
- схильні до проявів девіантної поведінки

- *андрогінні* підлітки схильні до

- ненормованого користування ПК
- вживання пива і слабоалкогольних напоїв
- характерними є конформні настанови.

Групами ризику щодо формування нездорового способу життя слід вважати

- *хлопців фемінного типу*, які підсвідомо намагаються нівелювати наявні фемінні якості шкідливими звичками (зокрема, вживанням алкоголю тощо) та *дівчат маскулінного типу*, які схильні до нонконформістської поведінки та девіантних

проявів, що є підґрунтям для розвитку різних аддикцій – паління та вживання алкоголю. Чисельність цих груп, за нашими даними, становить по 5-6% кожна у підлітків і до 9% в більш старших вікових групах.

Негативний вплив нездорового способу життя у підлітків з маскуліним типом ПІ характеризується вираженим превалюванням *здоров'яруйнуючих* компонентів (зокрема, шкідливих звичок), в той час як для підлітків з фемінним типом - характерним є невикористання *здоров'язберігаючих* чинників (відсутність регулярних занять фізичною культурою, недостатність перебування на свіжому повітрі тощо).

Особливості самооцінки здоров'я молоді з урахуванням статі і типу гендерної ідентичності

“Простое сравнение мужских и женских групп является во многих случаях бесперспективным, так как на самом деле выявление половых различий должно основываться не столько на морфологических признаках, сколько ...на маскулинности, феминности и андрогинности”

Е.П. Ильин

Питання оцінки здоров'я постійно знаходяться в сфері інтересів лікарів різного профілю. Але на сьогоднішній день у більшості наукових і науково-практичних робіт, спрямованих на характеристику стану здоров'я певних контингентів населення, діагностується не здоров'я, а хвороба. Такий підхід протирічить прийнятому ВООЗ визначенню здоров'я, зокрема, у тій частині, яка стосується «благополуччя». За своєю природою благополуччя є суб'єктивним [23], і, відповідно компоненти, на які воно спирається, у тому числі і здоров'я, мають містити суб'єктивну їх оцінку. Все це є однією з причин посилення уваги до суб'єктивної оцінки здоров'я у дослідників в галузі громадського здоров'я.

При використанні показників самооцінки здоров'я важливим є питання: які ознаки мають використовуватися як стратифікаційні. Традиційно для цього застосовуються ознаки «віку» і «статі», але у дослідженнях з гендерної психології переконливо доводиться, що гендерна диференціація не тотожна статевій діхотомії, і саме гендер, а не біологічна стать, формує відношення людини до свого здоров'я [24 - 25]. В теперішній час практично відсутні наукові дослідження, присвячені формуванню оцінки власного здоров'я, орієнтації на зміцнення свого здоров'я в молодіжному середовищі на основі гендерних відмінностей.

Нами був проведений порівняльний аналіз впливу біологічної та соціальнопсихологічної статі на самооцінку здоров'я учнівською та студентською молоддю з метою підтвердження (або спростування) значення гендеру для характеристики свого здоров'я, тобто його відчуття та/чи усвідомлення.

Біологічна стать (БС). Розподіл респондентів на групи в залежності від самооцінки здоров'я дозволив встановити, що і школярі, і студенти чоловічої статі дещо частіше, ніж дівчата, оцінюють рівень свого здоров'я як „відмінний” і „добрий” (рис. 5). Половина респондентів жіночої статі характеризують власне здоров'я як „добре”, але кожна п'ята дівчина-підліток і кожна четверта студентка вважають стан свого здоров'я „задовільним”, що у 2,1 та 1,7 рази більше, ніж серед хлопців з даним рівнем самооцінки здоров'я.

Водночас, питома частка осіб з „незадовільним” здоров'ям серед хлопців-школярів у 2,3 рази вища, ніж серед дівчат; у студентів це перевищення становить 1,6 рази. Отже, якщо для респондентів жіночої статі характерними є переважно „добрі” і „задовільні” характеристики, так би мовити, усереднені оцінки здоров'я, то для респондентів чоловічої статі більш притаманні крайні його характеристики. Разом з тим, слід зауважити, що вірогідність виявлених розбіжностей нами статистично не доведена, хоча іншими дослідниками також

були отримані аналогічні дані [26 - 28]. Фахівці зазначають, що феномен завищення самооцінок характерний для всіх груп населення і є стійким показником статевих відмінностей у відношенні до здоров'я [29].

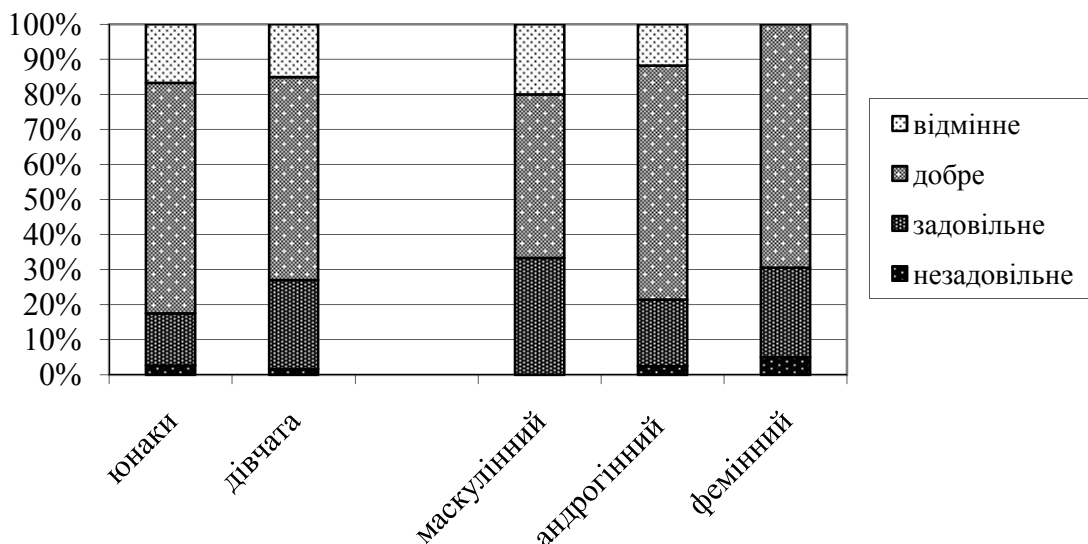


Рисунок 5 - Розподіл обстежених студентів за оцінкою власного здоров'я в залежності від біологічної та соціальнопсихологічної статі

Розподіл респондентів на групи в залежності від їх оцінки власного здоров'я з урахуванням типу гендерної ідентичності показав (рис.5), що для андрогінних осіб найбільш характерною є „добра” оцінка свого здоров'я (59,1% школярів та 66,8% студентів), для маскулінних – „відмінна” (37,5% та 20,0%) і „добра”(37,5% та 46,7%); для фемінних – „добра” (50,0% та 71,4%) і „задовільна” (25,0% та 28,6%). Особливістю маскулінного типу є відсутність „незадовільної” характеристики власного здоров'я (і у школярів, і у студентів); особливістю фемінного типу є найменша частка „відмінної” характеристики (лише 17,0% школярів і жодного випадку у студентів) і найвища „незадовільної”, що у 2,7 та 2,1 рази перевищує частку „незадовільних” оцінок у андрогінних респондентів.

Респонденти з маскуліним типом гендерної ідентичності значно частіше оцінюють стан свого здоров'я як «відмінний»: серед «маскуліних» школярів, підлітків з такою високою оцінкою свого здоров'я у 1,4 рази більше, ніж серед «андрогінних» та у 2,2 рази більше, ніж серед «фемінних» ($p \leq 0,05$). Серед студентів картина аналогічна, але жоден студент з фемінним типом гендерної ідентичності не оцінив своє здоров'я, як «відмінне».

Оцінка особистості за шкалою «маскуліність-фемінність» передбачає вибір респондентом ознак за принципом діхотомії – чи притаманна йому дана риса характеру, чи ні. Тому, в певній мірі, можна вважати, що збільшення числа ознак, властивих для маскуліних особистостей, автоматично призводить до зменшення кількості ознак, властивих для фемінних особистостей. Отримані нами матеріали показали, що з наростанням числа рис маскуліності збільшується частота високих ($p \leq 0,01$) і, відповідно, зменшується частота незадовільних оцінок свого здоров'я (рис. 6).

Отримані дані дають підставу припустити, що у осіб з маскуліним типом гендерної ідентичності має місце завищення оцінки власного здоров'я.

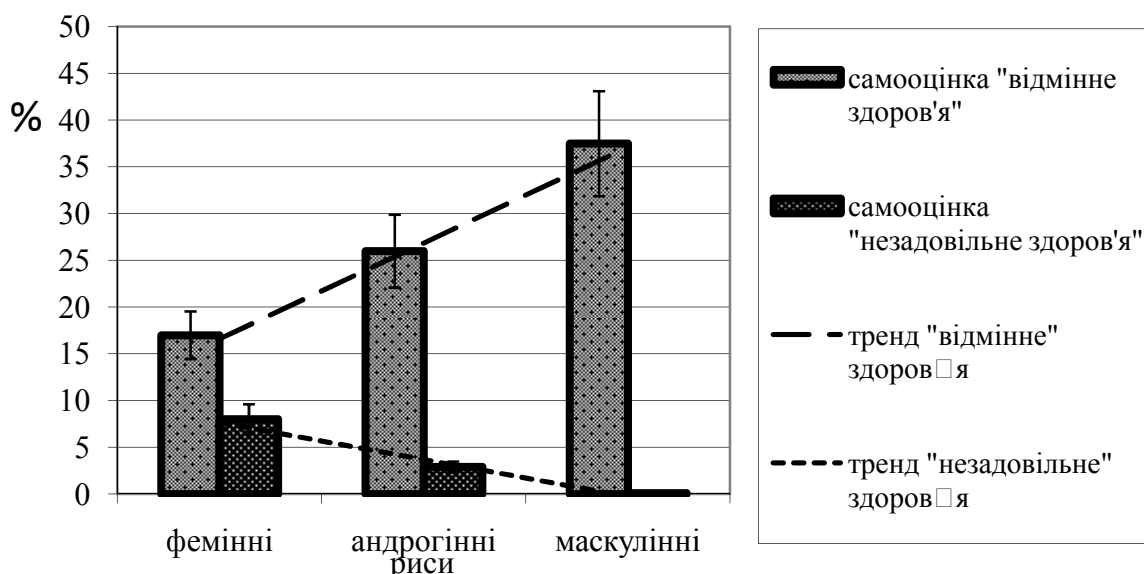


Рисунок 6 - Зв'язок типу гендерної ідентичності і самооцінки здоров'я школярами

Таким чином, в ході проведених досліджень доведена доцільність використання показників соціальнопсихологічної статі, поряд із біологічною, при оцінці суб'єктивних показників здоров'я. Встановлено, що особи з фемінним типом гендерної ідентичності (незалежно від біологічної статі) схильні до більш поміркованих оцінок свого здоров'я, в той час як "маскулінні" респонденти – частіше використовують крайні оцінки. Відмінності у самооцінці здоров'я у осіб з різним типом гендерної ідентичності виявляються навіть у випадках, коли різниці з розподілом за статтю не виявлено.

Вплив гендерної ідентичності на репродуктивні установки молоді.

Проблема демографічної кризи, яка спостерігається в теперішній час в Україні, надзвичайно турбує суспільство в цілому і привертає увагу фахівців різного профілю.

Щорічно населення України скорочується на 500 тис. чоловік. Згідно останніх прогнозів Інституту демографії і соціальних досліджень НАН, до 2041 року населення країни скоротиться до 35 мільйонів [30]. Слід зауважити, що за даними ООН, зменшення населення прогнозується і в інших європейських країнах. Однак, при односпрямованості цього процесу, у різних країнах значно відрізняється їх інтенсивність. Так, для Німеччини прогнозується зменшення чисельності населення на 4,9%; для Італії та Польщі – відповідно на 12% та 18%; для Російської Федерації на 24%. В той же час, прогностичні показники зниження чисельності населення для України, які подані у звіті ООН «Стан народонаселення світу на 2050 рік», становлять – 42 %.

Складовими депопуляційного процесу є зниження народжуваності, зростання смертності та потужні міграційні процеси [31]. Демографічною наукою давно доведено, що вирішення проблеми депопуляції лежить, головним чином, в області збільшення народжуваності. Зниження смертності лише відкладає вимирання, а міграція веде до втрати соціокультурної ідентичності країни [32].

Загальновідомо, що для забезпечення простого відтворення населення, тобто заміщення чисельності покоління батьків аналогічною чисельністю покоління дітей, рівень сумарного коефіцієнту народжуваності має становити 2,15 – 2,25 дитини (в розрахунку на 1 жінку). У 2012 році в Україні цей показник становив 1,53; у 2013 – 1,51. З цього випливає, що зменшення чисельності населення країни продовжуватиметься і надалі. Тому проблема стабілізації демографічного розвитку України, подолання існуючих негативних рис та запобігання їм у майбутньому стає надзвичайно актуальною [33].

Народжуваність, як один з головних медико-демографічних показників, має багатофакторну обумовленість. При цьому чисельні соціально-економічні, культурологічні та інші чинники впливають на рівень народжуваності опосередковано через репродуктивну поведінку населення, на яку, в свою чергу, впливає безліч чинників, у тому числі і психологічного характеру. Це, вочевидь, і є причиною того, що в останні роки виник і набуває розвитку новий напрямок демографічної науки – психодемографія, яка вивчає вплив психологічних факторів на демографічні процеси [32].

Основою репродуктивної поведінки є репродуктивні установки – схильність індивіду до народження певної кількості дітей [34, 35], тобто це установка на дітність, народження певного числа дітей.

Потреба в дітях – соціально-психологічна властивість особи і тому логічно припустити, що певну роль у її формуванні відіграють психологічні особливості особистості, зокрема – тип її гендерної ідентичності. Тобто, можна припустити, що жінка, вихована у відповідності до «чоловічого стереотипу» з притаманними їм маскулініними характеристиками, наврядчи буде ставити материнство на перше місце серед життєвих пріоритетів. І навпаки, жінка з переважанням фемінних якостей, віддасть перевагу створенню та розбудові родини. Виходячи з цього, метою даного фрагменту дослідження було – виявити особливості формування репродуктивних установок у студентів з різними типами гендерної ідентичності.

Зазвичай при аналізі репродуктивних установок вивчаються наступні показники:

- «ідеальне» число дітей – кількість дітей, яку, на думку респондента, повинна мати середньостатистична родина; відбиває панівну в суспільстві соціальну норму репродуктивної поведінки;

- «бажане» число дітей – кількість дітей, яку на момент дослідження хоче мати людина; свідчить про готовність мати певне число дітей при наявності усіх необхідних умов;

- «очікуване» число дітей – говорить про оцінки сучасної життєвої ситуації і найближчі зміни сім'ї.

Репродуктивні установки, обстежені нами студенти, в основному, планують реалізовувати у мало(дво)дітних родинах, що співпадає з результатами інших досліджень, проведених в Україні [33, 35 - 37], РФ [38, 39] та Республіці Білорусь [40].

Середня «ідеальна» кількість дітей в родині, на думку респондентів, становить 2,4 дитини для чоловіків та 2,3 – для жінок, що, в обох випадках, перевищує рівень простого відтворення населення. Однак і «бажане», і «очікуване» число дітей є суттєво нижчим. Таким чином, можна констатувати, що при наявності оптимальних умов більшість респондентів могли би мати більше дітей. На рисунку 7 на прикладі відповідей респондентів міста Вінниця представлено співвідношення частоти бажаючих мати певну кількість дітей і тих, хто вважає таку кількість дітей «ідеальною».

Отримані дані свідчать, однодітну модель родини вважають оптимальною тільки 5% опитаних, однак у своїй родині бажають мати одну дитину майже в 3,2 рази більше респондентів ($P > 0,05$). Питома вага дво- та багатодітних родин практично не відрізняється, а от тридітну родину планують мати у 1,4 рази менше студентів, ніж тих, хто вважав би це за ідеальне.

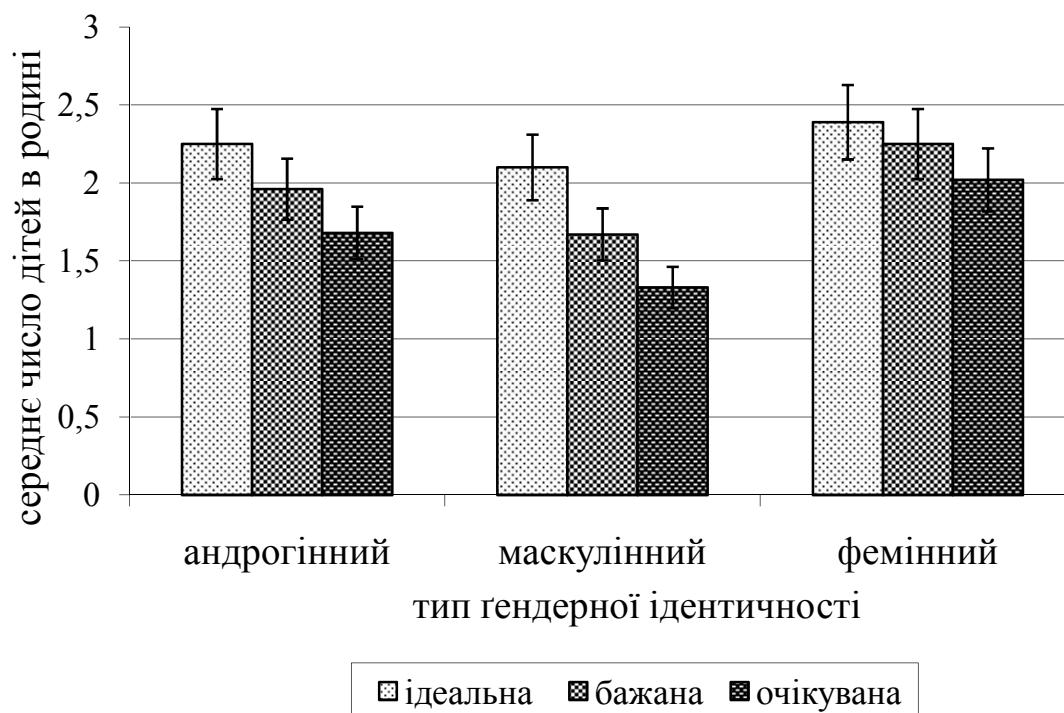


Рисунок 7 - Співвідношення «ідеальної», «бажаної», і «очікуваної» кількості дітей в родині в залежності від типу гендерної ідентичності респондентом

Було встановлено, що число дітей в родині, яке опитані студентки вважають «ідеальним», не залежить від типу гендерної ідентичності особистості, в той час як «бажане» та «очікуване» число дітей в родині суттєво різняться у осіб маскуліного, андрогінного та фемінного типів (рис. 7). При цьому різниця (у бік зменшення) є більш вираженою і статистично вірогідною у осіб маскуліного типу.

Таким чином, можна констатувати, що при наявності оптимальних умов більшість респондентів могли би мати більшу кількість дітей.

При більш детальному аналізі з використанням індивідуалізуючого підходу було виявлено, що різниця між «ідеальним» і «очікуваним» числом дітей формується за рахунок т.м. переходів з моделі дводітної родини до одnodітної та з тридітної до дводітної. Саме тому питома вага респондентів, для яких 2 дитини є «ідеальним» і «очікуваним» числом дітей в родині, практично ідентична.

Найбільш вираженим таке обмеження дітонародження спостерігається у маскулінних особистостей. Встановлено, що серед студенток з «маскуліним» типом гендерної ідентичності, орієнтованих на тридітну родину, 45,3% корегують своє бажання у бік зменшення, а серед їх «фемінних» колег відмовитися від народження 3-х і більше дітей готові лише 22,6%, тобто у 2 рази менше, що опосередковано свідчить про важливість дітності саме для людей з фемінним типом гендерної ідентичності (рис. 8).

Серед причин, які можуть вплинути на намір людини мати певну кількість дітей, головними респонденти вважають обмежені фінансові можливості (27,4%); бажання зробити кар'єру (25,6%); проблеми зі здоров'ям (19,5%) та неможливість забезпечити дитині майбутнє (19,3%). Були встановлені певні відмінності у респондентів з різним типом гендерної ідентичності на тлі того, що достовірних відмінностей у осіб різної біологічної статі виявлено не було.

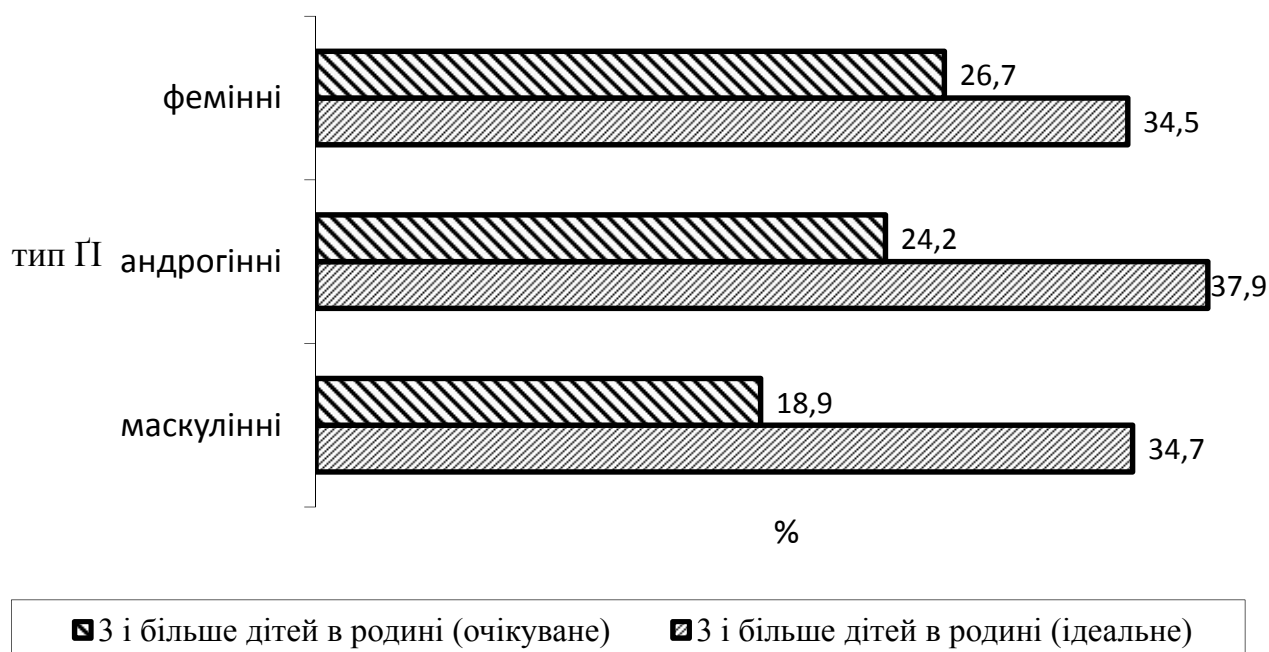


Рисунок 8 - Частота корегування дітності (очікуване / ідеальне число дітей) у студенток з різним типом гендерної ідентичності

В ході проведеного аналізу було встановлено, що проблеми зі здоров'ям – в 3,7 рази більш важлива причина для маскулінних особистостей 32,1%, ніж для

фемінних 8,7% ($t=2,75$). З нарастанням кількості т. з. фемінних якостей характеру, зростає вагомість чинника «бажання кар'єрного зростання» на тлі зменшення вагомості чинника «проблеми зі здоров'ям». Тобто респондентки з фемінним типом гендерної ідентичності переважно не вважають «проблеми зі здоров'ям» перешкодою для народження бажаного числа дітей, в той час як майже третина осіб маскулінного типу готова відмовитися від народження саме з цієї причини. Це є ще одним підтвердженням важливості дітності для особистостей фемінного типу.

Як вже зазначалося, суб'єктивна оцінка власного здоров'я в певній мірі залежить від типу гендерної ідентичності. Разом з тим, самооцінка здоров'я впливає на репродуктивні установки молоді. Чим кращою є оцінка власного здоров'я, тим більшим є відсоток тих, хто хотів би мати 3-дітну родину (таблиця 3) і, відповідно, менше бажаючих мати малодітну родину. Така картина спостерігається у всіх стратифікаційних групах незалежно від біологічної статі і типу гендерної ідентичності.

Таблиця 3 - Залежність бажаної кількості дітей від самооцінки студентами свого здоров'я

Самооцінка	Питома вага респондентів, які бажають мати 3 і більше дітей ($P \pm m$)
відмінне здоров'я	$29,6 \pm 4,4$
добре здоров'я	$21,9 \pm 2,0$
задовільне здоров'я	$12,5 \pm 2,8^{* \#}$

Примітки:

- 1.* - різниця між оцінками «відмінне» і «задовільне» достовірна при $p \leq 0,001$;
- 2.# - різниця між оцінками «добре» і «задовільне» достовірна при $p \leq 0,001$.

Урахування психологічних особливостей особистості, поряд з факторами соціального-економічного впливу, низкою політичних та медичних заходів, сприятимуть підвищенню народжуваності і призупиненню (чи зменшенню інтенсивності) процесів депопуляції в Україні.

Таким чином, нами була підтверджена гіпотеза щодо важливості типу гендерної ідентичності особистості для формування репродуктивних установок, а в подальшому, і репродуктивної поведінки молоді. Доведено, що число дітей в родині, яке студентки вважають «ідеальним», не залежить від типу гендерної ідентичності особистості, в той час як «бажане» та «очікуване» суттєво різняться у осіб маскулінного та фемінного типу. При цьому, найбільш виражене обмеження дітонародження під впливом низки зовнішніх та внутрішніх чинників спостерігається у маскулінных осіб.

Підходи до формування гендерорієнтованих програм у галузі охорони здоров'я дітей і підлітків

“Україна має добре підготовлені і професійні кадри як у сфері сексуальної медицини й педагогіки, так і в царині соціології. Але добрих фахівців замало якщо зусилля медиків і суспільствознавців не будуть консолідованими”

I.Кон

Незважаючи на спільну мету системи охорони здоров'я - «досягнення стану повного фізичного, душевного і соціального благополуччя», лікувальна і профілактична медицина покликані вирішувати цю задачу з різних сторін. У першому випадку ключовим поняттям для лікарів лікувального профілю є захворювання (тобто медико-біологічна категорія), а для лікарів-профілактиків - здоров'я (медико-соціальна категорія). У відповідності з цим потребує чіткої регламентації застосування понять «стать» і «гендер».

В галузі громадського здоров'я «гендер» є аналітичним інструментом для розуміння соціальних процесів, які лежать в основі взаємодії детермінант здоров'я, з одного боку, і його рівня, з іншого (рис. 9). Зокрема, соціокультурна компонента гендеру формує відносини між людиною і зовнішнім середовищем (у т. ч. і екологічними факторами); соціопсихологічна компонента відіграє провідну роль у формуванні соціальної активності, яка проявляється в реальній поведінці і

способі життя; а в цілому гендер є провідним фактором у становленні і усвідомленні ролі особистості в соціумі.



Рисунок 9 - Зв'язок детермінант здоров'я з біологічною статтю і гендером.

Гендерний підхід в охороні здоров'я - це врахування гендерних відмінностей при формуванні політики в сфері громадського здоров'я.

Дане положення вимагає деякого роз'яснення. Призначенням цільових суто медичних програм (у своїй більшості) є вдосконалення медичної допомоги певним категоріям хворих (на індивідуальному рівні). Не применшуючи, жодною мірою, важливість такого підходу, слід чітко відокремити його від поліпшення здоров'я населення, що належить до сфери громадського здоров'я. Відповідно, програми по збереженню і зміцненню здоров'я мають більш широкий соціальний, міждисциплінарний характер. Це повністю вкладається у визначення ролі

гендерного підходу в соціальній політиці - це врахування гендерних відмінностей при аналізі соціальної сфери та формуванні політики в області соціального розвитку.

Відповідно до цього лікувальна ланка системи охорони здоров'я має спиратися, головним чином, на біологічну стать пацієнта, в той час як профілактична її ланка – на гендер. Таким чином, висновок щодо доцільності застосування саме поняття «гендер» у профілактичній ланці системи охорони здоров'я (зокрема у частині сприяння здоров'ю) слід вважати вихідним положенням у застосуванні гендерного підходу у медицині.

Соціальні програми, спрямовані на охорону громадського здоров'я, повинні бути гендерчутливими і повинні враховувати інтереси та особливості як груп різної біологічної статі, так і тих, що розрізняються за ознакою гендеру. Гендерна компонента повинна враховуватися у програмах з формування здорового способу життя, антисмокінгових та протиалкогольних програмах. Крім загальнодержавних програм, гендерну експертизу повинні проходити санітарно-просвітницькі та еколого-просвітницькі програми, що розробляються для дітей і підлітків. Як правило, такі програми спрямовані на т. з. усереднену дитину, без урахування її особистісних особливостей. Однак, як показали проведені дослідження, саме гендерна ідентичність людини (зокрема, підлітків) впливає на їх ставлення до свого здоров'я, на спосіб їх життя у частині дотримання здоров'язберігаючої поведінки та відмови від шкідливих звичок, на екологічну свідомість тощо.

Оскільки гендер є набутою характеристикою особистості і його формування проходить в процесі виховання дитини, надзвичайно важливо використовувати гендерний підхід і при статевому вихованні. Останнє включає в себе не тільки суто медичні (анатомічні та фізіологічні) питання, а і соціальні – зокрема, взаємовідносини людей різної статі, статеve самоусвідомлення, статева ідентифікація. Саме на цій основі формуються цінності і потреби особистостей, зокрема, усвідомлення цінності здоров'я, важливість родини тощо. Виходячи з

цього, наступним принципом застосування гендерного підходу у профілактичній медицині є необхідність проведення гендерного виховання (поряд із статевим) з метою адекватного формування соціально-психологічної статі. Як зазначив І.Кон, «маскулінність – це те, що слід додати до анатомії чоловіка, щоб отримати чоловічу гендерну роль» [41].

Підсумовуючи все наведене вище слід підкреслити, що гендер, як соціально-психологічна стать, поряд із віком і біологічною статтю, має бути стратифікаційною категорією при аналізі даних щодо чинників формування соціально значущих характеристик здоров'я і способу життя молодого покоління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; голов. ред. В. Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
2. Тукачєва Ю. С. Методологические проблемы гендерного подхода / Ю. С. Тукачєва // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2011. – Вып. 20. - С. 10-16.
3. Гендерная политика ВОЗ. Включение гендерной проблематики в деятельность ВОЗ [Электронный ресурс]. – 2002. - Режим доступа: <http://www.who.int/gender/documents/rupolicy.pdf?ua=1>
4. Гендерный инструмент «Европейская стратегия «Здоровье и развитие детей и подростков» [Электронный ресурс]. – 2007. - Режим доступа : http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/76512/EuroStrat_Gender_tool_rus.pdf?ua=1].
5. Lorber J. Paradoxes of Gender / J. Lorber. – Yale, 1994
6. Россет Э. Продолжительность человеческой жизни / Э. Россет. - М., 1981
7. Урланис Б. Ц. Эволюция продолжительности жизни / Б. Ц. Урланис – М. : Статистика, 1978. - 310 с.

8. Кон. И. С. Пол и гендер. Заметки о терминах [Электронный ресурс] / И. С. Кон. // Русский Архипелаг. Сетевой проект «Русского мира». – Режим доступа: <http://www.arhipelag.ru/authors/Kon/?library=2733>.
9. Клименкова Т. Значение методологии : три основных подхода / Т. Клименкова // Возможности использования качественной методологии в гендерных исследованиях. – М., 1997.
10. Бем С. Л. Линзы гендера. Трансформация взглядов на проблему неравенства полов / С. Л. Бем. – М. : РОССПЭН, 2004. – 336 с.
11. Bem S.L. Dismantling gender polarization and compulsory heterosexuality: should we turn the volume down or up? / S.L. Bem // Journal of Sex Research. – 1995. - Vol. 32 (4). – P. 329-334.
12. Лопухова О. Г. Психологический пол личности: адаптация диагностической методики / О. Г. Лопухова // Прикладная психология. - 2001. - № 3. - С. 57-67.
13. Гаврилова М.В. Гендерные роли и факторы социализации личности: Сб. статей по материалам лучших дипломных работ выпускников факультета психологии СПбГУ 2004 года. – СПб., 2005. – С.43-48.
14. Сененко С. Как измерить гендер [Электронный ресурс] / С. Сененко. - Режим доступа : <http://www.owl.ru/content/openpages/p57894.shtml>
15. Великанова Л. П. Мультифакторный подход в типологии гендерной идентичности / Л. П. Великанова // Известия КГТУ. – 2008. – Т. 13. – С. 156 – 160.
16. Донець А. А. Особливості формування гендерної ідентичності особистості у підлітковому віці / А. А. Донець // Молодий вчений. Психологічні науки. – 2014. - №7 (10). – С. 162 – 164.
17. Aleksandrowicz J. W poszukiwaniu definicji zdrowia / J. Aleksandrowicz // Studia Filozoficzne. – 1972. - № 9. – S. 9 – 15.
18. Шувалова И. Н. Поведенческие факторы здоровья и физической активности подростков: гендерный аспект / И. Н. Шувалова // Проблеми сучасної

- педагогічної освіти: педагогічна психологія. – 2010. - Вип. 24. – Ч. 2. – С. 172 – 177.
19. Грузева О. В. Сучасна інформаційно-освітня програма профілактики куріння серед підлітків / О. В. Грузева // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2010. – № 1. – С. 20–27.
20. Мінко О. І., Лінський І. В. Попередній аналіз результатів епідеміологічного обстеження організованої молоді стосовно вживання алкоголю та тютюну / О. І. Мінко, І. В. Лінський // Український вісник психоневрології. – 2010. – Т. 18, № 4. – С. 91-97.
21. Битянова М. Р. Социальная психология : наука, практика и образ мыслей / М. Р. Битянова. – М., 2001.
22. Профилактика развития зависимости от психоактивных веществ на основе учета средовых и генетических факторов риска / А. А. Демин, М. Т. Аксенова, О. Г. Синицына и др. // Гигиена и санитария. – 2014. - № 2. – С. 65 – 70.
23. Варій М. Й. Загальна психологія / М. Й. Варій // «Центр учбової літератури», 2-е видан., випр. і доп. - К., 2007.- 968 с.
24. Denton M., Prus S., Walters V. Gender differences in health: a Canadian study of the psychosocial, structural and behavioral determinants of health [Електронний ресурс] / M. Denton, S. Prus, V. Walters // Social Science & Medicine. – 2003. - Режим доступа : www.elsevier.com/locate/socscmed.
25. Springer K.W., Hankivsky O., Bates L.M. Gender and health: Relational, intersectional, and biosocial approaches / K.W. Springer, O. Hankivsky, L.M. Bates // Social Science & Medicine. – 2012. – V. 74. - Issue 11. - P. 1661-1666
26. Гордеева С.С. Гендерные различия в отношении к здоровью: социологический аспект / С. С. Гордеева // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. - 2010 – Вып. 2 (2). - С.113-120

27. Рамонов А.В. Ожидаемая продолжительность здоровой жизни как интегральная оценка здоровья россиян / А. В. Рамонов // Экономический журнал ВШЭ. – 2011. - №4. – С.497-518.
28. Кузьмина Ю. В. Самооценка уровня здоровья и образа жизни студентов во взаимосвязи с биосоциальными факторами и личностными ресурсами : автореф. дис. на получ. учен. степени канд. психологических наук : спец. 19.00.04 «Медицинская психология» / Ю. В. Кузьмина. – Томск, 2011. – 20 с.
29. Икиликян Г. А. Образ жизни и самооценка здоровья студентами медицинского института [Электронный ресурс] / Г. А. Икиликян, А. М. Кушкян. – Режим доступа : [http : www.medlib.am/articles/Ikiliyan%20G.pdf](http://www.medlib.am/articles/Ikiliyan%20G.pdf).
30. Либанова Э. О том, насколько сократится население Украины к 2050 году [Электронный ресурс] / Э. Либанова. - Режим доступа : <http://inpress.ua/ru/speech/18425-ella-libanova-o-tom-naskolko-sokratitsya-naselenie-ukrainy-k-2050-godu>
31. Шестаков К. А. Детерминанты репродуктивного поведения или почему рожают больше трех? [Электронный ресурс] / К. А. Шестаков. - Режим доступа: <http://www.riss.ru/demography/famille/2964-determinanty-reproduktivnogo-povedeniya-ili-pochemu-rozhayut-bolshe-trekh>.
32. Гундаров И. А. Новая стратегия повышения рождаемости / И. А. Гундаров // История и современность. – 2009. - №1. – С. 115 – 129.
33. Фещенко Л. Медико-соціальні аспекти репродуктивного здоров'я молоді, в т. ч. сучасного студентства / Л. Фещенко // Освіта регіону. – 2013. - № 3. – С. 10 – 15.
34. Якиманская И. С. Некоторые психологические особенности репродуктивной установки рожавших женщин и женщин, состоящих на учете по бесплодию / И. С. Якиманская, О. С. Карымова // Вестник ОГУ №12. – 2005. – С. 185 – 190.

35. Гудзеляк І. Вплив демографічної політики на процеси народжуваності в Україні / І. Гудзеляк // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. - Географія. – 2011. – Вип. 39. – С. 122 -130.
36. Крімер Б. О. До питання про чинник генеративної активності / Б. О. Крімер // Демографія та соціальна економіка. – 2010. - №1 (13). – С. 149 – 158.
37. Стрельник О. О. Репродуктивні установки сучасної української молоді: гендерний аспект / О. О. Стрельник // Вісник Харківського національного університету ім В.Н. Каразіна : Соціологічні дослідження. – Харків, 2009. – Вип. 24, №881. - С. 222-226.
38. Тындик А. О. Репродуктивные установки населения в современной России / А. О. Тындик // SPERO. – 2012. - №16. – С. 95 – 112.
39. Полякова Н. М. Факторы репродуктивных установок студенческой молодежи / Н. М. Полякова, И. Я. Чернявский, Т. В. Габидулина // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – Т. 25. - №4. – С. – 147 – 149.
40. Дюбкова Т. П. Рэпрадуктыўныя ўстаноўкі студэнтаў класічнага ўніверсітэта / Т. П. Дюбкова // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Серыя медыцынскіх навук. - 2012. - №2. – С. 77 – 84.
41. Кон И. С. Сексуальная культура XXI века / И. С. Кон // Педагогика. – 2003. - №4. – С. 3 – 15.

ВПЛИВ ПРОЦЕСІВ ДОБОРУ НА ВІДТВОРЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В УКРАЇНІ

Тимченко О.І., Линчак О.В., Поканевич Т.М., Микитенко Д.О., Процюк О.В., Омельченко Е.М., Педан Л.Р., Полька О.О., Качко Г.О.

Поняття про природний добір було сформульоване Ч. Дарвіном у 40-х роках ХІХ-го сторіччя. Під цим терміном він розумів «збереження сприятливих індивідуальних відмінностей і змін та знищення шкідливих» або «переживання найбільш пристосованих» [1].

Природний добір поряд зі шлюбними міграціями, мутаційним процесом і дрейфом генів вважається одним із найбільш впливових факторів, які можуть інтенсивно змінювати генетичний склад населення [2]. В той же час протягом ХХ-го століття з'явилися нові чинники, що об'єднуються терміном «штучний добір» і значною мірою впливають на стан генофонду великих угруповань населення: демографічні зсуви, поширення вакцинацій і фактична відсутність епідемій, розширення ареалу шлюбних міграцій, застосування методів планування сім'ї, елімінація плодів з вродженою патологією, як результат пренатальної діагностики, скринінгові програми серед новонароджених тощо.

Жінки також досить часто переривають вагітність внаслідок соціально-економічних причин [3]. Тобто, на генофонд населення впливають чинники як природного, так і штучного добору. Розрізняють дві сторони впливу природного добору. По-перше, він має прогресивну роль, що виявляється у фіксації нових позитивних ознак, знищенні негативних, які втратили своє значення та стали шкідливими. По-друге, природному добору притаманна консервативна роль, яка полягає у охороні так званих нормальних ознак через збереження відомих норм реакції [4]. Штучні впливи значною мірою є випадковими (наприклад, шлюбні міграції) або цілеспрямованими (вилучення частки генофонду протягом Голодомору, елімінація плодів після виявлення у них певних вроджених вад розвитку (ВВР) або хромосомної патології, орієнтація на народження хлопчиків при забороні

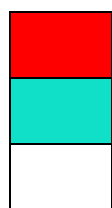
народжувати другу дитину в Китайській народній республіці тощо).

Первинний результат природного добору – зміни частот генів, пов'язаних з ознакою, на яку спрямований відбір [5]. Однак, встановити певні закономірності у формуванні генетичних ознак популяції під впливом природного добору, попри зацікавленість науковців, не вдалося. Що стосується штучного добору, то коливання у складі генофонду під його впливом є випадковими.

Важливими є кількісні параметри природного добору. Для людських популяцій існують тільки поодинокі дані щодо його загального медичного значення та впливу на відтворення населення [2, 6]. Штучний добір в наукових джерелах також представлений обмежено. Населення України з цього погляду охарактеризоване тільки частково. Дослідження мало на меті оцінку величини природного та штучного добору для наукового обґрунтування управлінських рішень щодо оптимізації процесів відтворення населення в Україні.

Матеріали та методи. Інформаційною базою слугували дані МОЗ України, Держкомстату України, електронні бази випадків безплідних шлюбів та народження здорових дітей, зібраних при проведенні генетичного моніторингу на окремих територіях України [6]. Проведено епідеміологічне описове дослідження з використанням статистичних даних та аналітичне дослідження із застосуванням дизайну «випадок-контроль». Захворюваність і поширеність безплідності (серед чоловіків та жінок) розраховано за 2002-2012 рр. на 1000 відповідного населення віком 15-44 рр. Частоту самовільних викиднів (СВ), в т.ч. до 12 тижнів гестації, за 2002-2012 рр., визначено по відношенню до 1000 зареєстрованих вагітностей за період спостереження. Кількістю вагітностей вважали суму пологів, СВ та абортів за медичними показаннями. При розрахунку ризику використовували кореляційний аналіз за допомогою таблиць сполучених ознак. Результати аналізу наводили у вигляді відносних ризиків (relative risk, ВР) при 95 % довірчих інтервалах (ДІ). ВР розраховували в кожній області у порівнянні з Україною, вказували тільки статистично значущі ВР. Показники ВР представлені картографічно. ВР за

значеннями ДІ на території кожної області був позначений такими кольорами:



- ризик перевищував одиницю з імовірністю 95 %;
- ризик був менший одиниці з імовірністю 95 %;
- ризик не відрізнявся від одиниці з імовірністю 95 %.

Різницю між показниками частоти та питомої ваги визначали за допомогою програми MedCalc. Статистичну достовірність оцінювали за значеннями p .

Для встановлення ризику виникнення безплідності при взаємодії кількох негативних факторів проаналізовано 2473 спеціальних карти реєстрації випадків безплідних шлюбів та 4855 – випадків народження здорових доношених дітей, отриманих в системі генетичного моніторингу за 1999-2003 рр. у Чернівецькій, Івано-Франківській, Київській областях та м. Києві [7]. Проаналізовано таблиці спряження 2×2 з використанням критерію χ^2 для порівняння дисперсій. Оцінку значимості впливу факторів ризику на виникнення безплідності проведено визначенням «відношення шансів» (ВШ) і наведенням 95 % ДІ за Фішером при використанні програмного забезпечення WinPEPI ver. 9.7 (PEPI-for-Windows) [7].

Також визначали частоту і ВР ВВР у народжених живими, мертвими та абортіваних при виявленні ВВР плодів. Період спостереження – 2002-2011 рр. Джерелом інформації слугували дані відомчої статистичної звітності МОЗ України (ф. 49, ф. 21).

Оцінено внесок вродженої патології у величину показників смертності дітей (2007-2011 рр.). Визначено коефіцієнт дитячої смертності (відношення кількості смертей дітей у віці 0-17 років за рік до кількості дітей 0-17 років в цей же рік на 1000). Первинним матеріалом були дані форми С8 звітності Держкомстату України. Окрім показника смертності розраховано ВР смерті дітей 0-17 років.

Поширеність застосування внутрішньоматкових спіралей та гормональних контрацептивів оцінено за даними МОЗ України і розраховано на 1000 жінок віком 15-44 років. Поширеність та ризик штучних абортів розглянуто для суми медичних (легальних) абортів при терміні вагітності до 12 тижнів, медичних

(легальних) абортів. Їх частоту визначено по відношенню до 1000 жінок 15-44 років та до 1000 зареєстрованих вагітностей, які у цьому випадку склались із суми пологів, СВ, абортів при виявленні ВВР у плода та штучних легальних абортів за 2002-2012 рр.

Природний добір розглянуто на етапах від зачаття до народження та від зачаття до настання репродуктивного віку (до 17 років включно). У першому випадку оцінено частоту та ризик виникнення репродуктивних втрат за рахунок плоду (СВ, аборти при виявленні ВВР у плода від 12 до 22 тижнів, мертвонародження). У другому випадку додано ще випадки смерті дітей до 17 років включно.

При оцінці штучного добору розраховано частоту та ризик абортів за бажанням жінки: медичний (легальний) аборт при терміні вагітності до 12 тижнів. Серед абортів у ф. 13 МОЗ України «Звіт про аборти» не взято до уваги число неуточнених абортів, так як вони розпочалися або відбулися поза лікувальним закладом у жінок, які не перебували на обліку в жіночій консультації, а в попередніх підрахунках показано, що включення їх до природного чи штучного добору не змінює картину розподілу абортів по областях.

Результати. *Жіноча безплідність.* Поширеність жіночої безплідності щорічно зростала. За 2002-2012 рр. вона становила $(400,1 \pm 0,59)$ на 100 тис. жінок 15-44 рр., і вже на 2012 р. майже 45 тис. (44707) жінок мали безплідність (рис. 1).

ВР за 11 років спостереження представлений на рис. 2. За значеннями величини ризику виникнення безплідності окремо виділяється Запорізька область з майже трьохкратним його перевищенням. Окремі групи становили також: Житомирська, Чернігівська, Вінницька та Івано-Франківська області зі значенням ризику у межах 1,24-1,34; Волинська, Закарпатська, Дніпропетровська, Полтавська, Тернопільська, Херсонська області зі значенням ризику у межах 1,09-1,17; в Одеській області значення ризику від 1,00 відрізнялось найменшою мірою (1,02).

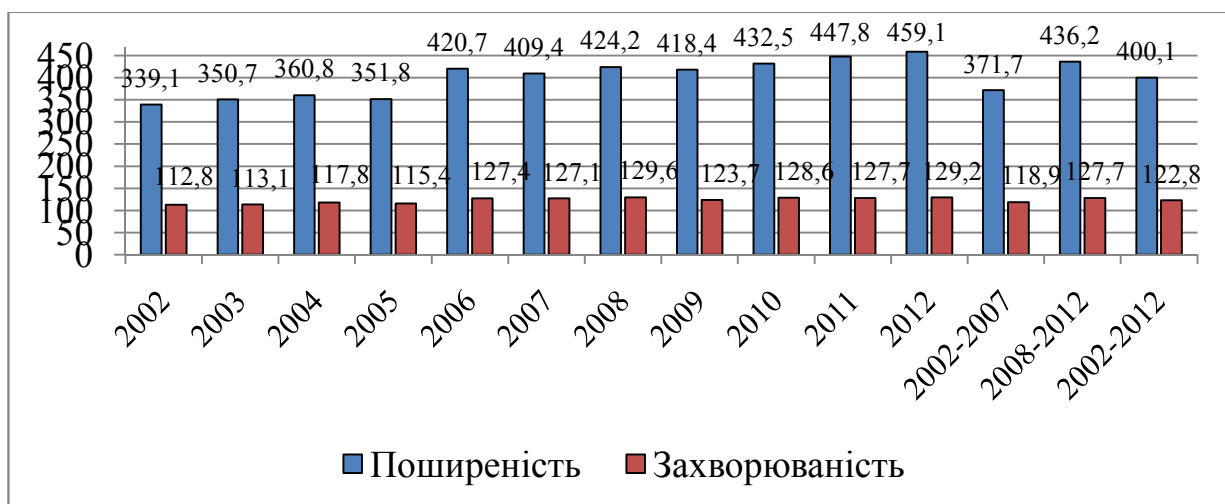


Рисунок 1 - Частота жіночої безплідності в Україні, на 100 тис. жінок 15-44 років, 2002-2012 рр.

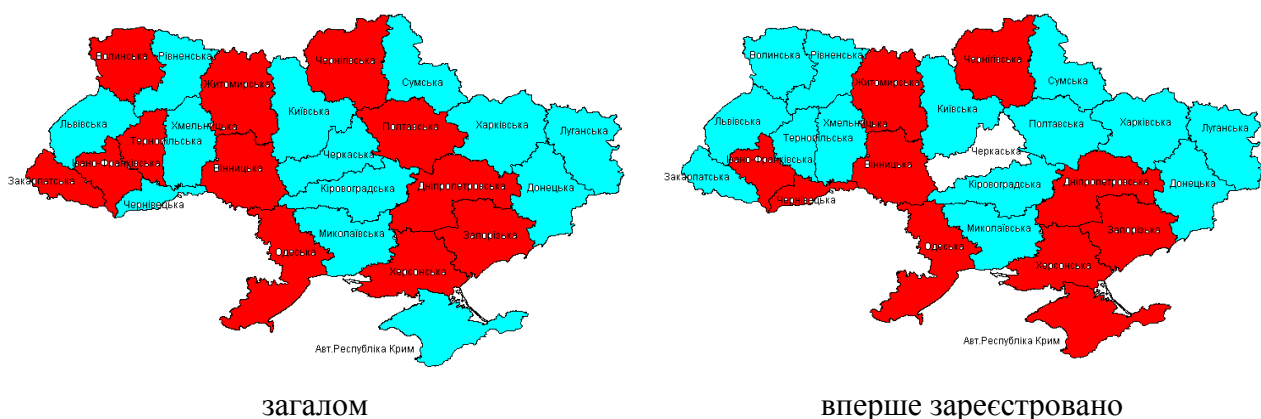


Рисунок 2 - Відносний ризик виникнення безплідності у жінок 15-44 років в областях порівняно з Україною, 2002-2012 рр.

Території зі зниженим ВР також можна поділити на декілька груп: Сумська, Черкаська, Чернівецька, Кіровоградська, Хмельницька області, АР Крим, м. Київ – значення зниженого ВР найменше відрізнялося від 1,00 (0,88-0,95); Миколаївська, Київська області – від 0,78 до 0,83; Львівська, Рівненська, Харківська, Донецька області – (0,71-0,73); м. Севастополь – ВР 0,66; Луганська область – 0,58.

Що стосується захворюваності на безплідність серед жінок, то величина показника також зросла, але лише на 14,5 % – з (112,8±1,03) у 2002 р. до (129,2±1,15) на 100 тис. жінок 15-44 рр. у 2012 р. (див. рис. 1). По всій країні щорічно реєструвалося близько 12,5 тис. жінок з діагнозом «безплідність» (12

596), що дорівнювало ($122,8 \pm 0,33$) на 100 тис. жінок 15-44 років.

За значенням підвищення ВР безплідності, яка виникла вперше у жінок 15-44 років, території можна поділити на групи: Дніпропетровська, Запорізька області – значення ВР дорівнювало 1,73 та 1,66 відповідно; Херсонська, Житомирська, Івано-Франківська, Чернігівська області – величина ВР знаходилась в межах 1,44-1,48; м. Севастополь, Вінницька область – ВР дорівнював 1,14-1,22; АР Крим, Одеська, Чернівецька області – значення ВР становило 1,07 (див. рис. 2).

При зниженні ВР первинної безплідності у жінок 15-44 рр. території також можна поділити: Тернопільська, Кіровоградська, Полтавська, Волинська, Хмельницька області – значення ВР становило – 0,92-0,96; Сумська, Рівненська області – дорівнювало 0,82; Львівська, Миколаївська, Закарпатська, Харківська – 0,71- 0,75; Київська, Луганська, Донецька області – 0,59-0,65 .

Чоловіча безплідність. Поширеність чоловічої безплідності в Україні за 2002 - 2010 рр. зросла більше, ніж втричі – з ($41,35 \pm 0,63$) до ($131,19 \pm 1,15$) на 100 тис. чоловіків з подальшим деяким зниженням величини показника у 2011-2012 рр. (рис. 3). Частота безплідності за роки дослідження дорівнювала ($87,41 \pm 0,28$) на 100 тис. За даними клініко-статистичного аналізу використання в Україні допоміжних репродуктивних технологій (ДРТ) частина чоловічої, жіночої та поєднаної безплідності становила по 30 %, неясного генезу – 10 % [10]. З роками ситуація змінювалася, що можна відмітити за співвідношенням в Україні поширеності жіночої безплідності до поширеності чоловічої, яке з восьмикратного зменшилося майже до трикратного.

За весь період дослідження територіальний розподіл підвищеного та зниженого ризику виникнення безплідності у чоловіків (за поширеністю) представлений на рис. 4. За значеннями підвищеного ВР слід окремо виділити Запорізьку область, де значення показника перевищувало 13. Майже двократне підвищення ВР відмічено в Одеській (1,92), Хмельницькій (2,12) та Дніпропетровській (2,37) областях, тоді як у Тернопільській області підвищення ВР відмічалось у 1,69 разу.

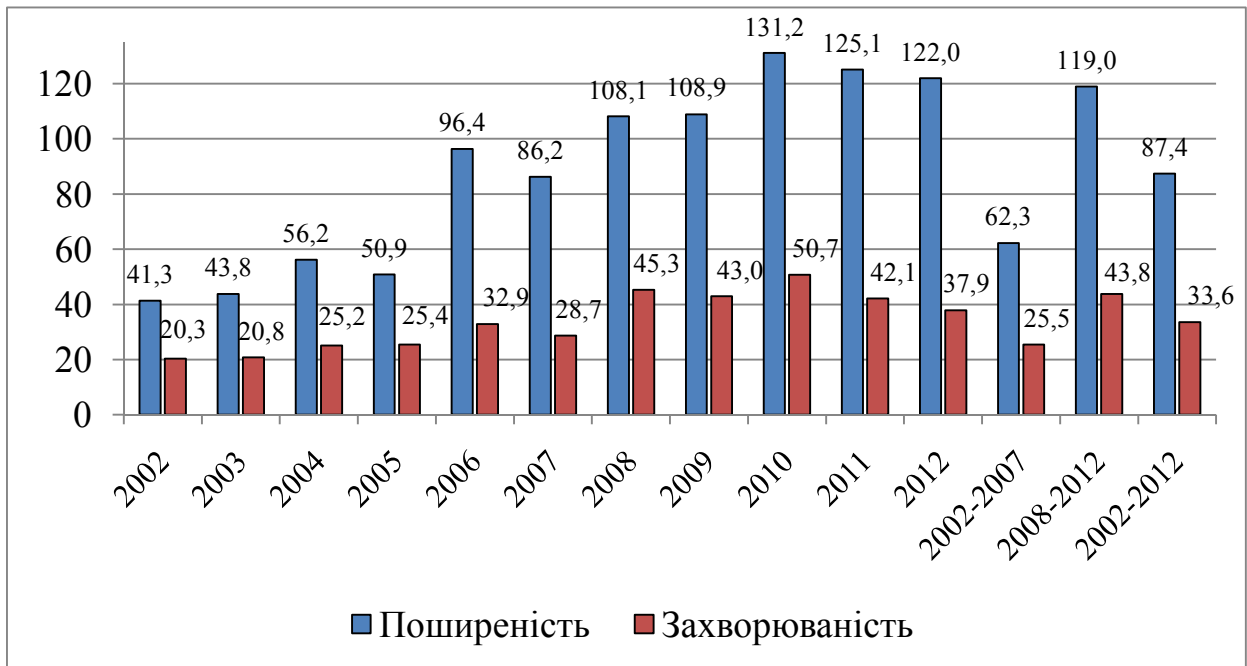


Рисунок 3 - Частота чоловічої безплідності в Україні, на 100 тис. чоловіків 15-44 років, 2002-2012 рр.

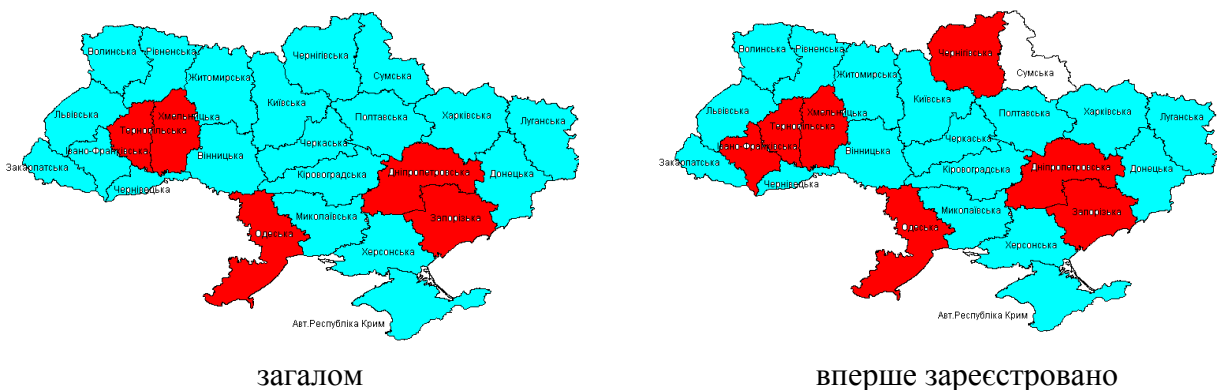


Рисунок 4 - Відносний ризик виникнення безплідності у чоловіків 15-44 років в областях порівняно з Україною, 2002-2012 рр.

За значеннями зниженого ВР при врахуванні 95 % ДІ виділяються Чернівецька і Миколаївська області, в яких виявлено найменше значення зниженого ризику (0,06 та 0,05) та Харківська область зі значенням зниженого ризику 0,10. ВР в інших областях перекриваються своїми ДІ. Сумська та Івано-Франківська області найменшою мірою, порівняно з іншими територіями,

відрізняються від 1,00 (0,92 та 0,88 відповідно).

Щодо зареєстрованої вперше безплідності серед чоловіків, то, як і у випадку з поширеністю патології, величина показника в Україні до 2010 р. зросла з (20,32±0,44) у 2002 р. до (50,72±0,71) на 100 тис. у 2010 р. з подальшим зменшенням у 2011-2012 рр. до (42,11±0,65) та (37,91±0,62) на 100 тис. чоловіків відповідно ($p < 0,01$) (див. рис. 3). По країні щорічно реєструвалося близько 3,4 тис. чоловіків із таким діагнозом (3433), що майже вчетверо менше, ніж жінок. Величина показника становила (33,63±0,17) на 100 тис. чоловіків 15-44 рр. Величини показників серед жінок були учетверо більшими.

ВР за 2002-2012 рр. спостереження представлений на рис. 4. За значенням підвищеного ВР безплідності, зареєстрованої вперше у чоловіків 15-44 років, області можна розділити: Запорізька – з найбільшим значенням ВР (5,76); Дніпропетровська – з чотирьохкратним підвищенням ВР – 3,98; Одеська і Хмельницька –я ВР 2,96-3,04; Тернопільська – підвищення ВР майже вдвічі – 1,82; Івано-Франківська, Чернігівська області та м. Севастополь – ВР 1,23-1,40.

За зниженим ВР окремо виділяються Кіровоградська і Херсонська області, в яких його величина найближче знаходиться до одиниці, тоді як різниця у інших областях між найменшим і найбільшим значеннями ВР хоча і існує, але його значення перекриваються 95 % ДІ за рахунок проміжних областей.

Узагальнюючи отримані результати, можна відмітити, що підвищений ризик виникнення і жіночої, і чоловічої безплідності зафіксовано на території Одеської, Дніпропетровської та Запорізької областей, тоді як знижений – у Львівській, Рівненській, Київській, Черкаській, Кіровоградській, Миколаївській, Сумській, Харківській, Луганській і Донецькій областях.

Ризик виникнення безплідності у шлюбі при взаємодії різних факторів впливу. Зважаючи на мультифакторне походження безплідності, розглядали величини ризику виникнення безплідності у шлюбі при взаємодії різних чинників впливу серед усіх випадків, накопичених в реєстрах при проведенні генетичного

моніторингу. Для цього з метою збільшення обсягу вибірки реєстри випадків безплідних шлюбів та народження здорових дітей на всіх чотирьох територіях були об'єднані.

Оцінювали взаємодію чинників професійної шкідливості різного походження, негативний вплив яких на виникнення безплідності був показаний у попередніх дослідженнях [11]. Це була ендокринна (переважною більшістю цукровий діабет і захворювання щитоподібної залози) та інша екстрагенітальна (гіпертонічна та виразкова хвороба, ревматизм, бронхіальна астма, нервово-психічні захворювання) патологія, паління (чинник способу життя), професійні впливи різного походження.

Значущим для виникнення безплідності виявився вплив факторів, пов'язаних з наявністю екстрагенітальної, ендокринної патології жінок, професійних впливів як окремо, так і в поєднанні. Однак, статистична різниця між ними (при окремому розгляді їх впливу) у всіх випадках була відсутня, що, до речі, дає підставу припустити, що їхній шкідливий вплив в даному разі реалізується через одні й ті ж шляхи пошкодження. Виняток склала лише різниця між ВШ при наявності екстрагенітальної патології та професійної шкідливості (2,30 при ДІ 1,93-2,75 та 3,58 при ДІ 2,78-4,62, $p=0,019$). В той же час, ризик виникнення безплідності в шлюбі при урахуванні впливу фактору паління жінки (5,64 при ДІ 4,38-7,30) більший від того, що спостерігається при наявності екстрагенітальної (2,30 при ДІ 1,93-2,75) або ендокринної патології (2,37 при ДІ 1,85-3,05) чи професійної шкідливості (3,58 при ДІ 2,78-4,62). Відомо, що паління призводить до індукції оксидативного стресу в клітинах через продукцію реактивних окисних радикалів з компонентів тютюнового диму та послаблення систем антиоксидантного захисту [12]. Це призводить до пришвидшення процесу вкорочення теломер хромосом за посередництва утворення 8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine (8-oxodG) у триплетах GGG теломер з наступним розщепленням подвійного ланцюгу ДНК ферментом 8-oxodG-DNA-глікозилазою за модифікованою нуклеотидною основою [13]. Попередники яйцеклітин закладаються в організмі жінки ще в ембріональному періоді

та акумулюють у собі протягом життя вплив усіх пошкоджуючих факторів, що обумовлює зростання частоти анеуплоїдій ооцитів через порушення сегрегації хромосом при мейозі II. Участь теломер у сегрегації хромосом є доведеною [14]. Саме в анеуплоїдних полярних тільцях ооцитів встановлено значимо меншу довжину теломерних повторів у порівнянні з еуплоїдними, що доводить роль довжини теломер у виникненні анеуплоїдій ще протягом материнського мейозу [15]. В анеуплоїдних ембріонах ця тенденція простежується до третього дня розвитку й зникає на п'ятий день. Імовірно, природна селекція ембріонів відбувається через загибель до цього строку нежиттєздатних ембріонів.

Вплив факторів, асоційованих з професійною шкідливістю, як вже було сказано вище, підвищує частоту безплідності у порівнянні з екстрагенітальною патологією. Додатково можна зазначити, що ризик безплідності при впливі професійної шкідливості підвищується при його поєднанні з тютюнопалінням (12,44 при ДІ 5,02-36,90, $p=0,04$), що знайшло своє логічне пояснення вище.

Ризик безплідності при наявності у жінки екстрагенітальної патології (2,30 при ДІ 1,93-2,75) підвищується при її поєднанні з професійною шкідливістю до 5,64 при ДІ 3,41-9,53; тютюнопалінням – до 7,37 при ДІ 3,97-14,40; ендокринною патологією та тютюнопалінням – до 35,94 при ДІ 5,39-1527,65. ВР при наявності ендокринної патології (2,37 при ДІ 1,85-3,05) підвищується при поєднанні з професійною шкідливістю жінки до 9,08 при ДІ 3,76-25,11; тютюнопалінням – до 15,67 при ДІ 4,52-83,51; екстрагенітальною патологією та тютюнопалінням – до 35,94 при ДІ 5,39-1527,65. ВР безплідності при палінні (5,64; ДІ 4,38-7,30), в поєднанні з іншими факторами ризику, не відрізнялися між собою.

Самовільні викидні. Частота СВ в Україні за 2002-2012 рр. становила $(32,15 \pm 0,08)$ на 1000 зареєстрованих вагітностей, зменшившись з $(34,05 \pm 0,11)$ у 2002-2007 рр. до $(30,23 \pm 0,11)$ ‰ у 2008-2012 рр. (рис. 5). Між областями частота СВ коливалась більше, ніж удвічі – від $(19,01 \pm 0,40)$ ‰ у Чернівецькій до $(52,51 \pm 0,34)$ ‰ у Донецькій області (рис. 5). Виділені території з підвищеним і зниженим ризиком СВ (рис. 6).

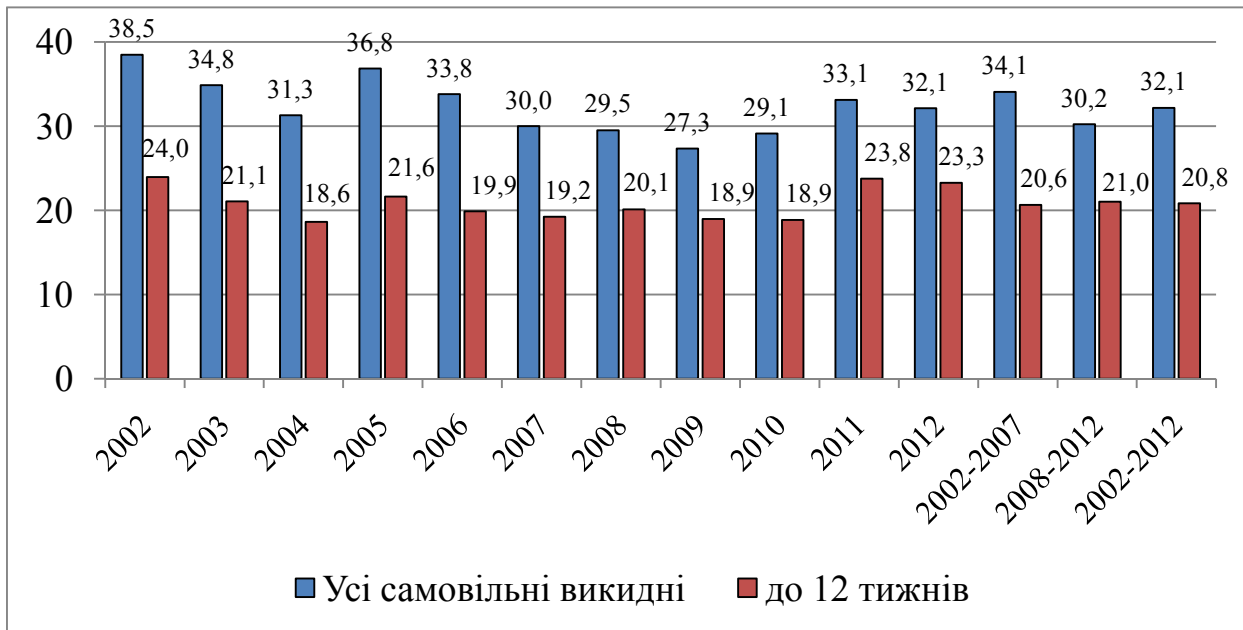


Рисунок 5 - Частота самовільних викиднів серед зареєстрованих вагітностей, Україна, 2002-2012 рр.

Що стосується СВ до 12 тижнів гестації серед зареєстрованих вагітностей, то їхня частота у 2002-2012 рр. становила $(20,82 \pm 0,06)$ ‰ (див. рис. 5). З 2002 р. $(23,96 \pm 0,25)$ ‰ вона поступово знижувалась до $(18,86 \pm 0,19)$ ‰ у 2010 р. з наступним підвищенням до $(23,76 \pm 0,22)$ у 2011 р. та $(23,27 \pm 0,21)$ ‰ у 2012 р. По областях частота СВ до 12 тижнів гестації коливалась у 3,5 разу – від $(10,96 \pm 0,20)$ ‰ у Харківській до $(37,89 \pm 0,43)$ ‰ у Київській області.

Найвищі значення ВР виникнення СВ першої третини гестації спостерігалися у Донецькій та Київській областях (1,96 та 1,88 відповідно) (див. рис. 6). Його підвищення відмічено у Закарпатській, Чернігівській та Тернопільській областях (1,74, 1,53 та 1,30 відповідно). Населення Полтавської та Івано-Франківської областей, АР Крим і м. Київ мало ВР в межах 1,03-1,19. За величиною зниження ВР області розподілились на дві основних групи: Кіровоградська, Львівська, Луганська, Чернівецька, Херсонська, Харківська області та м. Севастополь зі значеннями ВР 0,51-0,67; Волинська, Миколаївська, Одеська, Житомирська, Сумська, Рівненська, Черкаська, Вінницька, Запорізька,

Дніпропетровська області – 0,76-0,86. Зафіксована картина є базовою для подальшої оцінки репродуктивної здатності населення, а також вимагає поглибленого аналізу в областях, які за отриманими величинами показників виглядають проблемними.

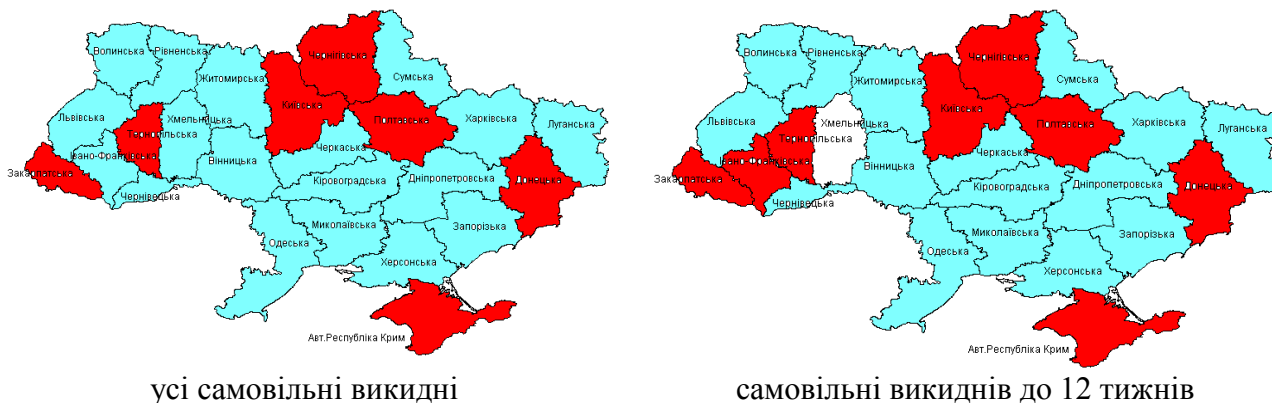
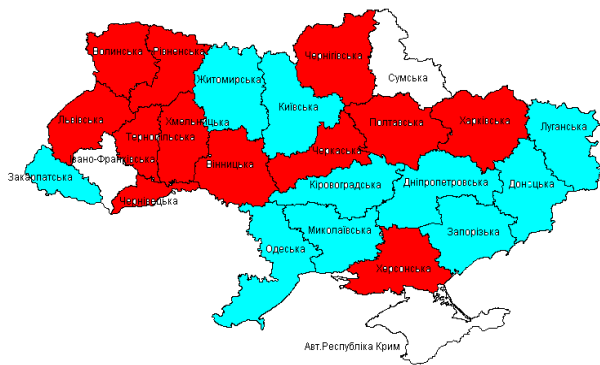


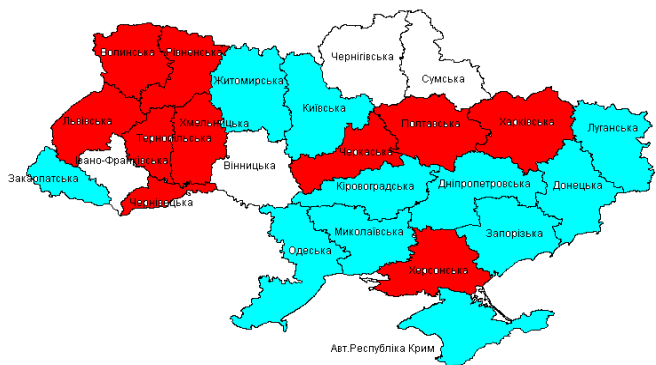
Рисунок 6 - Відносний ризик виникнення самовільних викиднів серед зареєстрованих вагітностей у жінок в областях порівняно з Україною, 2002-2012 рр.

Частота ВВР серед народжених живими в цілому по Україні за 2002-2011 рр. становила $(22,76 \pm 0,07) \%$ (табл. 1). Частота ВВР серед народжених живими в розрізі областей у 2002-2011 рр. коливалась майже вп'ятеро – від $(11,52 \pm 0,07) \%$ у Миколаївській до $(56,68 \pm 0,16) \%$ у Харківській області.

Величина підвищення ВР народження живої дитини з ВВР дозволяє розподілити території (рис. 7): Харківська область – з двократним підвищенням ВР; Волинська і Рівненська області – ВР 1,5-1,65 разу; Херсонська, Хмельницька, Чернівецька області – ВР 1,4-1,46 разу; Львівська, Полтавська області – підвищення ВР у 1,3 разу; Тернопільська область – підвищення ВР у 1,2 разу; Черкаська, Вінницька, Чернігівська області – ВР тільки незначно перевищує 1,00.



серед живонароджених



серед виходів вагітностей

Рисунок 7 - Відносний ризик виникнення вроджених вад розвитку в областях порівняно з Україною, 2002-2011 рр.

За величиною зниження ризику народження живої дитини з ВВР також можна сформувані територіальні групи: Запорізька область – ВР був найменшим і дорівнював 0,51; Миколаївська область і м. Київ – значення ВР 0,56-0,60; Закарпатська, Донецька, Дніпропетровська, Кіровоградська області – ВР 0,66-0,70; Одеська, Луганська, Київська, Житомирська області – величина ВР коливалася (0,79-0,84).

Таким чином, наведені матеріали надають підстави виділити області з найменшими та найбільшими значеннями показників і розглянути ситуацію в кожній з них окремо. Адже підвищення поширеності ВВР може бути результатом як гіпердіагностики, так і дійсного підвищення внаслідок генетичного складу угруповання населення або впливу чинників середовища чи способу життя людей. Зниження частоти ВВР серед народжених живими також може відбуватися як через недостатнє обстеження немовлят та гіподіагностики і гіпорєєстрації, так і внаслідок впровадження заходів первинної та вторинної профілактики ВВР.

Плоди, абортвані внаслідок виявлення ВВР. За 2002-2011 рр. при виявленні у плода ВВР, що була несумісною із життям або приводила до важкої інвалідності, було перервано 17443 вагітності. Діагноз ВВР був підтверджений патологоанатомом у 98,08 % випадків.

Якщо не брати до уваги відсутність даних щодо елімінації плодів із хромосомною патологією, у структурі ВВР серед підтверджених діагнозів ВВР у

елімінованих плодів переважали ВВР центральної нервової системи (Q00-Q07) – третина випадків ($33,45 \pm 0,36$ %). На другому місці були множинні ВВР – ($22,18 \pm 0,32$) %. Майже кожна десята ВВР стосувалася серця і судин (Q20-Q28, ($9,01 \pm 0,22$) %) та нирок і сечовивідних шляхів (Q60-Q64, $9,26 \pm 0,22$ %). ВВР передньої черевної стінки Q79.2, Q79.3 належало ($7,48 \pm 0,20$) %; біля трьох відсотків припало на ВВР органів травлення (Q38-Q45, ($3,58 \pm 0,25$) %) та спадкові захворювання скелету (хондродистрофія, Q77-Q78, ($2,98 \pm 0,13$) %), до двох відсотків становили ВВР обличчя (Q11, Q35, Q37, ($1,92 \pm 0,61$) %) та один зі ста випадків стосувався ВВР кистей і стоп (Q66, Q69, Q70, ($1,08 \pm 0,26$) %).

Загалом, за всі 10 років при виявленні у плода ВВР переривалося ($3,80 \pm 0,06$) вагітностей з розрахунку на 1000 випадків живо- та мертвонароджених. В цілому було еліміновано ($13,85 \pm 0,10$) %, тобто майже 14 % виявлених при скринінгу вагітних ВВР (табл. 2). Причому за п'ятирічними періодами питома вага видалених плодів зросла з ($12,55 \pm 0,13$) % у 2002-2006 рр. до ($15,12 \pm 0,14$) % у 2007-2011 рр. Найменша питома вага елімінованих плодів з ВВР серед усіх виявлених випадків ВВР відмічена за 2002-2011 рр. у м. Києві ($5,18 \pm 0,35$ %), тоді як найбільша – у Донецькій ($26,09 \pm 0,48$ %) області.

Таблиця 1 - Частота вроджених вад розвитку, Україна, 2002-2011 рр., ‰

Територія	Серед народжених живими				Серед живо-, мертвонароджених та абортів внаслідок виявлення вроджених вад розвитку плода			
	2002-2006		2007-2011		2002-2011		2002-2011	
	2	3	4	5	6	7	6	7
1								
АР Крим	21,18±0,10	23,00±0,10	22,20±0,07	25,91±0,11	26,30±0,10	26,13±0,07	26,30±0,10	26,13±0,07
Вінницька	28,79±0,12	19,72±0,09	23,91±0,07	31,64±0,12	22,93±0,09	26,96±0,08	22,93±0,09	26,96±0,08
Волинська	38,34±0,13	33,18±0,11	35,52±0,09	41,33±0,14	35,80±0,12	38,32±0,09	35,80±0,12	38,32±0,09
Дніпропетровська	15,15±0,08	16,34±0,08	15,80±0,06	21,62±0,10	21,36±0,09	21,48±0,07	21,36±0,09	21,48±0,07
Донецька	18,06±0,09	13,89±0,07	15,78±0,06	22,60±0,10	20,23±0,09	21,31±0,07	20,23±0,09	21,31±0,07
Житомирська	19,05±0,09	19,15±0,09	19,10±0,06	23,34±0,10	23,76±0,10	23,57±0,07	23,34±0,10	23,57±0,07
Закарпатська	15,04±0,08	15,39±0,08	15,23±0,06	19,07±0,09	19,19±0,09	19,13±0,06	19,07±0,09	19,13±0,06
Запорізька	12,17±0,08	11,39±0,07	11,75±0,05	15,89±0,09	14,61±0,08	15,20±0,06	14,61±0,08	15,20±0,06
Івано-Франківська	23,35±0,10	23,41±0,10	23,38±0,07	27,44±0,11	27,14±0,10	27,28±0,08	27,14±0,10	27,28±0,08
Київська	22,49±0,10	16,38±0,08	19,00±0,06	29,22±0,12	20,01±0,09	23,99±0,07	20,01±0,09	23,99±0,07
Кіровоградська	19,12±0,10	13,20±0,07	15,96±0,06	22,83±0,10	16,03±0,08	19,22±0,06	16,03±0,08	19,22±0,06
Луганська	18,85±0,09	19,08±0,09	18,98±0,06	25,14±0,11	25,22±0,10	25,19±0,07	25,14±0,11	25,19±0,07
Львівська	34,42±0,13	23,86±0,10	28,84±0,08	37,34±0,13	26,45±0,10	31,59±0,08	26,45±0,10	31,59±0,08
Миколаївська	11,52±0,07	15,73±0,08	13,83±0,05	14,30±0,08	19,59±0,09	17,19±0,06	19,59±0,09	17,19±0,06
Одеська	18,43±0,09	18,16±0,08	18,28±0,06	22,77±0,10	21,23±0,09	21,93±0,07	21,23±0,09	21,93±0,07
Полтавська	30,95±0,12	27,61±0,10	29,13±0,08	37,06±0,13	33,07±0,11	34,91±0,09	33,07±0,11	34,91±0,09
Рівненська	38,41±0,13	35,47±0,12	36,79±0,09	42,82±0,14	39,22±0,12	40,83±0,09	39,22±0,12	40,83±0,09
Сумська	22,76±0,10	22,92±0,10	22,85±0,07	27,99±0,11	27,43±0,10	27,69±0,08	27,43±0,10	27,69±0,08
Тернопільська	29,94±0,12	23,70±0,10	26,66±0,08	32,81±0,12	25,84±0,10	29,16±0,08	25,84±0,10	29,16±0,08
Харківська	56,68±0,16	31,62±0,11	43,00±0,10	60,93±0,16	36,04±0,12	47,39±0,10	36,04±0,12	47,39±0,10
Херсонська	27,05±0,11	36,50±0,12	32,12±0,08	32,26±0,12	42,20±0,13	37,57±0,09	42,20±0,13	37,57±0,09
Хмельницька	30,67±0,12	34,71±0,12	32,86±0,08	35,09±0,13	38,23±0,12	36,79±0,09	38,23±0,12	36,79±0,09
Черкаська	25,22±0,11	22,33±0,09	23,68±0,07	29,74±0,12	26,10±0,10	27,80±0,08	26,10±0,10	27,80±0,08
Чернівецька	30,75±0,12	34,96±0,12	32,99±0,08	35,15±0,13	39,28±0,12	37,34±0,09	39,28±0,12	37,34±0,09
Чернігівська	23,14±0,10	24,81±0,10	24,03±0,07	27,28±0,11	27,57±0,10	27,44±0,08	27,57±0,10	27,44±0,08
м. Київ	19,83±0,10	7,68±0,06	13,20±0,05	20,50±0,10	8,85±0,06	14,17±0,06	8,85±0,06	14,17±0,06
м. Севастополь	24,21±0,11	23,53±0,10	23,84±0,07	30,82±0,12	27,35±0,10	28,95±0,08	27,35±0,10	28,95±0,08
Україна	24,71±0,11	21,12±0,09	22,76±0,07	28,95±0,12	25,03±0,10	26,83±0,08	25,03±0,10	26,83±0,08

Таблиця 2 - Питома вага елімінованих плодів серед виявлених випадків вродженої патології, Україна, 2002-2011 рр., %

Територія	Роки		
	2002-2006	2007-2011	2002-2011
Україна	12,55±0,13	15,12±0,14	13,85±0,10
АР Крим	14,87±0,72	12,96±0,61	13,81±0,47
Вінницька	8,80±0,58	11,72±0,71	10,13±0,45
Волинська	7,13±0,50	7,45±0,50	7,29±0,35
Дніпропетровська	21,93±0,72	23,98±0,69	23,04±0,50
Донецька	20,17±0,63	31,62±0,70	26,09±0,48
Житомирська	17,15±1,00	18,12±0,91	17,69±0,68
Закарпатська	19,88±1,03	18,08±0,92	18,91±0,69
Запорізька	21,14±1,15	19,40±1,07	20,24±0,79
Івано-Франківська	15,31±0,80	13,68±0,72	14,45±0,53
Київська	23,23±0,96	17,70±0,92	20,61±0,67
Кіровоградська	12,09±1,01	14,63±1,23	13,22±0,78
Луганська	18,29±0,81	24,56±0,83	21,70±0,58
Львівська	8,03±0,39	10,07±0,49	8,93±0,31
Миколаївська	19,84±1,44	18,64±1,09	19,09±0,87
Одеська	11,33±0,61	12,52±0,60	11,96±0,43
Полтавська	14,42±0,73	16,15±0,75	15,30±0,53
Рівненська	8,95±0,52	9,24±0,50	9,11±0,36
Сумська	16,56±1,05	15,67±0,97	16,09±0,71
Тернопільська	5,21±0,52	8,46±0,70	6,72±0,43
Харківська	5,60±0,28	11,50±0,47	8,04±0,26
Херсонська	16,78±0,90	14,25±0,69	15,26±0,55
Хмельницька	9,87±0,64	9,32±0,55	9,56±0,42
Черкаська	12,62±0,83	13,97±0,87	13,30±0,60
Чернівецька	9,09±0,70	10,62±0,67	9,94±0,48
Чернігівська	9,72±0,85	8,79±0,76	9,22±0,57
м. Київ	3,27±0,34	8,89±0,76	5,18±0,35
м. Севастополь	15,79±1,55	14,36±1,47	15,06±1,07

Аналіз наведених матеріалів надає також можливість оцінки в цілому заходів вторинної профілактики у виявленні і елімінації плодів з ВВР. Її роль виявляється при співставленні отриманих даних з показниками подальшої смертності дітей від ВВР.

Поширеність ВВР серед виходів вагітностей (живо-, мертвонароджені та плоди, еліміновані внаслідок виявлення у них тяжких форм вродженої патології) представлена у табл. 1 і за десять років спостереження коливалася від (14,17±0,06) % у м. Києві до (47,39±0,10) % у Харківській області.

Якщо розглядати сукупність ВВР серед усіх виходів вагітностей, то можна бачити, що їхня більшість припадає на дітей, народжених живими – (83,67±0,11) % всіх виявлених вад. Переривалося за генетичними показаннями зі сторони плоду (13,85±0,10) % ВВР; (2,49±0,04) % випадків зафіксовано у мертвонароджених дітей.

За величиною підвищення ВР ВВР при всіх виходах вагітності виділені території (див. рис. 7): Харківська область – ризик 1,84; Рівненська область – ризик 1,55; Волинська, Херсонська, Чернівецька, Хмельницька, Полтавська області – ризик у межах 1,30-1,45; Львівська, Тернопільська, Черкаська області та м. Севастополь, – ризик у межах 1,04-1,20.

При об'єднанні областей за величиною зниження ВР також утворилось кілька груп: м. Київ, Запорізька, Миколаївська області – ВР 0,50-0,60; Закарпатська і Кіровоградська області – ВР 0,71; Донецька, Дніпропетровська і Одеська області – 0,78-0,81; Житомирська, Київська, Луганська області, АР Крим – ВР 0,88-0,97.

Смертність дітей у віці 0-17 років. Смертність на 1000 дитячого населення за всіма причинами у 2007-2011 рр. знижувалась з (1,06±0,01) % у 2007 р. до (0,89±0,01) % у 2011 р. ($p < 0,001$) склавши загалом за п'ять років (0,96±0,01) %.

За підвищенням ВР смерті дітей 0-17 рр. за всіма причинами виділено три групи областей (рис. 8): Кіровоградська, Закарпатська, Луганська і Одеська – підвищення ВР до 1,12-1,20 а у Дніпропетровській області – 1,04; АР Крим, Запорізька і Херсонська області – ВР становив 1,06-1,09 і з врахуванням ДІ міг відноситись і до першої, і до другої групи. За зниженням ризику виділені: Тернопільська

область – з найменшим значенням ВР (0,77); м. Київ, Волинська, Хмельницька, Чернівецька і Київська області – зниження ВР до 0,87-0,92; Полтавська, Сумська і Львівська області – зниження ВР до 0,83-0,85 і за значенням ДІ могло відноситись і до першої, і до другої групи.

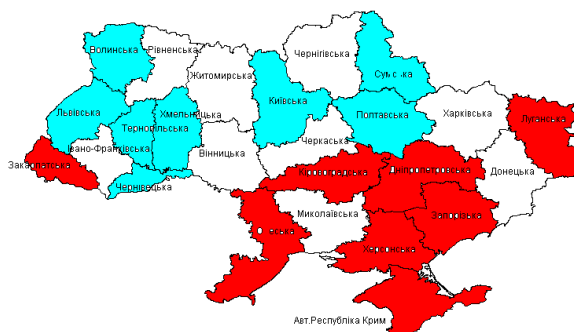


Рисунок 8 - Відносний ризик смерті дітей 0-17 років за всіма причинами в областях порівняно з Україною, 2007-2011 рр.

Питома вага ВВР, деформацій та хромосомних аномалій серед усіх випадків смерті становила серед населення 0-17 рр. $(19,31 \pm 0,20) \%$. Від періоду новонародженості з постарінням населення вона зменшувалась: у 1-4 рр. $(20,19 \pm 0,58) \%$, у 5-9 рр. – $(13,22 \pm 0,64) \%$, 10-14 рр. – $(7,41 \pm 0,46) \%$, серед 15-19-річних – лише $(2,54 \pm 0,16) \%$. Питома вага смертей за всіма причинами (0-17 рр.) серед смертей усього населення становила лише 1,10 %, то в класі «ВВР, деформації та хромосомні аномалії» смерті дітей становили $(75,31 \pm 0,41) \%$. Більшість ВВР є важливою причиною смерті саме дітей, а не всього населення.

Контрацепція. Завдяки успіхам медицини суспільство має і штучний добір. По-перше, це є гуманним – надання жінкам, які за тією чи іншою причиною не могли би народити дитину, можливості мати її за допомогою застосування допоміжних репродуктивних технологій (ДРТ). Це також надання жінкам із загрозою СВ медичної допомоги, спрямованої на збереження життєздатності плоду. Обидві групи заходів спрямовані на нівелювання природного добору. По-друге, в розвинутих країнах з високим рівнем медичної, зокрема і медико-генетичної, допомоги існує можливість діагностики багатьох ВВР та елімінації (за бажанням сім'ї) плоду з вадами, що несумісні з подальшим життям або такими, що приводять до інвалідності в тяжкій

формі. Ця форма штучного добору досить поширена в цивілізованих країнах, і в нашій державі також, і спрямована в тому ж напрямку, що і вплив природного добору. Таким чином, застосування методів контрацепції приводить до зменшення числа народжених та надає внесок у порушення відтворення поколінь, що потребує уважного розгляду проблеми.

Застосування контрацептивів, зокрема і гормональних (з метою зменшення кількості абортів) за даними МОЗ України, поширюється. Хоча вказують, що застосування оральних контрацептивів має певні обмеження [16], в нашій країні у багатьох випадках вони застосовуються жінками без необхідного контролю лікарів. При цьому слід нагадати, що порушення гормонального гомеостазу при ендокринних хворобах (а саме воно відбувається в разі застосування гормональних контрацептивів) приводить до цитогенетичних змін у соматичних клітинах, а також підвищує ВР народження дітей з ВВР та репродуктивних втрат [17,18].

Рівень вживання гормональних контрацептивів в країні за даними МОЗ України становив у 2012 р. $(238,01 \pm 0,14)$ на 1000 жінок 15-44 років, що більше, ніж у 2002 р. $(127,06 \pm 0,10 \%)$. За 11 років частота застосування гормональних контрацептивів дорівнювала $(190,99 \pm 0,04)$ на 1000 жінок 15-44 років (рис. 9). Так, наприклад, в Дніпропетровській області засобами контрацепції за 2001-2009 рр. (гормональними і внутрішньоматковими) було охоплено близько третини жінок [19].

ВР при використанні гормональної контрацепції серед жінок 15-44 років за 2002-2012 рр. представлений на рис. 10.

Частота використання внутрішньоматкових спіралей як засобу попередження небажаної вагітності, за період дослідження знизилась з $(174,92 \pm 0,12)$ до $(156,96 \pm 0,05)$ на 1000 жінок 15-44 рр. (див. рис. 9). За весь період спостереження величина показника становила $(163,90 \pm 0,03) \%$. Імовірність використання внутрішньоматкової спіралі в областях порівняно з Україною за весь час спостереження (2002-2012 рр.) показана на рис. 10. Таким чином, застосування

гормональної контрацепції в Україні поширюється, а число жінок з внутрішньоматковими спіралями зменшується.

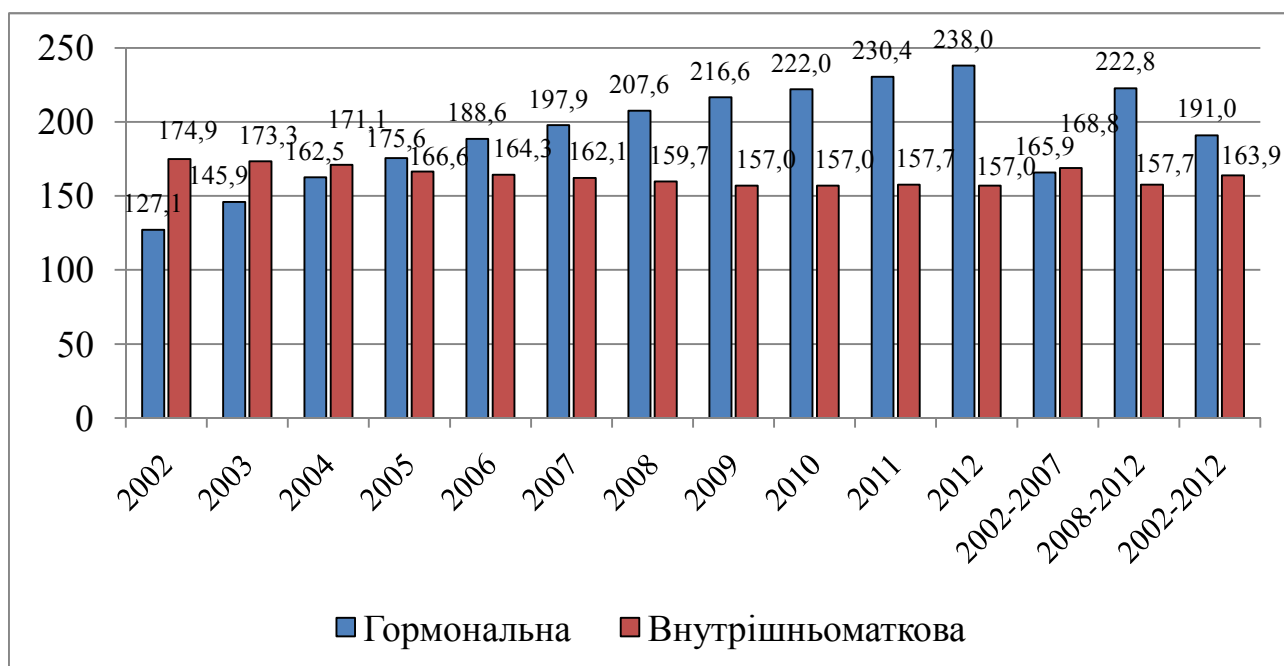


Рисунок 9 - Частота використання контрацепції серед жінок 15-44 років в Україні, 2002-2012 рр.

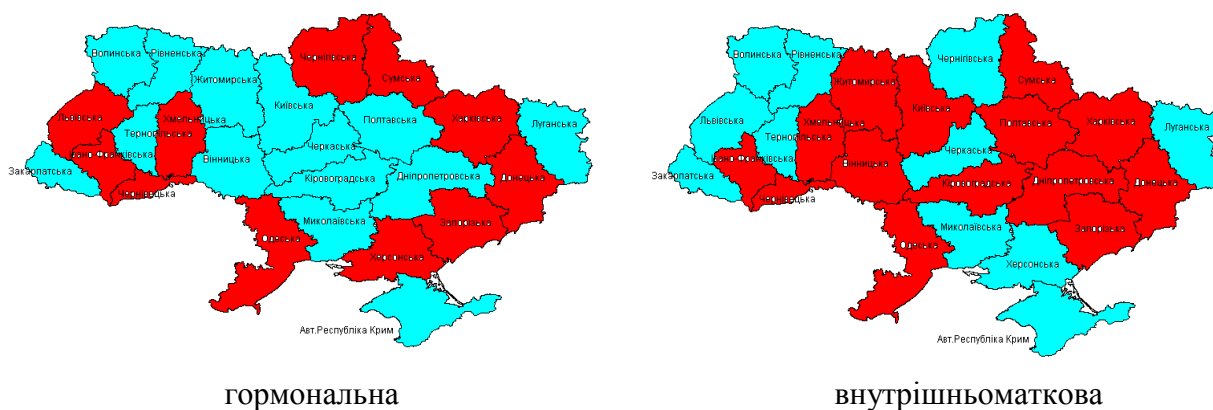


Рисунок 10 - Відносний ризик використання контрацепції серед жінок 15-44 років в областях порівняно з Україною, 2002-2012 рр.

Штучні легальні аборти. Причини відсутності бажання народження дітей є різноманітними, проте значною мірою вони пов'язані із соціально-економічними чинниками. Це, в першу чергу, недостатня матеріальна забезпеченість – низький

рівень заробітної плати (нині у валовому національному доході за різними оцінками вона не перевищує 15 %, на противагу 50 % і більше у розвинутих країнах; за даними Державного комітету статистики України майже п'ята частина населення проживає за межею бідності. У багатьох сімей відсутнє окреме житло і навіть надія на нього в середньостроковій перспективі – за даними Держкомстату України на початок 2010 р. на квартирному обліку перебувало 1 174 230 сімей і однаків, а щорічно отримували житло менше 2 % сімей. Підвищення матеріального стану сімей в Україні необхідне в найкоротші терміни – до повного демографічного і соціального колапсу залишилося не так багато.

В сучасних реаліях більшість жінок хочуть реалізувати свої професійні здібності, адже суспільство до цього часу оцінює успішність жінки тільки за показниками її кар'єрного або професійного зростання. Повага до жінки, як до особи, що продовжує життя на Землі поки що не знаходиться на належному рівні.

Слід також зважати на спосіб виховання в дитячі роки, фактор, який нині не можна вважати спрямованим на підтримку сімейних цінностей.

Методи зниження народжуваності, зокрема штучні аборти, що з успіхом застосовуються у багатьох країнах, можна розцінювати як застосування в широкій практиці евгенічних підходів, викликаних тими чи іншими причинами та умовами реального життя. Фактично це є штучний добір у людській популяції.

Частота штучних легальних абортів в Україні за 2002-2012 рр. становила $(254,63 \pm 0,17)$ по відношенню до 1000 зареєстрованих вагітностей: $(315,77 \pm 0,24)$ у 2002-2007 рр. і $(180,86 \pm 0,22)$ ‰ у 2008-2012 рр. (рис. 11). Між областями частота коливалась майже вчетверо – від найменшої у Рівненській області $(91,03 \pm 0,66)$ ‰ до найбільшої у Луганській $(358,70 \pm 0,83)$ ‰.

За значеннями підвищеного ризику штучних легальних абортів серед зареєстрованих вагітностей у жінок в областях порівняно з Україною території можна розділити (рис. 12): Луганська область – з найбільшим ВР (1,44; 1,43-1,45); Кіровоградська і Чернігівська – ВР 1,36-1,37; Полтавська, Запорізька та м.

Севастополь – ВР 1,22-1,24; Дніпропетровська, Київська і Херсонська з ВР 1,19; Донецька і Миколаївська – ВР 1,13-1,15; Вінницька та Донецька – з ВР 1,11; АР Крим та м. Київ – з ВР 1,02 та 1,06 відповідно. За значенням зниженого ризику області статистично достовірно відрізнялась між собою.

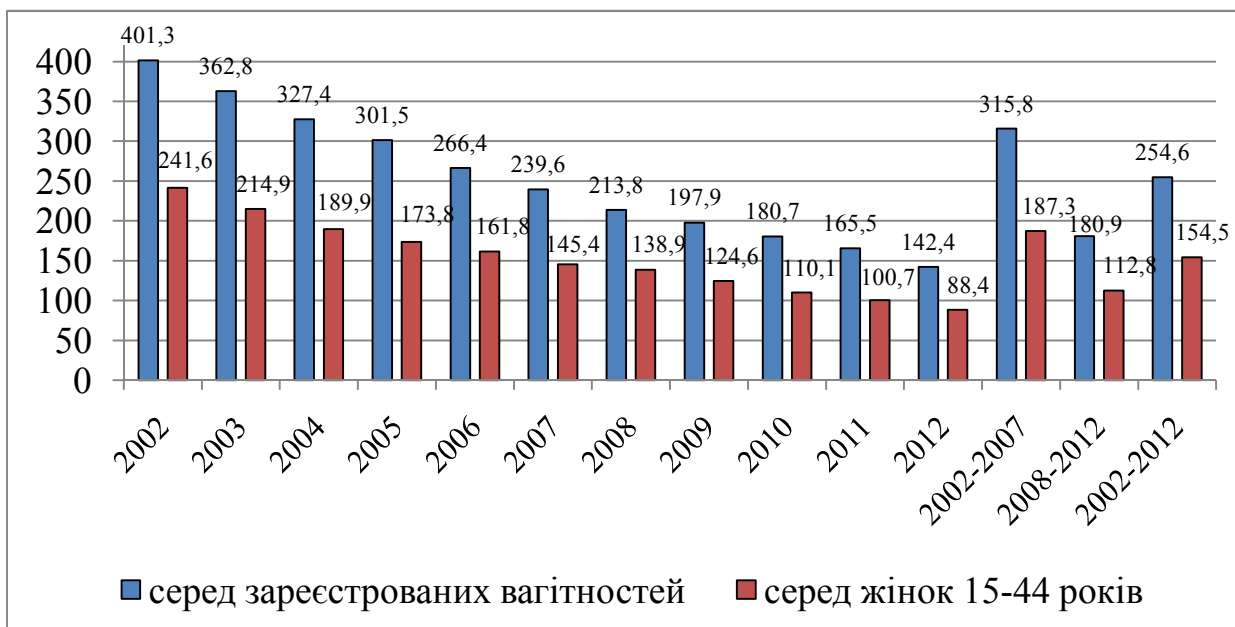


Рисунок 11 - Частота штучних легальних абортів по відношенню до 1000 зареєстрованих вагітностей, Україна, 2002-2012 рр.

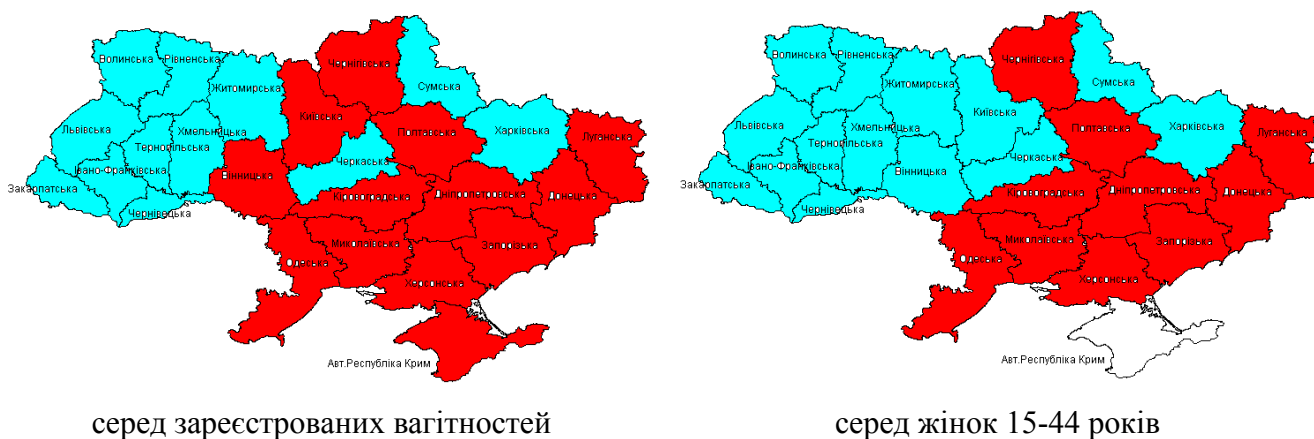


Рисунок 12 - Відносний ризик штучних легальних абортів в областях порівняно з Україною, 2002-2012 рр.

Частота штучних абортів серед жінок 15-44 рр. у 2002-2012 рр. становила $(154,45 \pm 0,12)$ ‰, знизившись з $(187,25 \pm 0,17)$ у 2002-2007 рр. до $(112,82 \pm 0,15)$ ‰ у

2008-2012 рр. (див. рис. 11). По областях величина показника коливалася у від (61,24±0,46) у Житомирській до (227,28±0,95) % у Чернігівській області. Таким чином, незважаючи на зниження кількості медичних абортів за бажанням жінки, їхнє число залишається достатньо великим, щоби, поряд із застосуванням засобів контрацепції, суттєво впливати на показники народжуваності.

Кількісна характеристика природного та штучного добору. Результати виходів зареєстрованих вагітностей засвідчили, що в країні (77,55±0,03) % вагітностей закінчувалося народженням живої дитини. За бажанням жінки було перервано (19,16±0,02) %, тоді як самовільно перервалась чи закінчилась мертвонародженням (3,29±0,01) %. По областях України частка живонароджень у структурі коливалась від (69,76±0,13) % у Луганській області до (91,23±0,10) % у Рівненській. Більша від загальноукраїнського показника частка живонароджень серед зареєстрованих вагітностей відмічена на заході країни та у Черкаській, Сумській і Харківській областях (рис. 13).

Питома вага природного добору коливалася від найменшого значення у Львівській області – (1,84±0,04) % до найбільшого – у Закарпатській (5,09±0,08) %. Більша від загальноукраїнського показника частка відмічена на території АР Крим, Черкаської, Одеської, Хмельницької, Рівненської, Чернігівської, Донецької, Закарпатської, Київської областей та м. Києва (рис. 14).

Питома вага медичних легальних абортів, які є штучним добором, серед усіх зареєстрованих вагітностей в областях, представлена на рис. 14. Частка штучних переривань вагітності відрізнялася в 5,41 разу – від (5,13±0,08) % у Рівненській до (27,76±0,13) % у Луганській області. Області з меншою та більшою від загальноукраїнського показника часткою штучного добору знаходяться в зворотньому зв'язку з часткою живонароджень. Виняток склало лише населення АР Крим, частка в якому в обох випадках була меншою, ніж загальноукраїнський показник. Можна також відмітити, що для штучного добору характерні більші коливання між областями, ніж для природного.

Штучний добір в областях порівняно з Україною за показниками ВР повторював картину з питомою вагою штучного добору (див. рис. 14) і був знижений в західних областях та у АР Крим, Черкаській, Сумській і Харківській областях, тоді як підвищений – на всіх інших територіях, а найбільше у Луганській та Кіровоградській областях (1,45-1,48); Київська, Полтавська та Чернігівська області мали ВР 1,30-1,35. Найменше відрізнялися від 1,00 ВР у Одеській, Запорізькій та Житомирській областях (1,04-1,08).

Зниження ВР було найбільш вираженим у Рівненській (0,26; 0,25-0,27) та Івано-Франківській (0,45; 0,44-0,46) областях. Зниження ВР до 0,57-0,67 відмічено у Львівській, Харківській, Закарпатській та Тернопільській областях, а найменше відрізнялися від 1,00 ризику у Хмельницькій області та АР Крим (0,98).

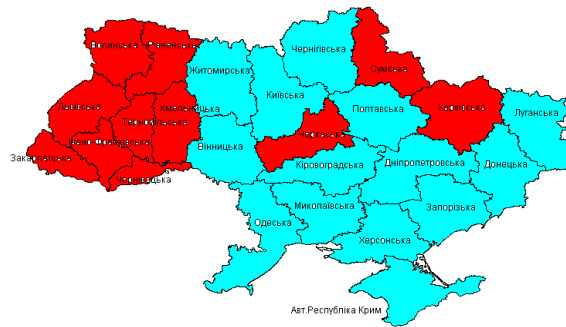
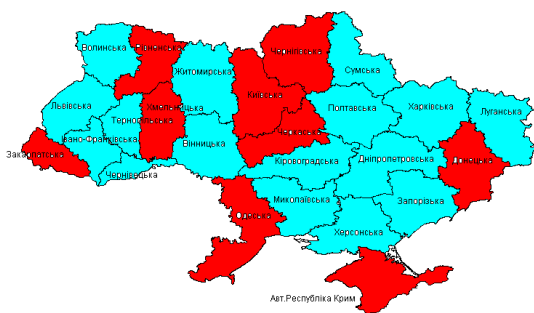
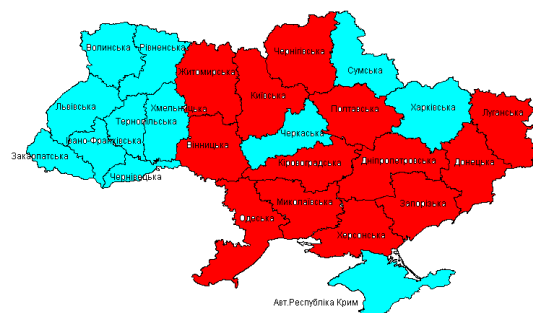


Рисунок 13 - Питома вага живонароджень серед усіх зареєстрованих вагітностей, порівняно з Україною – (77,55±0,03) %, 2008-2011 р.



природний добір
(самовільні викидні та мертвонародження)



штучний добір
(медичні легальні аборти)

Рисунок 14 - Питома вага природного та штучного добору порівняно з Україною, 2008-2011 рр.

ВР прояву природного добору від зачаття до народження був підвищений найбільшою мірою на території Донецької області (1,55; 1,53-1,57) та м. Києва (1,39; 1,37-1,41) (рис. 15). Дещо менше підвищення ризику спостерігалось у Харківській області (1,26; 1,24-1,28), АР Крим (1,22; 1,20-1,24) та м. Севастополі (1,29; 1,25-1,34). І, нарешті, значення ризику майже не відрізнялися від 1,00 у Полтавській, Одеській, Кіровоградській та Херсонській областях (1,02-1,07). Суттєве зниження ВР зафіксоване у Закарпатській та Сумській (0,52-0,53), а також у Хмельницькій та Івано-Франківській (0,62-0,63) областях. У межах 0,78-0,83 знаходився ВР у Запорізькій, Чернівецькій, Волинській, Рівненській та Черкаській областях, а у Тернопільській, Дніпропетровській та Київській областях. ВР майже не відрізнявся від 1,00 у Миколаївській, Вінницькій, Чернігівській, Житомирській та Луганській областях (0,93-0,98). На території Львівської області інтенсивність природного добору статистично не відрізнялась від загальноукраїнського.

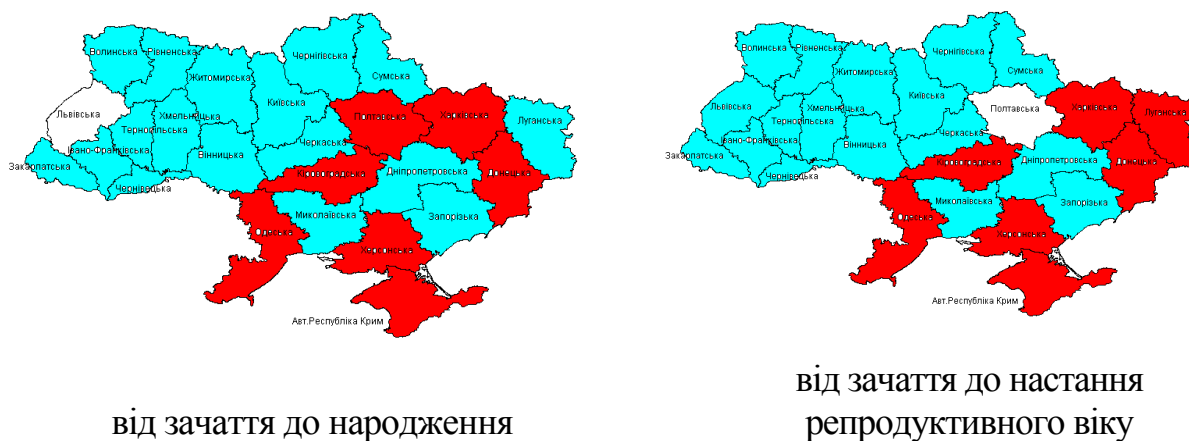


Рисунок 15 - Природний добір в областях порівняно з Україною за показниками відносного ризику, 2008-2011 рр.

Ситуація з природним добором від зачаття до настання репродуктивного віку (див. рис. 15) майже повторює таку для природного добору від зачаття до народження. Перші три місця за величиною підвищення ризику належали м. Севастополь, Київ і Донецькій області (ризик у межах 1,49-1,59). Серед дев'яти адміністративних територій з підвищеною інтенсивністю природного добору від зачаття до настання репродуктивного віку вісім мали підвищений ризик і на етапі від зачаття до

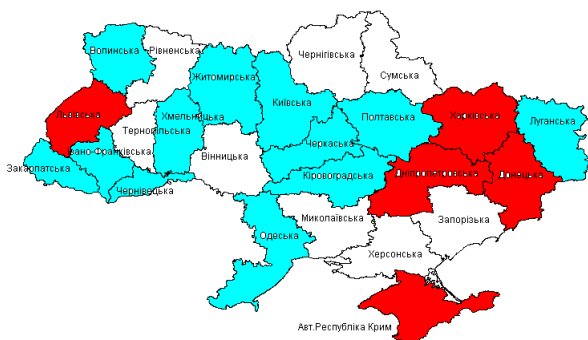
народження за винятком Полтавської області, на місці якої опинилася Луганська. Якщо в АР Крим ризик був підвищений до 1,3, в Кіровоградській, Одеській і Харківській областях – в межах 1,11-1,14, то в Херсонській та Луганській при значенні 1,08 він найменше відрізнявся від загальноукраїнського.

На території Полтавської області ризик прояву природного добору статистично не відрізнявся від загальноукраїнського.

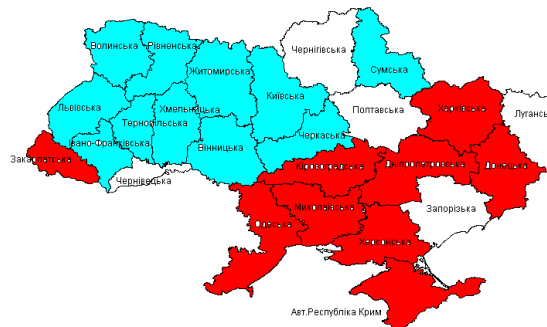
Найменші значення зниженого ризику прояву природного добору від зачаття до настання репродуктивного віку були відмічені в Сумській (0,50; 0,48-0,52), Закарпатській, Івано-Франківській та Хмельницькій областях (в межах 0,58-0,60); Тернопільській, Черкаській, Рівненській, Чернівецькій та Волинській областях (в межах 0,74-0,77); Запорізькій і Львівській областях (в межах 0,85-0,86); Житомирській, Вінницькій, Миколаївській, Чернігівській, Київській та Дніпропетровській областях (в межах 0,93-0,98).

Найбільший шанс закінчити вагітність пологамі і народити живу дитину мали жінки на заході країни (Закарпатська, Чернівецька, Львівська, Волинської, Рівненська, Тернопільська, Івано-Франківська, Хмельницька області) та у Черкаській, Сумській і Харківській областях. Оскільки народження живої дитини можна розглядати як результат процесу проходження ембріона, а потім плода через фільтри добору, то масу дітей при народженні варто розглядати як якість зазначеного процесу. Так, масою до 999 г в Україні народилося (0,24±0,01) % дітей. Найменше і найбільше значення частки дітей масою до 999 г різнилося майже втричі – від (0,13±0,02) % у Кіровоградській до (0,39±0,02) % у Дніпропетровській області.

ВР народити дитину з масою до 999 г був найбільше підвищений у Дніпропетровській області (1,67; 1,53-1,83) (рис. 16). На території АР Крим, Донецької і Львівської областей спостерігався ВР в межах 1,32-1,38, але за значенням ДІ він перекривався з ВР_у Харківській області (1,1; 1,03-1,31).



масою до 999 г



масою до 2499 г

Рисунок 16 - Відносний ризик народження живої дитини в областях порівняно з Україною, 2008-2011 рр.

ВР народити дитину з масою до 999 г був однаково знижений на території Кіровоградської, Черкаської, Закарпатської, Житомирської, Київської, Волинської, Полтавської, Чернівецької, Івано-Франківської, Одеської, Хмельницької, Луганської областей та м. Севастополь. На іншій території зниження ризику порівняно з Україною було статистично недостовірним.

Щорічно в Україні з масою до 999 г народжувалося близько 1200 дітей, масою до 2499 г – більше 26 тис. Загальновідомо, що такі діти мають вищий рівень смертності та захворюваності. В Україні за 2008-2011 рр. масу до 2499 г мала кожна 19 дитина, народжена живою – $(5,25 \pm 0,02)$ %. Коливання між найменшим і найбільшим значенням частки дітей масою до 2499 г на противагу частці дітей до 999 г сягали лише 1,5 разу – від $(4,19 \pm 0,08)$ % у Рівненській до $(6,15 \pm 0,06)$ % у Дніпропетровській області.

ВР народити дитину з масою до 2499 г був підвищений на південному сході країни та у Закарпатській області (див. рис. 16). Найбільше таке підвищення відбулося у Дніпропетровській області (1,19; 1,16-1,21), тоді як в інших областях ВР був підвищений однаково.

Межі зниження ВР невеликі – від 0,79 до 0,96. Найменші значення ризику зафіксовані у Рівненській, Волинській, Сумській і Тернопільській областях (0,79-0,86), але загалом 95% ДІ перекриваються без виділення окремих категорій

областей. Ризик порівняно з Україною був статистично недостовірним у Чернігівській, Чернівецькій, Запорізькій, Полтавській та Луганській областях.

Кожна 300-а живонароджена дитина згодом померла – $(0,33 \pm 0,01)$ %, а це щорічно близько 1,6 тис. новонароджених. Найменше і найбільше значення питомої ваги смертей серед живонароджених – від $(0,07 \pm 0,02)$ % у м. Севастополь до $(0,55 \pm 0,02)$ % у Донецькій області.

ВР смерті серед живонароджених дітей був найбільше підвищений у Донецькій області (1,76; 1,64-1,88), а підвищення на всіх інших територіях було однакове – ВР від 1,18 до 1,48 (рис. 17). Найменші зниження ВР були відмічені у м. Севастополь (0,20; 0,11-0,36) та Житомирській області (0,30; 0,24-0,39). Зниження величини ризику відмічалось у ряду м. Київ, Рівненська, Київська, Сумська, Хмельницька, Львівська, Полтавська, Миколаївська, Волинська області.

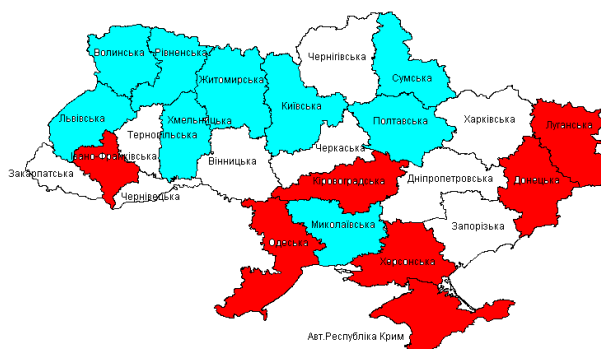


Рисунок 17 - Відносний ризик смерті серед живонароджених дітей в областях порівняно з Україною, 2008-2011 рр.

Серед дітей з масою до 2499 г помирала тільки кожна 23 дитина $(4,36 \pm 0,06)$ %, а з масою до 999 г – майже кожна друга $(42,58 \pm 0,71)$ %. Коливання між величиною питомої ваги смерті серед усіх живонароджених та дітей до 2499 г сягали 13,15 разу, тоді як серед усіх живонароджених та дітей до 999 г – 128,44 разу. Питома вага смерті серед живонароджених масою до 999 г коливалася від $(5,94 \pm 2,35)$ % у Житомирській області до $(70,40 \pm 4,08)$ % у Івано-Франківській (майже у 12 разів), тоді як серед дітей масою до 2499 г – від $(0,63 \pm 0,28)$ % у м. Севастополь до $(6,95 \pm 0,44)$ % у Івано-Франківській області (у 11 разів).

Таким чином, узагальнюючи дані щодо інтенсивності природного та штучного добору, можна виділити категорії областей в яких (рис. 18, табл. 5):

а) знижений рівень природного (від зачаття і до настання репродуктивного віку) та штучного добору – це західна частина країни (Волинська, Рівненська, Львівська, Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька, Тернопільська, Хмельницька області), а також Сумська та Черкаська області;

б) підвищений рівень природного та штучного добору – м. Севастополь, Одеська, Херсонська, Кіровоградська, Полтавська та Донецька області;

в) знижений рівень природного добору при підвищеному рівні штучного добору – Вінницька, Житомирська, Київська, Чернігівська, Миколаївська, Запорізька та Дніпропетровська області;

г) підвищений рівень природного добору при зниженому рівні штучного добору – АР Крим, м. Київ і Харківська область.

Таблиця 5 – Узагальнення ризиків природного і штучного добору

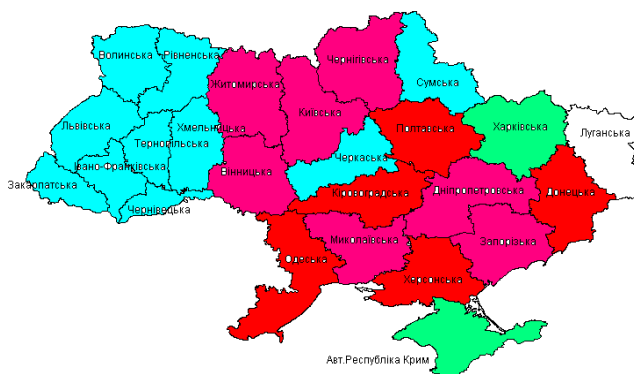
	Штучний добір	Природний добір до народження	Природний добір до 17 років	Пологи живонародженням	Маса живонароджених до 999 г	Маса живонароджених до 2499
1	2	3	4	5	6	7
АР Крим	-	+	+		+	+
Вінницька	+	-	-	-		-
Волинська	-	-	-	+	-	-
Дніпропетровська	+	-	-	-	+	+
Донецька	+	+	+	-	+	+
Житомирська	+	-	-	-	-	-
Закарпатська	-	-	-	+	-	+
Запорізька	+	-	-	-		
Ів.-Франківська	-	-	-	+	-	-
Київська	+	-	-	-	-	-
Кіровоградська	+	+	+	-	-	+
Луганська	+	-	+	-	-	

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7
Львівська	-		-	+	+	-
Миколаївська	+	-	-	-		+
Одеська	+	+	+	-	-	+
Полтавська	+	+		-	-	
Рівненська	-	-	-	+		-
Сумська	-	-	-	+		-
Тернопільська	-	-	-	+		-
Харківська	-	+	+	+	+	+
Херсонська	+	+	+	-		+
Хмельницька	-	-	-	+	-	-
Черкаська	-	-	-	+	-	-
Чернівецька	-	-	-	+	-	
Чернігівська	+	-	-	-		
м. Київ	-	+	+			-
м. Севастополь	+	+	+	-	-	-

Примітки:

1. + – відносний ризик підвищений порівняно з Україною;
2. – відносний ризик знижений порівняно з Україною.



- підвищений рівень природного та штучного добору;
- знижений рівень природного та штучного добору;
- знижений рівень природного добору при підвищеному рівні штучного;
- підвищений рівень природного добору при зниженому рівні штучного.

Рисунок 18 - Сумація відносних ризиків штучного та природного добору в областях України, 2008-2011 рр.

Окремо можна вирізнити Луганську область, в якій при підвищеному рівні штучного добору був знижений природний добір від зачаття до народження, але при цьому підвищений від зачаття до початку репродуктивного віку.

Розрахунки коефіцієнтів кореляції свідчать про те, що:

е) чим вищий рівень штучного добору в угрупованні населення, тим більша частка дітей народжується з низькою масою (до 2499 г – $r=0,45$, $p<0,05$);

ф) чим більша частка дітей народжується з низькою масою (до 2499 г), тим вищий рівень смертності серед живонароджених дітей ($r=0,54$, $p<0,001$).

Підтвердженням першого факту є дві групи областей, у яких:

г) при підвищеному рівні штучних абортів відмічена підвищена частка дітей, народжених живими масою до 2499 г – Дніпропетровська, Донецька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська та Херсонська області;

h) при зниженому рівні штучних абортів спостерігається знижена частка дітей, народжених живими масою до 2499 г – Волинська, Івано-Франківська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька області та м. Київ.

Тобто на тих територіях, де відмічається більше абортів за бажанням жінки, діти народжуються з меншою масою, і в результаті матимуть вищий рівень смертності та захворюваності, що в подальшому відобразиться на їхній репродуктивній функції. Відмічена залежність може бути опосередкованою, тобто існувати паралельно з іншою ознакою, яка безпосередньо відображається на величині маси новонародженого – наприклад, незадовільне матеріальне становище і недостатнє за калорійністю і складом харчування будуть впливати на зниження маси немовляти; в той же час незадовільне матеріальне становище не дозволяє сім'ї мати ще одну дитину. З іншої сторони, відомо, що аборт негативно позначається на здоров'ї жінки, в т.ч. і репродуктивному, тобто цілком можливий і прямий вплив факту абортів на масу дитини при наступній вагітності. Для висвітлення механізмів впливу потрібні подальші дослідження.

В областях виявлена узгодженість ВР народження дітей з низькою масою та їхньою смертю. Серед населення Київської області показано, що у тих районах, де частка дітей з низькою масою при народженні була більшою (враховувались живо- та мертвонароджені діти), відмічалися і більші рівні перинатальної смерті – $r=0,63$ для дітей масою до 2499 г та $r=0,94$ для дітей масою до 999 г при $p<0,001$, що співпадає зі світовими даними з цього питання.

Таким чином, природний і штучний добір приводить до того, що закінчується народженням живої дитини тільки три чверті зареєстрованих вагітностей – $(77,55\pm 0,03)$ %. За бажанням жінки було $(19,16\pm 0,02)$ %, самовільно перервалось чи закінчилась мертвонародженням $(3,29\pm 0,01)$ %.

Зважаючи на те, що, як показано вище, поширення абортів в популяції приводить в подальшому до народження дітей зі зниженою масою тіла, які потім більше хворіють і частіше помирають, важливість освітньої роботи серед жінок репродуктивного віку в плані попередження абортів за їхнім бажанням не підлягає сумніву. Одним із важливих заходів виглядає початок пропагування сімейних цінностей ще під час навчання у загальноосвітньому учбовому закладі.

Якщо розглянути результати природного добору серед бажаних вагітностей, тобто в разі, коли жінка хотіла, але не змогла народити дитину, то структура буде виглядати наступним чином: 3,11 % вагітностей закінчилися СВ, в т.ч. 2,06 % СВ першої третини гестації, 0,66 % – мертвонародженням, 95,47 % – народженням живої дитини. Враховуючи дані, отримані нами відносно того, що в областях з високим рівнем спонтанних абортів, особливо першої третини вагітності, частота ВВР серед новонароджених є зниженою, можна мати різну оцінку заходів щодо збереження вагітності в цьому терміні. Ймовірно, застосування таких заходів залежить від багатьох факторів – віку жінки, її можливостей завагітніти ще раз, сімейного стану жінки та її здоров'я, в т.ч. обтяженої спадковості, наявності попередньо народжених дітей та ін. На нашу думку, до збереження вагітності, яка має загрозу переривання на ранніх термінах, у жінок оптимального репродуктивного віку слід підходити виважено, щоби

не підвищувати ризик народження дітей з ВВР. Але при загрозах СВ на подальших термінах гестації, безумовно, слід надавати максимум якісної медичної допомоги, спрямованої на збереження вагітності.

Окремо слід розглянути вплив на вищевикладену кількісну оцінку природного та штучного добору внаслідок чоловічої та жіночої безплідності, які є суттєвими чинниками відтворення тих чи інших угруповань населення. З однієї сторони можна вважати, що запліднення не відбулося за різних мотивів, в т.ч. і внаслідок сегрегаційного вантажу, і даний стан просто вилучає сім'ю з процесу репродукції, з іншого – відомо, що при грубих пошкодженнях хромосом відбувається елімінація на самих ранніх стадіях розвитку ембріону, коли жінка навіть не помічає свою вагітність. В цьому разі існують підстави вважати «винним» у виникненні безплідності несприятливі чинники оточення людини. Безплідність – явище мультифакторне і, якщо існувала успадкована схильність до його виникнення через наявність тих чи інших одонуклеотидних поліморфізмів, то при вилученні шкідливих чинників із оточення людини, рівень безплідності в шлюбі мав би знизитися або хоча би мав тенденцію до такого зниження.

Як відмічено в попередніх розділах, сумація зафіксованої чоловічої і жіночої безплідності дозволяє вважати найбільш проблемним в цьому плані населення Одеської, Дніпропетровської та Запорізької областей. Певним позитивним чинником у вирішенні цієї проблеми могли би виступити ДРТ, але доступ населення України до них є вкрай обмеженим. Між тим, гіпотетично чисельність народжених дітей повинна би дорівнювати сумі реальної кількості новонароджених і випадків спонтанних викиднів та жіночого непліддя в поточному році.

Якщо припустити, що кожен випадок: СВ міг закінчитися народженням дитини, то це щорічно могло би становити близько 15 тис. дітей; вперше зареєстрованої жіночої безплідності міг закінчитися зачаттям та народженням дитини, то це щорічно ще до 12,5 тис. дітей.

Таким чином, при використанні розрахунків, які проведені нами раніше [20], на

поточний момент економічний зиск держави від збереження трудової діяльності індивіда (який становить різницю сумарного вкладу особи у валовий національний продукт держави за період трудової діяльності та витрат державного бюджету, пов'язаних із забезпеченням життєдіяльності індивіда – 493 602,14 дол. США) при умовному народженні дітей за рахунок попередження: самовільного переривання вагітності складатиме щорічно майже 7,5 млрд. дол. США (7 404 032 100 дол. США); жіночої безплідності – більше 6 млрд. дол. США (6 170 026 750 дол. США); самовільного переривання вагітності та жіночої безплідності разом – більше 13,5 млрд. дол. США (13 574 058 850 дол. США).

В той же час не можна повністю ліквідувати природний добір без нанесення шкоди популяції в цілому. Уявляється доцільним припустити, що зменшення тиску зовнішніх чинників і зменшення втрат від СВ і безплідності наполовину могло би бути оптимальним рішенням. В такому разі економічний зиск від можливих народжень становив би для: самовільного переривання вагітності – 3,7 млрд. дол. США (3 702 016 050); жіночої безплідності – 3,1 млрд. дол. (3 085 013 375).

Підсумок. Представлений аналіз отриманих даних, як уявляється, надає підстави для деяких науково обґрунтованих пропозицій, виконання котрих могло би поліпшити стан справ в сфері відтворення населення. Дії, які доцільно планувати для попередження або уповільнення зростання негативних наслідків перебігу генетичних процесів для здоров'я населення і його відтворення, можна поділити на три групи: довгострокові, позитив від яких побачать наступні покоління, середньотермінові – їх результати будуть видні завтра, короткострокові, вплив яких повинен відчуватися якнайшвидше.

До дій першої групи можуть бути віднесені зміни і доповнення у державній політиці щодо охорони і зміцнення репродуктивного здоров'я. Враховуючи перманентну демографічну кризу, яка десятиліттями існує в Україні, потрібно формування державної стратегії в сфері планування сім'ї (в широкому

розумінні цього терміну) зі створенням державних програм, економічні компоненти яких включали би не тільки виплати при народженні дитини, а й доступне житло, зміни в трудовому законодавстві для сімей, які мають двох і більше дітей тощо; потрібний наголос не на застосуванні контрацептивів, в т.ч. і гормональних, які до того ж за нашими, раніше отриманими даними, суттєво підвищують ризик подальшої безплідності [18], а на створенні у молоді всіма доступними способами світогляду, в якому превалювали би сімейні цінності. Нині окремі заходи, що проводяться в цій сфері, не об'єднані в цілісну систему і це знижує коефіцієнт їхньої корисної дії. В той же час необхідно зазначити, що існує Постанова Верховної Ради України № 4183-У1 від 20 грудня 2011 р. «Про рекомендації парламентських слухань на тему «Інститут сім'ї в Україні: стан, проблеми та шляхи її вирішення» стосується шляхів створення цілісної комплексної системи державної сімейної політики. Втілення такої політики сприяло би також зменшенню ризику народження дітей з ВВР.

- Слід розширити освітню роботу серед молоді та жінок репродуктивного віку в плані роз'яснення наслідків абортів за їхнім бажанням та вживання гормональних контрацептивів для особистого здоров'я жінки та виникнення вторинної безплідності.

- Необхідно підкреслити, що економічні заходи не є основним інструментом для підвищення морального стану, в т.ч. формування сімейних цінностей. В той же час буде спостерігатися економія коштів, які витрачаються на лікування безплідності (державних і приватних). Без повернення моральних цінностей щодо сім'ї та материнства, які завжди були властиві нашому менталітету і суспільству в цілому, суттєві досягнення в царині відтворення населення неможливі.

Щодо середньотермінових дій можна зазначити таке:

- можливості для вдосконалення профілактики безплідності, самовільних викиднів, вродженої патології в рамках державних спеціальних цільових програм при теперішньому стані економіки в Україні майже відсутні; в той же час на

індивідуальному рівні при виконанні обов'язків сімейного лікаря в рамках його кваліфікаційної характеристики та конкретизації профілактичних заходів щодо зменшення тягаря вродженої патології можна досягти певних успіхів;

- слід обов'язково посилити відповідальність влади, бізнесу і окремих індивідів за невиконання законодавства в сфері охорони репродуктивного здоров'я, зокрема, контроль за впливом професійних факторів ризику на населення репродуктивного віку та рівнем шкідливих політантів у навколишньому середовищі;

- вкрай необхідний щорічний аналіз стану відтворення генофонду населення України за даними МОЗ України на державному та обласному рівнях, що міститиме дані, які в подальшому слід використати для оптимізації управлінських рішень;

- відповідно до Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я», 1992 р, ст.29» в країні, окрім служби, яка надає медико-генетичну допомогу, додатково повинна існувати система державного генетичного моніторингу, на основі результатів роботи якої будуватися профілактичні заходи; модель такої системи була створена в ДУ ІГМЕ НАМНУ та успішно апробована в системі охорони здоров'я.

До дій третьої групи можна віднести:

- доповнення і зміни наказів МОЗ України, вдосконалення облікової й звітної документації;

- поглиблений розгляд відповідними Управліннями охорони здоров'я державних обласних адміністрацій стану чоловічої і жіночої безплідності серед населення Одеської, Дніпропетровської та Запорізької областей;

- надання Управліннями охорони здоров'я державних обласних адміністрацій першочергової уваги територіям з підвищеним рівнем природного та штучного добору – Одеська, Херсонська, Кіровоградська, Полтавська області;

- обговорення питання щодо доцільності і об'єму медичної допомоги при

загрозі самовільного викидня першої третини вагітності у жінок оптимального репродуктивного віку, які вже мають дітей.

Отримані величини індикаторів природного добору також можуть бути використані для оперативної характеристики стану справ у областях в цій сфері та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Представлені в табл. 6 дані характеризують області, що мають потужні медико-генетичні центри з відповідним рівнем лабораторної діагностики – Донецький, Львівський, Харківський. Медико-генетичні центри Волинської й Рівненської областей, працюють у спільній українсько-американській програмі, їхні реєстри представлені у EUROCAT, тобто діагностика і реєстрація ВВР в них також знаходиться на належному рівні.

Привертає увагу низька поширеність ВВР серед живонароджених Донецької області. Зниження поширеності ВВР виявлено у Донецькій області і серед усіх виходів вагітності, що є свідомством гіподіагностики ВВР. В той же час в області спостерігається найбільший в країні відсоток елімінованих плодів. Він вдвічі перевищує величину показника по Україні і втричі величини показників в інших областях, що позитивно відображається на величині загального показника смертності дітей від ВВР. Відносний ризик смерті від вродженої патології статистично значуще знижений у Донецькій області, хоча в інших областях він не відрізняється від середньоукраїнських показників, а в Рівненській області порівняно з Україною навіть підвищений.

В той же час у Донецькій і Рівненській областях статистично значуще підвищений ризик смерті дітей від вад нервової системи, в той час як у Харківській і Волинській областях, в яких елімінують втричі менше плодів, ніж у Донецькій, ризик статистично значуще знижений, а у Львівській області величина цього показника не відрізняється від середнього по Україні. В зв'язку із цим доцільно в першу чергу розглянути спектр діагнозів серед елімінованих плодів.

У Львівській та Волинській областях порівняно з Україною спостерігається

знижений ВР смерті від вад системи кровообігу на противагу Рівненській, в якій він є підвищеним. У Львівській області також виявлено зниження ВР смерті від синдрому Дауна.

Розгляд частоти СВ, зокрема до 12 тижнів вагітності, що, як відомо, переважно пов'язані з пошкодженнями хромосом, засвідчив їхню високу частоту у Донецькій області, що також потребує поглибленого аналізу.

Таким же чином можна розглянути показники, отримані для інших областей, що при впровадженні отриманих результатів в роботу відділів охорони здоров'я обласних державних адміністрацій безсумнівно покращило би рівень стан справ в сфері відтворення населення.

Таблиця 6 – Поширеність спонтанних викиднів, вродженої патології, смерті дітей 0-17 років від неї й в деяких областях України, на 1000 відповідних випадків, 2002-2011 рр.

Показник	Територія							
	Україна	Донецька	Львівська	Харківська	Волинська	Рівненська		
ВВР у живих	22,76±0,07	15,78±0,06	28,84±0,08	43,00±0,10	35,52±0,09	36,79±0,09		
ВВР серед всіх виходів вагітностей	26,83±0,08	21,31±0,07	31,59±0,08	47,39±0,10	38,32±0,09	40,83±0,09		
% елімінованих плодів з ВВР серед усіх виявлених ВВР	13,85±0,10	26,09±0,48	8,93±0,31	8,04±0,26	7,29±0,35	9,11±0,36		
померлих від ВВР*, зокрема	0,19±0,01	0,16±0,01 0,86**	0,18±0,01 0,95	0,19±0,01 1,01	0,17±0,01 0,89	0,25±0,01 1,35**		
нервової системи	0,05±0,01	0,06±0,01 1,34**	0,05±0,01 1,00	0,03±0,01 0,73**	0,03±0,01 0,68**	0,07±0,01 1,44**		
системи кровообігу	0,11±0,01	0,11±0,01 0,97	0,09±0,01 0,77**	0,12±0,01 1,04	0,09±0,01 0,80**	0,16±0,01 1,39**		
синдрому Дауна та ін. хромосомних аномалій***	1,04±0,05	0,81±0,15 0,77	0,40±0,12 0,37**	1,17±0,23 1,14	1,52±0,36 1,49	0,59±0,21 0,56		
спонтанні викидні	32,15±0,08	52,51±0,34	21,12±0,26	19,50±0,27	28,87±0,43	27,64±0,39		
спонтанні викидні до 12 тижнів	20,82±0,06	37,73±0,29	13,55±0,21	10,96±0,20	18,01±0,34	17,27±0,31		

Примітки:

- * – 2007-2011 рр.;
- ** – значення відносного ризику відрізняється від даних по Україні;
- *** – на 100 тис.

ЛІТЕРАТУРА

1. Назаров В.И. Эволюция не по Дарвину: смена эволюционной модели / В.И. Назаров – М.: Изд. ЛКИ, 2007. – 520 с.
2. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях / Ю.П. Алтухов – М.: Академкнига, 2003. – 431 с.
3. Тимченко О.І. Генофонд і здоров'я: значення соціально-економічних чинників у виникненні репродуктивних розладів серед жінок України / О.І. Тимченко, О.В. Линчак, І.О. Курило – К. : Медінформ, 2010. – 150 с.
4. Шмальгаузен И.И. Стабилизирующий отбор и его место среди факторов эволюции. 1. Стабилизация форм и механизм стабилизирующего отбора. / И.И. Шмальгаузен // Журнал общей биологии. – 1941. – Т. II, № 3. – С. 307-330.
5. Ли Ч. Введение в популяционную генетику / Ч. Ли – М.: Мир, 1978. – 556 с.
6. Здоровье и окружающая среда: необходимость и возможность оценки влияния факторов среды обитания на состояние генофонда населения / О.И. Тимченко, В.А. Галаган, О.В. Линчак [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 5. – С. 18-25.
7. Abramson J.H. WINPEPI (PEPI-for-Windows): computer programs for epidemiologists / J.H. Abramson // Epidemiologic Perspectives & Innovations. – 2004. – Vol. 1, N 1. – P. 6.
8. Організація генетичного моніторингу: методичні рекомендації / О.І. Тимченко, Н.Г. Гойда, О.І. Турос [та ін.] – К. : Медінформ, 2001. – 35 с.
9. Armstrong B.K. The Design of Questionnaires / B.K. Armstrong, E. White, R. Saracei // Principles of exposure measurement in epidemiology. – London : Oxford Un. Press, 1992. – P. 137-170.
10. Юзько О.М. Клініко-статистичний аналіз використання в Україні допоміжних репродуктивних технологій для лікування непліддя / О.М. Юзько, Т.А. Юзько // Буковинський медичний вісник. – 2011. – Т. 15, № 3. – С. 135-137.

11. Генофонд і здоров'я населення: методологія оцінки ризику від мутагенів довкілля, напрямки профілактики генетично обумовленої патології / А.М. Сердюк, О.І. Тимченко, Н.Г. Гойда [та ін.] – К., 2003. – 191 с.
12. Tay-Sachs Disease; TSD: updated on 25.03.2009 [Електронний ресурс] / OMIM, Online Mendelian Inheritance in Man. – Baltimore : Johns Hopkins University, 1996-2009. – Режим доступу: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/dispomim.cgi?id=272800>.
13. Single Nucleotide Polymorphism Database: Entrez SNP: updated on 11.08.2009– Bethesda : National Institute of Health, USA. – 2009. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP>.
14. A second common mutation in the methylenetetrahydrofolate reductase gene: an additional risk factor for neural-tube defects? / N. M. van der Put, F. Gabreëls, E. M. Stevens [et al.] // American Journal of Human Genetics. – 1998. – Vol. 62, № 5. – P. 1044–1051.
15. Поиск фено- и генотипических соотношений при дефектах фолатного цикла за пределами обычной генетики (часть II) / Е. Я. Гречанина, Р. Маталон, Ю.Б. Гречанина [и др.] // Ультразвукова перинатальна діагностика. – 2008. – № 26. – С. 3–14.
16. Савельева И.С. Медицинские критерии приемлемости использования методов контрацепции ВОЗ: комбинированные оральные контрацептивы / И.С. Савельева // Рос. вестник акушера-гинеколога. – 2010. – № 3. – С. 64-74.
17. Процюк О.В. Планування сім'ї і контрацепція серед жінок: стан справ в Україні / О.В. Процюк, О.В. Линчак, О.І. Тимченко // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2008. – № 4. – С. 12-15.
18. Ліки як джерело підвищення ризику репродуктивних розладів / А.М. Сердюк, О.І. Тимченко, О.В. Линчак [та ін.] // Журнал АМН України. – 2009. – Т. 15, № 1. – С. 146-155.
19. Гінзбург В.Г. Структурна перебудова системи охорони здоров'я на

регіональному рівні: досягнення та завдання / В.Г. Гінзбург // Медичні перспективи. – 2010. – № 4. – С. 137-143.

20. Микитенко Д.О. Методичні підходи до оцінки економічної ефективності лікувально-профілактичних заходів (на прикладі медико-генетичної служби) / Д.О. Микитенко, О.І. Тимченко // Професійне управління та інвестиції в систему охорони здоров'я: Український вимір : Зб. наук. праць. – Х.: Точка, 2011. – С. 91-101.

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ СУЧАСНОЮ КОМП'ЮТЕРНОЮ ТЕХНІКОЮ ТА ЗАСОБАМИ WI-FI

*Думанський В.Ю., Біткін С.В., Думанський Ю.Д., Нікітіна Н.Г.,
Сердюк Е.А., Полька Н.С., Безверха А.П., Платонова А.Г., Галак С.С.,
Томашевська Л.А., Зотов С.В., Дідик Н.В., Лемешко Л.П.*

Комп'ютерна техніка та засоби Wi-Fi входять до складу інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Ці технології призначені для створення, збереження, передачі, обробки отриманих даних та для управління інформацією. Для цього використовують апаратні засоби (мережеві засоби, комп'ютери, сервери тощо) та програмне забезпечення (операційні системи, мережеві протоколи, пошукові системи тощо). Згідно з Концепцією Державної цільової програми, схваленою 27 серпня 2010 р. №1702 Кабінетом міністрів України намічено впровадити ІКТ у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів. Програмою передбачено стовідсоткове забезпечення загальноосвітніх навчальних закладів сучасними навчальними комп'ютерними комплексами та надання всім загальноосвітнім навчальним закладам швидкого доступу до Інтернету з використанням сучасних технологій під'єднання до високоефективних освітніх ресурсів. У той же час слід звернути увагу на те, що одним із чинників впливу засобів ІКТ є електромагнітне випромінювання, яке може впливати на стан здоров'я учнів при виконанні учбового процесу. В зв'язку з цим дана обставина викликає занепокоєність вчених та громади, особливо з приводу перспективи використання у навчальному процесі засобів бездротового зв'язку типу Wi-Fi, який є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої та надвисокої частоти (2400; 5500 МГц). Приймаючи до уваги викладене, Інститутом гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН

України у рамках науково-дослідної програми НАМН України було заплановано провести:

- гігієнічну оцінку різних типів сучасної комп'ютерної техніки та засобів бездротового зв'язку Wi-Fi в лабораторних умовах та в умовах загальноосвітніх навчальних закладів;
- розробити фізичну модель електромагнітного поля для подальшого вивчення впливу на організм піддослідних тварин електромагнітного випромінювання від пристроїв Wi-Fi;
- виконати експериментальні біолого-гігієнічні дослідження впливу на функціональний стан організму піддослідних тварин електромагнітного випромінювання, що створюється пристроєм Wi-Fi;
- визначити функціональний стан організму учнів при використанні сучасної комп'ютерної техніки;
- обґрунтувати для загальноосвітніх закладів гігієнічний норматив електромагнітного випромінювання, що створюється пристроєм Wi-Fi.

Мета досліджень полягала у розробці науково обґрунтованих вимог до безпечного використання в системі загальноосвітніх закладів комп'ютерної техніки та засобів Wi-Fi.

Використано: теоретичні та інструментальні методи дослідження з визначення рівнів електромагнітного випромінювання від комп'ютерної техніки та засобів Wi-Fi; біологічні, математичні, статистичні методи досліджень з визначення впливу Wi-Fi випромінювання на організм піддослідних тварин.

В лабораторних умовах були проведені дослідження просторового розподілу рівнів електромагнітного випромінювання (ЕМВ) від комп'ютерів з вбудованими пристроями Wi-Fi, які пропонуються для використання у загальноосвітніх закладах.

Дослідження просторового розподілу рівнів ЕМВ від комп'ютерної техніки в умовах лабораторії

Для проведення дослідження комп'ютер розміщували в безеховій камері для виконання безпосередніх вимірів рівнів ЕМВ. За допомогою програмного забезпечення та використання точки доступу Wi-Fi, яка розміщувалась за територією безехової камери, комп'ютер вводився в робочий режим.

Визначення максимальних рівнів випромінювання від комп'ютерів з вбудованими пристроями Wi-Fi проводились в період встановлення реального з'єднання точки доступу з пристроєм Wi-Fi з максимальним завантаженням трафіку.

На основі отриманих результатів досліджень нами було проведено узагальнення мінімальних та максимальних рівнів ЕМВ, що створюються комп'ютерною технікою з вбудованими пристроями Wi-Fi (табл. 1).

Таблиця 1. Узагальнені результати досліджень розподілу напруженості електромагнітного поля, що створюється комп'ютерною технікою з вбудованими засобами Wi-Fi на відстані 10-80 см від них.

№ п/п	Назва комп'ютера	Мінімальна напруженість ЕМП, В/м	Максимальна напруженість ЕМП, В/м
1	2	3	4
1.	«Poker Boos A10» з вбудованим Wi-Fi (робоча частота 2400 МГц, пікова потужність 0,1 Вт)	0,0763	0,1796
2.	«Poker Boos A10» з вбудованими пристроями 3G Wi-Fi (робоча частота 2100-2400 МГц, пікова потужність 0,1 Вт)	0,105	0,721
3.	Планшетний комп'ютер типу «Poker Book A10» з вбудованими пристроями 3G Wi-Fi (робоча частота 2100-2400 МГц, пікова потужність 0,1 Вт)	0,0117	0,0420
4.	«Lenovo 1804-A13», S/N P4G 1793 з вбудованим пристроєм Wi-Fi (робоча частота 2400 МГц, пікова потужність 0,1 Вт)	0,577	4,556

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
5.	Планшетний комп'ютер типу «Poker Book A7», SNEPB111000265F4v 4F000DO з вбудованим пристроєм Wi-Fi (робоча частота 2100-2400 МГц, пікова потужність 0,1 Вт)	0,165	0,401
6.	«Samsung NS 110-A05UA» S/N GZWA93KB900511» з вбудованим пристроєм Wi-Fi (робоча частота 2100-2400 МГц, пікова потужність 0,1 Вт)	0,108	1,702
7.	«Samsung NP100NZC-PSS» S/N HS9WW C100069 з вбудованим пристроєм Wi-Fi (робоча частота 2100-2400 МГц, пікова потужність 0,1 Вт)	0,204	0,808

Дані таблиці 1 свідчать, що максимальні рівні напруженості ЕМП від комп'ютерів з вбудованими пристроями Wi-Fi коливалися в межах 0,04-4,55 В/м. При цьому тільки в одному випадку цей рівень перевищував тимчасовий гігієнічний норматив для населення 3 В/м або 2,5 мкВт/см² [6].

Крім переліченого нами було проведено теоретичні дослідження просторового розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від пристроїв Wi-Fi, які умовно були розміщені на вільних територіях. Для цих досліджень було використано метод розрахунку густини потоку енергії (ГПЕ) електромагнітного поля УВЧ та НВЧ діапазонів. Зазначений метод призначений для визначення ГПЕ електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними засобами, які працюють в УВЧ та НВЧ-діапазонах. За допомогою цього методу ми прогнозували очікувану електромагнітну обстановку на територіях, прилеглих до радіотехнічних засобів Wi-Fi.

Основними радіотехнічними характеристиками, які визначали санітарно-гігієнічну обстановку в місцях розміщення радіотехнічних засобів Wi-Fi, були:

- імпульсна випромінююча потужність радіотехнічних засобів Wi-Fi, P_i ;
- середня за період посилення імпульсів потужності, P_{cp} ;

- коефіцієнт підсилення антен G ;
- період посилення (частота посилення) імпульсів, $T_n (E_n)$;
- період імпульсу – τ_i ;
- діаграма спрямованості у вертикальній та в горизонтальній площинах;
- довжина хвилі – λ ;
- втрати сигналу в антенно-фідерному тракті (АФТ) на передачу η .

Інтенсивність імпульсно-модульованого ЕМП визначалась нами по середній ГПЕ за період посилення T_n імпульсів. При цьому усередненню підпадали ГПЕ в імпульсі P_n . Згідно з цим зв'язок між двома величинами ГПЕ визначали як:

$$P_{cp} = P_n \tau_n F_n \quad (1).$$

У силу цього існує аналогічний зв'язок між імпульсною потужністю P_n та середньою за період посилення імпульсів потужністю P_{cp} визначали як:

$$P_{cp} = P_n \tau_n F_n \quad (2).$$

Якщо величина P_{cp} серед технічних параметрів не вказується, то ми її визначали за формулою (2).

Розрахунок ГПЕ електромагнітного поля проводили за допомогою формули (3):

$$P_{cp} [мкВт / см^2] = \frac{8P_{cp} (Вт) G \Phi_3 F^2(Q) \eta_{АФТ}}{R^2}, \quad (3)$$

де Φ_3 – показник, що враховує вплив магнітного поля Землі (в діапазоні 2400 МГц, має величину 1,2);

Q – кут у вертикальній площині між спрямованістю максимуму випромінювання антени та спрямованістю в точку опромінювання;

$F^2(Q)$ – значення нормованої діаграми спрямованості антени у напрямку об'єкта опромінювання;

$\eta_{АФТ}$ – множник, який враховує втрати сигналу в антенно-фідерному тракті на передачу;

R – відстань до точки опромінювання, м.

$$\text{Кут } Q \text{ визначали за формулою: } Q = \varepsilon_0 + \Delta, \quad (4)$$

де ε_0 – кут місця максимуму випромінювання;

Δ – кут опромінювання, який визначали за формулою:

$$\Delta = \text{arctg} \frac{H - h_a}{r}, \quad (5)$$

де H – висота точки опромінювання над поверхнею землі або підлоги;

h_a – висота установки антени над поверхнею землі або підлоги.

При цьому, якщо висота точки опромінювання була більше h_a , то Δ брали зі знаком “+”, а якщо вище, то зі знаком “–”.

Різниця висот $H - h_a$ визначалась відносно рівня розміщення антени.

У тих випадках, коли діаграма спрямованості (ДС) антени була відсутня, головний пелюсток діаграми описували за допомогою кривої Гауса, яка визначається як:

$$F^2(Q/Q_{0.5}) = e^{0,69(Q/Q_{0.5})^2}, \quad (6)$$

де $2\theta_{0,5}$ – ширина ДС на рівні 0,5 по потужності у вертикальній площині;

e – основа натурального логарифма.

За допомогою формули 3 розраховували ГПЕ на різних відстанях від засобів Wi-Fi для різних висот H . На основі цих розрахунків будували вертикальні діаграми випромінювання, які нами використовувались для характеристики та прогнозування електромагнітної обстановки, а також для визначення зон впливу в місцях розміщення радіотехнічних засобів Wi-Fi.

При проведенні розрахунку були використані апроксимовані характеристики випромінюючих антен зі значеннями коефіцієнта підсилення 0; 3;

6 дБі та потужністю передавача 0,1 Вт. Розрахунок проводився за межами зони індукції випромінюючої антени (віддаль від антени 0,1 м та більше) при висоті встановлення антени 0,7 м над рівнем підлоги.

Результати розрахунку розподілу рівнів ЕМВ на території, прилеглій до пристрою як приклад наведено на рис. 1.

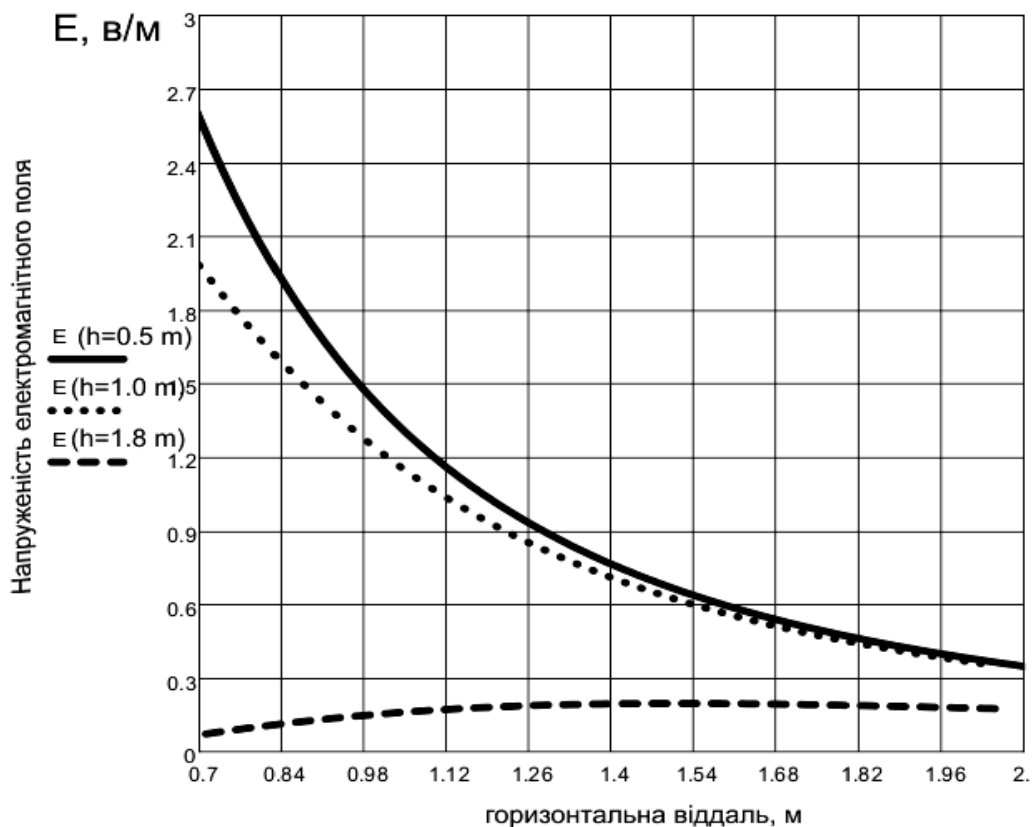


Рисунок 1 - Результати розрахунку просторового розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від засобів Wi-Fi, обладнаних антеною з коефіцієнтом підсилення 3 дБі.

У результаті теоретичних досліджень встановлено, що починаючи з віддалі 0,7 м від антени Wi-Fi розрахункові рівні ЕМВ практично співпадають з вимірними. Для кожного окремого засобу Wi-Fi вони становлять:

- для антени з коефіцієнтом підсилення 0 дБі на висоті 0,5 м від рівня підлоги на віддаль 0,7-2 м від антени - $1,63-0,05 \text{ мкВт/см}^2$;

- для антени з коефіцієнтом підсилення 3 дБі на висоті 0,5 м від рівня підлоги на віддаль 0,7-2 м від антени - 3,3-0,1 мкВт/см²;
- для антени з коефіцієнтом підсилення 6 дБі на висоті 0,5 м від рівня підлоги на віддаль 0,7-2 м від антени - 6,5-0,2 мкВт/см².

В цілому за матеріалами розгляду технічних характеристик сучасного обладнання бездротових мереж передачі даних визначено напрямки розвитку цієї проблеми в світі за останні 20 років; встановлено, що для побудови цієї мережі використовується обладнання стандарту 802,1х; доведено, що нині в системі бездротової мережі широко використовуються засоби Wi-Fi; показано, що в Україні у найближчий час буде введено в експлуатацію 22 установки Wi-Fi (у Києві – 19; Харкові – 1; Черкасах – 1; Сімферополі – 1), при тому, що на сьогодні у світі функціонує 793 049 таких установок. Все це свідчить, що дана проблема активно вирішується як у державних, так і в комерційних структурах країн світу.

Встановлено, що обладнання Wi-Fi є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої (2,4 ГГц) та надвисокої частоти (5,1 ГГц), яке поширюється у навколишньому середовищі у вигляді шумоподібного сигналу, який на відкритій території дає можливість встановити зв'язок на відстані до 110 км, а в умовах міської забудови до 5 км. У зв'язку з цим можна очікувати, що під час роботи обладнання Wi-Fi значна частина населення буде знаходитись під впливом електромагнітного випромінювання ультрависокої і надвисокої частоти. За результатами аналітичного розгляду технічних характеристик засобів Wi-Fi встановлено, що питання, які стосуються охорони здоров'я людини від впливу електромагнітного випромінювання, створюваного обладнанням Wi-Fi, на сьогодні залишаються майже не вирішеними і тому потребують подальшого поглибленого вивчення. Особливо це необхідно для вирішення життєво важливого питання щодо можливості використання Wi-Fi обладнання в умовах загальноосвітніх закладів. Для вирішення цих питань намічено виконати ряд науково-дослідних робіт. За результатами власних фізико-гігієнічних досліджень

встановлено, що комп'ютер з вбудованим пристроєм Wi-Fi є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої частоти (2400 МГц), рівень якого тимчасово до розробки індивідуальних нормативів регламентується «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання», ДСНіП №239-96 [6], згідно з якими для діапазону ультрависоких частот встановлено тимчасовий гранично допустимий рівень 3 В/м або 2,5 мкВт/см². Результати теоретичних досліджень показали, що рівень ЕМВ на віддалі 0,1-0,3 м від антен пристрою Wi-Fi на висоті 0,6 м над рівнем підлоги становив 30,7-7,6 мкВт/см². Зі збільшенням відстані він стрімко знижувався і на віддалі 0,7 м становив 1,6 мкВт/см². Починаючи з віддалі 0,7 м від антени Wi-Fi, розрахункові рівні ЕМВ практично співпадали з вимірними і для кожного окремого засобу Wi-Fi становили:

- для антени з коефіцієнтом підсилення 0 дБі на висоті 0,5 м від рівня підлоги на віддаль 0,7-2 м від антени – 0,63-0,05 мкВт/см²;
- для антени з коефіцієнтом підсилення 3 дБі на висоті 0,5 м від рівня підлоги та на тих же віддаль – 3,3-0,1 мкВт/см²;
- для антени з коефіцієнтом підсилення 6 дБі на висоті 0,5 м від рівня підлоги та на тих же віддаль – 5,5-0,2 мкВт/см².

Результатами випробувань доведено, що рівень електромагнітного випромінювання від більшості досліджуваних комп'ютерів з вбудованими пристроями Wi-Fi не перевищував або дорівнював гігієнічному нормативу 3 В/м або 2,5 мкВт/см². У той же час зазначений гігієнічний норматив не може бути використаний для оцінки впливу комп'ютерної техніки і засобів Wi-Fi, оскільки, по-перше, згідно з ДСНіП №239-96 п. 1.3.3 він є тимчасовим [6] і не розрахований на ЕМВ, що створюється даними засобами; по-друге, він не враховує вікові життєво важливі особливості дитячого організму. Для вирішення цього питання необхідні спеціальні медико-біологічні дослідження.

Дослідження стану електромагнітної обстановки в загальноосвітніх закладах, обладнаних комп'ютерною технікою та засобами передачі даних типу Wi-Fi.

Попередніми дослідженнями доведено, що комп'ютери з вбудованими засобами Wi-Fi є джерелами електромагнітного випромінювання ультрависокої (2400 МГц) та надвисокої (5500 МГц) частоти, яка згідно з даними наукової літератури може негативно впливати на стан здоров'я учнів загальноосвітніх навчальних закладів. На сьогодні цей вид випромінювання для умов загальноосвітніх закладів залишається нерегламентованим.

З метою кількісного визначення та для подальшого регламентування цього фактору в умовах загальноосвітніх закладів нами були виконані дослідження стану електромагнітної обстановки в цих закладах. Для проведення досліджень вимірів рівнів ЕМВ у загальноосвітніх закладах було використано вимірювальний комплекс Rohde & Schwarz TS-EMF.

Загальноосвітні навчальні заклади, в яких проводилися дослідження з розподілу рівнів ЕМВ, були оснащені наступними засобами Wi-Fi: D LINK, TP-LINK, CISCO та ZIXEL.

У навчальних закладах Києва досліджувались різні комп'ютери, з якими працювали учні, а саме: планшетний комп'ютер ImPAD 0211 (гімназія ім. М.П. Драгоманова), PocketBook A10 3G (коледж ім. В.О. Сухомлинського), Samsung NC110 (школа №132) та Intel Classmate PC (школа №168). Всі комп'ютери були оснащені внутрішнім модулем Wi-Fi.

Всі радіоелектронні засоби (РЕЗ), які підлягали дослідженню, працювали в діапазоні ультрависоких частот (2412-2472 МГц). Потужність передавачів РЕЗ Wi-Fi не перевищувала 20 dBm, або 0,1 Вт.

Виміри проводились у дальній зоні випромінювання електромагнітної енергії, яка від обладнання Wi-Fi, що працює в смузі частот 2412-2472 МГц, починається з відстані 1,5 м від антени Wi-Fi.

Перед проведенням вимірів проводилась ініціалізація всіх учнівських комп'ютерів, тобто їх переводили в режим довгострокової передачі (файл об'ємом понад 500 МБ) з повним завантаженням трафіку точки доступу. Виміри виконувались при 4-х включених на передачу файлів учнівських комп'ютерах. Час проведення досліджень в одній точці становив не менше 6 хвилин. Контроль та реєстрація трафіку здійснювались за допомогою комп'ютера вчителя.

Результати досліджень розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від комп'ютерної техніки в гімназії ім. М.П. Драгоманова.

Гімназія ім. М.П. Драгоманова розташована в Шевченківському районі м. Києва (бульвар Т. Шевченка, 56А). У місці розміщення гімназії функціонує ряд зовнішніх і внутрішніх точок доступу Wi-Fi, які вносять певний вклад у загальний стан електромагнітної обстановки міста, а також і в стан електромагнітної обстановки гімназії ім. М.П. Драгоманова. У зв'язку з цим для отримання даних про реальні рівні ЕМВ, що створюються комп'ютерною технікою в зазначеній гімназії, необхідно було отримати фонові рівні ЕМВ від зовнішніх джерел Wi-Fi. З цією метою було проведено відповідні дослідження.

Схему розміщення та вигляд комп'ютерного обладнання в гімназії ім. М.П. Драгоманова наведено на рис. 2.

Точка доступу (Wi-Fi роутер) був розміщений на підвіконні учбового класу. Стіл вчителя обладнаний комп'ютером. Учнівські комп'ютери розміщені на учнівських столах на висоті 0,7 м від полу.

Виміри фонових рівнів проводилися також на висоті 1,3; 1,7 м над рівнем підлоги, але вони мало чим відрізнялись від тих, які були отримані на висоті 0,7 м над підлогою.

Результати вимірів реальних рівнів ЕМВ від пристрою Wi-Fi в учбовому класі гімназії ім. М.П. Драгоманова подано на рис. 6, які свідчать, що сумарний рівень ЕМВ на навчальних місцях учнів: на висоті 0,7 м від підлоги рівень ЕМВ

становив 1,42 В/м; на висоті 1,3 м над рівнем підлоги - 1,79 В/м; на висоті 1,7 м над рівнем підлоги - 1,3 В/м.

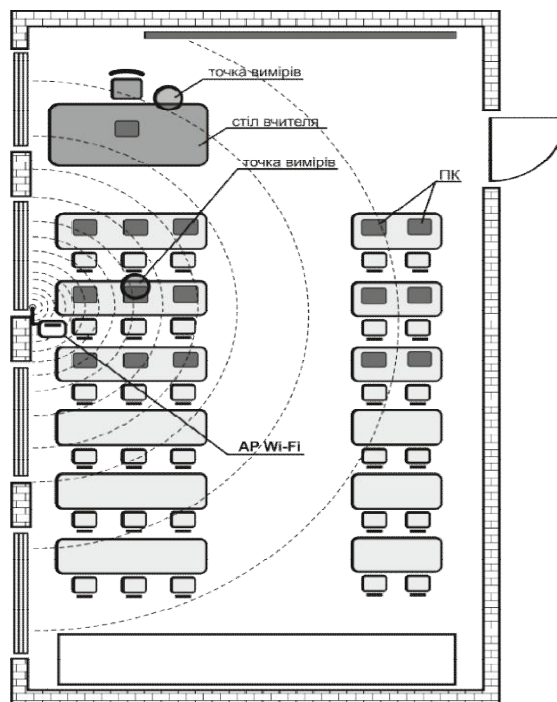


Рисунок 2 - Схема розміщення комп'ютерного обладнання в гімназії ім. М.П. Драгоманова

Таким чином, показано, що на всіх висотах рівень ЕМВ від пристрою Wi-Fi на навчальних місцях учнів у навчальному класі гімназії ім. М.П. Драгоманова був у кілька разів менший за тимчасовий гігієнічний норматив 3 В/м або 2,5 мкВт/см². Середній сумарний рівень ЕМВ становив 1,52 В/м, що також був меншим за нормативний – 3 В/м (рис. 3).

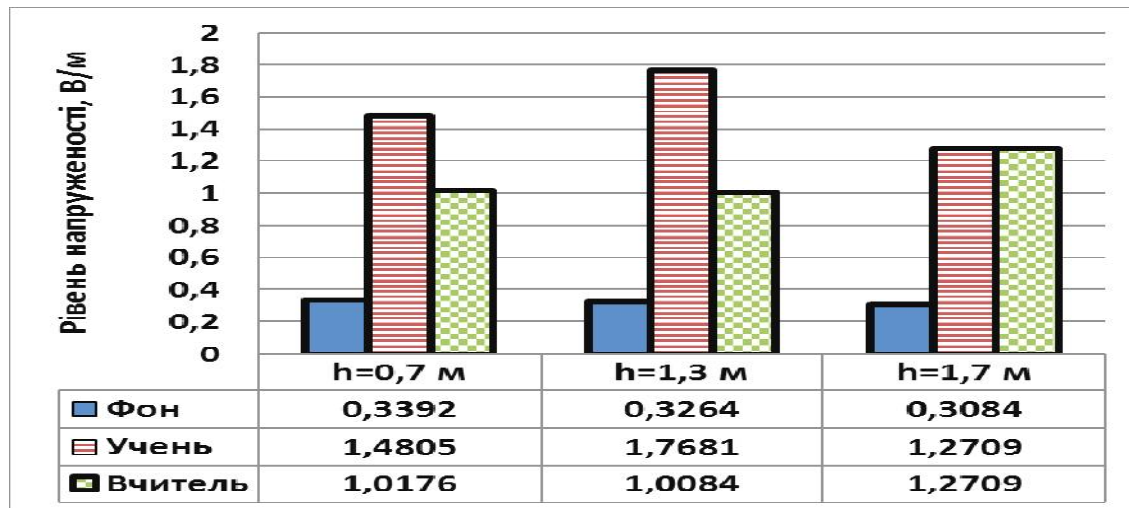


Рисунок 3 - Сумарний рівень ЕМВ від пристрою Wi-Fi на навчальному місці учня та вчителя в порівнянні з фоновим рівнем ЕМВ та з тимчасовим гігієнічним нормативом для 3 В/м.

Результати досліджень розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від комп'ютерної техніки в загальноосвітній середній школі ЗОШ №132. Ця школа розташована в м. Києві, проспект академіка Глушкова, 28. У місці розташування школи функціонує ряд зовнішніх і внутрішніх точок доступу Wi-Fi, які безумовно вносять певний вклад в стан електромагнітної обстановки міста, в тому числі і в стан електромагнітної обстановки ЗОШ №132. В зв'язку з цим для отримання реальних рівнів ЕМВ, що створюються комп'ютерною технікою в зазначеній школі, необхідно було отримати фонові рівні ЕМВ від зовнішніх джерел Wi-Fi.

Згідно зі схемою (рис.4) пристрій Wi-Fi розміщено в кінці комп'ютерного класу на висоті 2,7 м над рівнем підлоги. Стіл вчителя обладнаний комп'ютером. Учнівські комп'ютери розміщені на учнівських столах на висоті 0,7 м від підлоги. Точки доступу (AP Wi-Fi) були встановлені на стіні в кінці класу на висоті 2,5 м над підлогою.

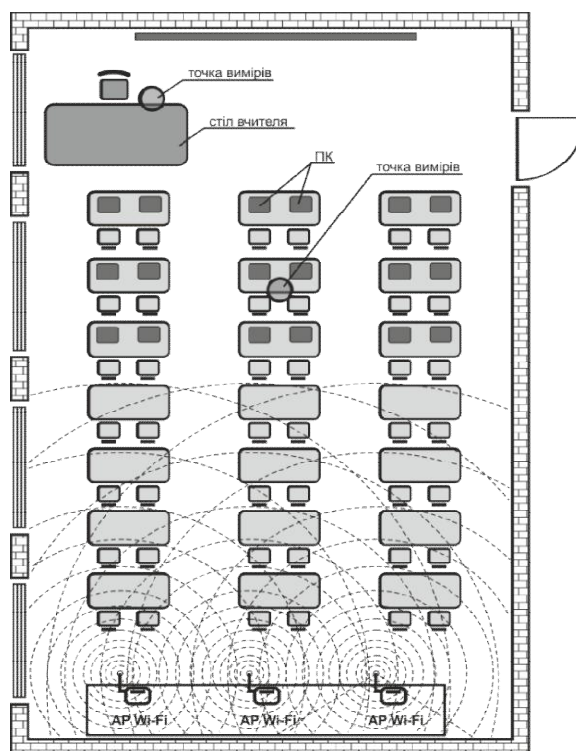


Рисунок 4 - Схема розміщення комп'ютерного обладнання в ЗОШ №132

Результати вимірів реальних рівнів ЕМВ від пристрою Wi-Fi у навчальному класі ЗОШ №132 наведено на рис. 5.

Згідно з цим рисунком на навчальних (РОБОЧИХ) місцях учнів: на висоті 0,7 м від підлоги рівень ЕМВ становив від 0,68 В/м; на висоті 1,3 м над рівнем підлоги – 1,80 В/м; на висоті 1,7 м над рівнем підлоги – 1,30 В/м. Цими дослідженнями доведено, що на всіх висотах рівень ЕМВ від пристрою Wi-Fi на робочих місцях учнів в навчальному класі ЗОШ №132 був меншим за тимчасовий гігієнічний норматив 3 В/м. Середній сумарний рівень ЕМВ становив 1,26 В/м, що також було менше нормативного – 3 В/м (рис. 5).

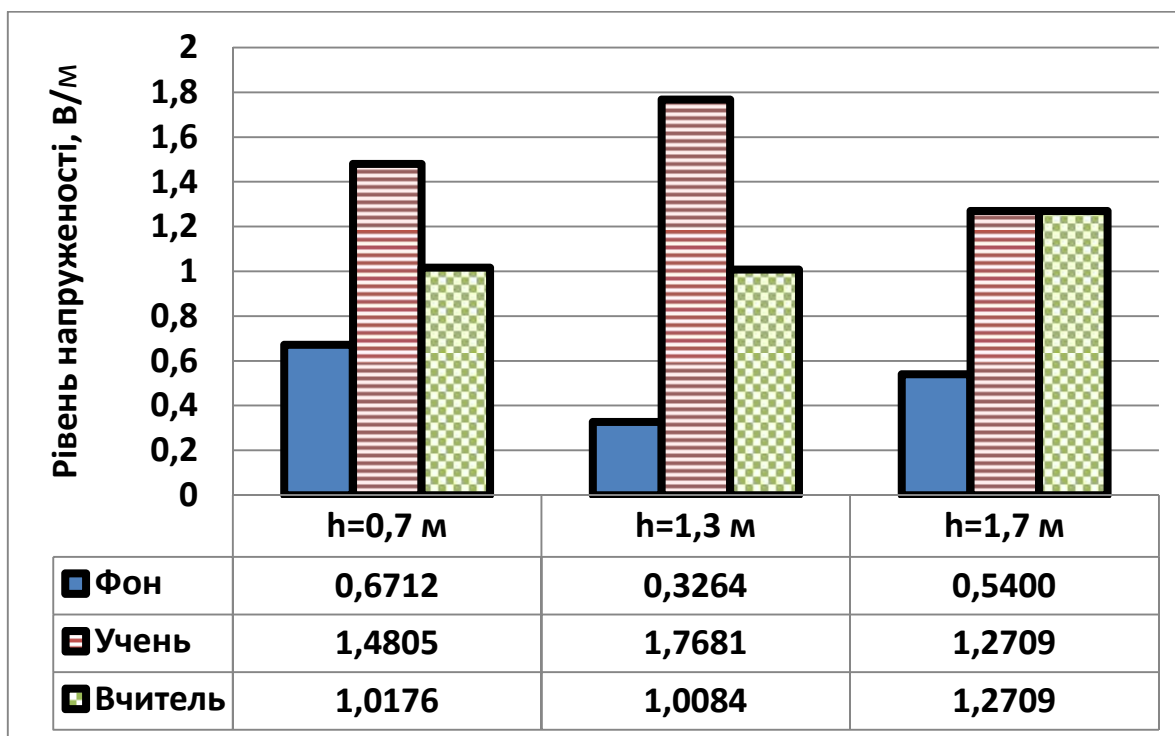


Рисунок 5 - Сумарний рівень ЕМВ у навчальному класі ЗОШ №132, що створюється пристроєм Wi-Fi на місці учня та вчителя в порівнянні з фоновим рівнем ЕМВ та з тимчасовим гігієнічним нормативом 3 В/м.

Результати досліджень розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від комп'ютерної техніки загальноосвітньої середньої школи ЗОШ №168. Школа розташована в Оболонському районі м. Києва (проспект Озерний, 2А). У місці її розміщення, також як і в попередніх випадках, функціонує ряд зовнішніх і внутрішніх точок доступу Wi-Fi, які вносять вклад в стан електромагнітної обстановки міста, в тому числі і в стан електромагнітної обстановки ЗОШ №168. У зв'язку з цим нами були виконані відповідні дослідження з визначення фонових рівнів ЕМВ.

Схему розміщення комп'ютерного обладнання в ЗОШ №168 наведено на рис. 6. Згідно зі схемою пристрій Wi-Fi розміщено на стіні при вході до навчального класу. Стіл вчителя обладнаний комп'ютером. Учнівські комп'ютери розміщені на учнівських столах, на висоті 0,7 м від підлоги.

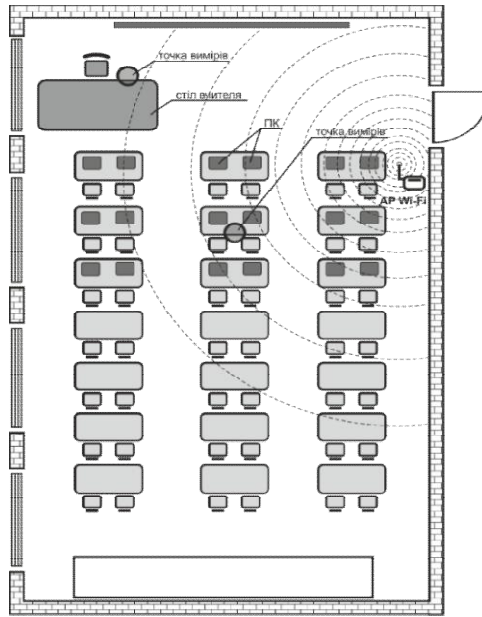


Рисунок 6 - Схема розміщення комп'ютерного обладнання в ЗОШ № 168.

Результати вимірів реальних рівнів ЕМВ від пристрою Wi-Fi в ЗОШ №168 наведено на рис. 7.

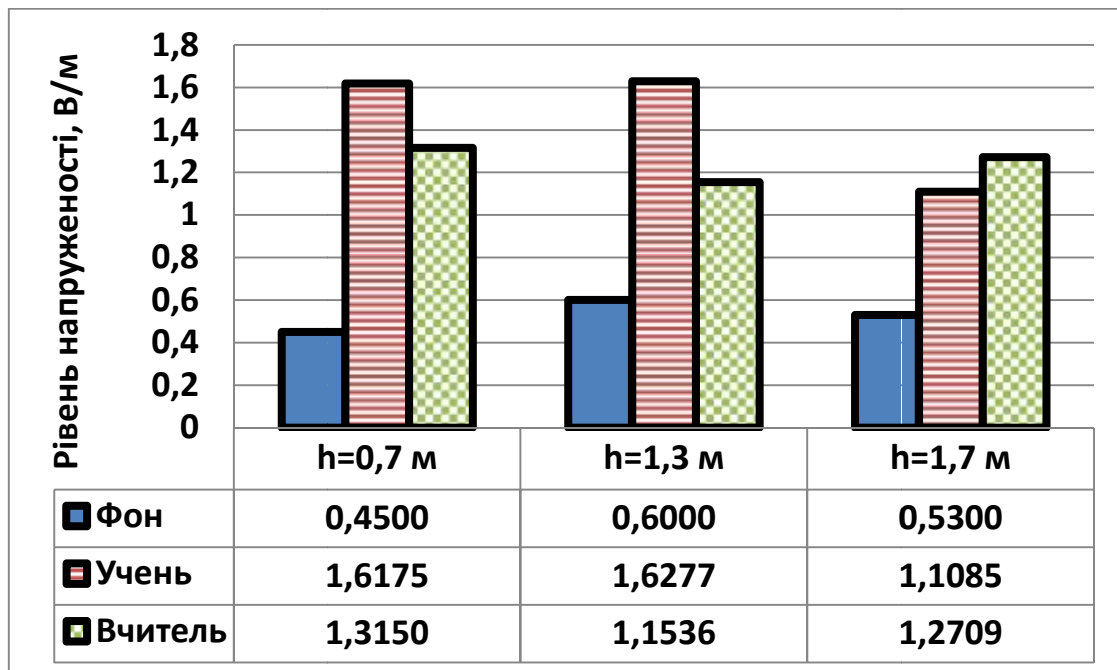


Рисунок 7 - Сумарний рівень ЕМВ в класі ЗОШ №168, що створюється пристроєм Wi-Fi на робочому місці учня та вчителя у порівнянні з фоновим рівнем ЕМВ та з тимчасовим гігієнічним нормативом 3 В/м.

На рисунку 7 показано, що на робочих місцях учнів школи №168 рівень ЕМВ на висоті 0,7 м від підлоги становив 1,61 В/м; на висоті 1,3 м над рівнем підлоги – 1,61 В/м; на висоті 1,7 м над рівнем підлоги – 1,25 В/м. Цими дослідженнями доведено, що на всіх висотах рівень ЕМВ від пристрою Wi-Fi на робочих місцях учнів у класі ЗОШ №168 був у декілька разів меншим за гігієнічний норматив 3 В/м. Середній сумарний рівень ЕМВ при цьому становив 1,46 В/м, що також менший за нормативний – 3 В/м.

Результати досліджень розподілу рівнів ЕМВ від комп'ютерної техніки в коледжі ім. В.О. Сухомлинського. Коледж ім. В.О. Сухомлинського розташований в Оболонському районі м. Києва (вул. Луначарського, 5А). У місці розташування школи, як і в попередніх випадках, функціонує ряд зовнішніх точок доступу Wi-Fi, які вносять вклад в стан електромагнітної обстановки міста, у тому числі в стан електромагнітної обстановки коледжу ім. В.О. Сухомлинського. В зв'язку з цим нами були виконані дослідження з визначення фонових рівнів ЕМВ.

Пристрій Wi-Fi розміщено за територією навчального класу. Стіл вчителя обладнаний комп'ютером. Учніські комп'ютери розміщені на учнівських столах, на висоті 0,7 м від підлоги. Точку доступу (AP Wi-Fi) встановлено за межами класу на висоті 2,5 над підлогою.

Результати вимірів реальних рівнів ЕМВ від пристрою Wi-Fi у навчальному класі коледжу ім. В.О. Сухомлинського наведено на рис. 8.

Отримані результати досліджень показали, що на робочих місцях учнів сумарний рівень ЕМВ: на висоті 0,7 м від підлоги становить 0,68 В/м; на висоті 1,3 м над рівнем підлоги – 0,72 В/м; на висоті 1,7 м над рівнем підлоги – 0,72 В/м.

Результатами цих досліджень доведено, що на всіх висотах рівень ЕМВ від пристрою Wi-Fi на робочих місцях учнів у класі коледжу ім. В.О. Сухомлинського був у кілька разів меншим за тимчасовий гігієнічний норматив 3 В/м або 2,5 мкВт/см². Середній сумарний рівень ЕМВ при цьому становив 0,70 В/м, що також було менше нормативного – 3 В/м.

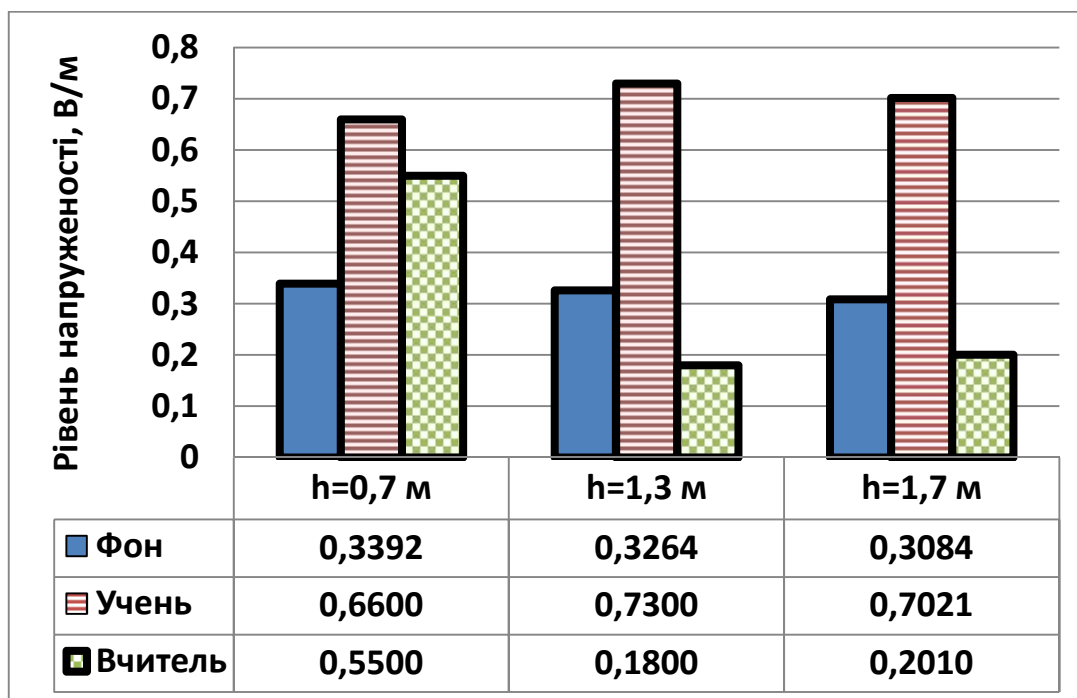


Рисунок 8 - Сумарний рівень ЕМВ, що створюється в класі коледжу ім. В.О. Сухомлинського пристроєм Wi-Fi на робочому місці учня та вчителя у порівнянні з фоновим рівнем ЕМВ.

В цілому матеріали досліджень показали, що загальноосвітні навчальні заклади, в яких проводилось гігієнічне обстеження, були оснащені точками доступу Wi-Fi та комп'ютерною технікою з обладнанням Wi-Fi. Ці заклади розташовані в густонаселених районах м. Києва, де функціонує ряд зовнішніх джерел Wi-Fi, що випромінюють у навколишнє середовище електромагнітну енергію ультрависокої частоти (2402-2472 МГц). Ці джерела вносять вклад в загальний фон електромагнітної обстановки, який необхідно враховувати при гігієнічній оцінці ЕМВ, що створюється обладнанням комп'ютерної техніки в загальноосвітніх закладах. За результатами досліджень встановлено, що сумарний фон електромагнітного випромінювання у смузі частот 2412-2472 МГц, який створюється зовнішніми пристроями Wi-Fi, коливається від 0,25 до 0,65 В/м, що в декілька разів менше за тимчасовий гігієнічний норматив 3 В/м або 2,5 мкВт/см².

Доведено, що реальний рівень ЕМВ в комп'ютерних класах, обладнаних точками доступу Wi-Fi, коливається в межах 0,3-1,8 В/м.

За матеріалами досліджень також встановлено, що учень і вчитель в навчальних класах знаходилися під впливом різних рівнів ЕМВ. Учень у ряді випадків знаходився під впливом більш високих рівнів (0,72 В/м) ніж вчитель (0,20 В/м). При цьому найбільші рівні спостерігалися на висоті 1,3; 1,7 м над підлогою класу. Це пов'язано з місцем та висотою розміщення точки доступу Wi-Fi.

Встановлено, що точки доступу Wi-Fi у загальноосвітніх закладах на даний час розміщуються без будь-яких обґрунтувань з точки зору охорони здоров'я учнів і вчителя від впливу ЕМВ, що створюється пристроями Wi-Fi.

Біолого-гігієнічні дослідження впливу на піддослідних тварин електромагнітного поля, що створюється засобами Wi-Fi

З метою розробки гігієнічних нормативів електромагнітних полів для населення в УВЧ (2400 МГц) діапазоні використано модель, суть якої полягає в опроміненні експериментальних тварин у полі плоскої біжучої електромагнітної хвилі.

При вирішенні питань з гігієнічної регламентації електромагнітних полів навколишнього середовища необхідною умовою є моделювання впливу цього фактору на організм в експерименті. Принципи, які можна використовувати в якості наукової основи для створення як самої гіпотетичної моделі впливу електромагнітного поля, так і наступної її реалізації, можна сформулювати таким чином:

- динамічний діапазон зміни інтенсивності діючого фактору повинен відповідати умовам його розподілу в навколишньому середовищі;

- фізичні характеристики ЕМП (структура, поляризація, модуляція, частота і спектр сигналу) повинні бути максимально наближеними до реальних умов впливу цього фактору на людину;
- тимчасові характеристики моделі (час опромінення і його періодичність) визначаються параметрами реального впливу;
- вплив на стійкість моделі до завад.

Завдання наших досліджень полягали в розробці адекватної фізичної моделі впливу на піддослідних тварин електромагнітних полів, створюваних терміналами Wi-Fi частотою 2400 МГц, для гігієнічного нормування цього фактору.

Для вирішення поставлених завдань розроблено експериментальну опромінюючу систему бездротових мереж Wi-Fi, до складу якої входили:

- комп'ютерний кластер з 6 комп'ютерів (Socket 1150 ASUS H87-PLUS, Core i5 4430 3.0 GHz, DDR III 4096 Mb x 4шт 1600 MHz, Silicon Power SSD V60/120GB, Toshiba DT01ACA300/3TB);
- система надшвидкого старт-стопу;
- 24 мережеві карти типу TP-LINK TL-WN751ND або ASUS PCE-N10 (24 терміналів мережі Wi-Fi стандарту 802.11b/g/n), екранована фідерна секція ANT24-ODU3M (24 шт.), яка призначена для з'єднання терміналів з антенами опромінюючої системи,
- 12 випромінюючих планарних антен, вмонтованих в ємності, де утримуються піддослідні тварини;
- еквівалент навантаження типу ЭВ-2-0,1-50 Ом;
- програмне забезпечення регулювання та контролю трафіку кластеру через термінали Wi-Fi.

Блок-схему опромінюючої системи бездротових мереж Wi-Fi подано на рисунку 9.

Кожен рівень кластеру для запобігання впливу на інші рівні розташовано в екрануючій секції (рис. 10).

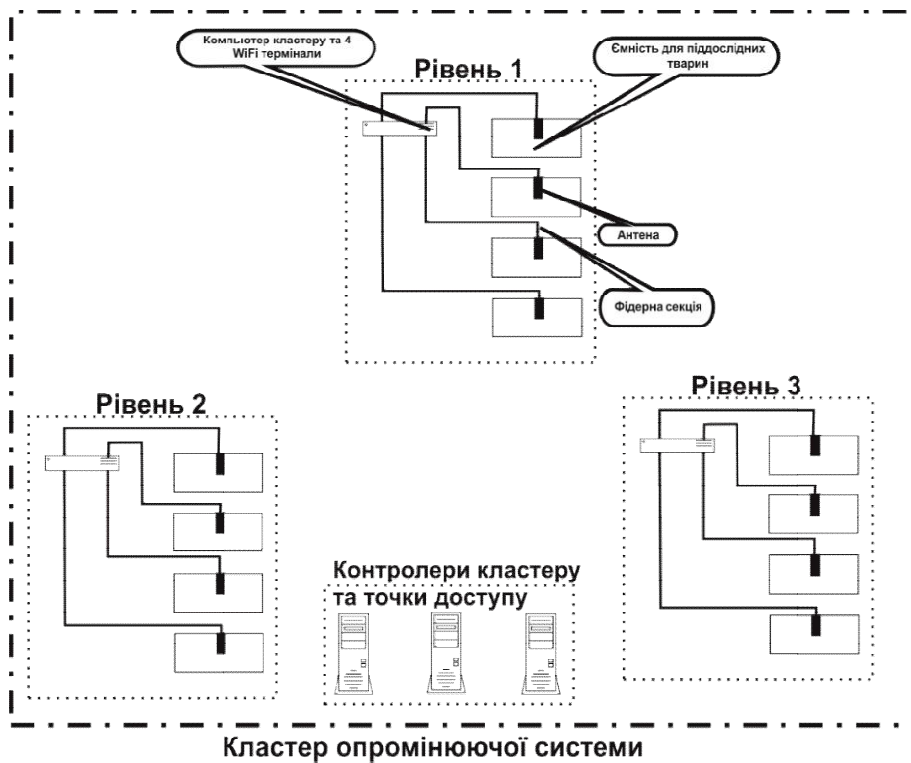


Рисунок 9 - Блок схема експериментальної опромінюючої системи Wi-Fi.



Рисунок 10 - Екрануюча секція.

При проектуванні опромінюючої системи передбачено блокування відкривання дверей безехової камери при працюючому передавачі. Передбачено встановлення захисних засобів таким чином, щоб напруженість поля в

приміщенні, де встановлена опромінююча система, не перевищувала нормативного рівня.

Зовнішній вигляд екрануючої секції наведено на рисунку 10.

Основними контрольованими параметрами опромінюючої системи є:

- потужність передавача терміналу Wi-Fi;
- коефіцієнт бігучої хвилі (КБХ) на вході і виході системи;
- щільність потоку електромагнітної енергії (ЕМЕ) в робочій зоні опромінюючої системи;
- нерівномірність щільності потоку ЕМЕ в зоні розміщення тварин;
- щільність потоку ЕМЕ в приміщенні, де встановлено опромінюючу систему;
- час роботи кожного терміналу;
- трафік (обсяг інформації) передачі терміналу.

Для контролю з цих параметрів використовувався прилад: вимірювач щільності потоку електромагнітного поля типу ПЗ-30.

За результатами проведених досліджень встановлено, що нерівномірність ЕМП у зоні опромінення розмірами 1,3×0,7×0,3 м не перевищує $\pm 20\%$ при одночасному опроміненні 100 щурів, по 25 щурів в одній ємності. Максимальний рівень напруженості електричної складової поля, що забезпечується даним типом передавача і розмірами опромінюючої системи, становить 6 В/м (10 мкВт/см^2 при потужності передавача 0,1 Вт) у режимі максимального трафіку.

Для імітації роботи радіотерміналу в режимі реального часу застосовано програмний комплекс LAN Speed Test Server v3.1 та LAN Speed Test v3.1 компанії Totusoft.com, який здійснює включення/вимикання кожного окремого термінального каналу передавача кластеру на випромінювання в режимі моделювання роботи терміналу Wi-Fi.

Методи оцінки функціонального стану організму експериментальних тварин та умови досліджень. Вивчення біоефектів ЕМВ, що створюється

інформаційно-комунікаційними технологіями, які планується використовувати у загальноосвітніх навчальних закладах, передбачає системний підхід, який дозволяє оцінити особливості біологічних реакцій різних інтегративних рівнів організму, які беруть участь у формуванні відповідної реакції на вплив досліджуваного фактору. Постановка та проведення біолого-гігієнічного експерименту включає побудову опромінюючої системи та вибір біологічних тестів для визначення кількісного і якісного впливу досліджуваного фактору на організм (табл. 2).

Таблиця 2 - Умови проведення біолого-гігієнічного експерименту.

Об'єкт дослідження	Білі щури лінії Wistar, з розрахунку по 35 тварин у кожній групі
Експеримент	Хронічний експеримент: тривалість впливу фактору – 3 місяці. Період післядії тривалістю 30 діб.
Режим впливу	Частота – 2400 МГц; Потужність передавача – 0,1Вт; Опромінення безперервне стандартним сигналом WiFi 802.1 n (передача даних); Рівень в місці опромінення від 1 до 3 мкВт/см ²
Рівень впливу фактору (ГПЕ)	I група піддослідних тварин (контрольна) – 0 годин/добу; II група піддослідних тварин – 2 години/добу; III група піддослідних тварин – 4 години/добу; IV група піддослідних тварин – 6 годин/добу

Відбір біологічного матеріалу та реєстрація показників у період дії досліджуваного фактору проводились щомісяця, через 30, 60, 90 діб та через 30 діб після припинення дії досліджуваного фактора.

Всі результати досліджень були оброблені за допомогою статистичного методу дослідження з обчисленням критерію t-Ст'юдента відносно контролю.

Біохімічні методи досліджень. Стан біохімічних процесів, що протікають в організмі піддослідних тварин, оцінювався за рядом показників, що характеризують функціональні зміни обміну речовин, які обумовлюються дією

чинників навколишнього середовища. Під їх впливом дискоординація ферментних систем може стати пусковим механізмом у розвитку метаболічних і функціональних порушень в організмі. При пошкодженні проникливості біомембран важливим показником є стан ферментативної активності [7,8,9].

Поряд з перерахованими показниками до програми досліджень були включені методи визначення інтегральних показників білкового та вуглеводного обмінів.

Паралельно проводилось визначення концентрації гемоглобіну в крові.

Також до програми досліджень було включено методи визначення інтегральних показників функціонального стану печінки, серед яких найбільш широко використовується маркер порушень паренхіми печінки – вміст аланінової (АЛАТ) та аспарагінової (АСАТ) амінотрансфераз.

Також ми вивчали загальний вміст холестерину, активність α -амілази у плазмі крові.

Дослідження ферментативної активності проводили на біохімічному аналізаторі «Stat Fax – 1904» та імуноферментному аналізаторі «Stat Fax – 303 Plus» (USA) та за допомогою фотоелектрокалориметра КФК-2 стандартними методами з використанням діагностичних тест-наборів фірми Sentinel (Італія). Кількісний вміст глікогену в гомогенатах тканин печінки та головного мозку визначали антроновим методом по Morris [13].

Інтенсивність перекисне окислення ліпідів (ПОЛ) визначали за рівнем метаболітів кінцевого продукту ПОЛ. В основі методу лежать реакції 2-тіобарбітурової кислоти з вторинним продуктом ПОЛ-малановим діальдегідом (МДА) [14].

Стан ферментативної антиоксидантної системи досліджували визначенням вмісту відновленого глутатіону методом [15].

Для визначення впливу навантаження ЕМВ на систему крові проводили дослідження периферичної крові. Гематологічні дослідження виконано згідно з

загальноприйнятими методиками [5]. Гематологічні дослідження здійснювали за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора PCE-90 Vet, фірми НТІ (США).

Основними методами виконаних досліджень є біохімічні, які дозволяють виявити структурно-функціональні зміни окисно-відновлювальних систем внутрішньоклітинних структур, цитологічні, що включають дослідження периферичної крові на клітинному рівні.

Наведений комплекс методів досліджень дозволяє визначити особливості формування ранніх структурно-функціональних зрушень на різних інтегральних рівнях в організмі піддослідних тварин в умовах впливу електромагнітного навантаження.

Вплив ЕМП (Wi-Fi випромінювання) на біохімічні показники організму піддослідних тварин

Дослідження проведено на білих щурах Wistar в умовах хронічного експерименту. Стан обмінних процесів в організмі піддослідних тварин оцінювався за комплексом показників білкового, вуглеводного обміну, окислювально-антиоксидантної системи, активності деяких ферментів у сироватці крові та в органах.

В результаті досліджень було виявлено, що протягом всього експерименту відмічалось зростання вмісту аспаратамінотрансферази (АСТ) в плазмі крові в усіх групах опромінення відносно контролю (першої групи), але в четвертій групі на 30, 60 добу опромінення та в період післядії було незначне зниження АСТ відносно контролю (першої групи). При дослідженні аланінамінотрансферази (АЛТ) в плазмі крові було відмічено зростання цього ферменту в усіх групах опромінення відносно контролю (першої групи). Достовірність отриманих результатів не було підтверджено статистично. При дослідженні вмісту альбуміну в сироватці крові було відмічено його зниження протягом всього експерименту, а в період післядії показник зростав. У четвертій групі на 60-у добу опромінення

було незначне зростання рівня альбуміну. В результаті досліджень було відмічено зростання концентрації холестерину протягом всього експерименту в усіх групах навантаження ЕМВ, а на 60-ту добу в другій та третій групах було незначне зменшення показника відносно контрольної (першої) групи. При визначенні вмісту сечовини в плазмі крові ці показники на протязі всього експерименту в усіх групах навантаження ЕМВ зростали. Достовірне зростання було відмічено в третій групі на 30-у добу. Було виявлено несуттєве зміння рівня креатиніну в плазмі крові, що проявляється зростанням його вмісту відносно контрольних значень, та незначне зниження в деяких групах на 30-у та 90-у добу дослідження. При визначенні вмісту лужної фосфатази та амілази в плазмі крові було показано, що під час всього експерименту їх вміст зростає при підвищенні дози опромінення. Вміст глутатіону у тканинах печінки хвилеподібно коливався протягом всього експерименту в усіх групах опромінення. Достовірне зниження показника було показано для першого місяця дослідження в четвертій групі опромінення. При визначенні вмісту глутатіону в тканинах мозку під дією ЕМВ було відмічено незначне його зростання протягом всього експерименту. Вміст фонового МДА у тканинах печінки коливався у межах контролю. Достовірне підвищення показника спостерігалось під час другого місяця дослідження у другій групі опромінення. При дослідженні вмісту фонового МДА у тканинах мозку щурів протягом перших трьох місяців вміст досліджуваної речовини підвищувався. Зниження показника спостерігалось для груп тварин у період післядії та в другій групі опромінення на 60-у добу дослідження. Достовірне підвищення вмісту фонового МДА було показано для першого та другого місяців. Також виявлено несуттєве зміння рівня спонтанного МДА в тканинах печінки, яке хвилеподібно коливалось в рамках контролю. На 90-й день експерименту спостерігалось зниження вмісту спонтанного МДА у тканинах печінки дослідних тварин. Це зниження було достовірно підтверджено. Вміст спонтанного МДА в тканинах мозку знижувався для 2 групи опромінення (достовірно підтверджено на

90-у добу експерименту), а в інших випадках він зростав. Впродовж 30-и денної післядії спостерігалось підвищення вмісту речовини. Ці підвищення були достовірно підтверджені. В ході хронічного експерименту виявлено зміни рівня залежного МДА в тканинах печінки, що проявляється зниженням його вмісту відносно контрольних значень на 90-у добу експерименту та впродовж післядії. Підвищення рівня вмісту МДА проявляється на 30-у та 60-у добу експерименту. Підвищення в перший місяць було статистично достовірним.

Слід зазначити, що відмічені коливання показників метаболічних процесів у крові та органах тварин не досягли патологічних значень за вмістом субстратів та активністю ферментів. Ефект впливу електромагнітного навантаження проявляється ініціацією перекисного окислення ліпідів при недостатності антиоксидантного захисту, що призводить до напруження компенсаторних механізмів.

Вплив ЕМВ на гематологічні показники піддослідних тварин

Загальний аналіз крові та підрахунок лейкоцитарної формули у щурів контрольної групи та щурів піддослідних груп було проведено на всіх етапах експериментальних досліджень.

Дослідженнями встановлено зниження абсолютної кількості лейкоцитів та абсолютної кількості лімфоцитів протягом майже всього терміну експерименту з опромінення в усіх групах тварин. Також було відмічено незначне підвищення цих показників. Підвищення лейкоцитів було достовірно статистично підтверджено через 90 діб дії досліджуваного фактору у другій групі.

Абсолютна кількість моноцитів не зазнала достовірного зниження після 30 та 60 діб дії фактору у всіх дослідних групах тварин, але в період післядії спостерігалось достовірне підвищення моноцитів у другій і четвертій групах та гранулоцитів у четвертій групі опромінення.

Абсолютна кількість еритроцитів дещо збільшилась на 30-у та 60-у добу експерименту в усіх групах тварин та трохи зменшилась на 90-у добу та в період післядії в третій групі опромінення.

Рівень гемоглобіну в крові тварин не зазнавав суттєвого зниження та підвищення протягом всього експерименту в усіх дослідних групах.

Після періоду післядії, який тривав 30 діб, суттєвих відхилень від показників контрольної групи не спостерігалось у всіх дослідних групах тварин.

Таким чином, за отриманими результатами встановлено, що морфологічний склад крові тварин не виявив суттєвих порушень диференційованих типів клітин при дії навантаження ЕМВ впродовж від 2 до 6 годин на добу. Але деяка тенденція до змін може свідчити про формування захисно-адаптаційних процесів у кровотворній системі.

Вплив ЕМВ на поведінкові показники піддослідних тварин

Метою дослідження було визначення особливостей динаміки поведінкових ефектів при дії електромагнітного випромінювання УВЧ-діапазону засобів Wi-Fi (2400 МГц).

У експериментах було використано методику автоматичної реєстрації локомоторної активності тварин, яка дозволяє дати інтегральну оцінку вродженим формам поведінки на основі вивчення рухової активності тварин у лабіринті [18].

Лабіринт для реєстрації рухової активності виготовлено з непрозорого матеріалу і складається з 5-ти відсіків, з'єднаних між собою. Він має такі розміри: довжина – 100 см; ширина – 35 см і висота – 20 см. Відсіки з'єднані проходами висотою 8,5 см і шириною – 7 см, які розташовано за 2 см від краю суміжних сторін відсіків, поперемінно, то з однієї, то з другої сторонами лабіринту. Зверху лабіринт закривається прозорою плексиглазовою кришкою. Установка розміщується у світло-звукоізолюваному боксі.

Принцип роботи лабіринту полягає у підрахунку кількості замикань щуром сусідніх електродів, розташованих на дні і стінках відсіків. При цьому струм, який проходить через щура (біля 0,01 мкА), підсилюється і формується у сигнал, який подається на обчислювальний комплекс ВУМС-001.

У кожному відсіку на дні закріплено 3 електроди - у центрі та по бокам. Бокові електроди об'єднано в один загальний електрод, а центральні – у 2 об'єднані електроди: у 1, 3, 5-му та у 2 і 4-му відсіках.

Таким чином, сигнали для електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) генеруються лише при переміщеннях щура у центрі відсіку. При цьому вони надходять то з одного загального “напольного” електроду, то з другого. Ці сигнали сумуються і оновлюють параметри загальної горизонтальної активності (ЗГА).

Окрім того, до ЕОМ надходить сигнал у тому випадку, якщо щур переходить з відсіку у відсік. При цьому формується факт зміни загального “напольного” електроду, з якого надходить сигнал про те, чи є зміни у відсіках. Цей показник отримав назву направленої горизонтальної активності (НГА).

На стінках кожного відсіку закріплено ще по одному електроду, вздовж чотирьох стінок відсіку, ширина якого 6,5 см, довжина – 18 см. Нижній край електроду закріплено на висоті 11,5 см від дна відсіку. Настінні електроди відсіків також з'єднано в один електрод. Таким чином, замикання загального і настінного електродів у відсіках дозволяють фіксувати вертикальну активність (ВА) по всій довжині лабіринту.

Окрім ЗГА, НГА та ВА фіксувався інтегральний показник активності (ША) – кількість 5-тисекундних інтервалів тесту, у яких була яка-небудь активність [19].

У проведених дослідженнях було використано три часові інтервали: 0-2; 2-4 та 0-4 хв. тесту за наступними поведінковими показниками – загальна горизонтальна активність (ЗГА), направлена горизонтальна активність (НГА),

вертикальна активність (ВА) та інтегральний показник активності (ІПА). Тестування проводилось на білих безпородних щурах в умовах темряви у світло-звукоізолюваному боксі.

Тривалість хронічного медико-біологічного експерименту становила 5 міс. (4 міс. – вплив фактору, 1 міс. – період післядії).

Тварини піддавались впливу електромагнітних випромінювань УВЧ-діапазону засобів Wi-Fi (2400 МГц).

За часом впливу ЕМВ білі безпородні щурі були розподілені наступним чином: 1 гр. – 2 год.; 2 гр. – 4 год.; 3 гр. – 6 год.; 4 гр. – інтактний контроль. Вивчення достовірності результатів дослідження проводилось шляхом порівняння показників опромінених тварин з показниками контролю.

Дослідженнями встановлено, що вплив ЕМВ УВЧ-діапазону засобів Wi-Fi при запланованих режимах та умовах їх використання викликають неспецифічні адаптаційні реакції організму, які проявляються, зокрема, у безумовно рефлекторній (вродженій) сфері поведінки і свідчать про зниження або зростання тону мотиваційних центрів, відповідальних за певні види поведінки.

Як показали отримані дані, у експериментальних тварин спостерігаються поведінкові реакції, які вказують на виникнення гальмування або збудження, їх фазність і відповідні реакції можуть бути розцінені як загальні неспецифічні реакції тренування і активації [20].

**Біолого-математичне обґрунтування гігієнічного нормативу
електромагнітного випромінювання засобів WI-FI (2400 МГц) для учнів
загальноосвітніх середніх закладів**

Одним з основних завдань гігієнічного нормування електромагнітних випромінювань (ЕМВ), як було сказано раніше, є встановлення залежності «рівень-час-ефект». Це завдання може бути вирішене за допомогою традиційних гігієнічних методів досліджень, які передбачають послідовне визначення

біологічних ефектів при різних поєднаннях рівня ЕМВ та часу опромінювання до появи біологічно недіючих значень чинника. Проте, такий метод вимагає великих витрат часу і матеріальних засобів. У той же час слід звернути увагу на те, що при використанні даного методу не завжди вдається з необхідною точністю встановити пороги біологічної дії ЕМВ. У зв'язку з цим для вирішення цього завдання найбільш прийнятним, як в плані визначення стратегії проведення досліджень, так і економного використання матеріальних засобів і, особливо, з метою отримання надійної інформації про значимість діючих чинників з максимальною точністю, є метод математичного планування досліджень.

Даний метод передбачає застосування математичної моделі у формі рівнянь або функцій, яку використовують як кількісну модель біологічного процесу, що відображає його основні властивості і що дозволяє судити про його поведінку в певних конкретних умовах дії чинника.

При застосуванні математичного планування, в залежності від типу моделі, результат дії системи або об'єкту у вигляді одного або кількох показників подається як функція чинників, що впливають на нього. Деякі з них можуть робити істотний вплив на результат, інші - неістотний. Як правило, істотних чинників відносно мало, тоді як неістотних - достатньо велика кількість, тому останніми нехтувати не можна. У такій моделі до основних чинників належать рівень і час дії. Не дивлячись на динамізм організму і його систем, впродовж відносних невеликих тимчасових періодів і в межах окремих підсистем має місце стабільність в умовах постійної дії чинника. Принаймні (особливо при прогнозуванні) маєтись на увазі багатократне повторення стану системи, який може виникати при інших значеннях істотних і неістотних чинників при відносно стабільному комплексі зовнішніх умов.

Для визначення недіючого значення (рівня) ЕМП при використанні методів математичного планування експерименту застосовано наступну теоретико-

імовірнісну схему. Результуючим показником цієї системи буде "у", який є функцією істотних ($x_1..x_k$) і неістотних ($\varepsilon_1.. \varepsilon_n$) чинників:

$$y = F(x_1, \dots, x_k, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n), \quad (7).$$

Виходячи з припущення еволюторності поведінки біологічної системи на відносно невеликому тимчасовому інтервалі і при порівняно малих змінах, за допомогою розкладання функції в ряд Тейлора отримуємо:

$$y = a_o + \sum_{i=1}^k a_i \Delta x_i + o(\Delta x) + \sum_{v=1}^n \alpha_v \Delta \varepsilon_v + o(\Delta \varepsilon) \quad (8)$$

Отже, детермінована складова регресійної моделі:

$$F(\Delta x_1, \dots, \Delta x_k, \varepsilon_1^o, \dots, \varepsilon_n^o) = f(\Delta x_1, \dots, \Delta x_k) = a_o + \sum_{i=1}^k a_i \Delta x_i + o(\Delta x) \quad (9)$$

При невеликих змінах незалежних змінних (значень істотних детермінованих чинників) ця модель є лінійною функцією. Але, детермінована лінійна регресійна модель не дає відповіді на запитання про взаємодію з системами організму діючих факторів та їх можливих комбінацій.

Тому в наших дослідженнях було використано методи планування експерименту та більш адекватну поліноміальну регресійну модель вигляду

$$y = a_o + a_1 \cdot x_1 + a_k \cdot x_k + a_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + \dots + a_{k-1,k} \cdot x_{k-1} \cdot x_k + a_{11} \cdot x_1^2 + \dots + a_{kk} \cdot x_k^2 \quad (10)$$

де $a_{k-1,k}$ – коефіцієнти рівняння, x_k – рівень фактору.

За основу плану проведення експерименту було взято повний ортогональний 3-іривневий двофакторний план, де x_1 – тривалість дії опромінення на добу, x_2 – загальний час експериментальних досліджень. Кодування та дизайн плану досліджень наведено в таблицях 3; 4.

Таблиця 3 - Матриця кодування змінних чинників.

x_1 , годин на добу	x_1 , кодовані	x_2 , доба	x_2 , кодовані
0	-2	0	-2
2	-1	30	-1
4	0	60	0
6	1	90	1
-	-	120	2

Таблиця 4 - Дизайн ортогонального плану.

x_1 , кодовані	x_2 , кодовані
-1	-1
0	-1
0	0
0	1
1	-1
1	0
-1	1
1	1

Для цього плану рівняння регресії має вигляд:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{11} \cdot x_1^2 + a_{22} \cdot x_2^2 \quad (11)$$

Обробка результатів досліджень проводилась за допомогою спеціалізованих модулів програмного пакету STATISTICA (data analysis software system), version 10, StatSoft, Inc., 2011, www.statsoft.com, в тому числі модулів підгонки та моделювання, загальної моделі дисперсійного та коваріаційного аналізу ANOVA/MANOVA, компонентів дисперсії та змішаної моделі ANOVA/ANCOVA, модуль планування та аналізу експерименту. В звітах математичного пакета STATISTICA, які наведено нижче, вжито наступні позначення:

– середній/вільний член, стала – коефіцієнт a_0 рівняння регресії;

- (1) тривалість дії опромінення, год (L) – коефіцієнт a_1 рівняння регресії;
- (2) час, доба (L) – коефіцієнт a_2 рівняння регресії;
- 1L на 2L – коефіцієнт a_{12} рівняння регресії;
- тривалість дії опромінення, год (K) – коефіцієнт a_{11} рівняння регресії;
- час, доба (K) – коефіцієнт a_{22} рівняння регресії;
- * – значиме на рівні вірогідності $p < 0.05$.

Результати математичної обробки показників впливу ЕМВ на вміст білка в сироватці крові піддослідних тварин наведено в таблицях 34-35 та на рисунках 14-15.

Як приклад наводимо наступні таблиці: 31, 32, 33, в яких надані результати статистичної обробки вмісту білка в сироватці крові та оцінка значимості ефекту ЕМВ на даний показник (рис. 11).

Таблиця 5 - Результати статистичної обробки вмісту білка в сироватці крові щурів при дії ЕМВ, (мМоль/л), (оцінка діючих ефектів моделі при $R^2=0,00603$ та залишковій сумі $SS=0,2675043$).

Коефіцієнт рівняння регресії	Ефект						Коефіцієнт			
	Значення	Стандартна похибка	t(74)	p	-95% - довірча межа	+95% - довірча межа	Значення	Стандартна похибка	-95% - довірча межа	+95% - довірча межа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Середній / вільний член	6,52*	0,12	55,5	0,00	6,28	6,75	6,52*	0,12	6,28	6,75
(1)Тривалість дії опромінення, год (L)	-0,02	0,16	-0,12	0,91	-0,33	0,29	-0,01	0,08	-0,16	0,15
Тривалість дії опромінення, год (K)	0,05	0,26	0,17	0,86	-0,47	0,56	0,02	0,13	-0,24	0,28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(2)Час, оба (L)	- 0,09	0,16	-0,58	0,56	-0,40	0,22	- 0,05	0,08	-0,20	0,11
Час, доба (K)	0,05	0,26	0,17	0,86	-0,47	0,56	0,02	0,13	-0,24	0,28
1L на 2L	- 0,04	0,21	-0,20	0,84	-0,46	0,37	- 0,02	0,10	-0,23	0,19

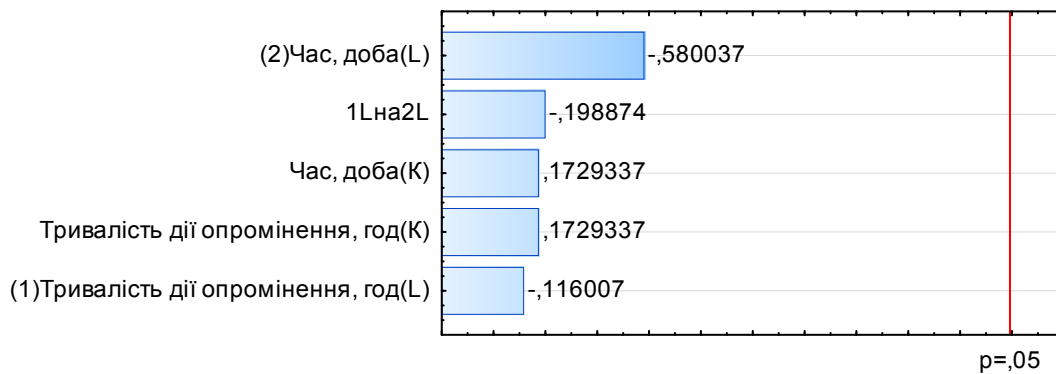


Рисунок 11 - Оцінка значимості ефекту (абсолютне значення) факторної моделі вмісту білка в сироватці крові шурів при дії ЕМВ, (мМоль/л).

Таблиця 6 - Визначення коефіцієнтів рівняння регресії залежності вмісту білка в сироватці крові шурів при дії ЕМВ, (мМоль/л), (оцінка діючих ефектів моделі при $R^2=0,00603$ та залишкової $SS=0,2675043$).

Коефіцієнт рівняння	Значення коефіцієнта	Стандартна похибка	Значення критерія t(74)	Вірогідність, p	Нижня межа - 95%	Верхня межа +95%
1	2	3	4	5	6	7
Стала	6,59580*	0,18139	36,36215	0,00000	6,23437	6,95723
(1) Тривалість дії опромінення, год (L)	-0,01110	0,09693	-0,11451	0,90914	-0,20424	0,18204
Тривалість дії опромінення, год (K)	0,00250	0,01446	0,17293	0,86318	-0,02631	0,03131
(2) Час, доба (L)	-0,00154	0,00646	-0,23831	0,81230	-0,01442	0,01134
Час, доба (K)	0,00001	0,00006	0,17293	0,86318	-0,00012	0,00014
1L на 2L	-0,00015	0,00077	-0,19887	0,84291	-0,00169	0,00138

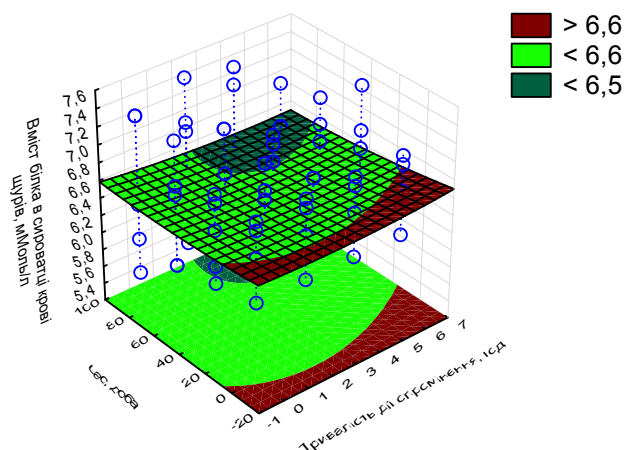


Рисунок 12 - Результати підгонки поверхні відгуку під обчислену регресійну модель вмісту білка в сироватці крові щурів при дії ЕМВ, (мМоль/л).

Таблиця 7 - Результати обчислення критичних значень (сідлова точка) вмісту білка в сироватці крові щурів при дії ЕМВ, (мМоль/л).

Фактор	Мінімум	Критичне значення	Максимум
Тривалість дії опромінення, год	0,0	5,5	6,0
Час, доба	0,0	107,3	90,0

За даними таблиць 5, 6, 7 визначено, що вміст білка в сироватці крові щурів при дії ЕМВ не змінюється, тобто опромінювання не впливає на вміст білка в сироватці крові щурів.

Всі зміни, що виникали чи не виникали з боку інших біологічних показників функціонального стану організму піддослідних тварин оцінювались за цією ж методикою.

У зв'язку з тим, що в умовах експериментальних досліджень не встановлено впливу електромагнітного випромінювання на стан більшості досліджуваних показників, нами було проведено чисельний аналіз сідлових точок поверхні відгуку та стану адекватності моделі відносно діючих факторів. Результати цього аналізу наведено в таблиці 8.

Таблиця 8 - Значення сідлових точок, дія факторів опромінювання та часу в залежності від рівня адекватності моделі

Найменування показника	Сідлова точка		Діючий фактор**		Коефіцієнт адекватності, R ²
	Тривалість дії опромінення, год	Час, доба	Тривалість дії опромінення, год	Час, доба	
1	2	3	4	5	6
вміст білка в сироватці крові щурів	5,500	107,300	0	0	0,006
вміст глюкози в сироватці крові щурів	-1,700	37,800	0	0	0,016
вміст аспартатамінотрансферази (АСТ) в сироватці крові щурів	2,490	89,040	1	0	0,016
вміст аланінамінотрансферази (АЛТ) в сироватці крові щурів	3,924	47,612	0	1	0,130
вміст альбуміну в сироватці крові щурів	3,384	42,799	0	0	0,038
вміст холестерину в сироватці крові щурів	-13,440	79,400	0	0	0,041
вміст сечовини в плазмі крові щурів	3,610	64,450	1	1	0,221
вміст амілази в плазмі крові щурів	4,720	48,370	0	0	0,015
вміст креатиніну в плазмі крові щурів	2,650	52,670	0	1	0,137
вміст лужної фосфатази в плазмі крові щурів	5,830	58,140	0	0	0,064
фоновий МДА в тканинах печінки	2,630	48,110	0	1	0,389
фоновий МДА в тканинах мозку	1,240	47,790	0	1	0,330
спонтанний МДА в тканинах печінки	0,410	2,550	0	1	0,064
спонтанний МДА в тканинах мозку	2,160	62,290	1	1	0,525
відновлений глутатіон в тканинах печінки	-2,240	64,550	1	1	0,444
відновлений глутатіон в тканинах мозку	3,750	51,810	0	0	0,157
абсолютна кількість лейкоцитів	2,980	65,040	0	0	0,097
абсолютна кількість лімфоцитів	2,740	70,390	1	1	0,219
абсолютна кількість моноцитів	179,270	13,080	0	1	0,206
абсолютна кількість гранулоцитів	3,470	48,720	0	0	0,013
абсолютна кількість еритроцитів	41,650	189,640	1	1	0,485
абсолютна кількість гемоглобіну	2,260	27,130	0	0	0,051
відносна кількість лейкоцитів	2,730	85,630	0	0	0,039
відносна кількість моноцитів	3,030	58,080	0	0	0,065

1	2	3	4	5	6
відносна кількість гранулоцитів	0,620	-2,710	0	0	0,115
ЗГА 0-4 хв.	2,580	38,600	0	0	0,127
НГА 0-4 хв.	3,360	3,360	1	1	0,093
ВА 0-4 хв.	3,420	38,020	0	1	0,230
ПА 0-4 хв.	2,810	38,340	0	1	0,219
ЗГА 0-2 хв.	3,690	54,400	0	1	0,127
НГА 0-2 хв.	3,320	76,020	1	1	0,068
ВА 0-2 хв.	-1,090	48,970	0	1	0,220
ПА 0-2 хв.	2,890	52,460	0	1	0,166

Примітки:

1. 0 – фактор не діє;
2. 1 – фактор діє.

Результати оцінки рівня адекватності моделі в залежності від дії фактору та часу опромінювання наведено в таблиці 9.

Таблиця 9 - Декомпозиція впливу рівня адекватності моделі на факторний простір методом сигма-обмеженої параметризації.

Ефект	SS	Ступені свободи	MS	F	p	Часткова етa-квaдрaт	Нецентровa-ність	Спостережувaнa потужність (альфа= 0,05)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вільний член*	0,6265	1,0000	0,6265	46,4638	0,0000	0,6157	46,4638	1,0000
Тривалість дії опромінення, год	0,0402	1,0000	0,0402	2,9828	0,0948	0,0933	2,9828	0,3860
Час, доба*	0,1366	1,0000	0,1366	10,1301	0,0035	0,2589	10,1301	0,8677
Тривалість дії опромінення, год×час, доба	0,0044	1,0000	0,0044	0,3293	0,5705	0,0112	0,3293	0,0860
Похибка	0,3910	29,0000	0,0135	–	–	–	–	–

Примітка. * – достовірні значення.

В цілому, за результатами проведених досліджень суттєвого впливу електромагнітного випромінювання на стан організму піддослідних тварин не

встановлено. Спостережувана потужність дії цього фактору за досліджуваними показниками не перевищує 38% (таблиця 38). Але, не дивлячись на низький рівень адекватності отриманих моделей ($R^2=0,05-0,2$), по деяким показникам встановлено достовірний вплив електромагнітного випромінювання на їх стан.

Так, аналіз величини добового рівня опромінювання по сідловій точці (екстремум) показника, рисунок 13, показав, що розподіл значень сідлових точок має середнє значення $M=2,98$ годин та стандартне відхилення $\sigma=1,09$ годин. Отже, рекомендоване нами значення тривалості добового опромінювання T знаходиться на рівні вірогідності $p=0,05$ і визначається за стандартним рівнянням $T=M-1,96*\sigma$, $T=0,85$ годин.

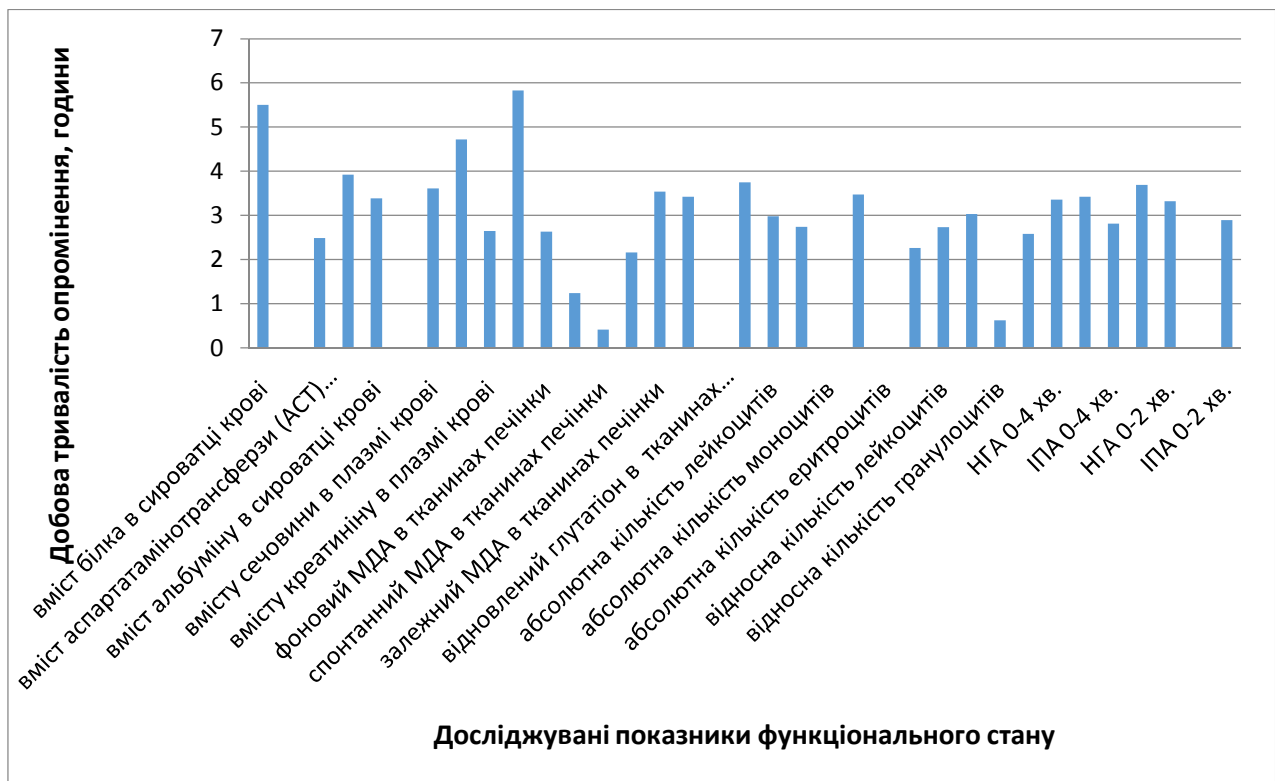


Рисунок 13 - Прогнозована тривалість добового опромінювання в екстремальних точках.

Таким чином, для запобігання можливості шкідливої дії електромагнітного випромінювання засобів Wi-Fi на здоров'я людини рекомендується обмежити час його дії до 0,85 годин на добу або 50 хвилин на добу.

**Медико-профілактичні вимоги до організації навчального процесу
в класах з використанням сучасних інформаційно–комунікаційних засобів:
ноутбуків з вбудованими Wi-Fi пристроями; Wi-Fi роутерів**

1. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) пов'язані зі створенням, збереженням, передачею, обробкою інформації та управлінням нею. До складу ІКТ входять апаратні засоби (комп'ютери, сервери, Wi-Fi роутери, тощо) та програмне забезпечення (операційні систем, мережеві протоколи, пошукові системи, тощо). Дані технології, згідно концепції Державної цільової програми, намічено впровадити у навчально–виховний процес загальноосвітніх закладів. Відомо, що ІКТ є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої та надвисокої частоти, яке може негативно впливати на стан здоров'я учнів. В зв'язку з цим нині необхідно розробити запобіжні заходи, щоб унеможливити вплив даного фактору на здоров'я школярів та вчителя в загальноосвітніх закладах.

2. Комп'ютери з вбудованими Wi-Fi-пристроями у навчальних закладах повинні розміщуватися в окремих приміщеннях з природним освітленням та організованим обміном повітря. Площа на одного учня, який працює за комп'ютером, повинна становити не менше $4,5 \text{ м}^2$, об'єм – не менше 20 м^3 . Площа учбових приміщень з комп'ютерною технікою повинна розраховуватися на півкласу учнів, але не більше ніж 12 учнів.

3. При будівництві нових і реконструкції діючих загальноосвітніх шкіл необхідно врахувати, що висота приміщень (від підлоги до стелі), в яких передбачено використання комп'ютерів в навчальному процесі, повинна бути не менше 3,6 м, а площа робочого місця учня – $4,5 \text{ м}^2$.

4. Комп'ютери (ноутбуки) з вбудованими Wi-Fi-пристроями є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання ультрависокої (2400 МГц) та надвисокої (3000-5000 МГц) частоти. Напруженість електромагнітного поля на

відстані 0,3 м від усіх поверхонь ноутбука не повинна перевищувати значень, наведених в таблиці 10.

Таблиця 10 - Граничнодопустимі рівні ЕМП у навчальних класах загальноосвітніх закладів.

Частота електромагнітного випромінювання	Гранично допустимий рівень
50 Гц	500 В/м
30-300 КГц	25 В/м
0,3-3 МГц	15 В/м
3-300 МГц	3 В/м
2400 МГц	3 В/м не більше 50 хв. на добу

5. При проведенні вимірів рівнів електромагнітного поля точки вимірів повинні бути розташовані навколо ноутбука по колу з центром посередині ноутбука. Відстань від умовної поверхні ноутбука до тестового зонду (антени вимірювального приладу) повинна бути 10; 20; 30; 50 см. Контрольні виміри рівнів електромагнітного поля від комп'ютерів з вбудованими Wi-Fi-пристроями проводяться в період встановлення реального з'єднання роутера з Wi-Fi-пристроєм комп'ютера та при максимальному завантаженні трафіка. Перед проведенням тестових вимірів рівнів електромагнітного поля необхідно провести виміри фонових рівнів ЕМП з тим, щоб їх урахувати при гігієнічній оцінці комп'ютера (з вбудованим Wi-Fi пристроєм).

6. Допускається проводити виміри рівнів електромагнітного поля, що створюється комп'ютерами з вбудованими Wi-Fi пристроями, безпосередньо в класах загальноосвітніх закладів.

7. Контроль рівнів електромагнітного випромінювання, що створюється комп'ютерами (ноутбуками), виконується виробником при перевірці якості даного приладу та установами санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України при здійсненні вибіркового санітарного нагляду за

комп'ютерною технікою заводу-виробника та при ввезенні в Україну імпортової продукції.

8. Для створення необхідних гігієнічних умов робочого місця учня, обладнаного комп'ютером (ноутбуком), необхідно забезпечити відповідність ергономічним вимогам самої конструкції елементів робочого місця та їх взаємного розташування, а також врахувати характер функціонування технічних засобів, форми організації праці, морфо-функціональні та росто-вікові особливості дітей та підлітків.

Основним обладнанням робочого місця учня та вчителя є комп'ютер, робочий стіл, стілець (крісло). Екран відеомонітора комп'ютера, в залежності від висоти символів, рекомендується розміщувати на відстані 400-800 мм від очей користувача.

9. Wi-Fi роутери (Інтернет пристрої), які входять до складу інформаційно-комунікаційних технологій, також є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання ультрависокої та надвисокої частоти. Вони використовуються в навчальному процесі загальноосвітніх закладів для передачі даних (завдань, пояснень, тощо) учням через комп'ютер (ноутбук з вбудованим пристроєм Wi-Fi), та для отримання відповіді на поставлені вчителем питання.

10. З метою запобігання негативного впливу на здоров'я учнів і вчителя Wi-Fi роутери в шкільних класах повинні розміщуватися на безпечній відстані від учнів та вчителя. Ця відстань визначається розрахунковим та інструментальним методами на основі встановленого гігієнічного нормативу електромагнітного поля для умов загальноосвітніх закладів. При цьому допускається розміщувати Wi-Fi роутери під стелею, на стінах шкільних класів, а також поза їх територіями – в коридорах загальноосвітніх закладів. Навколо Wi-Fi роутера в кожному окремому випадку на основі відповідного розрахунку рівнів ЕМВ та гігієнічного нормативу необхідно встановлювати захисні зони, в межах яких забороняється знаходження школярів.

11. З метою створення безпечних умов праці учнів час безперервної роботи з комп'ютером, обладнаним Wi-Fi пристроєм, не повинен перевищувати:

- для учнів X–XI класів на першій годині занять - 30 хвилин, а на другій годині занять – 20 хвилин;
- для учнів VIII–IX класів - 20-25 хвилин;
- для учнів VI–VII класів - 20 хвилин;
- для учнів II–V класів – 15 хвилин.

Заняття учнів загальноосвітніх закладів з використанням засобів ІКТ повинні проводитися обов'язково у присутності вчителя. Вчитель, який має вищу педагогічну освіту і який пройшов інструктаж з техніки безпеки при роботі з персональним комп'ютером, несе відповідальність за безпеку дітей.

12. З метою забезпечення виконання медико-профілактичних вимог до розміщення та використання комп'ютерної техніки, створення безпечних умов навчання учнів і праці вчителів загальноосвітніх закладів необхідно на кожному комп'ютерний кабінет, клас розробити і ввести в дію Санітарний паспорт.

В И С Н О В К И

1. Доведено, що обладнання Wi-Fi є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої (2,4 ГГц) та надвисокої частоти (5,1 ГГц), яке поширюється у навколишньому середовищі у вигляді шумоподібного сигналу, який на відкритій території дозволяє встановити зв'язок на віддалі до 10 км, а в умовах міської забудови до 5 км. В зв'язку з цим можна очікувати, що під час роботи обладнання Wi-Fi значна частина населення буде знаходитись під впливом електромагнітного випромінювання ультрависокої і надвисокої частоти.

2. Зовнішні антени бездротової мережі передачі даних допускається встановлювати на територіях населених місць (на вежах, дахах громадських, офісних, житлових приміщень та інших будівель), а внутрішні антени, як свідчать

матеріали розгляду, можна розміщувати в службових, офісних, громадських, учбових та інших приміщеннях.

3. Антени Wi-Fi випромінюють електромагнітну енергію, рівень розповсюдження якої залежить від потужності передавача Wi-Fi, від місця розміщення антен, висоти їх встановлення, діаграми спрямованості у горизонтальній та вертикальній площині. Матеріали літератури та власних досліджень свідчать, що даний фактор є небайдужим для здоров'я населення і тому потребує гігієнічного регламентування.

4. Доведено, що засоби Wi-Fi, які розміщуються в приміщеннях, створюють електромагнітне випромінювання, яке може поширюватися на відстані 50-100 м в залежності від місць їх встановлення (коридори, вестибюлі, службові, охоронні, офісні, учбові та інші приміщення). При цьому в наведених технічних матеріалах звертається увага на те, що в безпосередній близькості антен створюється відносно високий рівень електромагнітного випромінювання, який може негативно впливати на стан здоров'я людини. У зв'язку з цим не рекомендовано перебувати поблизу антен Wi-Fi.

5. За результатами власних фізико-гігієнічних досліджень встановлено, що комп'ютер з вбудованим пристроєм Wi-Fi є джерелом електромагнітного випромінювання ультрависокої частоти (2400 МГц), рівень якого регламентується «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання», ДСНіП №239-96, згідно з якими в діапазоні ультрависоких частот встановлено гранично допустимий рівень 3 В/м або 2,5 мкВт/см².

6. За результатами теоретичних досліджень встановлено, що рівень електромагнітного випромінювання на віддалі 0,1-0,3 м від антен пристрою Wi-Fi на висоті 0,6 м над рівнем підлоги становив 30,7-7,6 мкВт/см²; зі збільшенням відстані він поступово знижувався і на віддалі 0,7 м становив 1,6 мкВт/см².

Починаючи з віддалі 0,7 м від антени Wi-Fi розрахункові рівні ЕМВ практично співпадали з виміряними і становили для кожного окремого засобу Wi-Fi:

- для антени з коефіцієнтом підсилення 0 дБі на висоті 0,7 м від рівня підлоги на віддаль 0,7-2 м від антени $0,63-0,05 \text{ мкВт/см}^2$;
- для антени з коефіцієнтом підсилення 3 дБі на висоті 0,7 м від рівня підлоги та на тих же віддаль – $3,3-0,1 \text{ мкВт/см}^2$;
- для антени з коефіцієнтом підсилення 6 дБі на висоті 0,7 м від рівня підлоги та на тих же віддаль – $5,5-0,2 \text{ мкВт/см}^2$.

7. Доведено, що сумарний рівень ЕМВ у навчальних класах, обладнаних точками доступу Wi-Fi, коливається в межах 0,3-3,0 В/м або $0,25-2,5 \text{ мкВт/см}^2$. Це свідчить, що він був меншим за гранично допустимий рівень або дорівнював йому.

8. Результатами випробувань доведено, що від більшості досліджуваних комп'ютерів з вбудованими пристроями Wi-Fi рівень електромагнітного випромінювання не перевищував або дорівнював гігієнічному нормативу 3 В/м або $2,5 \text{ мкВт/см}^2$. Зазначений гігієнічний норматив на даний час не може бути використаний для оцінки впливу комп'ютерної техніки і засобів Wi-Fi, оскільки, по-перше, згідно з ДСНіП №239-96 п. 1.3.3 він є тимчасовим, який не розрахований на ЕМВ, що створюється цими засобами; по-друге, він не враховує вікові життєво важливі особливості дитячого організму. Для вирішення цього питання необхідні спеціальні медико-біологічні дослідження, які нададуть можливість відповісти на питання на скільки безпечно для здоров'я дитини використання Wi-Fi технологій у загальноосвітніх закладах.

9. З метою розробки для загальноосвітніх закладів гігієнічного нормативу електромагнітного випромінювання, що створюються засобами Wi-Fi технологій, нами було обґрунтовано та розроблено фізичну модель електромагнітного поля, яка дозволила урахувати:

- динамічний діапазон змін інтенсивності діючого фактору у відповідності з реальними умовами розподілу рівнів ЕВМ в класах, обладнаних ІКТ;
- фізичні характеристики ЕМП (структура, поляризація, модуляція, частота, спектр сигналу), які були б максимально наближені до реальних умов впливу даного фактору;
- час опромінення та його періодичність;
- стійкість розробленої моделі до зовнішніх завад.

10. Гігієнічна оцінка впливу електромагнітного випромінювання, що створюється Wi-Fi засобами, проводилась за рядом показників, які характеризують функціональний стан організму:

- обмін речовин (вміст глюкози, білка, аспартатамінотрансферази, аланін амінотрансферази, альбуміну, холестерину в сироватці крові; сечовини, креатоніну, лужної фосфатази, амілази в плазмі крові; глутатіону в тканинах печінки та мозку; фонового, спонтанового та залежного МДА в тканинах печінки та мозку;
- периферійна кров (кількість лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів, гранулоцитів, еритроцитів, гемоглобіну);
- поведінкові реакції (загальна горизонтальна активність – ЗГА; направлена горизонтальна активність – НГА; вертикальна активність – ВА; інтегральний показник активності – ПА) піддослідних тварин.

11. У динаміці хронічного експерименту виявлено несуттєву зміну рівня глюкози ($5,94 \pm 0,18$ проти контролю $5,92 \pm 0,11$), вмісту загального білка в сироватці крові ($6,70 \pm 0,32$ проти контролю $6,54 \pm 0,21$), які хвилеподібно коливались протягом експерименту в усіх групах тварин; зростання вмісту аспартатамінотрансферази (АСТ) в плазмі крові ($63,86 \pm 1,46$ проти контролю $62,32 \pm 1,05$). Зазначені зміни були недостовірними. Достовірні зміни глутатаміну

в тканинах печінки відмічено тільки в 4-ій групі тварин ($0,09 \pm 0,01$ проти контролю $0,15 \pm 0,01$), а фонового МДА - у другій групі ($8,32 \pm 0,77$ проти контролю $12,38 \pm 1,57$). Серед інших показників, які б характеризували обмін речовин, достовірних змін не виявлено.

12. За результатами досліджень впливу Wi-Fi випромінювання на стан периферійної крові суттєвих змін серед гематологічних показників не було виявлено, за винятком кількості моноцитів та гранулоцитів. Ці показники в період післядії в другій та четвертій групі тварин достовірно були підвищеними. Так в 2-й групі кількість моноцитів збільшилась в 1,5 раза ($0,44 \pm 0,02$) проти контролю ($0,32 \pm 0,04$), в четвертій групі кількість моноцитів збільшилась майже в 2 рази. Аналогічні результати було виявлено і по кількості гранулоцитів.

13. Доведено, що у піддослідних тварин під дією Wi-Fi-випромінювання виникають мало виражені зміни серед показників поведінкових реакцій, які вказують на виникнення процесів гальмування або збудження та їх фазності. Вони можуть бути розцінені як загальні неспецифічні реакції на дію даного фактору.

14. На основі біолого-гігієнічних, медичних, фізичних, математичних досліджень з урахуванням технічних параметрів засобів Wi-Fi обґрунтовано гігієнічні нормативи навантаження Wi-Fi-випромінювання на учнів загальноосвітніх закладів, які базуються на гігієнічному нормативі $2,5 \text{ мкВт/см}^2$ (3 В/м) та обмеженні сумарного добового впливу до 50 хвилинами на добу. При виконанні цих нормативів забезпечується захист здоров'я учнів від впливу даного фактору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Описание беспроводных стандартов [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://lmk80.narod2.ru/>. - <http://lmk80.narod2.ru>.

2. Proposed TGac Draft Amendment. IEEE 2011 [Електронний ресурс] - Режим доступу: // <http://ru.wikipedia.org>. - 2011.
http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ac#cite_note-0.
3. Quantenna Launches World's First 802.11ac Gigabit-Wireless Solution for Retail Wi-Fi Routers and Consumer Electronics [Електронний ресурс] - Режим доступу: // http://www.quantenna.com/pressrelease-11_15_11.html.
4. Broadcom Launches First Gigabit Speed 802.11ac Chips - Opens 2012 CES with 5th Generation (5G) Wi-Fi Breakthrough [Електронний ресурс] - Режим доступу: // <http://www.prnewswire.com/news-releases/broadcom-launches-first-gigabit-speed-80211ac-chips---opens-2012-ces-with-5th-generation-5g-wi-fi-breakthrough-136728148.html>.
5. BUFFALO DEMONSTRATES 802.11AC TECHNOLOGY AT CES [Електронний ресурс] - Режим доступу: // <http://www.buffalotech.com/about-buffalo/news-and-press/press-releases/buffalo-demonstrates-80211ac-technology-at-ces>.
6. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань : ДСНіП №239-96.- К., 1996.
7. Думанський Ю.Д. Розвиток досліджень в галузі гігієни електромагнітних факторів довкілля / Ю.Д. Думанський // Довкілля та здоров'я. – 2001. – № 2. – С. 23-25.
8. Аглетдинов Э.Ф. Влияние стойких загрязнителей на антиоксидантный статус печени крыс / Э.Ф. Аглетдинов, А.А. Никоноров, Ф.Х. Камилов // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 66-68.
9. Томашевская Л.А. Теоретические подходы к гигиеническому нормированию ЭМП на основе биохимического критерия вредности / Л.А. Томашевская // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. – К., 2001. – Вип. 38, Т. 1. – С. 39-40.
10. Покровский А.А. Биохимические методы исследования в клинике / А.А. Покровский. – М. : Медицина, 1969. – 652 с.
11. Клінічна біохімія / за ред. О.П. Тимошенко. – К. : Професіонал, 2005. – 288 с.

12. Белоусова З.П. Токсичность химических соединений / З.П. Белоусова, П.П. Пуригин. – Самара : Самарский университет, 2004. – 111 с.
13. Beutler E. Improved method for the determination of blood glutathione / E. Beutler, O. Duron, V.M. Kelly // Journal of Laboratory and Clinical Medicine. – 1963. - Vol. 61. – P. 882-888.
14. Барабой В.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии / В.А. Барабой, Д.А. Сутковой. – Киев : Наук. Думка, 1997. – 420 с.
15. Гаркави Л.К. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л.К. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. – Ростов-на-Дону : изд. Ростов. ун -та, 1979. – 128с.
16. Руководство по клинической лабораторной диагностике / под ред. М.А. Базарновой. – К. : Вища школа, 1982. – С. 5-51.
17. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. - в 2-х т. / В.С. Камышников. – Т. 2. – Минск : Беларусь, 2000. – 495 с.
18. Навакатилян М.А. Лабиринт для исследования двигательной активности белых крыс / М.А. Навакатилян, Л.Л. Платонов // Гиг. насел. мест. : респ. межвед. сб. – К., 1988. – Вып. №2. – С. 60-62.
19. Dubreuil D. Is rat's memory affected after head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields? / D. Dubreuil, J.-M. Edeline, T. Jay // Proc. 5th Int. Congress of the European Bioelectromagnetic Association. –Helsinki (Finland), 2001. – P. 251-253.
20. Симонов П.В. Три фазы в реакциях организма на возрастающий стимул / П.В. Симонов. – М. : АН СССР, 1962. - 243 с.

РОЗРОБКА НАУКОВО ОБГРУНТОВАНИХ ГІГІЄНИЧНИХ ВИМОГ ДО ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ПОРТАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ У НАВЧАЛЬНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ

*Полька Н.С., Платонова А.Г., Яцковська Н.Я., Джурінська С.М.,
Шкарбан К.С., Саєнко Г.М.*

Впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в систему шкільної освіти, на думку педагогів та ІТ – спеціалістів, дасть можливість значно підвищити ефективність використання інформації навчального змісту за рахунок доступності, вчасності отримання, можливості адаптації темпу подання навчального матеріалу до швидкості його засвоєння учнями, ефективного поєднання індивідуальної і колективної діяльності та більш раціональної організації форм навчального процесу. На думку багатьох експертів, використання нових ІКТ в процесі навчання дозволять підвищити ефективність практичних і лабораторних занять по природничим дисциплінам не менш ніж на 30 %, об'єктивність контролю знань учнів – на 20 - 25 % та будуть сприяти збільшенню успішності в середньому на 0,5 бала (по п'ятибальній системі), а при вивченні іноземних мов швидкість накопичення словникового запасу підвищиться в 2 - 3 рази [1-4].

Фахівцями різних спеціальностей були проведені багаточисельні дослідження, що присвячені визначенню ступеню впливу роботи за стаціонарним комп'ютером на здоров'я дітей та підлітків. Було встановлено, що несприятливими факторами при роботі з комп'ютерами є зорова складність сприйняття інформації з екрану, неконтрольований режим роботи за комп'ютером в домашніх умовах, відсутність гігієнічних вимог, що регламентують оформлення інформації на екрані та способи її подання [5-7, 8-10].

В останні роки ініційовано створення єдиного навчально-інформаційного онлайн-простору для учнів та вчителів загальноосвітніх закладів України, де планується використання, в тому числі, портативних видів комп'ютерної техніки

(Pocketbook, iPad, Netbook, Notebook) та бездротового підключення до мережі Інтернет в умовах навчального середовища. Однак, портативні види комп'ютерної техніки мають ряд технічних особливостей. Це невеликі за розміром дисплеї та поєднання дисплею і клавіатури (моноблоковість), що лишає можливості змінювати відстань між ними. Ця технічна особливість викликає необхідність проведення досліджень стосовно визначення функціональних змін в організмі дитини та на їх підставі розробки наукового обґрунтування гігієнічних вимог до безпечного використання різних типів портативної комп'ютерної техніки у навчальній діяльності дітей та підлітків [11-14]. Це й обумовило актуальність даної роботи, визначило її мету і завдання.

Метою роботи було визначити ефекти впливу на функціональний стан організму школярів роботи на сучасних типах портативної комп'ютерної техніки та науково обґрунтувати гігієнічні вимоги до безпечної для здоров'я школярів організації навчального процесу з використанням комп'ютерної техніки.

Для досягнення мети була розроблена спеціальна програма досліджень, яка забезпечувала можливість отримання достатньо повної і достовірної інформації з кожного поставленого завдання, а також поетапного їх розв'язання. Програма складалася з таких етапів дослідження:

1. Вивчення конструктивних особливостей, якості та загального оформлення різних моделей портативної комп'ютерної техніки, які планують впроваджувати у навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів.

2. Вивчення візуального оформлення текстової навчальної інформації, що надається з екрану.

3. Вивчення санітарно-гігієнічних умов класних приміщень, в яких планується проводити учбові заняття з використанням комп'ютерної техніки.

4. Експериментальні дослідження – дослідження впливу сучасних моделей комп'ютерної техніки на функціональний стан організму дітей шкільного віку.

Дослідження особливостей формування робочої пози школярів під час роботи з портативною комп'ютерною технікою.

5. Натурні дослідження – визначення щільності та характеру учбової діяльності учнів під час уроків, на яких використовували портативну комп'ютерну техніку. Анкетне опитування дітей.

6. Розробка гігієнічних вимог до безпечної для здоров'я дітей організації навчального процесу з використанням сучасної комп'ютерної техніки в загальноосвітніх навчальних закладах.

Були досліджені наступні моделі портативної комп'ютерної техніки: пристрої для читання – е-рідери компанії «ЕСТАСО, Іпс.» (JetBook) і «Pocketbook» (PocketBook 901, PocketBook 613, PocketBook 515); комп'ютер персональний (ноутбук) моделі NP-NC110 торговельної марки «SAMSUNG»; планшетний комп'ютер «PocketBook A 10 3G» та планшетний комп'ютер Senkatel ZnayPad T 9701-9799.

Гігієнічна оцінка якості та загального оформлення сучасних моделей комп'ютерної техніки проводилась у відповідності з ДСанПіН 5.5.6.012-98 «Державні санітарні правила і норми безпеки іграшок та ігор для здоров'я дітей» [15]. Візуальне оформлення електронних сторінок при відтворенні інформації (тексту) електронних навчальних засобів на екрані за допомогою відбитого світла та технології «електронний папір» проводили в частині визначення довжини рядка тексту, збільшення інтерліньяжу, гарнітури шрифту залежно від кеглю шрифту. Було досліджено по 10 сторінок 19 електронних навчальних та літературно-художніх видань для дітей молодшого та середнього шкільного віку та 20 літературно-художніх видань для учнів старшого шкільного віку. Гігієнічна оцінка візуального оформлення текстової навчальної інформації, що надається з екрану комп'ютерної техніки, проводилась у відповідності до ДСанПіН 5.5.6-138-2007 «Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей» [16].

Санітарно-гігієнічні умови класних приміщень досліджували за допомогою загальноприйнятих гігієнічних методів. Було проведено 717 вимірювань розмірів класних приміщень, рівнів освітленості та показників мікроклімату та результати порівнювали з показниками, що рекомендовані в ДСанПіНі 5.5.2.008-01 «Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу» та ДСанПіН 5.5.6.009-1998 «Влаштування і обладнання кабінетів комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режим праці учнів на персональних комп'ютерах» [17, 18].

Експериментальні дослідження щодо впливу сучасних моделей комп'ютерної техніки на функціональний стан організму дітей шкільного віку проводили в класних приміщеннях 3-х загальноосвітніх шкіл м. Києва, санітарно-гігієнічні умови яких відповідали вимогам ДСанПіНі 5.5.2.008-01.

Досліджували різні типи сучасної комп'ютерної техніки, які відрізнялися один від одного певними технічними особливостями.

Перший тип – нетбук (фірми «Intel» модель № E 09 E 16) з вбудованою клавіатурою і TFT - екраном з діагоналлю 9 дюймів. Другий тип – планшет («Impression Im Pad 0211L» фірми «Навігатор») з віртуальною клавіатурою та сенсорним TFT – екраном з діагоналлю 10,1 дюймів. Третій тип – стаціонарний комп'ютер з TFT – екраном розміром 15 дюймів. Всі типи комп'ютерної техніки відтворювали інформацію на екрані за допомогою крапки, що світиться. Портативні пристрої мали висновки Державної санітарно-епідеміологічної експертизи для експериментального використання в навчальних закладах.

Для визначення змін функціонального стану організму школярів в процесі роботи з комп'ютерною технікою було обстежено 225 дітей (120 хлопчиків і 105 дівчат) віком 12-13 років і проведено 2394 виміри функціональних показників. Обстеження дітей проводили на початку і після завершення роботи з комп'ютерною технікою. Учням пропонували виконувати два види завдань – це

читання навчальних текстів з екрану монітору і набір навчальних текстів. Тривалість кожного виду роботи складала 20 хв. Тільки учні, що працювали за стаціонарним комп'ютером, виконували один вид діяльності – це читання текстів.

Під час вибору методів, які використовувались для вивчення функціональних зрушень у дітей, ми керувалися тим, що навчальна діяльність за дисплеєм характеризується тривалим напруженням зорового аналізатора, значним нервово-емоційним напруженням, тривалим перебуванням у статичній робочій позі. Виходячи з цього, до найбільш інформативних і чутливих фізіологічних систем організму дітей під час роботи з ПК (персональним комп'ютером), тобто специфічно відповідальних за адаптацію до дії «комп'ютерних» факторів, належать центральна нервова система (ЦНС), зоровий аналізатор. Крім того, нами досліджено функціональний стан серцево-судинної системи (ССС) і вегетативної нервової системи (ВНС) – як універсальних неспецифічних стрес-реалізуючих систем [4, 6, 19, 20].

Функціональний стан зорового аналізатора та особливості формування зорової втоми у дітей вивчали за показниками найближчої точки ясного зору (НТЯЗ), резервів акомодациї (РА), які характеризують стан акомодациїно-конвергентної системи [21,22].

Функціональний стан серцево-судинної системи оцінювали за гемодинамічними зрушеннями. Для оцінки тону вегетативної нервової системи використовували розрахункові індекси: вегетативний індекс Кердо (ВІК), та показника якості реакції системи кровообігу (ПЯР).

Характеристику лабільності коркової ланки зорового аналізатора дітей вивчали за допомогою методики визначення критичної частоти злиття світлових мерехтінь (КЧЗСМ).

Динаміку розумової працездатності учнів вивчали за допомогою коректурних тестів з використанням таблиць Анфімова за загальноприйнятою методикою.

Для вивчення динаміки психологічного статусу дітей використовували тестову методику М. Люшера.

Дослідження особливостей робочої пози школярів при роботі з портативною комп'ютерною технікою проводили за допомогою методів гоніометрії та інтегральної гігієнічної оцінки [23]. Було обстежено 186 школярів та проведено 2660 вимірів щодо визначення основних параметрів робочої пози з подальшим оцінюванням її кількісних та якісних показників.

Для дослідження щільності уроку та визначення характеру учбової діяльності учнів під час уроків з застосуванням портативної комп'ютерної техніки використовували метод групового хронометражу. Дослідження проводилися протягом уроку (української мови, математики, фізики), при цьому кожні 3 хвилини фіксували характер учбової діяльності і ступінь активності кожного учня.

Крім того, шляхом анкетування учнів 5 – 11 класів обох статевих груп були з'ясовані питання щодо їх зацікавленості у проведенні навчального процесу з застосуванням комп'ютерної техніки, наявності труднощів при виконанні учбових завдань з використанням ПК, частоти використання та тривалості роботи з комп'ютерною технікою на уроках, оцінки самопочуття при роботі з комп'ютерною технікою.

Отримані результати досліджень були математично опрацьовані з використанням методів дескриптивної статистики та дисперсійно-кореляційного аналізу за допомогою статистичних функцій комп'ютерної програми «Excel-2007» та «Statistika» [24].

Основні наукові результати

Результати візуального огляду всіх досліджених зразків комп'ютерної техніки довели, що вони мали естетичний зовнішній вигляд, ретельно підігнані деталі та поверхні, що легко піддаються миттю і дезінфекції. Рівень стороннього

запаху усіх досліджених зразків не перевищував 1 балу. Захисно-декоративне покриття було стійким до дії слини і поту та до вологої обробки. Санітарно-хімічними дослідженнями доведена хімічна безпека зразків ПК, про що свідчать рівні міграції формальдегіду, стиролу, свинцю, кадмію, миш'яку в модельні середовища в межах, що не перевищують гранично допустимі концентрації. Встановлені параметри візуального оформлення текстової навчальної інформації, що надавалася з екранів досліджуваних ПК, не суперечили ДСанПіН 5.5.6-138-2007.

На підставі проведених досліджень та враховуючи, що читання є дуже складним процесом і потребує від дітей шкільного віку напруження гостроти зору, функції акомодатії та зростання швидкості руху очей, з метою профілактики травматизму, захворювань органів зору, опорно-рухового апарату, серцево-судинної системи нами розроблені гігієнічні рекомендації щодо вимог до сучасної комп'ютерної техніки, призначеної для використання у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів:

- Відомості про вікову категорію (клас) учнів повинні обов'язково відображатись на електронній сторінці кожного навчального засобу. Електронні навчальні засоби з відтворенням інформації на екрані не дозволяється використовувати у навчальних закладах дітьми дошкільного віку та учнями I - VI класів.

- При відтворенні інформації (тексту) електронних навчальних засобів на екрані за допомогою відбитого світла та технології «електронний папір» (електронна книга, букрідер, е-рідер тощо) діагональ робочої поверхні екрану (пристрою) повинна бути не менш 9 дюймів та не більше 10 дюймів. Співвідношення сторін екрану має бути 3:4. Вага пристрою не повинна перевищувати 500 г.

- Поверхня екрану повинна мати матову (що дифузне відбиває світло) поверхню одного кольору і не мати блискучих деталей, здатних створювати

відблиски. Не допускається пряме попадання на екран прямих та/або відбитих променів природного та штучного освітлення. Екран не може бути виготовлений зі скла. Корпус пристрою для відображення інформації повинен бути стійким до дій слини, поту та вологої обробки. Рівень запаху корпусу пристрою для відображення інформації має бути не більше 2 балів.

- Частини пристрою, що підключаються до джерела живлення, здатного спричинити електричний удар, повинні мати надійно ізольовані і механічно захищені проводи чи інші провідники, через які подається електричний струм, з метою запобігання виникненню небезпеки такого удару для дітей.

- Текстову або знакову інформацію не дозволяється відтворювати: без збільшення інтерліньяжу; будь якими кольорами, крім чорного та білого; вузьким та/або курсивним накресленням шрифтів; на кольоровому або сірому фоні; в два та більше стовпчики; рядками та/або стовпчиками, що рухаються у будь якому напрямку.

З урахуванням зазначених вимог до використання в навчальному процесі були рекомендовані електронна книга «PocketBook 901» та планшетний комп'ютер «PocketBook A 10 3G».

В таблиці 1 наведені основні санітарно-гігієнічні характеристики внутрішнього середовища класних приміщень загальноосвітніх закладів, в яких планують проводити навчання школярів з досліджуваними типами комп'ютерної техніки.

Як свідчать наведені дані, загальна площі класних приміщень, питома площа на 1 учня та питомий об'єм на 1 учня в школах №1 і №2 відповідали вимогам ДСанПіНу 5.5.2.008-01. В той же час, питома площа на 1 учня та питомий об'єм на 1 учня в школі №3 були значно нижчими за рекомендовані ДСанПіНом 5.5.6.009-1998.

Таблиця 1 – Санітарно - гігієнічні характеристики внутрішнього середовища класних приміщень загальноосвітніх закладів ($M \pm m$)

Санітарно-гігієнічні показники	Навчальні приміщення школи №1	Навчальні приміщення школи №2	Навчальні приміщення школи №3
1	2	3	4
Розміри класу:			
Довжина, м	10,0±0,4	9,0±0,3	9,0±0,3
Ширина, м	8,0±0,4	6,0±0,3	6,0±0,3
Висота, м	3,4±0,2	3,2±0,2	3,2±0,2
Площа, м ²	80,0±4,0	54,0±2,0	54,0±2,0
Об'єм, м ³	268,0±13,4	172,8±6,3	172,8±6,3
Питома площа на 1 учня, м ²	3,1±0,2	2,1±0,5	4,5±0,6
Питомий об'єм на 1 учня, м ³	10,3±0,4	6,6±0,7	14,4±0,6
Мікроклімат приміщення:			
Температура повітря, °С	20,0±1,0	21,7±2,3	23,7±2,5
Відносна вологість, %	40,2±1,6	45,3±3,1	55,8±2,8
Температура зовнішньої стіни, °С	17,0±0,5	18,5±1,0	19,0±0,7
Температура внутрішньої стіни, °С	19,2±0,4	20,4±0,8	22,1±1,1
Швидкість руху повітря, м/с	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01
Освітленість, лк:			
Min	50	64	52
Max	300	330	320
Коефіцієнт природного освітлення	1,4	1,5	1,5

Дослідженнями повітряно-теплого режиму, проведеними у перехідний період року (навесні), з'ясовано, що тільки в школі №1 значення температури повітря в класних приміщеннях відповідали нормативним. В класних же приміщеннях шкіл №2 і №3 значення температури повітря перевищували рекомендовані. Відносна вологість в класних приміщеннях усіх трьох шкіл відповідала рекомендованим величинам. Температура поверхонь стін та

швидкість руху повітря в класних приміщеннях шкіл знаходилась в межах допустимих нормативними документами значень.

Необхідною умовою для раціональної організації зорової роботи школярів є достатній рівень освітленості класних приміщень. Встановлено, що усі класні приміщення загальноосвітніх закладів мали природне та штучне освітлення. Природне освітлення забезпечувалось через вікна, що мали жалюзі. Форма вікон була прямокутною з висотою 2 - 2,5 м, шириною – 1,8 - 2,0 м. Колір поверхонь стін мав бежевий колір, що відповідало гігієнічним рекомендаціям. Встановлено, що мінімальні значення показників природного освітлення коливалися від 50 до 64 лк, а максимальні – від 300 до 330 лк. Середні значення показника рівня освітленості склали в класних приміщеннях школи №1 – 175 лк, в школі №2 – 197 лк і в школі №3 – 186 лк, що не відповідало рекомендованим величинам (400-500 лк). Штучне освітлення забезпечувалось люмінесцентними лампами. Враховуючи недостатній рівень природного освітлення в класних приміщеннях є доцільним використовувати на уроках комбіноване освітлення.

Вимірювання показників яскравості поля зображення моніторів різних типів комп'ютерної техніки встановили високі рівні яскравості екрану (ДСанПіН 5.5.6.009-1998 рекомендоване значення яскравості складає від 35 кд/м² до 120 кд/м²), особливо у пристрою другого типу (169 кд/м² – планшет). Необхідно також відмітити, високу ступінь нерівномірності яскравості поля екрану монітора, що було встановлено для першого (нетбук) і другого типу (планшет) техніки. Коливання значень показників яскравості в різних крапках поля цих пристроїв перевищували $\pm 20,0$ %. Тільки екран TFT- монітору характеризувався рівномірною яскравістю поля зображення, що забезпечувало найкращі умови для зорової роботи школяра (табл. 2).

Таблиця 2 – Значення показника яскравості екрану моніторів різних типів комп'ютерної техніки ($M \pm m$), кд/м²

Тип техніки	Середні значення яскравості екрану	Min – Max значення
Нетбук	74,0±0,02	48,0 – 84,0
Планшет	169,0±0,04	164,0 – 175,0
TFT- монітори	52,0±0,01	46,0 – 60,0

Раціональна організація робочого місця учня за персональним комп'ютером повинна забезпечувати оптимальний функціональний стан кістково-м'язової, центральної нервової, серцево-судинної та дихальної систем, а також сприяти збереженню зору і стійкої працездатності школярів. Основна роль у такому забезпеченні належить меблям.

Встановлено, що в класних приміщеннях загальноосвітніх шкіл, де школярі працювали з комп'ютерною технікою 1-го та 2-го типів в 100,0 % випадків розмір меблів не відповідав зросту дітей. Так, класні приміщення шкіл № 1 і № 2 для учнів середніх і старших класів були обладнані меблями групи №6, що відповідають зросту дітей 175 см и вище. Крім того, робочі місця 30,8 % дітей із зростом 146 – 160 см, які працювали з нетбуком, повинні були облаштовані меблями групи № 4, а 69,2 % робочих місць - меблями групи № 5, так як діти мали зріст від 161 до 175 см. В школі №2 спостерігалась аналогічна ситуація. Так, для 18,7 % школярів необхідними були меблі розмірами № 4, а для 81,3 % дітей – меблі групи № 5. Тільки 17,3 % школярів школі № 3, що працювали з персональними стаціонарними комп'ютерами, були забезпечені столами і стільцями належного розміру - №6. Для 37,3 % учнів необхідними були меблі № 4 та для 45,3 % учнів – розміру № 5, котрі взагалі були відсутні у класі (рис. 1).

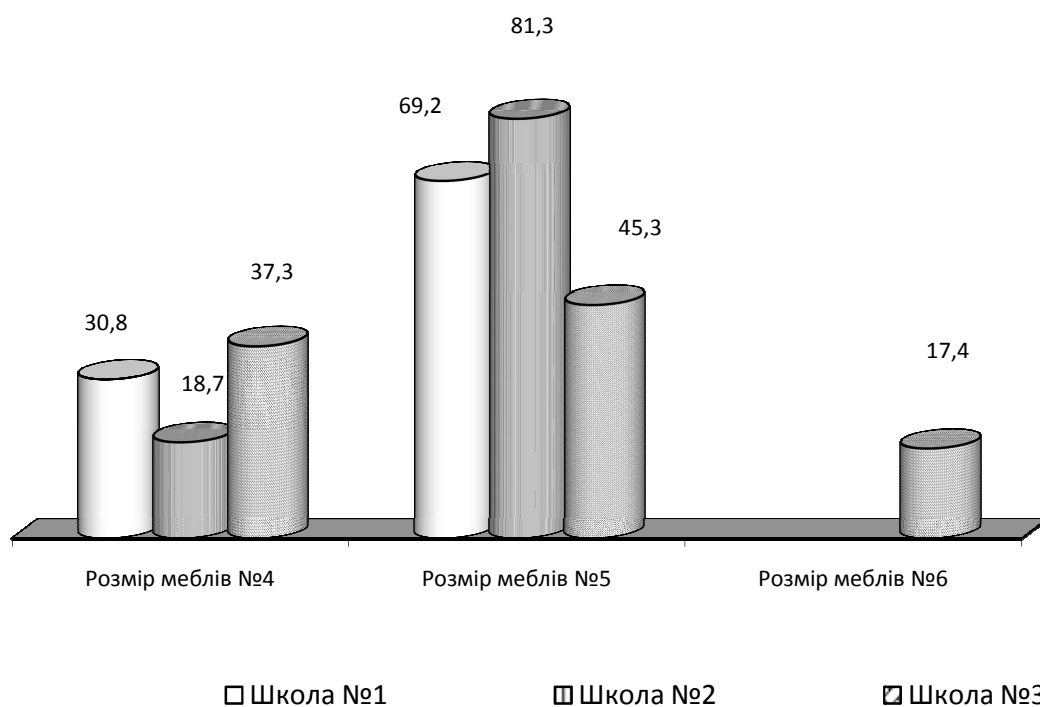


Рисунок 1 – Питома вага необхідних розмірів робочих меблів відповідно до зросту школярів, %

Для визначення особливостей формування робочої пози школярів під час роботи з портативною комп'ютерною технікою була проведена порівняльна оцінка отриманих середніх значень показників, що характеризували робочу позу дітей, з показниками оптимальної робочої пози. З літературних джерел відомо, що оптимальна робоча поза при роботі з комп'ютерною технікою характеризується випрямленою головою та хребтом із збереженням фізіологічних згинів, збереженням прямих кутів (90°) в основних суглобах тіла (ліктьовий, тазостегновий, колінний), наявністю опори для передпліч, кистей рук та стоп ніг [25 - 28]. Проведенню порівняльної оцінки передувало узагальнення даних літератури та на їх підставі визначені оптимальні, допустимі і недопустимі значення для кожного показника робочої пози школярів, які наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Оптимальні, допустимі і недопустимі значення показників робочої пози школярів

Назва показника	Оптимальні значення	Допустимі значення	Недопустимі значення
1	2	3	4
Кут нахилу голови (UgNGol), °	0 – 5	6 – 10	>10
Кут нахилу грудної частини тулуба (UgNGr), °	5	6 – 10	>10
Кут лінії візювання (UgZr), °	До 10	11 – 20	>20
Кут перпендикулярності лінії візювання (UgP), °	0 – 5	6 – 10	>10
Кут згинання ліктьового суглобу (UgL), °	90	91 – 100	<90 та >100
Кут згинання тазостегнового суглобу (UgTaz), °	90 – 100	101 – 110	<90 та >110
Кут згинання колінного суглобу (UgKol), °	90	85 – 89 та 91 – 110	<85 та >110
Відстань від ока до екрану монітора (GZ), см	50 – 70	40 – 80	<40 та >80
Відстань від клавіатури до краю стола (StKl), см	20	10 – 19 та 21 – 30	<10 та >30
Відстань від корпусу школяра до краю стола (KStl), см	6	5, 7, 8	<5 та >8
Відстань від корпусу школяра до ліктьового суглоба (Klok), см	3	4, 5	<3 та >5
Положення плечей (PP)	Розправлені, на одному рівні	-	Зведені вперед, підняті обидва або асиметрично розташовані
Форма спини (Fs)	Спина пряма	-	Сутулість
Положення шиї (Psh)	Пряма	-	Витягнута вперед
Положення передпліч (Ppr)	Положення на опорі, паралельно підлозі	-	Без опори, розташовані асиметрично
Положення кистей (Pk)	Кісті на рівні ліктів або трохи нижче, на опорі	-	Без опори, високо підняті

1	2	3	4
Положення на стегон на стільці (Pos)	2/3 – 3/4 стегна на стільці	-	<2/3 та >3/4 стегна на стільці або на краю сидіння
Положення спини по відношенню до спинки стільця (SpSt)	Спина дитини спирається до спинки стільця	-	Спина дитини не спирається до спинки стільця
Положення ніг та стоп (Pst)	Ноги дитини розташовані рівно і мають опір на всю стопу	-	Ноги дитини перехрещені і мають опір тільки на пальці або п'ятки ніг

Оцінка робочої пози школярів проводилась індивідуально, що дало можливість визначити питому вагу дітей з оптимальними, допустимими та недопустимими значеннями показників робочої пози при роботі з різними типами комп'ютерної техніки (табл. 4).

Таблиця 4 – Питома вага школярів, що мають оптимальні, допустимі та недопустимі значення показників робочої пози при роботі з різними типами комп'ютерної техніки, (M ± m, %)

Назва показника	Оптимальні значення			Допустимі значення			Не допустимі значення		
	I тип	II тип	III тип	I тип	II тип	III тип	I тип	II тип	III тип
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UgL1	19,6± 2,5	10,0± 12,2	-	15,7± 12,8* ³	3,3± 12,7* ³	-	64,7± 8,3* ²	86,7± 4,7* ²	-
UgL2	23,5± 12,2	3,3± 12,7	28,0± 9,8	21,6± 12,4* ³	3,3± 12,7* ³	41,3± 8,8	54,9± 9,4* ²	93,4± 3,3* ²	30,7± 9,6
UgTaz1	56,9± 9,2	31,7± 10,7	-	5,9± 13,6* ¹	11,7± 12,1* ³	-	37,2± 11,1	56,6± 8,5	-
UgTaz2	60,8± 8,8	48,3± 9,3	73,3± 5,9* ⁴	3,9± 13,7* ¹	8,3± 12,4* ^{1,3}	9,3± 10,9* ¹	35,3± 11,3	43,4± 9,7* ²	17,4± 10,5* ²
UgKol1	17,6± 12,7	10,0± 12,2	-	7,9± 13,4* ³	11,7± 12,1* ³	-	74,5± 7,1* ²	78,3± 6,0* ²	-
UgKol2	17,6± 12,7	15,0± 11,9	33,3± 9,4	9,8± 13,3* ³	6,7± 12,5* ³	36,0± 9,2	72,5± 7,3* ²	78,3± 6,0* ²	30,7± 9,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
StKl1	62,7± 8,5	63,3± 7,8	-	21,6± 12,4 ^{*1}	3,3± 12,7 ^{*1}	-	15,7± 12,8 ^{*2}	33,4± 10,5 ^{*2}	-
StKl2	58,8± 8,9	65,0± 7,6	92,0± 3,3	31,4± 11,6	1,7± 12,8 ^{*1}	-	9,8± 13,3 ^{*2}	33,3± 10,5 ^{*2}	8,0± 11,1 ^{*2}
UgNGo 11	15,7± 12,8	1,7± 12,8	-	17,6± 12,7 ^{*3}	1,7± 12,8 ^{*3}	-	66,7± 8,1 ^{*2}	96,6± 2,3 ^{*2}	-
UgNGo 12	13,7± 13,0	1,7± 12,8	68,0± 8,9	-	1,7± 12,8 ^{*3}	16,0± 8,9 ^{*1}	86,3± 5,2 ^{*2,4}	96,6± 2,3 ^{*2}	16,0± 8,9 ^{*2}
UgNGr 1	7,8± 13,4	1,7± 12,8	-	11,8± 13,1 ^{*3}	1,7± 12,8 ^{*3}	-	80,4± 6,2 ^{*2}	96,7± 2,3 ^{*2}	-
UgNGr 2	5,9± 13,6	-	24,0± 10,0	-	1,7± 12,8 ^{*3}	14,7± 10,7 ^{*3}	90,1± 4,4 ^{*2}	98,3± 1,7	61,3± 7,2 ^{*2}
Gz1	33,3± 11,4	-		41,2± 10,7	11,7± 12,1 ^{*3}	-	25,5± 12,1	88,3± 4,4	-
Gz2	25,5± 12,1	-	77,3± 5,5	37,2± 11,1	8,3± 12,4 ^{*3}	21,3± 10,2 ^{*1}	37,2± 11,1	91,7± 3,7	1,4± 11,5 ^{*2}
UgZr1	-	-	-	3,9± 13,7 ^{*3}	-	-	96,1± 2,6	100,0± 6,2	-
UgZr2	-	-	48,0± 8,3	-	-	49,3± 8,2 ^{*3}	100,0± 7,3	100,0± 6,2	2,7± 11,4 ^{*2}
UgP1	78,4± 6,5	-	-	13,7± 13,0 ^{*1}	5,0± 12,5 ^{*3}	-	7,9± 13,4 ^{*2}	95,0± 2,9 ^{*2}	-
UgP2	94,2± 3,4 ^{*4}	-	18,7± 10,4	1,9± 13,9 ^{*1}	-	29,3± 9,7	3,9± 13,7 ^{*2}	100,0± 6,2	52,0± 8,0 ^{*2}
KStL1	11,8± 13,1	26,7± 11,0	-	86,3± 5,2 ^{*1,3}	23,3± 11,3	-	1,9± 13,8	50,0± 9,1	-
KStL2	13,7± 13,0	18,3± 11,7	100,0± 5,1 ⁴	62,7± 8,5 ^{*1,3,4}	15,0± 11,9 ^{*3}	-	23,6± 12,2	66,7± 7,4 ^{*2}	-
Klok1	7,8± 13,4	-	-	5,9± 13,6 ^{*3}	5,0± 12,6 ^{*3}	-	86,3± 5,0 ^{*2}	95,0± 2,9 ^{*2}	-
Klok2	-	-	12,0± 10,8	-	3,3± 12,7 ^{*3}	37,3± 9,1	100,0± 7,3	96,7± 2,3 ^{*2}	50,7± 8,1 ^{*2}
PP1	41,2± 10,7	25,0± 11,2	-	-	-	-	58,8± 8,9	75,0± 6,4 ^{*2}	-
PP2	35,3± 11,3	23,3± 11,3	81,3± 5,0	-	-	-	64,7± 8,3 ^{*2}	76,7± 6,2 ^{*2}	18,7± 10,4
Fs1	19,6± 10,7	21,7± 11,4	-	-	-	-	80,4± 6,2 ^{*2}	78,3± 6,0 ^{*2}	-
Fs2	25,5± 12,1	33,3± 10,5	77,3± 5,5	-	-	-	74,5± 7,1 ^{*2}	66,7± 7,4 ^{*2}	22,7± 10,1
Psh1	70,6± 7,6	93,3± 3,3	-	-	-	-	29,4± 11,8 ^{*2}	6,7± 12,5 ^{*2}	-
Psh2	74,5± 7,1	95,0± 2,9	90,7± 3,5	-	-	-	25,5± 12,1 ^{*2}	5,0± 12,6 ^{*2}	9,3± 11,0
Ppr1	78,4± 6,5	80,0± 5,8	-	-	-	-	21,5± 12,4 ^{*2}	20,0± 11,5 ^{*2}	-

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ppr2	90,2± 4,3	75,0± 6,4	52,0± 8,0	-	-	-	9,8± 13,3 ^{*2}	25,0± 11,2 ^{*2}	48,0± 8,3
Pk1	45,1± 10,4	33,3± 10,5	-	-	-	-	54,9± 9,4	66,7± 7,4 ^{*2}	-
Pk2	33,3± 11,4	6,67± 12,5	85,3± 4,4	-	-	-	66,7± 8,1 ^{*2}	93,3± 3,3 ^{*2,4}	14,7± 10,7
Pos1	68,6± 7,8	60,0± 8,2	-	-	-	-	31,4± 11,6 ^{*2}	40,0± 10,0	-
Pos2	49,0± 9,1	40,0± 10,0	84,0± 4,6 ^{*4}	-	-	-	51,0± 9,8	60,0± 8,2	16,0± 10,6
SpSt1	45,1± 10,4	30,0± 10,8	-	-	-	-	54,9± 9,4	70,0± 7,1 ^{*2}	-
SpSt2	33,3± 11,4	8,3± 12,4	80,0± 5,1	-	-	-	66,7± 8,1 ^{*2}	91,7± 3,7 ^{*2,4}	20,0± 10,3
Pst1	43,1± 10,6	23,3± 8,8	-	-	-	-	56,9± 9,2	76,7± 6,2 ^{*2}	-
Pst2	39,2± 10,9	36,7± 10,3	70,7± 6,2	-	-	-	60,8± 8,8	63,3± 7,8 ^{*2}	29,3± 9,7

Примітки:

- 1 – показники робочої пози при дії першого навантаження;
- 2 – показники робочої пози при дії другого навантаження;
- ^{*1} – відмінності вірогідні між допустимими значеннями показників робочої пози та оптимальними значеннями показників;
- ^{*2} – відмінності вірогідні між недопустимими значеннями показників робочої пози та оптимальними показниками;
- ^{*3} – відмінності вірогідні між допустимими значеннями показників робочої пози та недопустимими значеннями показників;
- ^{*4} – відмінності вірогідні відносно дії I виду навантаження.

Гоніометричними дослідженнями доведено, що у переважної більшості школярів (від 60,0 % до 100,0%) робоча поза під час роботи з нетбуком і планшетом була не оптимальною, як при читанні текстів, так і при їх наборі та характеризувалася наступними особливостями:

- значним нахилом голови і грудної частини тулуба;
- великим кутом лінії візірування;
- зменшенням фізіологічної величини кутів колінного і ліктьового суглобів;
- зменшенням оптимальної відстані від очей до екрану монітору;

- зростанням розмірів гігієнічно обґрунтованої відстані від корпусу дитини до її ліктів;
- наявністю сутулості;
- асиметричним підняттям плечей;
- при розташуванні на підлозі ноги школярів не мали опори на всю стопу;
- шия школярів переважно була витягнута вперед;
- спина учнів не опиралася на спинку стільця та кисті рук не мали опори на поверхню стола.

Необхідно відмітити, що кількість учнів, які мали недопустимі значення зазначених показників при виконанні завдання з набору текстів, була вірогідно вищою, ніж у групі дітей, що виконували I завдання ($p \leq 0,05$). Слід підкреслити, що кількість школярів з недопустимими значеннями показників, була також вірогідно вищою у групі, що працювала з планшетом, ніж в групах, що працювали з іншими типами комп'ютерної техніки ($p \leq 0,05$). Крім того, при виконанні завдань на планшеті, у 95 % дітей спостерігалось суттєве зростання кута відхилення від перпендикуляру лінії візірування та у половини учнів – зменшення відстані від краю стола до корпусу дитини. Як і у випадку роботи з нетбуком, набір текстів на планшеті значно збільшував питому вагу школярів з недопустимими значеннями показників робочої пози, порівняно з кількістю дітей, що виконували завдання з читання текстів ($p \leq 0,05$).

На відміну від робочої пози, яку вимушено приймали діти, що працювали з портативними типами техніки, робоча поза школярів, що працювали з використанням стаціонарного комп'ютера, конструкція якого передбачала відокремлення монітору від клавіатури, характеризувалася наступним:

- оптимальними значеннями кутів нахилу голови (68,0 % випадків) та тазостегнового суглобу (73,3 % дітей);
- сприятливими значеннями відстані від очей до екрану монітору та розміром кута лінії візірування (97,3 % учнів);

- сприятливими значеннями кутів згинання ліктьового та колінного суглобів (69,3 % школярів);
- прямими в сагітальній площині шиєю та шиєю (77,3 % та 90,7 % випадків відповідно);
- кисті рук 85,3 % дітей знаходилися на опорі;
- стегна 84,0 % учнів мали оптимальне розташування на стільці;
- спина 80,0 % школярів мала опору на спинку стільця;
- стопи 77,7 % дітей мали оптимальне розташування на підлозі;
- плечі 81,3 % школярів були симетричними у фронтальній площині та не піднятими.

Таким чином, під час роботи з портативними типами комп'ютерної техніки (нетбуками та планшетами) школярі знаходилися в положенні різко вираженої «передньої» робочої пози, що характеризувалася суттєвим нахилом голови і тулуба вперед та обумовлювала появу несприятливих умов для зорової роботи. З стаціонарними комп'ютерами діти працювали в положенні «випрямленої» робочої пози, яка є найбільш ергономічною (оптимальною) для роботи з комп'ютерною технікою [29].

Відомо, що безперервна робота школярів за комп'ютером протягом 30 хв супроводжується розвитком загальної та зорової втоми, зниженням рівня функціональних можливостей центральної нервової системи майже у 36 % учнів і зниженням показників розумової працездатності у 45 % учнів [30, 31]. У зв'язку з цим, перенесення учбового матеріалу з паперових носіїв на екрани моніторів обумовлює нове сприйняття проблеми «учень – комп'ютер». Попередні дослідження по визначенню впливу читання на зорову і загальну втому школярів вказує на астенопічну природу читання [32, 33]. Необхідно відмітити, що спостереження суцільного образу (відбиток на папері), є не таким складним фізіологічним процесом впізнання образу, як спостереження дискретного об'єкту і сумация образу в єдиний на рівні коркового відділу зорового аналізатору.

Світлова хвиля, що пульсує, призводить до зниження чутливості органу зору, негативним змінам його інерційних характеристик. Таким чином, астенопічний характер процесу читання з екрану дисплея посилюється і сприяє розвитку загальної, зорової та розумової втоми у школярів.

За результатами офтальмологічного обстеження школярів був проведений індивідуальний аналіз динаміки функціональних зрушень в процесі роботи з комп'ютерною технікою. На підставі отриманих результатів всі діти були розподілені на три групи.

До першої групи були віднесені діти з ознаками зорової втоми, у яких в процесі роботи з комп'ютерною технікою визначено зменшення об'єму акомодатії і зростання відстані найближчої крапки ясного зору. Другу групу склали діти з ознаками спазму акомодатії (зростання об'єму акомодатії і наближення до очей найближчої крапки ясного зору). До третьої групи віднесені діти, у яких не було визначено змін у значеннях досліджуваних показників.

Як свідчать наведені в таблиці 5 дані, при роботі школярів нетбуком в процесі виконання першого навантаження ознаки зорової втоми визначені в середньому у половини обстежених дітей.

Після дії другого навантаження кількість школярів із зоровою втомою правого ока (у 28,6 % хлопців і у 22,7 % дівчат) вірогідно зменшилася ($p \leq 0,05$). Виявлені зміни зорової втоми саме на правому оці пояснюються тим, що праве око, як правило, є ведучим у переважній кількості школярів. Ознаки спазму акомодатії спостерігали у значній кількості обстежених школярів, особливо після дії другого навантаження. Так, якщо під дією першого навантаження даний стан визначався на правому оці у 17,8 % хлопців, то друге навантаження сприяло подальшому розвитку спазму акомодатії у 57,1 % дітей цієї статевої групи ($p \leq 0,05$). Серед дівчат спостерігалась аналогічна картина, коли після першого навантаження спазм акомодатії спостерігався на правому оці у 36,4 % дівчат та на

лівому - у 27,3 %. Дія другого навантаження сприяла подальшому розвитку спазму акомодатії на правому оці у 63,6 % і на лівому у 54,5 % дітей ($p \leq 0,05$).

Таблиця 5 – Розподіл дітей шкільного віку відповідно до функціональних зрушень у зоровому аналізаторі при роботі з комп'ютерною технікою ($M \pm m$), %

Ступінь функціональних зрушень	Око	Хлопці		Дівчата	
		I навантаження	II навантаження	I навантаження	II навантаження
1	2	3	4	5	6
I тип комп'ютерної техніки (нетбук)					
Зорова втома	п	64,3±11,3	28,6±16,0*	63,6±12,8	22,7±18,7*
	л	42,8±14,3	42,8±14,3	36,4±17,0	36,4±17,0
Спазм акомодатії	п	17,8±17,1	57,1±12,4*	36,4±17,0	63,6±12,8
	л	50,0±13,4	50,0±13,4	27,3±18,2	54,5±14,4
Відсутність змін	п	17,8±17,1	14,3±17,5	-	13,6±19,8
	л	7,1±18,2	7,1±18,2	36,4±17,0	9,1±20,3
	л	19,3±11,4	-	12,2±13,4	-
II тип комп'ютерної техніки (планшет)					
Зорова втома	п	53,3±12,5	60,0±11,5	47,0±12,5	41,2±13,1
	л	53,3±12,5	43,3±13,7	35,3±13,8	52,9±11,8
Спазм акомодатії	п	33,3±14,9	26,7±15,6	52,9±11,8	41,2±13,1
	л	26,7±15,6	26,7±15,6	52,9±11,8	41,2±13,1
Відсутність змін	п	13,3±17,0	13,3±17,0	-	17,6±15,6
	л	20,0±16,3	26,7±15,6	11,8±16,1	5,9±16,6
III тип комп'ютерної техніки (стаціонарний комп'ютер)					
Зорова втома	п	61,3±7,9	-	55,1±9,6	-
	л	46,8±9,3	-	44,9±10,6	-
Спазм акомодатії	п	27,4±10,8	-	36,7±11,4	-
	л	33,9±10,3	-	42,8±10,8	-
Відсутність змін	п	11,3±12,0	-	8,2±13,7	-
	л	19,3±11,4	-	12,2±13,4	-

Примітка. * - різниця показників вірогідна відносно I навантаження ($p \leq 0,05$).

Робота з планшетом викликала зрушення функціонального стану зорового аналізатора також у значній кількості школярів. Так, після першого навантаження ознаки зорової втоми реєстрували у 53,3 % хлопців (на правому і лівому очах) та

у 47,0 % дівчат – на правому оці та у 35,3 % учениць на лівому оці. Дія другого навантаження сприяла подальшому розвитку зорової втоми, що збільшило кількість хлопців з цим станом до 60,0 %. У дівчат не спостерігали суттєвих змін значень показників об'єму акомодациї і відстані найближчої крапки ясного зору під час роботи з планшетом. Ознаки спазму акомодациї визначені в середньому у третини школярів. Після першого навантаження дані функціональні зміни визначені на правому оці у 33,3 % хлопців і у 26,7 % - на лівому. Дія другого навантаження не сприяла появі суттєвих змін у значеннях офтальмологічних показників і кількість учнів з ознаками спазму акомодациї не перевищувала 26,7 %. У понад половини дівчат дія першого навантаження викликала спазм акомодациї як на правому, так і на лівому очах.

Процес читання з екрану стаціонарного комп'ютера викликав розвиток зорової втоми на правому оці у 61,3 % хлопців, на лівому оці у 46,8 % хлопців, та у 55,1 % і 44,9 % дівчат відповідно ($p \leq 0,05$). У третини школярів реєстрували спазм акомодациї.

Таким чином, динаміка змін офтальмологічних показників у дітей шкільного віку в процесі роботи з сучасними моделями комп'ютерної техніки свідчить, що всі три типи пристроїв для візуалізації інформації викликають функціональні зрушення у стані зорового аналізатора в середньому у 60,0 % учнів. При цьому читання навчальних текстів з екрану нетбуку викликає ознаки зорової втоми в більшій кількості випадків, ніж набір текстів ($p \leq 0,05$).

Взаємозв'язок розумової втоми та змін гемодинаміки досліджувався науковцями на протязі багатьох років. Було встановлено, що розумова праця, в тому числі і робота з комп'ютерами, викликає зростання частоти серцевих скорочень та підвищення артеріального тиску у школярів. В процесі інтенсивної розумової праці або тривалого навчального навантаження спостерігається протилежна реакція серцево-судинної системи, тобто, відбувається зниження рівня артеріального тиску учнів та частоти серцевих скорочень. Розумова втома

дітей, що формується в процесі розумової праці, супроводжується підвищенням мінімального артеріального тиску, підґрунтям якого є спазм артеріол [34-37].

Індивідуальний аналіз реакції серцево-судинної системи школярів на зорове навантаження, обумовлене використанням комп'ютерної техніки, показав, що майже у двох третин школярів процес читання учбових текстів з екранів нетбуку (72,4 % дітей) та планшету (65,4 % дітей) супроводжувався вірогідним уповільненням серцевих скорочень ($p \leq 0,05$). Аналогічна тенденція спостерігалась у дівчат та хлопців, що працювали за стаціонарним комп'ютером (табл. 6). Набір текстів на нетбуці навпаки викликає збільшення кількості серцевих скорочень за хвилину у 62,1 % хлопців ($p \leq 0,05$).

Таблиця 6 – Розподіл школярів в залежності від реакції серцево-судинної системи на навчальне навантаження з використанням комп'ютерної техніки ($M \pm m$), %

Показники	Стать	Після I навантаження			Після II навантаження		
		Зростання показника	Зменшення показника	Без змін	Зростання показника	Зменшення показника	Без змін
I тип (нетбук)							
ЧСС	х	24,1±11,4	72,4±6,9 ^{*2}	3,4±12,9	62,1±8,1 ^{*1}	37,9±10,3 ^{*1}	-
	д	36,4±12,0	59,1±9,6	4,5±14,7	54,5±10,2	40,9±11,6	4,5±14,7
АТс	х	48,3±9,4	48,3±9,4	3,4±12,9	44,8±9,7	48,3±9,4	6,9±12,7
	д	36,4±12,0	63,6±9,1	-	45,4±11,1	54,5±10,2	-
АТд	х	55,2±8,8	41,4±10,1	3,4±12,9	44,8±9,7	48,3±9,4	6,9±12,7
	д	40,9±11,6	50,0±10,7	9,1±14,4	45,4±11,1	54,5±10,2	-
II тип (планшет)							
ЧСС	х	34,6±11,2	65,4±8,1 ^{*2}	-	46,1±10,2	53,8±9,4	-
	д	50,0±8,6	47,1±8,8	2,9±11,9	44,1±9,1	54,4±8,2	-
АТс	х	38,5±10,9	53,8±9,4	7,7±13,3	57,7±9,1	42,3±10,5	-
	д	41,2±9,3	58,8±7,8	-	47,1±8,8	47,0±8,8	5,9±11,8
АТд	х	46,2±10,2	42,3±10,5	11,5±13,0	26,9±11,8	69,2±7,7 ^{*1,2}	3,8±13,6
	д	55,9±8,0	44,1±9,1	-	38,2±9,5	55,9±8,0	5,9±11,8
III тип (стаціонарний комп'ютер)							
ЧСС	х	36,7±11,4	63,3±8,6	-	-	-	-
	д	39,0±12,2	58,5±10,0	2,4±15,4	-	-	-
АТс	х	36,7±11,4	59,2±9,1	4,1±13,9	-	-	-
	д	41,5±11,9	53,6±10,6	4,9±15,2	-	-	-
АТд	х	42,8±10,8	53,1±9,8	4,1±13,9	-	-	-
	д	39,0±12,2	60,9±9,7	-	-	-	-

Примітки:

1. *¹ - зміни вірогідні відносно дії першого навантаження ($p \leq 0,05$);
2. *² - зміни вірогідні відносно кількості школярів із зростанням значень показників ($p \leq 0,05$).

Навчальна діяльність з використанням комп'ютерної техніки вірогідно не впливала на зміни показників артеріального тиску. Тільки у дітей, що працювали з нетбуком (у 63,6 % дівчат) и планшетом (у 53,8 % хлопців та 58,8 % дівчат), відмічається тенденція до зниження рівня систолічного тиску при дії першого навантаження.

Таким чином, несприятливі зміни значень основних показників серцево-судинної системи спостерігалися у переважній кількості школярів при роботі з портативними типами комп'ютерної техніки і характеризувалися зниженням частоти серцевих скорочень та тенденцією до зниження рівнів артеріального тиску, особливо під впливом дії першого навантаження. Визначенні зміни вказують на існування компенсаторних зрушень у системі гемодинаміки школярів, що виникли в умовах значного розумового навантаження.

Оцінку функціонального стану серцево-судинної системи школярів при роботі з комп'ютерною технікою проводили за допомогою індексу Кердо (табл. 7). Як вказують отримані дані, робота з різними типами комп'ютерної техніки викликала в середньому у 10,0 % школярів зміни вегетативного тонусу з симпатотонічного на парасимпатотонічний, що є несприятливою ознакою зростання напруження адаптаційно-компенсаторних механізмів організму школярів в умовах зорово-розумового навантаження.

Найбільш виразно проявлялася несприятлива зміна знака вегетативного тонусу при користуванні школярів планшетом (в середньому у 20,0 % дітей обох статевих груп), що свідчить про психоемоційне напруження та втому дітей.

Таблиця 7 – Розподіл школярів за значеннями вегетативного тонусу ($M \pm m$), %.

Категорія	Стать	До роботи	Після першого навантаження	Після другого навантаження
1	2	3	4	5
I тип (нетбук)				
Симпатотоніки	х	62,1±8,1	37,9±10,3	34,5±10,6
	д	59,1±9,6	54,5±10,2	63,6±9,1
Парасимпатотоніки	х	37,9±10,3	55,2±8,8	65,5±7,7
	д	36,4±12,0	40,9±11,6	31,8±12,4 ^{*1}
Ейтоніки	х	-	6,9±12,7 ^{*2}	-
	д	4,5±14,7 ^{*1,2}	4,5±14,7 ^{*1,2}	4,5±14,7 ^{*1,2}
II тип (планшет)				
Симпатотоніки	х	80,8±6,1	69,2±7,7	76,9±6,7
	д	73,5±6,2	73,5±6,2	64,7±7,2
Парасимпатотоніки	х	19,2±12,5 ^{*1}	30,8±11,5 ^{*1}	19,2±12,5 ^{*1}
	д	20,6±10,8 ^{*1}	26,5±10,4 ^{*1}	32,3±9,9 ^{*1}
Ейтоніки	х	-	-	3,8±13,6 ^{*1}
	д	5,9±11,8 ^{*1,2}	-	2,9±11,9 ^{*2}
III тип (стаціонарний комп`ютер)				
Симпатотоніки	х	79,6±6,4	73,5±7,3	-
	д	75,6±7,7	80,5±6,9	-
Парасимпатотоніки	х	18,4±12,9 ^{*1}	24,5±12,4 ^{*1}	-
	д	17,1±14,2 ^{*1}	19,5±14,0 ^{*1}	-
Ейтоніки	х	2,0±14,1 ^{*1}	2,0±14,1 ^{*1}	-
	д	7,3±15,0 ^{*1}	-	-

Примітки:

- *1 – відмінності вірогідні відносно групи симпатотоніків ($p \leq 0,05$);
- *2 – відмінності вірогідні відносно групи парасимпатотоніків ($p \leq 0,05$).

Для узагальнення результатів дослідження функціонального стану серцево-судинної системи школярів в процесі роботи з комп`ютерною технікою нами був розрахований показник якості реакції системи кровообігу (ПІАР). Відсоток школярів з поганою реакцією системи кровообігу вірогідно перевищував кількість дітей з незадовільною та доброю функціональною спроможністю серцево-судинної системи ($p \leq 0,05$). Даний стан реєстрували у 70,7 % хлопців і 50,0 % дівчат, що працювали з нетбуком, у 48,1 % учнів та 76,5 % учениць, які

виконували завдання з застосуванням планшету, та у 77,5 % хлопців і у 78,0 % дівчат, які використовували стаціонарний комп'ютер (рис. 2).

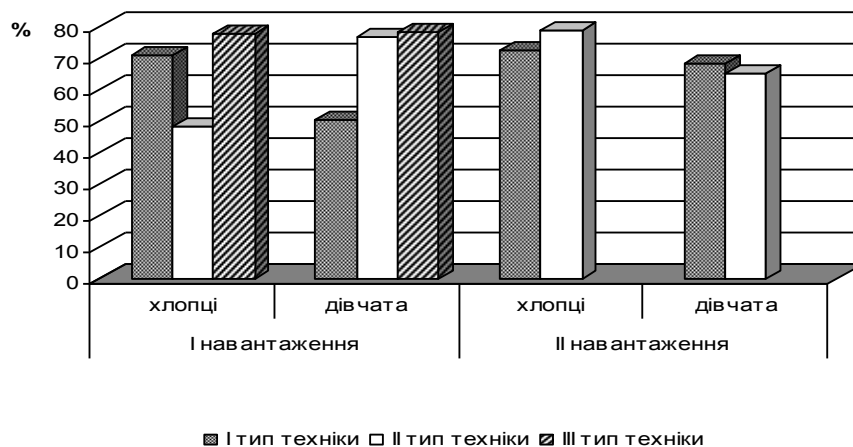


Рисунок 2 – Питома вага школярів, що мали погану реакцією системи кровообігу, %

Слід відмітити, що в групі школярів, які працювали з планшетом, спостерігали вірогідну міжстатеву відмінність у величинах показників ПЯР, що свідчить про більш високу чутливість системи кровообігу дівчат ($p \leq 0,05$).

Визначений функціональний стан серцево-судинної системи свідчить про низький рівень можливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій організму школярів на дію комбінованого навантаження (зорово-моторно-розумове), що формується при роботі з комп'ютерною технікою.

Крім того доведено, що всі 3 типи комп'ютерної техніки викликають негативні зміни показників лабільності, рухливості та врівноваженості нервових процесів у третини дітей.

Дослідження динаміки працездатності школярів під час роботи з комп'ютерною технікою різних типів виявили ознаки розумової втоми у третини учнів, особливо при виконанні учбових завдань з використанням нетбука і планшету. Робота з нетбуком була складною для дітей обох статевих груп і супроводжувалась появою як перших ознак втоми, так і втоми в майже у половини обстежених школярів (рис. 3).

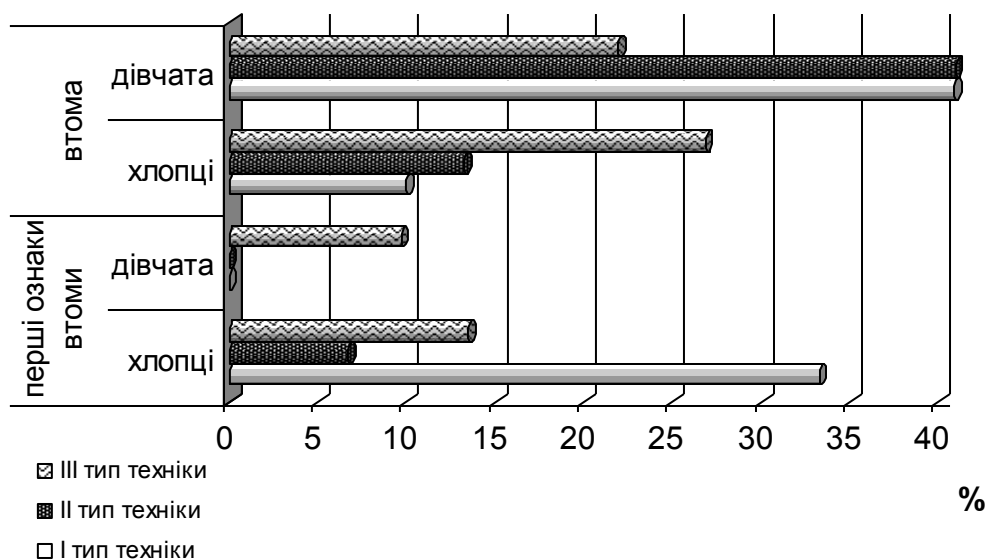


Рисунок 3 – Питома вага школярів з ознаками розумової втоми після виконання першого навантаження в залежності від типу комп'ютерної техніки (за результатами інтегральної оцінки коректурних проб), %

При цьому, виконання першого завдання (читання текстів) було більш складним видом діяльності для дівчат, тоді як друге завдання (набір текстів) – більш складним для хлопців (рис. 4).

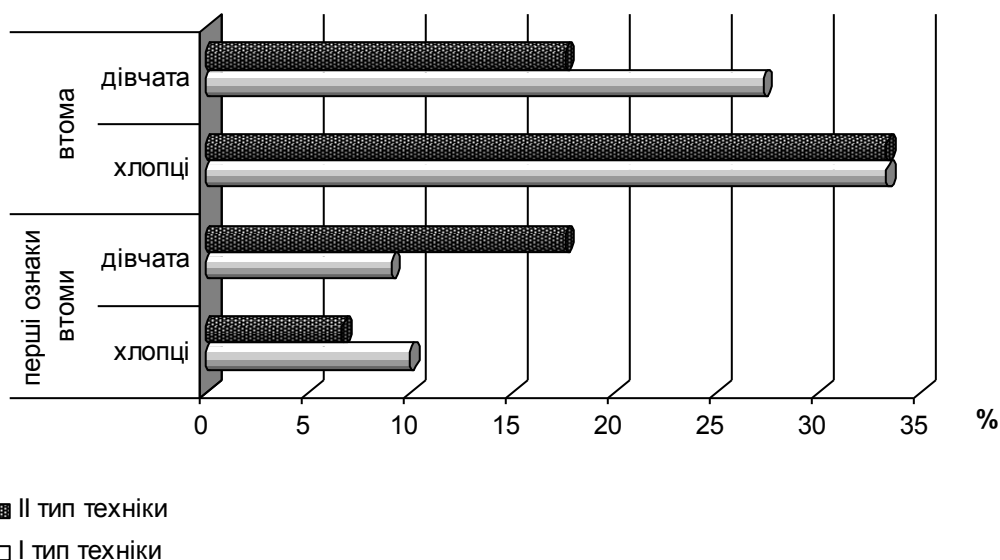


Рисунок 4 – Питома вага школярів з ознаками розумової втоми після виконання другого навантаження в залежності від типу комп'ютерної техніки (за результатами інтегральної оцінки коректурних проб), %

Читання навчальних текстів з екрану планшету викликало розвиток розумової втоми переважно у дівчат (41,2 %), а у хлопців спостерігали як перші ознаки втоми (6,7 %), так і ознаки втоми – у 13,3 % дітей. Набір навчальних текстів сприяв подальшому розвитку втоми у 6,9 % хлопців та у 17,6 % дівчат. При цьому мали місце статеві відмінності у реакції дітей на вид навантаження, так при читанні учбових текстів втома розвивалася переважно у дівчат, а при наборі навчальних матеріалів - у хлопців.

Робота з третім типом комп'ютерної техніки супроводжувалася розвитком втоми у незначній кількості школярів. Перші ознаки втоми спостерігали у 13,5 % хлопців і 9,7 % дівчат, тоді як більш глибоку фазу втоми реєстрували у приблизно однакової кількості хлопців і дівчат (26,9% і 22,0 % відповідно).

Гігієнічна оцінка характеру учбової діяльності школярів під час уроків з застосуванням портативних типів комп'ютерної техніки, за даними хронометражних спостережень, показала, що основними видами діяльності школярів на протязі уроку є зорова робота з екраном монітору комп'ютера, зорова робота з підручником або зошитом, консультації з вчителем та відволікання. Під час уроків, що проводилися з використанням нетбуків, види діяльності учнів розподілялись наступним чином: зорова робота з екраном комп'ютера складала 24,2 %, а при роботі з зошитом або підручником - 42,8 %. Ці ж види учбової діяльності при використанні планшетів становили відповідно 41,2 % та 25,0 %. Таким чином, привертає увагу високий відсоток зорової роботи на уроках з використанням як нетбуків (67,0 %), так і планшетів (66,2 %). Відсоток часу, що витрачали діти на консультації з вчителем в процесі уроків суттєво не відрізнявся і складав 17,0 та 21,6 % відповідно. Тривалість відволікань була більшою на уроках, де працювали з нетбуками (16,1 %), тоді як при роботі з планшетами її тривалість складала 12,2 % в структурі уроку (рис. 5).

Отже, щільність уроків з використанням комп'ютерної техніки була дуже високою і сягала 83,9 % при користуванні нетбуком і 87,8 % – планшетом, при

рекомендованих значеннях даного показника не більше 70,0 %, та значним відсотком зорової роботи, зокрема роботи з монітором. Встановлені особливості структури уроку вказують на можливість швидкого розвитку загальної та зорової втоми школярів, що може супроводжуватися появою несприятливих функціональних зрушень в роботі основних органів та систем організму дитини.

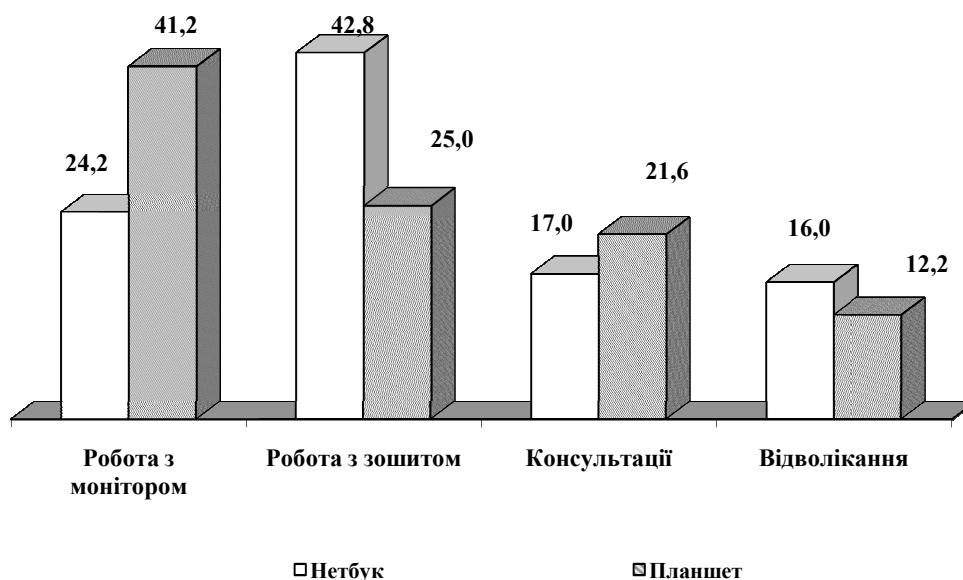


Рисунок 5 – Розподіл видів діяльності учнів впродовж уроку з використанням комп'ютерної діяльності, %

Дані анкетного опитування показали, що школярі мають високу ступінь зацікавленості у проведенні навчального процесу із застосуванням комп'ютерної техніки. В той же час, на наявність труднощів при користуванні комп'ютерною технікою вказали від 2,8 % до 27,0 % респондентів (рис. 6). З віком кількість школярів, що відчувають труднощі при роботі з комп'ютерною технікою, поступово зростає. Можливо це пов'язано з більш складними завданнями, що виконують діти старшого шкільного віку.

При з'ясуванні питання щодо частоти застосування комп'ютерної техніки на заняттях у школі було встановлено, що учні 5-х – 7-х класів мають такі уроки в середньому 2 - 3 рази на тиждень, тоді як в 8-х – 10-х класах частота таких занять зменшується, переважно до 1 раз на тиждень.

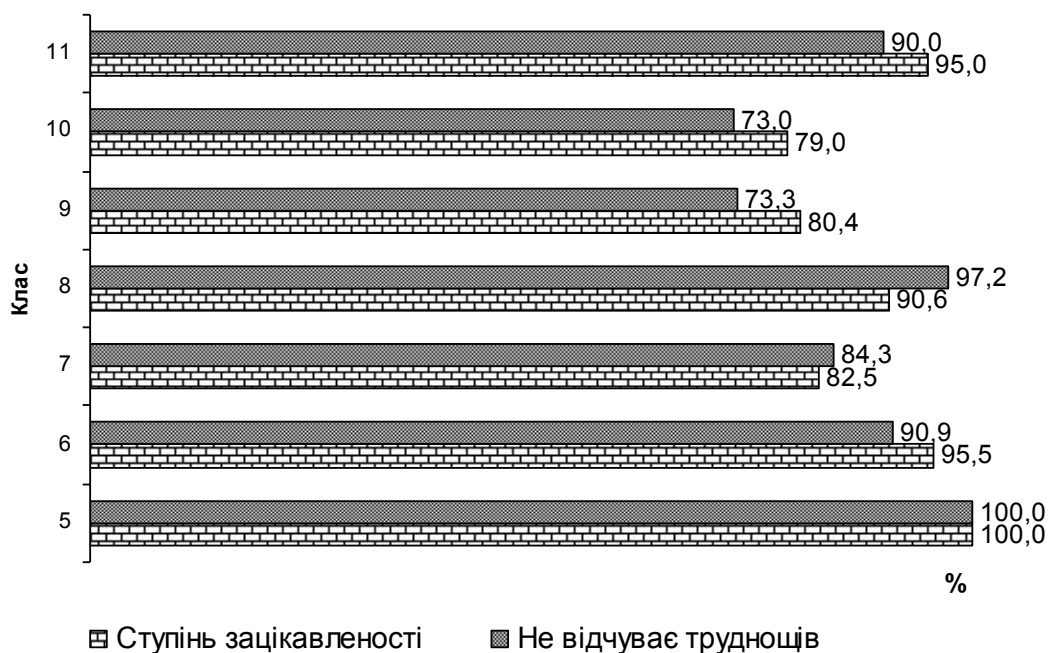


Рисунок 6 – Питома вага школярів різних вікових груп, у яких навчальний процес із застосуванням комп'ютерної техніки викликав зацікавленість та які не відчували труднощів при її використанні (%).

Тривалість зорової роботи з комп'ютерною технікою на уроці, за визначенням більшості учнів 5-х і 7-х класів, становить від 15 до 35 хвилин, учнів 6-х класів – від 25 до 35 хвилин 30 хвилин. Учні 8-го класу працювали з комп'ютерною технікою переважно 15 хвилин. Серед учнів 9-х – 11-х класів від 45,0 % до майже 60 % дітей відповіли, що працювали за комп'ютером біля 45 хвилин.

Робота з комп'ютерною технікою викликала відчуття загальної втоми у 100,0 % учнів 5-х та 6-х класів, третини дітей 7-х – 8-х класів та майже 20,0 % учнів 9-х – 11-х класів. Переважна більшість учнів 5-х – 6-х класів вказала на появу втоми очей при роботі з комп'ютерною технікою. 40,0 % школярів, що навчаються в 7-х – 8-х класах та майже третина учнів старших класів (9-х – 11-х) також відчувала втому очей при користуванні комп'ютерної техніки (рис. 7).

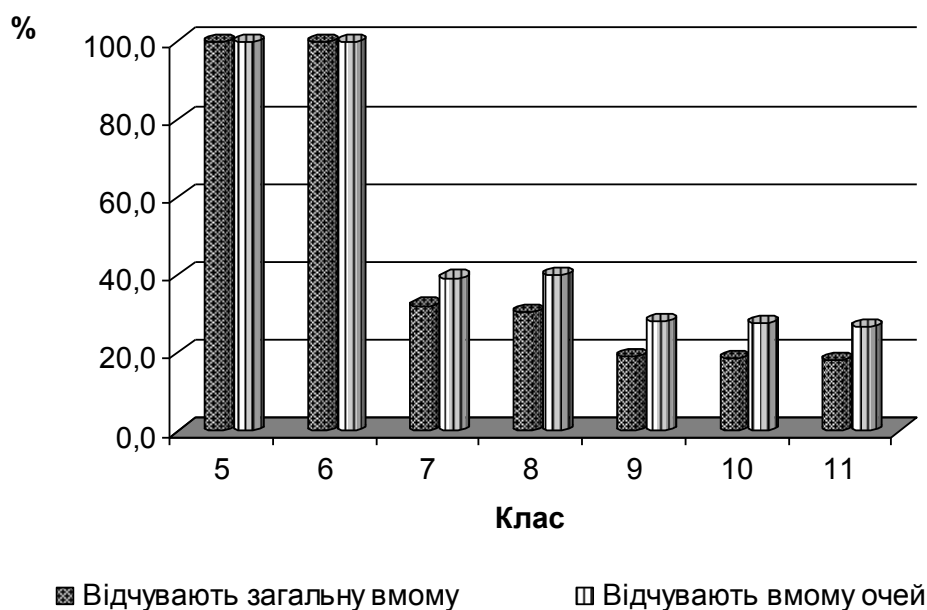


Рисунок 7 – Розподіл школярів за наявністю відчуття загальної втоми та втоми очей, що з`являється при роботі з комп`ютерною технікою, %

На появу інших неприємних відчуттів при роботі з комп`ютерною технікою скаржились, переважно, учні 6-го класу. Значний відсоток скарг дітей даного віку складали неприємні відчуття з боку зорового аналізатора – це поява відчуття мерехтіння перед очима (72,7 % хлопців і 75,0 % дівчат), розпливчастість зображення (72,7 % хлопців і 25,0 % дівчат) та біль в очах (45,4 % хлопців і 75,0 % дівчат). Відчуття важкості в голові відчували 36,4 % хлопців і 25,0 % дівчат. Учні інших класів скаржилися, переважно, на біль в очах (16,7 % дівчат 10-го класу, 10,0 % хлопців 11-го класу) та головну біль (16,7 % дівчат 9-го класу, 11,1 % хлопців 10-го класу і 10,0 % хлопців 11-го класу). Однак, переважна кількість респондентів не відчували появи неприємних відчуттів при роботі з комп`ютерною технікою.

Узагальнюючи наведені дані, слід зазначити, що використання учнями планшетів та ноутбуків під час навчання призводить до формування вимушеної «передньої» робочої пози. Вперше доведено негативний вплив використання портативних комп`ютерів при виконанні різних видів навчальної діяльності на

функціональний стан зорової, опорно-рухової, серцево-судинної, нервової системи та на формування психофізіологічних функцій школярів.

ВИСНОВКИ

Результати комплексного вивчення фізіолого-гігієнічних та психофізіологічних реакцій організму дітей шкільного віку на дію зорово-моторного навантаження, що супроводжує роботу на сучасних типах комп'ютерної техніки, дозволили визначити ступінь його впливу на функціональний стан організму школярів та науково обґрунтувати гігієнічні вимоги до безпечного для здоров'я використання портативних типів техніки в навчальній діяльності.

1. Сучасні пристрої для читання, що відтворюють інформацію (навчальні тексти) на екрані за допомогою відбитого світла або за технологією «електронних чорнил» повинні мати діагональ робочої поверхні екрану не менше 9,0 та не більше 10 дюймів, співвідношення сторін екрану має становити 3:4, повинні бути відсутні технічні можливості самостійного встановлення масштабу зображення, візуальне оформлення електронних сторінок (розміщення інформації на екрані, характеристика шрифтів, контрастність зображення, ілюстративність тощо) повинно відповідати морфо-функціональним особливостям школярів різних вікових груп та не викликати погіршення функціонального стану їх організму. Вага пристрою не повинна перевищувати 500 г.

2. Внутрішнє середовище класних кімнат, в яких працювали школярі з різними типами комп'ютерної техніки, характеризувалося несприятливими параметрами мікроклімату, а саме підвищеними значеннями температури повітря (школа №2 - 22,0° і школа № 3 - 24,0°), недостатнім рівнем природного освітлення (школа №1 – 175 лк, школа №2 – 197 лк, школа №3 – 186 лк) та недостатньою питомою площею на 1 робоче місце (школа №3 – 4,5 м²).

3. Встановлено, що організація робочого місця школярів в учбових приміщеннях шкіл, в яких відбувався навчальний процес з використанням нетбуків та планшетів, в 100 % випадків не відповідала гігієнічним вимогам, так, розмір меблів не був підібраний у відповідності до зросту дітей, а класні кімнати, де діти працювали з стаціонарними комп'ютерами, лише на 17,4 % були забезпечені меблями необхідних розмірів. Не використовувалася можливість перпендикулярного розташування екрану монітору до нормальної лінії зору, що ускладнювало візуальне сприйняття інформації.

4. Хронометражними дослідженнями доведена висока щільність уроків, на яких застосовували сучасні типи комп'ютерної техніки (з використанням нетбуків – 83,9 %, планшетів – 87,7 %), а також значний відсоток зорової роботи (з використанням нетбуків – 67,0 %, планшетів – 66,2 %), що створює потенційну небезпеку розвитку загальної та зорової втоми школярів.

5. Встановлено, що робота з нетбуком, планшетом та TFT-монітором стаціонарних комп'ютерів, особливо процес читання навчальних текстів, викликає відповідно у 64,0 % хлопців і дівчат, у 53,3 % хлопців і у 47,0 % дівчат та у 61,3 % хлопців і у 55,1 % дівчат зорову втому, яка проявляється у віддаленні відстані найближчої крапки ясного бачення, зменшенні об'єму акомодациї, зниженні контрастності зору.

6. Вивчення основних властивостей нервової системи дітей шкільного віку переконливо довело, що процес роботи з досліджуваними типами комп'ютерної техніки, особливо набирання навчальних текстів, викликає функціональне перенавантаження нервової системи у третини обстежених дітей, на що вказує погіршення показників її лабільності, рухливості, врівноваженості та зниження рівня працездатності.

7. Дослідження динаміки працездатності школярів при використанні комп'ютерної техніки різних типів виявили ознаки розумової втоми у третини учнів, які були більш вираженими у дітей, що працювали з нетбуками та

планшетами. Встановлені статеві відмінності в реакції школярів на вид навантаження: читання навчальних текстів викликало розумову втому у 40,0 % дівчат, а набирання навчальних текстів – у понад 43,0 % хлопців ($p \geq 0,05$).

8. Зорово-моторне навантаження, що є важливою складовою процесу навчання з використанням комп'ютерної техніки (не залежно від її конструктивних особливостей), викликає зниження функціональних можливостей серцево-судинної системи майже у 65 % дітей, що свідчить про низький рівень адаптаційно-компенсаторних можливостей їхнього організму.

9. Навчальна діяльність з використанням різних типів портативної комп'ютерної техніки, особливо набирання навчальних текстів на планшеті, викликає розвиток психоемоційної напруги і появу ознак вегетативної дисфункції, що супроводжується збільшенням кількості випадків відхилення від аутогенної норми (у 44,4 % хлопців і у 52,0 % дівчат), зростанням рівня тривожності (у 51,8 % хлопців і у 56,0 % дівчат), зниженням рівня активності (у 48,1 % хлопців і у 36,0 % дівчат) та працездатності (у 48,1 % хлопців і у 52,0 % дівчат). У 20 % дітей обох статевих груп виявлена зміна знаку вегетативного тонусу з симпатотонічного на парасимпатотонічний .

10. Вперше визначені провідні показники робочої пози школярів при роботі з портативною комп'ютерною технікою, встановлені їх кількісні значення та ступінь кореляційних зв'язків, що існують між показниками, та їх вагомість при формуванні робочої пози школярів. Доведено, що оптимальної робочої пози можливо досягти лише за умов, коли конструкцією комп'ютера передбачено відокремлення відеомонітору від клавіатури. Робота з портативними типами комп'ютерною техніки (нетбук, планшет), конструктивними особливостями яких є моноблоковість, тобто об'єднання відеомонітору та клавіатури, можлива лише у вимушеній «передній» робочій позі, яка є не фізіологічною і викликає в організмі дітей низку функціональних порушень.

11. Суб'єктивні симптоми загальної втоми та втоми зорового аналізатору під час роботи з комп'ютерною технікою в однаковій мірі були виражені як у дівчат, так і у хлопців. Найбільшою кількістю респондентів, які мали скарги астенопічного характеру (100 %), була серед учнів 5-х – 6-х класів.

З метою профілактики несприятливого впливу на організм дітей різних моделей персональної комп'ютерної техніки розроблені гігієнічні рекомендації, що спрямовані на профілактику захворювань органу зору, опорно-рухового апарату, серцево-судинної системи, а також розладів нервово-психічної сфери у дітей та поширюються на всі види персональної комп'ютерної техніки.

1. Не дозволяється розміщувати кабінети комп'ютерної техніки у підвальних та цокольних приміщеннях будинків. Площа приміщення на одного учня повинна складати не менше 4,5 м² виключно за умови використання плоского відеомонітора та відсутності на робочому місці друкованого пристрою (принтеру). При використанні електронно - променевих моделей моніторів та/або наявності друкованого пристрою (принтеру) мінімальна площа на одного учня повинна бути не менше 6,0 м².

2. Відеомонітори та персональна комп'ютерна техніка є потенційними джерелами електромагнітних випромінювань в діапазоні частот 50 Гц - 400 кГц і статичного електричного поля. Напруженість електромагнітного поля (далі - ЕМП) 50 Гц на відстані 0,5 м від усіх поверхонь відеомоніторів, що підключені до електромережі 220 В, не повинна перевищувати 500 В/м. Рівні ЕМП на робочому місці на відстані 0,5 м від екрана відеомонітора не повинні перевищувати граничнодопустимих рівнів (далі - ГДР).

3. Використання бездротового доступу до мережі Інтернет по типу Wi-Fi у загальноосвітніх навчальних закладів можливе виключно за умови експериментального визначення у вигляді натурального експерименту з використанням комплексу гігієнічних, фізіологічних, офтальмологічних,

психологічних та інших (за необхідністю) методик та наукового обґрунтування безпечних для здоров'я дітей умов та режимів користування.

4. Основним обладнанням робочого місця є монітор, відокремлена клавіатура, відокремлена миша, стіл, стілець (крісло). Дозволяється використання моніторів (екранів) з діагоналлю не менш 15 дюймів та не більше 19 дюймів. Рекомендоване співвідношення сторін монітору 3:4 та використання сучасних моделей екранів (рідинно-кристалічний, плазмовий тощо). Монітор повинен знаходитись на висоті 0,10 – 0,15 м від поверхні робочого столу користувача.

5. Не дозволяється впровадження та використання будь яких текстових (знакових) електронних навчальних засобів (у т.ч. посібників з розвитку дитини) з метою підготовки дітей до школи у дошкільних навчальних закладах усіх типів та форм власності.

6. Клавіатура та миша повинні бути конструктивно відокремлені від монітора для забезпечення можливості їх оптимального розташування з метою прийняття раціональної робочої пози учнем. Клавіатуру дозволяється розташовувати на поверхні столу на відстані 10-30 см від переднього краю, під кутом нахилу від 5° до 15° до поверхні столу.

7. До занять з ПК допускаються учні з нормальним або скоректованим зором, після інструктажу з техніки безпеки. Абсолютними медичними протипоказаннями до занять дітей з персональною комп'ютерною технікою є: аномалія рефракції, нескоректована міопія або гіперметропія, нескоректована косоокість, епілепсія. Показання до занять з ПК і режиму роботи дітям шкільного віку повинні встановлюватись лікарем-офтальмологом або лікарем-психоневрологом.

8. Режим роботи учнів з екраном ПК передбачає додержання максимальної тривалості безперервної роботи та перерв для проведення вправ для профілактики зорової втоми; через 45 хвилин безперервної роботи з використанням ПК необхідно проводити фізичні вправи для профілактики загального стомлення

організму учнів. Безперервна робота з ПК для учнів X - XI класів при спарених уроках повинна бути не більше 25-30 хвилин на першому уроці; не більше 15-20 хвилин на другому уроці.

9. При навчанні учнів з використанням персональної комп'ютерної техніки у закладах професійно – технічної освіти рекомендований розподіл навчального часу складає: 50 % часу для теоретичних занять, 50 % часу для практичних. Візуальне оформлення сторінок електронних засобів навчання для учнів закладів професійно – технічної освіти, повинні відповідати вимогам для учнів X – XI класів.

10. При проведенні занять з учнями V - XI класів дозволяється використання апаратних засобів віртуальної реальності (інтерактивні дошки, мультимедійні технології та пристрої) не більше 15 хвилин впродовж уроку та не більше 10 % часу впродовж тижня. Уроки фізичного виховання в розрахунок навантаження впродовж тижня не включають. Не рекомендується проводити уроки з використанням апаратних засобів віртуальної реальності у четвер. Інтерактивні дошки, мультимедійні технології та пристрої повинні мати документ про їх безпеку для здоров'я дітей.

11. При проведенні занять з учнями IX - XI класів дозволяється використання планшетів з діагоналлю екрану не менш 9 дюймів та не більше 10,5 дюймів, що комплектується програмним забезпеченням з можливістю читання навчальних та книжкових видань з екрану у відбитому світлі (електронна книга, букрідер, рідер тощо), або відтворює інформацію на екрані за допомогою точки, що світиться (рідинно-кристалічні, плазмові тощо). Безперервна робота з планшетом повинна бути не більше 15 хвилин впродовж уроку та не більше 10 % часу впродовж тижня. Уроки фізичного виховання в розрахунок навантаження впродовж тижня не включають. Планшети незалежно від типу та способу пред'явлення зорової інформації повинні мати документ про їх безпеку для здоров'я дітей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Польшка Н.С. Гігієнічне обґрунтування принципів і критеріїв безпечного застосування комп'ютерної техніки у навчанні молодших школярів : автореферат дис... д. мед.н. : 14.02.01 / ДУ «ІГМЕ ім. Марзєєва НАМНУ». - К., 2001. – 36 с.
2. Текшева Л.М. Гигиенические аспекты использования компьютерных средств обучения в системе общего образования / Л.М. Текшева, Е.В. Элькснина, М.А. Перминов // Гигиена и санитария. – 2007. - №4. – С. 65-68.
3. Подригало Л.В. Исследование функционального состояния зрительной системы школьников как предпосылки развития донозологии / Л.В. Подригало, С.А. Пашкевич // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. – Вып. 18. – Минск, 2011. – С. 160-163.
4. Шенцов А.А. Оценка и коррекция психофизиологических особенностей подростков на уроках информатики / А.А. Шенцов, Л.Д. Маркина // Гигиена и санитария. - 2008. - №4. – С. 58-60.
5. Трубочанинова Н.С. Комп'ютер та мобільний телефон: благо цивілізації чи небезпека для життєдіяльності людини / Н.С. Трубочанинова, Ф.М. Трубочанинов // Довкілля та здоров'я. - 2007. - №3. - С. 43-44.
6. Стан здоров'я дітей старшого шкільного віку / В.П. Неділько, Т.М. Камінська, С.А. Руденко, Л.П. Пінчук // Здоровье ребенка. – 2011. - №2. – С. 21-24.
7. Попова О.Л. Внедрение компьютерных технологий на начальном этапе обучения и проблемы охраны зрения учащихся / О.Л. Попова // Актуальные проблемы здоровья детей и подростков и пути их решения : матер. 3-го Всерос. Конгресса с международным участием по школьной и университетской медицине. – Москва, 2012. – С. 332-333.

8. Ким И.Н. О негативом влиянии видеотерминалов на органы зрения / И.Н.Ким, Е.В. Мегеда // Гигиена и санитария. – 2007. - №2.– С. 30-33.
9. Кучма В.Р. Новые подходы к интеграции профилактических и оздоровительных технологий в образовательном процессе / В.Р. Кучма, П.И. Храмцов, Е.Н. Сотникова // Гигиена и санитария. – 2006. - №2.– С. 61-64.
10. Кузюк Л.Г. Адаптаційні можливості організму з урахуванням морфофункціонального розвитку дітей шкільного віку / Л.Г. Кузюк, Ю.А. Маковкіна, Т.Б. Ігнатова // Современая педиатрия. – 2011. - №1.– С. 95-98.
11. Акопян Е.С. Ротационная подвижность позвоночника школьников как критерий оценки его функционального состояния / Е.С. Акопян, Н.Г. Термаргарян // Гигиена и санитария. – 2009. - №1.– С. 60-63.
12. Гигиенические требования к размерам ученической мебели для младших школьников / П.И. Храмцов, В.В. Молдованов, Е.Н. Сотникова, А.Н. Строкина // Гигиена и санитария. – 2009. - №6.– С. 62-63.
13. Черненко Ю.В. Гигиенические аспекты изучения влияния мобильных телефонов и персональных компьютеров на здоровье школьников / Ю.В. Черненко, О.И. Гуменюк // Гигиена и санитария. – 2009. - №3.– С. 84-86.
14. Бумажкин А.Г. Гигиеническая оценка эргономики рабочих мест пользователей ПЭВМ с фотоотчетом / А.Г. Бумажкин // Фундаментальные науки и практика: сб. научных трудов. – Томск, 2010. - Том 1. - № 4. — С. 43-46.
15. Державні санітарні правила безпеки іграшок та ігор для здоров'я дітей : ДСанПіН 5.5.6.012-98. – К., 1998. – 29 с.
16. Jolanta Herian-Ślusarska. Dzieci a świat komputerów / Jolanta Herian-Ślusarska [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dziecko.rytmzdrowia.pl/dzieci-a-swiat-komputerow>.

17. Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу: ДСанПіН 5.5.2.008-01. – К., 2001. – 54 с.
18. Борисова Т.С. Проблема формирования компьютерной аддикции у современных школьников / Т.С. Борисова, Т.Н.Валаханович, А.А. Цилько // Здоровье и окружающая среда : сб. научных трудов. – Минск, 2012. – Вып. 20. – С. 147 – 150.
19. Власова Е.М. Особенности вегетативного статуса работающих с компьютерной техникой / Е.М. Власова, Н.В. Зайцева, Н.Н. Малютина // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. - №2.– С. 38-42.
20. Степанян Л.С. Стресс-индекс как индикатор вегетативной регуляции при работе с компьютером / Л.С. Степанян, А.Ю. Степанян, В.Г. Григорян // Гигиена и санитария. – 2010. - №6.– С. 50-55.
21. Подрігало Л.В. Гігієнічне обґрунтування регламентації сучасних факторів візуального оточення школярів : автореферат дис.. д. мед. н. : 14.02.01 / Харківський Національний медичний університет. - Д., 2005. – 36 с.
22. Куинджи Н.Н. Мониторинг состояния факторов школьной среды и распространенности близорукости среди обучающихся как способ самооценки (самоаудита) безопасности обучения по новым общеобразовательным стандартам / Н.Н. Куинджи, Т.В. Шумкова // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. - № 8.– С. 17 – 20.
23. Метод інтегральної гігієнічної оцінки робочої пози дитини під час роботи на комп'ютері / А.Г. Платонова, Н.Я. Яцковська, С.М. Джурінська, К.С. Шкарбан. – К., 2012. – 4 с. (Інформаційний лист: № 160 – 2012).
24. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. – К., 2006. – 558 с.

25. Дегтев С.Ю. Влияние разных моделей ученической мебели на формирование осанки у школьников / С.Ю. Дегтев, О.В. Тарасова // Здоровье населения и среда обитания. - 2007. - №12. – С. 33-35.
26. Молдованов В.В. Гигиеническая оценка использования ученической мебели в современной начальной школе : автореферат дис... к. мед. н. : 14.00.07 / НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ГУ НЦЗД РАМН. - М., 2009. – 22 с.
27. Полька Н.С. Гігієнічні вимоги до роботи на комп'ютері / Полька Н.С. // Початкова школа. – 2000. - №6. – С. 44 – 46.
28. Полька Н.С. Інформаційні технології: медико-профілактичні аспекти / Полька Н.С. // СЕС. Профілактична медицина. – 2013. - №5. – С. 8 – 9.
29. Платонова А.Г. Особливості формування робочої пози школярів при роботі з різними типами комп'ютерної техніки / Платонова А.Г., Яцковська Н.Я., Джурінська С.М., Шкарбан К.С., Саєнко Г.М. // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. – К., 2014 – Вип. 63 – С. 255 -263.
30. О гигиенической целесообразности использования ноутбука в начальной школе / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, И.Э. Александрова и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. - № 8. – С. 27 – 29.
31. Гигиеническая регламентация занятий школьников за компьютером / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк, Е.Д. Лапонова и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. - № 8.– С. 25 – 27.
32. Результаты гигиенической оценки здоровья современных школьников / Ю.В. Ерофеев, Е.В. Михеева, И.И. Новикова и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. - № 8.– С. 10 – 12.
33. Куинджи Н.Н. Мониторинг состояния факторов школьной среды и распространенности близорукости среди обучающихся как способ самооценки (самоаудита) безопасности обучения по новым

- общеобразовательным стандартам / Н.Н. Куинджи, Т.В. Шумкова // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. - № 8.– С. 17 – 20.
34. Подригало Л.В. Анализ зрительной работоспособности школьников при использовании разных технических средств предоставления информации / Л.В. Подригало, Е.А. Голодько // Гігієна населених місць. – 2012. - № 60.- С. 274 – 277.
35. Подригало Л.В. Оценка влияния информационно-компьютерных технологий, используемых на уроках, на умственную работоспособность младших школьников / Л.В. Подригало, Е.А. Голодько // Гігієна населених місць. – 2012. - № 59.- С. 271 – 274.
36. Власова Е.М. Особенности вегетативного статуса работающих с компьютерной техникой / Е.М. Власова, Н.В. Зайцева, Н.Н. Малютина // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. - №2. – С. 38 – 42.
37. Шенцов А.А. Оценка и коррекция психофизиологических особенностей подростков на уроках информатики / А.А. Шенцов, Л.Д. Маркина // Гигиена и санитария. – 2008. - № 4. – С. 58 – 60.

ГІГІЄНИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ ЗАСОБАМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА НАДВОДНОЮ ОБСТАНОВКОЮ

Сердюк Є.А., Думанський В.Ю., Біткін С.В.

Засоби радіотехнічного спостереження за надводною обстановкою є джерелами електромагнітного випромінювання, яке вносить відповідний вклад в загальне електромагнітне забруднення територій населених місць. Ці засоби за останні 10–15 років набули широкого використання в системі регулювання руху суден та у системі державної прикордонної служби України. Найбільша частина їх в Україні знаходиться на прибережних територіях Чорного та Азовського морів. Вони розміщуються як на території населених місць, так і на вільних від забудови місцевостях. При цьому слід зазначити, що навіть в тому разі, коли ці засоби раніше були розміщені за територією населених місць, внаслідок інтенсивного використання земельних територій під житлову та оздоровчу забудову, вони опинились в густо населеній місцевості. Це створило умови, при яких населення потрапило і продовжує потрапляти під вплив електромагнітного випромінювання.

Поряд з цим дослідженнями ряду зарубіжних (Adey W.B., 1977; Nietanen M., 2000; Miexaelcon S., 1991; Morgan R.W., 2000; Owen R.D., 2000) та вітчизняних вчених (Ю.Д.Думанський [1], А.М.Сердюк [2], Л.А.Томашевська [3], Н.Г.Нікітіна [4], Л.Г.Андрієнко [5], І.С.Бездольна [6], І.П.Лось [7], В.М.Солдатченков [8], С.В.Біткін [9], І.П.Козярін [10], Н.С.Полька [11], М.І.Мізюк [12], В.Ю.Думанський [13], В.А.Баркевич [14], Є.А.Сердюк [15, 16], С.С.Галак [17] і багатьох інших доведено, що при перевищенні нормативних рівнів електромагнітного випромінювання виникають негативні зміни в організмі людини та тварини.

Дія цього фактору, в зв'язку з його стрімким територіальним поширенням, а також зі зростанням чисельності населення, що підпадає під вплив електромагнітного випромінювання, з кожним роком стає більш помітною і відчутливою для здоров'я людини. Дана ситуація викликає об'єктивну стурбованість населення, особливо тієї частини, котра мешкає в місцях функціонування радіотехнічних засобів.

Водночас з вище викладеним необхідно звернути увагу на те, що в діючих в Україні нормативно–методичних документах на сьогодні не існує чітких вимог до розміщення та експлуатації радіотехнічних засобів спостереження за надводною обстановкою.

Саме цьому питанню й присвячена дана робота. Запланований комплекс фізичних, математичних досліджень дозволив:

- оцінити умови розміщення та експлуатації діючих радіотехнічних засобів системи надводного спостереження України з погляду гігієнічної науки і практики;
- провести порівняльну оцінку отриманих рівнів електромагнітного випромінювання з діючими в Україні нормативними значеннями;
- запропонувати гігієнічні вимоги до умов розміщення та експлуатації радіотехнічних засобів спостереження за надводними територіями.

Мета роботи полягала в гігієнічній оцінці та розробці профілактичних заходів з охорони здоров'я населення від впливу електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними засобами спостереження за надводними територіями.

Методи досліджень та гігієнічні нормативи

Метод розрахунку густини потоку енергії (ГПЕ) електромагнітного поля ультрависокої (УВЧ) та надвисокої (НВЧ) частоти. Даний метод [18] призначений для визначення ГПЕ електромагнітного поля, що створюється

радіолокаційними об'єктами, які працюють в УВЧ та НВЧ–діапазонах. За допомогою цього методу прогнозували очікуваний електромагнітного випромінювання на територіях, прилеглих до радіолокаційних станцій систем спостереження за надводною обстановкою.

Основними радіотехнічними характеристиками, які визначають санітарно–гігієнічну обстановку в районах розміщення є:

- випромінююча потужність P , для радіолокаційних станцій P_i ;
- коефіцієнт підсилення антен G ;
- період послідовності (частота послідовності) імпульсів T_n (F_n);
- період імпульсу – τ_i ;
- діаграма спрямованості в вертикальній та в горизонтальній площинах;
- довжина хвилі – λ , або частота – f ;
- втрати сигналу в антенно–фідерному тракті (АФТ) на передачу η ;
- частота обертів антени n .

Інтенсивність імпульсно–модульованого ЕМП визначалась нами по середній ГПЕ за період послідовності T_n імпульсів. При цьому усередненню підпадали ГПЕ в імпульсі P_n . Відповідно з цим відношення між двома величинами ГПЕ визначали як:

$$P_{cp} = \frac{P_n}{T_n \tau_n} = P_n \tau_n F_n \quad (1)$$

Поряд з цим існує аналогічне відношення між імпульсною (P_n) та середньою (P) потужністю, яке визначається за формулою:

$$P_{cp} = P_n \tau_n F_n \quad (2)$$

Оскільки величина P_{cp} в технічних параметрах РЛС, як правило, не вказується, то її визначали за формулою (2).

Розрахунок ГПЕ електромагнітного поля проводили за допомогою формули (3).

$$P_{cp} [\text{мкВт} / \text{см}^2] = \frac{8P_{cp} (Bm) G \Phi_3 F^2(Q) \eta_{A\Phi T}}{R^2}, \quad (3)$$

де Φ_3 – показник, що ураховує вплив землі, який для РЛС 3 см діапазону має величину 1,5;

Q – кут у вертикальній площині між спрямованістю максимуму випромінювання антени та спрямованістю в точку опромінювання;

$F_2(Q)$ – значення нормованої діаграми спрямованості антени у напрямку об'єкта опромінювання;

$F_2(Q) = F_2(Q/Q_{0.5}) \cdot \eta_{A\Phi T}$ – множник, враховуючий втрату сигналу в антено-фідерному тракті на передачу.

R – відстань від геометричного центру розрахункової точки ($R=r$), м.

Кут Q визначали за формулою:

$$Q = \varepsilon_0 + \Delta, \quad (4)$$

де ε_0 – кут місця максимуму випромінювання;

Δ – кут опромінювання, який визначали за формулою (5):

$$\Delta = \text{arctg} \frac{H - h_a}{r}, \quad (5)$$

де H – висота точки опромінювання над поверхнею землі;

h_a – висота установки антени над поверхнею землі.

При цьому, якщо напрямок в точку опромінювання був нижче лінії горизонту, то Δ брали зі знаком “+”, а якщо вище, то зі знаком “-”.

Різниця висот $H - h_a$ визначалась відносно рівня розміщення основи вежі, на якій встановлювались антени. Для визначення цієї різниці використовувався теодоліт, або інші подібні прилади, за допомогою яких визначали підвищення чи пониження h_m точки опромінювання (або висоту об'єкта опромінювання)

відносно основи антени. З урахуванням висоти об'єкта випромінювання $h_{об}$ визначали за формулою (6) висоту точки опромінювання (при пониженні значення hm брали зі знаком “-“):

$$H = h_{об} \pm hm \quad (6)$$

Таким чином, величина різності висот визначалась за формулою (7):

$$H - h_a = (h_a \pm hm) - h_a \quad (7)$$

В тих випадках коли діаграма спрямованості (ДС) антени була відсутня, головний пелюсток діаграми апроксимували (описували приблизно) за допомогою кривої Гауса за формулою (8):

$$F^2(Q/Q_0 \cdot 0,5) = e^{0,69(Q/Q_0 \cdot 5)^2}, \quad (8)$$

де $2\theta_{0,5}$ – ширина ДС на рівні 0,5 по потужності в вертикальній площині;

e – основа натурального логарифма.

При розрахунку розподілу ГПЕ по формулі (8) для РЛС, що мали антени з косекансною ДС, апроксимували нижню частину цієї діаграми, яка розміщувалась під лінією максимального випромінювання.

За допомогою формули 3 розраховувались ГПЕ на будь-яких відстанях від РЛС для різних різниць висот $H - h_a$. На основі цих розрахунків будувались вертикальні діаграми випромінювання, які нами використовувались для характеристики та прогнозування електромагнітної обстановки, а також для визначення санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови в районах розміщення РЛС систем спостереження за надводною обстановкою.

Метод розрахунку рівнів електромагнітного поля дуже високої (ДВЧ) та високої (ВЧ) частоти. На сьогодні в системі спостереження за надводною обстановкою існує велика кількість радіомовних, радіозв'язкових та інших радіостанцій, що працюють у ДВЧ та ВЧ-діапазонах. Ці об'єкти розміщуються як

на спеціально відведених територіях, так і безпосередньо у населених місцях. На цих територіях в ряді випадків розміщуються радіотехнічні засоби спостереження.

В зв'язку з цим при гігієнічній оцінці електромагнітного випромінювання від засобів систем спостереження в такому разі необхідно було ураховувати всі джерела випромінювання. Отже при цьому необхідно проводити розрахунок рівнів електромагнітного поля ДВЧ та ВЧ частот.

На сьогодні є декілька методів визначення цих факторів. Ми зупинимося на методі, що використовується при гігієнічних дослідженнях. Цей метод розрахунку рівнів електромагнітного поля в ДВЧ-діапазоні передбачає використання формули (10):

$$E = \frac{\sqrt{30PG\eta_{\text{АФТ}}}}{R} K_{\phi} F(\theta) F(\gamma), \quad (10)$$

а в діапазоні ВЧ формулу (11):

$$E = 7.7 \frac{\sqrt{PG\eta_{\text{АФТ}}}}{R} V(\rho) F(\theta) F(\gamma), \quad (11)$$

де

$$V(\rho) = \frac{2 + 0.3\rho}{2 + \rho + 0.6\rho^2}; \quad (12)$$

$$\rho = \frac{K}{\sqrt{e_r^2 + (60\lambda\delta)^2}} \frac{R}{\lambda}, \quad (13)$$

де e_r^2 – відносна діелектрична проникливість сухого ґрунту для міської забудови, яка дорівнює 3...5, а для вологого ґрунту – 15–25 одиниць;

σ – провідність ґрунту (для міської забудови) $\sigma=15\dots25$ См/м, а для вологого ґрунту $\sigma=0,003\dots0,03$ См/м;

- P – потужність на вході антенно–фідерного тракту, Вт;
- G – коефіцієнт підсилення антени відносно ізотропного випромінювача;
- $\eta_{АФТ}$ – коефіцієнт втрати потужності в антенно–фідерному тракті;
- R – відстань від геометричного центру антени до розрахункової точки, м;
- $K\phi$ – множник, що враховує вплив землі, який $\approx 1,3$;
- $F(\theta)$ – значення нормованої діаграми спрямованості у вертикальній площині;
- $F(\gamma)$ – значення нормованої діаграми спрямованості в горизонтальній площині;
- γ – кут в горизонтальній площині в напрямку розрахункової точки;
- θ – кут у вертикальній площині у напрямку розрахункової точки, визначається за формулою (14):

$$\theta = \Delta + e_o, \quad (14)$$

$$\Delta = \arctg \frac{H - h_a}{r}, \quad (15)$$

- де e_o – кут місця напрямку максимуму діаграми спрямованості антени в вертикальній площині (з своїм знаком);
- Δ – кут, створений напрямком на розрахункову точку і горизонтальну площину, проведену через геометричний центр антени;
- r – горизонтальна відстань від основи антени до розрахункової точки, м;
- h_a – висота геометричного центру антени, м;
- H – висота розрахункової точки, м.

Нахилена віддаль визначалась за формулою (16):

$$R = \frac{H - h_a}{\sin \Delta} = \frac{r}{\cos \Delta} \quad (16)$$

Метод визначення електромагнітного навантаження на населення. Даний метод полягає в тому, що під терміном навантаження, яке створюється електромагнітним опромінення, прийнята кількісна міра ступеня впливу на організм людини електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на протязі доби, яка визначається відношенням до відповідних гранично допустимих рівнів цих випромінювань. При визначенні навантаження ЕМВ були використані розрахункові або вимірні рівні ЕМВ та існуючі гігієнічні нормативи для населення, які наведені в “Державних санітарних нормах і правилах захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань”, ДСНіП №239–96 [19].

Рівень навантаження ЕМВ, який визначений як коефіцієнт навантаження ($K_{\text{навант.}}$), розраховувався за формулою 17.

$$\frac{E_1}{E_{\text{ГДР}1}} + \frac{E_2}{E_{\text{ГДР}2}} + \dots + \frac{E_n}{E_{\text{ГДР}n}} + \frac{\text{ГПЕ}_1}{\text{ГПЕ}_{\text{ГДР}1}} + \frac{\text{ГПЕ}_2}{\text{ГПЕ}_{\text{ГДР}2}} + \dots + \frac{\text{ГПЕ}_n}{\text{ГПЕ}_{\text{ГДР}n}} = 1 \quad (17)$$

де: E_n – напруженість ЕМП, що створюється 1-м, 2-м, ..., n -м джерелом;
 $E_{\text{ГДР}}$ – гранично допустимі рівні напруженості ЕМП для 1-го, 2-го, ..., n -го джерела;
 $\text{ГПЕ}_{\text{ГДР}}$ – гранично допустимі рівні густини потоку енергії для 1-го, 2-го, ..., n -го джерела.

Рівень навантаження менший за «1» вважався як благополучний, а якщо він був більший за «1», то як неблагополучний.

За допомогою даної методики оцінювали існуючу та прогнозуючу електромагнітну обстановку, а також розробляли заходи по її нормалізації.

Гігієнічні нормативи для населення електромагнітного випромінювання, що створюються радіотехнічними засобами системи спостереження.

Електромагнітне поле (ЕМП), що створюється радіотехнічними засобами системи спостереження, має ряд особливостей, обумовлених режимами його випромінювання. Ці особливості привели до необхідності диференційного нормування електромагнітного поля в залежності від режиму його випромінювання та довжинам хвиль, що використовуються в системі радіонавігації. Так «Державні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», №239-96 [19] визначають наступні гігієнічні нормативи електромагнітного випромінювання, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Гранично допустимі рівні ЕМП, що створюються радіолокаційними станціями морського флоту

Призначення РЛС	№ діапазону	Довжина хвилі, см	Режим роботи				
			Швидкість обертання антени, об./хв	Період огляду, с	Час опромінення з однопорядковою інтенсивністю	Відношення тривалості випромінювання до загального часу роботи за добу	ГДР, мкВт /см ²
Берегові і судові оглядові РЛС та інші їм подібні за режимом роботи	9	3,0 10.0 ±1,5 0	≤25	≥2.4	≤0.006 періоду огляду	1	2.5
					Не більше 12 годин на добу	1	15
					Не більше 6 годин на добу	1	20

Нормативи, що наведені в таблиці 1 були розроблені на основі біолого-гігієнічних досліджень на початку 90-х років фахівцями лабораторії гігієни електромагнітних випромінювань Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва. Ці дослідження проводились за методикою, викладеною в Методичних рекомендаціях «Оценка биологического действия микроволн в целях гигиенической регламентации», Киев, 1990 [20]. Методичні рекомендації розроблені фахівцями

вищезазначеної науково–дослідної установи.

Результати біолого–гігієнічних досліджень та дані, наведені в таблиці 1 показали, що ступінь впливу ЕМП на організм людини суттєво залежить як від його рівня і довжини хвилі, так і від часу опромінення і режиму випромінювання радіолокаційної станції. При обертанні (скануванні) антени радіолокаційної станції (РЛС) вплив ЕМВ має місце тільки тоді коли промінь РЛС попадає на людину. Чергування випромінювань і пауз обумовлюють додаткову переривчастість опромінення. Переривчастість опромінення за рахунок обертання антени РЛС, тобто за рахунок переміщення променя у просторі, є просторовою переривчастістю, а переривчастість випромінювання і пауз це – часова переривчастість.

Кількісно просторову переривчастість виражають часом опромінення « $t_{опр}$ », однопорядковою інтенсивністю в долях періоду обертання (сканування) антени « T_0 » або коефіцієнтом просторової переривчастості « $K_{пр}$ » (формула 18).

$$t_{jgh} = \frac{T_j}{K_{пр}}, K_{пр} = \frac{360}{(2\theta_{0sp}\beta)}, \quad (18)$$

де $(2\theta_{0sp}\beta)$ – ширина діаграми спрямованості антени по половинній потужності в горизонтальній площині, град.

Часову переривчастість « K » виражають через відношення за формулою (19):

$$K = \frac{t_{випр}}{t_p}, t_p = t_{випр} + t_{пауза}, \quad (19)$$

де $t_{випр}$ – середня тривалість сеансу випромінювання;

$t_{пауза}$ – середня тривалість паузки,

або коефіцієнтом часової переривчастості $K_{чп}$ за формулою (20):

$$K_{чп} = \frac{1}{K} = \frac{t_p}{t_{випр}}. \quad (20)$$

Переривчастість опромінення, з одного боку зменшує сумарний рівень енергії опромінення, що начебто сприяє послабленню впливу ЕМП на організм, а з другого боку, переривчастість є додатковим фактором, який може підсилювати ефект впливу. Домінування першого або другого ефекту залежить від співвідношення параметрів переривчастості. Так, встановлено, що при збільшенні числа обертів антени або скороченні тривалості паузи, ефект впливу підсилюється і, навпаки, при збільшенні періоду обертання антени або збільшенні паузи ефект впливу ЕМП на організм слабшає.

Враховуючи те, що радіолокаційні станції, що входять до складу радіотехнічних засобів служби регулювання руху суден та Прикордонної служби України в ряді випадків встановлюються в населених місцях, де вони як джерела електромагнітного випромінювання, можуть впливати на стан здоров'я населення, нами для обґрунтування відповідних заходів з охорони здоров'я населення від впливу даного фактору були виконані дослідження територіально–просторового розподілу цього фактору у навколишньому середовищі. Результати цих досліджень наводяться в наступних розділах даної роботи.

Загальні положення, функції та призначення служби регулювання руху суден (СРРС) в Азово–Чорноморському басейні України

Радіолокаційні станції (РЛС) спостереження за надводною обстановкою призначені для виявлення місця знаходження суден та інших об'єктів, що переміщуються або стоять в морі чи в інших водоймищах.

До складу РЛС входять: передавач, приймач, антенно-хвильовидний пристрій, індикатор з екраном для візуального спостереження ехо-сигналів.

Принцип роботи РЛС складається з наступного. Передавач РЛС виробляє потужні високочастотні імпульси електромагнітної енергії, які за допомогою антени посиляються в простір вузьким променем. Відбиті від будь–якого об'єкта (судна, високого берега і т.п.) радіоімпульси повертаються у вигляді ехо-сигналів

до антени і надходять у головний блок РЛС. По напрямку вузького радіолокаційного променя, який в даний момент відбився від об'єкта, визначається пеленг або курсовий кут об'єкта та відстань до нього. Так як при роботі РЛС антена обертається, випромінювані імпульсні коливання охоплюють навколишній простір. «Дальність спостереження» РЛС при цьому досягає декількох десятків кілометрів.

Виходячи з останнього, по-перше, слід чекати, що в радіусі декількох десятків кілометрів від РЛС буде мати місце електромагнітне поле, по-друге, під вплив якого може потрапити значна частина населення, що мешкає та працює на територіях, прилеглих до РЛС. Отже дане питання заслуговує уваги з точки зору захисту здоров'я людини від небажаного впливу електромагнітного випромінювання.

Для забезпечення безпеки плавання в портових водах, де спостерігається велике скупчення суден, використовуються берегові радіолокаційні станції (БРЛС). За допомогою їх здійснюють лоцманську проводку суден, що входять і виходять з порту, в умовах обмеженої видимості. Лоцман, який здійснює проводку отримує від БРЛС дані про місцезнаходження судна. У разі великої протяжності фарватеру встановлюється ряд БРЛС, які забезпечують безперервну проводку суден.

Цю роботу в Україні виконує служба регулювання руху суден (СРРС), до якої входить державне підприємство «Дельта-лоцман», яке забезпечує безпеку судноплавства в Азово-Чорноморському басейні України і на українській ділянці р. Дунай.

До складу СРРС (рис. 1) входить 13 центрів та постів регулювання руху суден (ЦРРС і ПРРС), 9 автоматизованих радіолокаційних постів (АРЛП), 3 радіотехнічних поста зв'язку (РТПЗ) і 2 оперативно-координаційних центра (ОКЦ). Територіально і функціонально ці об'єкти об'єднані в регіональну службу регулювання руху суден (РС РРС):

- РС РРС Азово-Кримського регіону (Маріуполь, Керч, Феодосія,

Севастополь);

- РС РРДС «Дунай» (Рені, Ізмаїл, Вилкове);
- РС РРС Північно-Західного регіону (Іллічівськ, Одеса, Южне);
- РС РРС Дніпро-Бузького регіону (Очаків, Херсон, Миколаїв).

Об'єкти регулювання руху суден оснащені радіолокаційними автоматизованими системами, ідентифікаційними засобами зв'язку та спеціальним програмно-математичним забезпеченням, яке входить в технологічне обладнання цих об'єктів.

Об'єкти СРРС функціонують в безперервному режимі цілодобово. Таке забезпечення дозволяє виконувати такі основні функції:

- виявлення суден на підходах до зони дії СРРС та встановлення зв'язку з ними;
- надання судам навігаційно-гідрографічної та гідрометеорологічної інформації, інформації про наявність суден на маршрутах їх руху, а також навігаційної допомоги в складних метеорологічних і навігаційних умовах;
- організацію руху та контролю за рухом суден на основі складених планів і графіків;
- надання судам рекомендацій щодо черговості руху, часу початку руху, маршруту, їх швидкості, місць якірних стоянок;
- попередження суден про порушення правил плавання на маршруті їх руху;
- попередження суден у разі розвитку аварійних ситуацій і надання їм рекомендацій щодо уникнення зіткнень з іншими судами і про небезпечне відхилення від встановлених маршрутів;
- збір, обробка, реєстрація та архівація інформації про судна (їх назви, судновласники, вантажі, час перебування суден у портах і на якірних стоянках і т.д.).



Рисунок 1 - Радіотехнічні об'єкти Служби регулювання руху суден України

Згідно з наказом Міністерства транспорту України від 29.04.2003 р. №330 «Про створення комплексної системи моніторингу надводної обстановки у північно-західній частині Чорного моря, на Кримському узбережжі та в Азовському морі» у 2005 році були розроблені та затверджені «Концепція побудови системи моніторингу судноплавної обстановки Азово-Чорноморського басейну України» та «Технічне завдання на створення автоматизованої інформаційно-комунікаційної системи забезпечення комплексного моніторингу судноплавної обстановки Азово-Чорноморського басейну».

На даний момент створена перша черга Комплексної системи моніторингу судноплавства. Інформація для Комплексної системи моніторингу надходить від об'єктів СРРС, що дозволяє виконувати такі основні функції:

- об'єднання інформації про рух суден в Азово-Чорноморському басейні і

- на українській ділянці р. Дунай в реальному масштабі часу;
- збір, обробка та архівація статистичних даних про судна;
 - збір та архівація інформації про аварійні події, що відбулися з судами;
 - збір та обробка інформації про метеорологічні умови і льодової обстановки;
 - надання інформації державному рятувально-координаційному центру для виконання пошуково-рятувальних функцій, для збереження людського життя та охорони навколишнього середовища;
 - надання необхідної інформації міністерствам і відомствам України (Державній прикордонній службі, Міністерству транспорту та зв'язку, Міністерству оборони, Міністерству надзвичайних ситуацій, підрозділам Державної митної служби та Державної податкової інспекції і т.д.) і іншим зовнішнім користувачам за їх запитом.

Інформація від РС РРС надходить в інформаційно-координаційні центри, в яких виконується її обробка, накопичення та збереження у базі даних. Інформаційно-координаційний центр працює в автоматичному режимі, який досягається внаслідок застосування високотехнологічного обладнання та спеціального програмного забезпечення.

Всю необхідну інформацію надсилають на веб-сервер, який забезпечує надання інформації зареєстрованим користувачам через Інтернет або інші спеціально виділені канали.

Ще раз звертаємо увагу на те, що всі радіотехнічні пости спостереження служби регулювання руху суден на даний час знаходяться на територіях населених місць. Отже вони як джерела електромагнітного випромінювання безпосередньо можуть впливати на стан здоров'я населення.

Результати досліджень територіально–просторового розподілу рівнів електромагнітного випромінювання від радіотехнічних об’єктів СРРС, що розміщені на українській території в Азово–Кримського регіону

До складу служби регулювання руху суден в Азово–Кримському регіоні входять понад 10 автоматизованих радіолокаційних постів (АРЛП), які розміщені в наступних населених місцях України: Маріуполь, Керч, Феодосія, Севастополь.

Ці пости виконують такі основні функції:

- виявлення суден на підходах до зони дії служби регулювання руху суден (СРРС) та встановлення зв’язку з ними;
- організація руху та контроль за рухом суден;
- надання судам рекомендацій щодо черговості руху, часу початку руху, маршруту, їх швидкості, місць якірних стоянок;
- попередження суден про порушення правил плавання на маршрутах їх руху;
- ряд інших функцій, що виникають під час руху суден.

Контроль за безпекою судноплавства в Азовсько–Кримському регіоні покладено на державне підприємство «Дельта–Лоцман», яке активно працює над удосконаленням системи моніторингу надводної обстановки, як у звичайних так і у надзвичайних ситуаціях.

Результати цих досліджень представлені в таблиці 2.

Дані таблиці 2 показують, що на відстанях до 600 м від постів технічного спостереження на висоті 2 м над поверхнею землі рівні електромагнітного випромінювання в окремих випадках перевищують ГДР - $2,5 \text{ мкВт/см}^2$. Перевищення ГДР здійснюється за рахунок випромінювання радіолокаційних станцій. Слід зазначити, що з підвищенням висоти над поверхнею землі (7-20 м) рівень електромагнітного випромінювання різко зростає і на рівні 7-9 м над поверхнею землі в м. Севастополь він перевищує ГДР в 10 разів і більше (рис. 2).

Таблиця 2 – Узагальнені результати досліджень територіально-просторового розподілу рівнів ЕМВ, що створюються постами технічного спостереження (СРРС) в Азово-Кримському регіоні на висоті 2 м над поверхнею землі (мкВт/см²; В/м)

№ п / п	Назва міста, поста технічного спостереження	Назва технічного засобу	Відстань від поста технічного спостереження (м)	Результати розрахункових досліджень	Результати вимірів	ГДР електромагнітного випромінювання
1	м. Маріуполь, автоматизована	РЛС “Tokimed”	10-600	2,5-1,8	3,0-2,1	2,5 мкВт/см ²
		Mini-Link	10-600	0,0003	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
2	м. Феодосія, Пост технічного спостереження	РЛС “Kelvin-Huohes»	10-600	2,6-0,12	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		Транспондер АІС	10-600	0,0005-0,00015	н.ч.п.	3 В/м
		УКХ радіостанція	10-600	0,1-0,01	н.ч.п.	3 В/м
		Мережеві радіо карти Conifer	10-600	0,001-0,00003	н.ч.п.	3 В/м

Примітки:

- 1 н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу ПЗ-30 (0,236 мкВт/см²);
- 2 н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу NFM-1 (2 В/м).

В зв'язку з перевищенням гранично допустимого рівня електромагнітного випромінювання на територіях зазначених населених місць нами було запропоновано встановити санітарно-захисну зону, зону обмеження забудови та сектор заборони випромінювань.

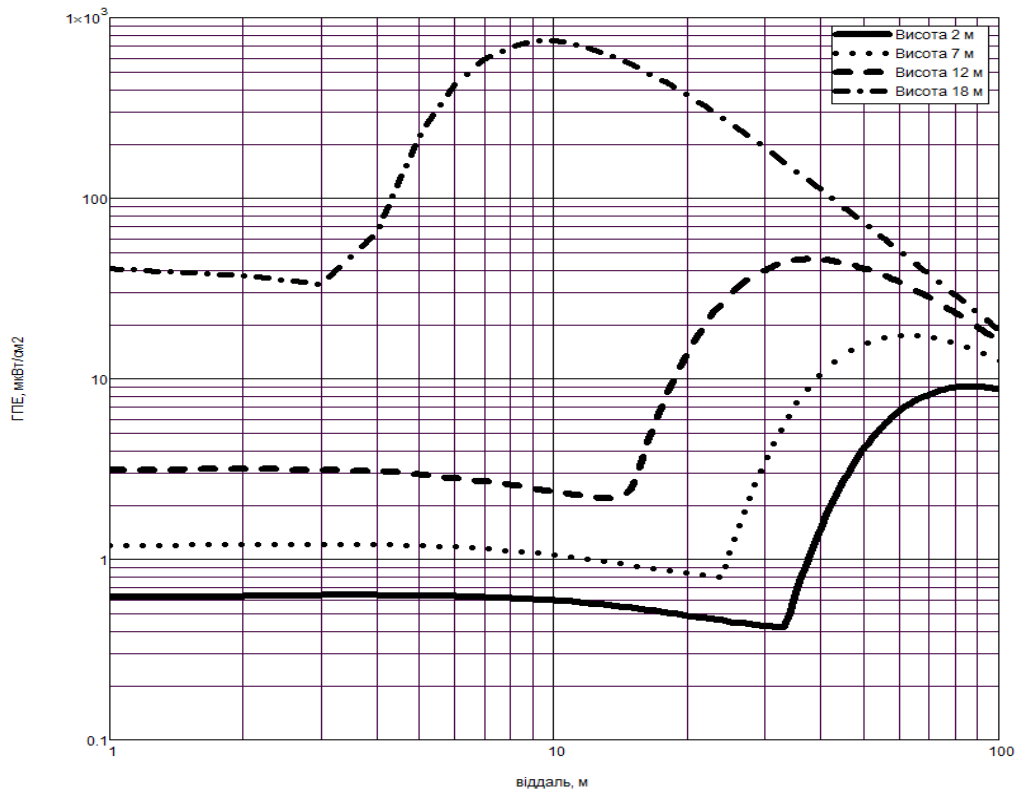


Рисунок 2 - Розподіл рівнів ЕМВ в залежності від висоти розрахункової точки та її віддалі від РЛС «Наяда-5», мкВт/см² (м. Севастополь)

Результати досліджень електромагнітної обстановки в місцях розміщення радіотехнічних засобів СРРС на українській території басейну Чорного моря (Північно–Західний регіон)

До складу служби регулювання руху суден в Північно–Західному регіоні входять радіотехнічні засоби спостереження за надводною обстановкою, що розміщені в містах Іллічівськ, Одеса, Южне. Результати цих досліджень представлені в таблиці 3.

Дані таблиці 3 свідчать, що радіолокаційні станції, якими обладнано пости технічного спостереження, створюють електромагнітне випромінювання, рівні якого на відстані 10-400 м від РЛС на висоті 2 м над поверхнею землі коливаються від 5,2 до 0,2 мкВт/см². З підвищенням висоти (7-12 м) над поверхнею землі ці рівні різко зростають і в ряді випадків перевищують ГДР в

десятки разів. Тому в такому разі нами було запропоновано створити навколо таких постів санітарно-захисні зони (рис. 2).

Таблиця 3 – Узагальнені результати досліджень територіально-просторового розподілу рівнів ЕМВ, що створюються постами технічного спостереження СРРС в Північно-Західному регіоні Чорного моря на висоті 2 м над поверхнею землі (мкВт/см²; В/м)

№ п/п	Назва міста, поста технічного спостереження	Назва технічного засобу	Відстань від поста технічного спостереження (м)	Результати розрахункових досліджень	Результати вимірів	ГДР електромагнітного випромінювання
1	м. Іллічівськ, Центр регулювання руху суден (ЦРРС)	РЛС “ВМЕ”	10-400	5,2-0,10	5,5-0,35	2,5 мкВт/см ²
		РЛС “GEM”	10-400	6,6-1,2	6,9-1,5	2,5 мкВт/см ²
		Радіостанція ДВЧ-діапазону	10-400	0,1-0,2	н.ч.п.	3 В/м
		РЛС Air Max	10-400	0.0005	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
2	м. Южне, Пост регулювання руху суден (ПРРС)	РЛС «Наяда-5»	10-400	0,24-0,75	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		РЛС “Krapp Atlas Elektronik”	10-400	0,38-0,834	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		РЛС “Brid o Master”	10-400	0,49-1,32	0,31	2,5 мкВт/см ²
		радіостанції зв’язку	10-400	0,02-0,04	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
3	м. Одеса, Пост регулювання руху суден (ПРРС)	РЛС “Bride-Master»	10-400	2,3-0,1	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		радіостанції зв’язку	10-400		н.ч.п.	3 В/м

Примітки:

1. н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу ПЗ-30 (0,236 мкВт/см²);
2. н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу NFM-1 (2 В/м).

Результати досліджень електромагнітної обстановки в місцях розміщення радіотехнічних засобів служби регулювання руху суден на українській території басейну р. Дунай та Дніпро-Бузьської ділянки

До складу РС РРС «Дунай» входять радіотехнічні пости м. Рені, Ізмаїл, Вилкове, а до РС РРС Дніпро-Бугського регіону входять пости м. Очаків, Херсон, Миколаїв.

Результати досліджень на території цих регіонів представлені в таблиці 4,

Матеріали досліджень показали, що всі перелічені в таблиці 4 пости технічного спостереження регіональної служби регулювання руху суден «Дунай», знаходяться безпосередньо в населеній місцевості, де проживає і працює значна частка населення. Аналіз отриманих даних, що характеризують територіально-просторовий розподіл рівнів електромагнітного випромінювання показав, що стан електромагнітного забруднення в зазначених населених пунктах формується за рахунок випромінювань радіолокаційних станцій. Слід також зазначити, що на цих територіях застосовані різного типу РЛС, які мають різну потужність та різну висоту встановлення їх антен. Ця різноманітність впливає на ступінь їх дії на навколишнє середовище. Одне, що їх об'єднує це частота, так як всі РЛС служби регулювання руху суден працюють в НВЧ-діапазоні (9000 МГц). Також слід звернути увагу на те, що з підвищенням висоти над рівнем землі (7-12 м) рівень електромагнітного випромінювання як і в попередніх спостереженнях різко зростає і перевищує ГДР в 10-100 разів. Матеріали досліджень, що наведені в таблиці 4 також свідчать, що на висоті 2 м над поверхнею землі рівні ЕМВ перевищували гігієнічний норматив - $2,5 \text{ мкВт/см}^2$. В зв'язку з усім переліченим нами запропоновано встановити на наземних територіях, де розміщені пости технічного спостереження, санітарно-захисні зони, а в окремих випадках зони обмеження забудови та сектори заборони на випромінювання РЛС. Ці заходи повністю виконані службою регулювання руху суден.

Таблиця 4 – Узагальнені результати досліджень територіально-просторового розподілу рівнів ЕМВ, що створюються постами технічного спостереження СРРС на українській території басейну р. Дунай та Дніпро-Бузьської ділянки на висоті 2 м над поверхнею землі (мкВт/см²; В/м)

№ п/п	Назва міста, поста технічного спостереження	Назва технічного засобу	Відстань від поста технічного спостереження (м)	Результати розрахункових досліджень	Результати вимірів	ГДР електромагнітного випромінювання
1	м. Рені, Пост регулювання руху суден (ПРРС), р. Дунай	РЛС «Наяда-5»	0-300	7,30-0,35	6,10-0,30	2,5 мкВт/см ²
		РЛС «Rascal-Decal»	0-300	5,97-1,99	5,41-1,53	2,5 мкВт/см ²
		РЛС ДВЧ-діапазону	0-300	0,13-0,23	н.ч.п.	3 В/м
		Радіостанція «Conifer»	0-300	0,0003	н.ч.п.	3 В/м
2	м. Вілкове, Центр регулювання руху суден (ЦРРС), р. Дунай	РЛС «Наяда-5»	0-200	1,41-0,07	0,9-0,05	2,5 мкВт/см ²
		Радіостанція АІС	0-200	0,21-0,002	н.ч.п.	3 В/м
		Радіостанція УКХ	0-200	0,24-0,003	н.ч.п.	3 В/м
		Радіорелейна радіостанція	0-200	0,01	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
3	м. Ізмаїл, Пост регулювання руху суден (ПРРС)	Радіостанція АІС	1-200	0,18-0,003	н.ч.п.	3 В/м
		Радіостанція УКХ	1-200	0,18-0,003	н.ч.п.	3 В/м
		Мережева радіостанція	1-200	0,0001	н.ч.п.	3 В/м
4	м. Очаків (с. Дніпровка), Автоматичний радіолокаційний пост (АРЛП)	РЛС «Transas»	2-60	0,33-0,14	3,2-0,25	2,5 мкВт/см ²
		Радіостанція “Conifer”	2-60	0,0008	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		Радіостанція ДВЧ-діапазону	2-60	0,81	н.ч.п.	3 В/м
5	м. Миколаїв (с. Лімани)	РЛС «СТХ-А8»	10-500	5,52-1,55	6,01-1,98	2,5 мкВт/см ²
		РЛС «Енісей»	10-500	5,26-0,25	6,00-0,25	2,5 мкВт/см ²
		Радіостанція “Conifer”	10-500	0,0005	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		Радіостанція ДВЧ-діапазону	10-500	0,31-0,102	н.ч.п.	3 В/м

Примітки:

1. н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу ПЗ-30 (0,236 мкВт/см²);
2. н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу NFM-1 (2 В/м).

Гігієнічна характеристика розподілу рівнів електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними засобами прикордонної служби України

Історія розвитку, загальні положення, функції та призначення радіотехнічних засобів прикордонної служби. На початку 70-х років минулого століття в складі прикордонних військ СРСР знаходились радіолокаційні станції МР-10, "Дон", ПСНР-1 і ПСНР-5, РЛС МР-10, які використовувалися при охороні морських територій державного кордону, а РЛС ПСНР-1 і ПСНР-5 в основному на сухопутних ділянках кордону. Але перелічені РЛС не забезпечували надійного виявлення малих і надмалих надводних плавзасобів (плавці на підручних засобах, човни, шлюпки, тощо), особливо в складних кліматичних умовах. Тому керівництвом прикордонних військ СРСР було прийнято рішення про удосконалення цих засобів. Внаслідок цього була розроблена РЛС «СНАР-10», яка пройшла випробування у Батумському прикордонному загоні у вересні 1974 р.

Проведені випробування показали, що РЛС «СНАР-10» забезпечує надійне виявлення різних надводних засобів, в тому числі плавців на матрацах, гумових човнах, малогабаритних катерів і моторних човнів. Максимальна дальність виявлення плавзасобів радіолокаційною станцією «СНАР-10» була такою ж як у РЛС МР-10 і значно їх перевищувала в секторі огляду надводного простору. Ефективність роботи станції «СНАР-10» в порівнянні з іншими РЛС особливо підвищувалася при одночасному виявленні кількох плавзасобів.

В результаті проведених випробувань було визнано за доцільне використовувати станції «СНАР-10» при охороні морських територій державного кордону. Поряд з цим було рекомендовано:

- перевести РЛС «СНАР-10» на колісне шасі;
- ввести пристрій автоматичного пошуку в секторі не менше 180° і збільшити швидкість огляду цього сектору в 1,5-2 рази;

- запровадити сканування променя антени у вертикальній площині;
- поліпшити умови праці особистого складу РЛС – збільшити час безперервної роботи РЛС.

Відповідно до рекомендацій у 1981 р. було доручено спеціалізованій науково–дослідній установі виконати роботи з переобладнання «СНАР-10» на шасі автомобіля УРАЛ-43203 з поліпшенням ряду характеристик РЛС, яка потім отримала назву «Голотурія».

У вересні 1983 р. РЛС «Голотурія» була пред'явлена на Державні випробування, які проходили в Одеському прикордонному окрузі в районі міста Іллічівська.

Державні випробування РЛС "Голотурія" проходили в умовах реальної служби прикордонних військ. Станція була укомплектована прикордонниками строкової служби. В результаті випробувань встановлено, що дальність виявлення і супроводу станцією "Голотурія" надмалих, малих і середніх надводних засобів значно перевищували дальності, які раніше забезпечувалися навігаційними РЛС "Дон" і "Наяда-5". Ймовірність виявлення трьох і більше цілей при роботі РЛС «Голотурія» в секторах пошуку до 90° склала 0,8-0,9. Станція була оснащена пристроєм автоматичного режиму пошуку цілей в секторах до 240° зі швидкістю до 3 об/с. Були також покращені умови праці особистого складу РЛС, що дозволило знано збільшити час безперервної роботи РЛС.

Для забезпечення роботи РЛС «Голотурія» з позицій, які знаходилися над рівнем моря до 60 м було введено механізм сканування променя у вертикальній площині, що надавало можливість проводити спостереження одночасно за наземними, надводними і низьколітаючими об'єктами.

У другому кварталі 1984, РЛС "Голотурія" була прийнята на озброєння під назвою «Рухомий розвідувальний комплекс ПРК-1» (рис. 3). Випуск серійних зразків ПРК-1 розпочато в 1985 році.



Рисунок 3 – Загальний вигляд ПРК–1

У 1988 р. було розпочато серійне виробництво ПРК–2 та ПРК–3 замість ПРК–1. Це були радіолокаційні комплекси нового покоління, які мали низку істотних переваг у порівнянні з раніше розробленими. Вони мали:

- ефективну систему селекції цілей на тлі схвильованої морської поверхні, що дало можливість виявляти малорозмірні цілі при хвилюванні моря до 4 балів;
- високий ступінь автоматизації процесів керування РЛС завдяки наявності обчислювальних засобів;
- вбудовану систему автоматизованого контролю працездатності всіх систем РЛС;
- поляризаційну насадку для роботи в умовах сильних гідрометеоосадків;
- сучасні засоби зв'язку;
- апаратуру передачі даних;
- систему документування радіолокаційної та службової інформації, а також дистанційного управління по радіоканалу.

У подальшому для оснащення Прикордонної служби була запропонована автоматизована берегова радіолокаційна станція «Гамма-ПВ», (рис. 4), яка повинна була забезпечувати:

- виявлення та супровід малорозмірних надводних цілей при хвилюванні моря до 4-х балів;
- виявлення з високою ймовірністю як надводних, так і наземних цілей в умовах сильних відзеркалень місцевості.

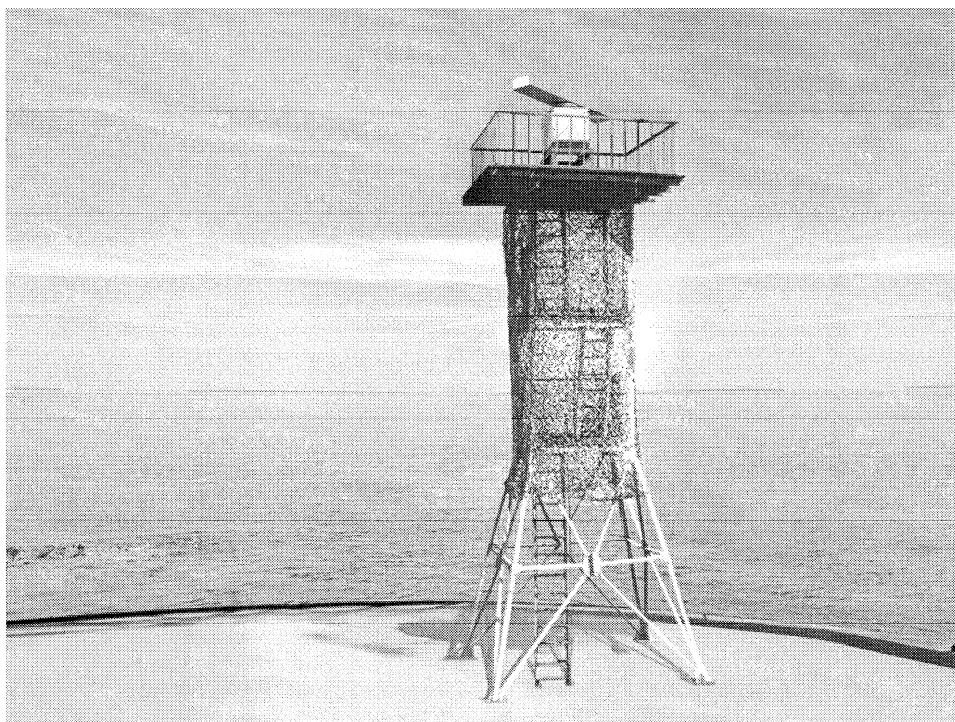


Рисунок 4 – Загальний вигляд РЛС «Гамма-ПВ»

У 2004 році згідно з завданням Управління прикордонних військ Росії розроблено принципово нову багатокоординатну переносну РЛС для спостереження за рухомими наземними та надводними об'єктами.

Дана РЛС може використовуватися як стаціонарний пост спостереження за наземною і надводною обстановкою при охороні протяжних територій місцевості. Пост може працювати як автономно, так і в складі автоматизованих систем («Обзор-ТМ», «Полоса-Р»). Пост виконаний на базі автомобіля "УАЗ-390992" (рис. 5) і включає до свого складу:

- РЛС ПСНР-8;
- засоби зв'язку і передачі інформації;
- електроагрегат з аварійним джерелом електроживлення;
- засоби життєзабезпечення (вентиляція, обігрів).

Автомобіль обладнаний робочими місцями оператора і командира. Живлення апаратури поста може здійснюватись від загальної електричної мережі, автономного джерела електроживлення, а також від аварійного джерела.

Успішний розвиток наукових розробок в галузі радіоелектроніки створив перспективні умови для впровадження радіотехнічних засобів в систему прикордонної служби України.



Рисунок 5 – Пост спостереження «Обзор–ТМ»

На даний час прикордонна служба України оснащена наступними радіолокаційними засобами спостереження за надводною обстановкою:

- РЛС «Наяда–5»;
- РЛС «Буревісник–1»;
- РЛС «Fureune»;

- радіостанціями зв'язку і передачі даних, в тому числі радіостанціями стільникового зв'язку.

Результати досліджень територіально–просторового розподілу рівнів електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними засобами прикордонної служби на території Азово–Кримського регіону. До складу Прикордонної служби Азово–Кримського регіону входять наступні пости спостереження: «Мис Троїці», «Алушта», «Гурзуф», «Алупка», «Окунівка», «Севастополь», «мис Миколая», «мис Євпаторійський», «Героївське», «Стерегуще», «мис Бердянська коса» та інші.

Основним завданням для цих Постів є охорона державного кордону від проникнення на територію України ворожих сил, плавзасобів, контрабандистів та їх угруповань, різного типу нелегальної зброї і товарів і ряду інших предметів.

Результати цих досліджень представлені в таблиці 5.

Всі перелічені пости технічного спостереження в більшості знаходяться в населеній місцевості. Вони розміщуються як правило, на пагорбах в зеленій зоні міст та селищ. Пости комплектуються радіолокаційними станціями типу «Наяда-5», «Буревісник-1». Кожен пост має дві РЛС, які працюють цілодобово. До складу постів входять радіостанції зв'язку малої потужності. В ряді випадків на території постів прикордонної служби розміщуються базові радіостанції стільникового мобільного зв'язку операторів «Київстар», «МТС», «Астеліт».

Таблиця 5 – Узагальнені результати досліджень територіально-просторового розподілу рівнів ЕМВ, що створюються постами технічного спостереження Прикордонної служби України на висоті 2 м над поверхнею землі (мкВт/см²; В/м)

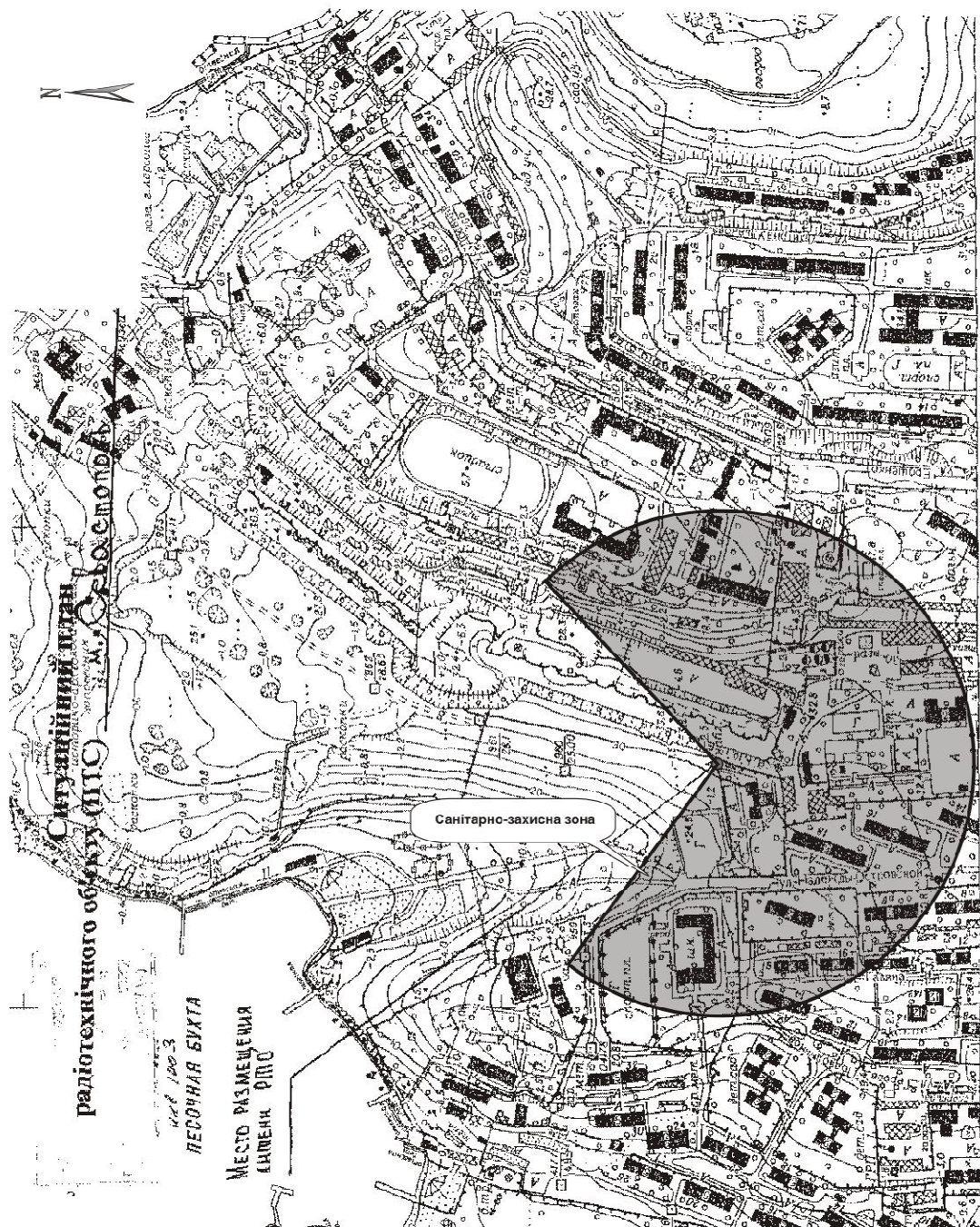
№ п / п	Назва міста, поста технічного спостереження	Назва технічного засобу	Відстань від поста технічного спостереження (м)	Результати розрахункових досліджень	Результати вимірів	ГДР електромагнітного випромінювання
1	2	3	4	5	6	7
1	м. Ялта, «Мис Троїці»	РЛС «Наяда-5»	2-200	14,5-4,6	14,1-4,0	2,5 мкВт/см ²
2	м. Алушта	РЛС «Наяда-5»	2-300	19,8-2,1	20,0-2,5	2,5 мкВт/см ²
3	с. Гурзуф	РЛС «Наяда-5»	2-300	3,4-2,0	3,0-1,8	2,5 мкВт/см ²
4	м. Алушка	РЛС «Наяда-5»	2-300	14,5-2,1	15,1-2,0	2,5 мкВт/см ²
5	м. Окунівка	РЛС «Наяда-5»	2-300	14,5-2,1	15,0-2,0	2,5 мкВт/см ²
		Базові станції «Київстар»	2-200	0,15	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		Базові станції «МТС»	2-200	0,12	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
6	м. Севастополь»	РЛС «Наяда-5»	2-300	2,3-1,9	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		«Буревісник-1»	2-300	2,6-0,7	2,5	2,5 мкВт/см ²
7	«Мис Миколая»	РЛС «Наяда-5»	2-350	14,9-2,0	14,5-2,0	2,5 мкВт/см ²
		«Буревісник-1»	4-300	11,0-0,5	11,2-0,2	2,5 мкВт/см ²
		Базові станції «МТС»	2-200	0,12	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		Базові станції «Астеліт»	2-200	0,15	н.ч.п.	
8	м. Євпаторія «Мис Євпаторійський»	РЛС «Наяда-5»	2-300	1,8-1,9	н.ч.п.	2,5 мкВт/см ²
		«Буревісник-1»	2-300	2,1-0,7	2,0-2,0	2,5 мкВт/см ²
9	м. Керч «Героївське»	РЛС «Наяда-5»	4-350	14,9-2,0	14,1-2,0	2,5 мкВт/см ²
		«Буревісник-1»	4-350	11,1-0,4	10,5	2,5 мкВт/см ²

Примітки:

1. н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу ПЗ-30 (0,236 мкВт/см²);
2. н.ч.п. - нижче чутливості вимірювального приладу NFM-1 (2 В/м).

Результати досліджень розподілу рівнів електромагнітного випромінювання показали, що формування електромагнітного забруднення в місцях розташування постів технічного спостереження прикордонної служби здійснюються за рахунок випромінювання радіолокаційних станцій. Вони навколо себе на рівні 2 м над поверхнею землі створюють електромагнітне поле, рівень якого на відстані 2-300 м від РЛС складає 19,8-2,1 мкВт/см² (табл. 5). На відстані до 260-270 м ці рівні перевищують гігієнічний норматив - 2,5 мкВт/см². Результати досліджень також показали, що з підвищенням висоти (12-18 м) над поверхнею землі рівні електромагнітного випромінювання навколо постів технічного спостереження різко зростають і можуть складати 59-70 мкВт/см². Певний вклад в стан електромагнітного забруднення місцевості, що прилягає до постів, вносять базові станції стільникового зв'язку. Радіус їх небезпечного впливу складає 50-80 м в залежності від потужності базових станцій, спрямованості та висоти встановлення їх антен. В цілому радіус небезпечного впливу радіотехнічних засобів, що входять до складу постів технічного спостереження прикордонної служби, складає 260-300 м. Приймаючи це до уваги нами з метою охорони здоров'я населення від впливу електромагнітного опромінення запропоновано встановити на наземних територіях, прилеглих до постів технічного спостереження, санітарно-захисні зони, при необхідності зони обмеження забудови та сектора заборони на випромінювання (рис. 6).

Узагальнені результати досліджень показали, що радіотехнічні засоби Служби регулювання руху суден та Прикордонної служби України, які розміщені на територіях, прилеглих до Азово-Чорноморського басейнів України є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання, які впливають на гігієнічний стан електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Вони при відсутності захисних засобів створюють загрозу для здоров'я населення.



РЛС «Наяда-5», прийомопередавач «П-3»
 РЛС «Буревісник-1», прийомопередавач «П-132»
 Пост технічного спостереження «Севастополь»
 Сімферопольський прикордонний загін
 Азово-Чорноморського регіонального управління
 Державна прикордонна служба України
 в/ч 2161 «Ж», м. Севастополь, вул. Гавена, 20Б, Автономна республіка Крим
 військове містечко прикордонної застави в житловій забудові м. Севастополь

0 50 100 150 М

Рисунок 6 - Ситуаційний план радіотехнічного об'єкту з зазначенням меж санітарно-захисної зони, та сектору заборони на випромінювання

Радіус небезпечного їх впливу в залежності від їх технічних характеристик рельєфу місцевості коливається від 200 до 400 м і більше.

З метою охорони здоров'я населення від негативного впливу електромагнітного випромінювання запропоновані заходи у вигляді практичних рекомендацій, до складу яких увійшли встановлення санітарно-захисних зон, зон обмеження забудови та секторів заборони на випромінювання. Вони надійно захищають населення від електромагнітного опромінення і в той же час дозволяють створити безпечні умови для роботи радіотехнічних засобів Служби регулювання руху суден та Прикордонної служби Азово-Чорноморському басейні України та р. Дунай.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу та узагальнення даних літератури, результатів теоретичних і інструментальних досліджень здійснена комплексна гігієнічна оцінка електромагнітного забруднення, що створюється радіотехнічними засобами системи спостереження за надводною обстановкою морів та окремих річок України; виявлені закономірності формування впливу електромагнітного забруднення окремих територій населених місць; розроблено та впроваджено в практику профілактичні заходи з охорони здоров'я населення від впливу електромагнітних випромінювань, що створюються радіотехнічними засобами системи спостереження.

1. Встановлено, що на території Азово-Кримського та Одеського регіонів України розміщено і функціонує понад 50 радіотехнічних об'єктів системи спостереження за надводною обстановкою Азовського та Чорного моря. Кількість їх з кожним роком зростає. До їх складу входять радіотехнічні об'єкти служби регулювання руху суден (СРРС) та прикордонної служби України. Ці об'єкти розміщені як на вільних від забудови територіях, так і на територіях населених місць, переважно на побережжі морів та річок. Всі радіотехнічні об'єкти системи спостереження за надводною обстановкою є джерелами електромагнітних

випромінювань надвисокої (НВЧ); дуже високої (ДВЧ); ультрависокої (УВЧ); середньої (СЧ) частоти. Під їх впливом, якщо не застосовано відповідних захисних заходів, знаходиться загальне та працююче населення, що мешкає та працює на територіях, прилеглих до зазначених об'єктів.

2. На основі аналізу літератури та власних досліджень лабораторії гігієни електромагнітних випромінювань Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва НАМН України доведено, що електромагнітне випромінювання НВЧ, ДВЧ, УВЧ та СЧ діапазонів при перевищенні гігієнічних нормативів негативно впливає на нервову, серцево-судинну, імунну, ендокринну систему, біохімічні показники та репродуктивну функцію організму людини та піддослідних тварин. З метою охорони здоров'я населення від впливу електромагнітного випромінювання в багатьох країнах світу введені в дію гігієнічні нормативи. В Україні для населення встановлено наступні нормативи:

- в діапазоні середніх частот (300-3000 кГц) - 15 В/м;
- в діапазоні НВЧ, ДВЧ, УВЧ (3-30 ГГц) - 2,5 мкВт/см² або 3 В/м.

В якості критеріїв оцінки рівнів електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними засобами спостереження, використані зазначені гігієнічні нормативи.

3. Встановлено, що Служба регулювання руху суден (СРПС) України на сьогодні використовує наступні радіотехнічні засоби: радіолокаційні станції типу РЛС «Rocal Decca»; РЛС «Наяда-5»; РЛС «Transas»; РЛС «СТХ-8»; РЛС «Єнісей»; РЛС «Tokimek RADAR MARIN», різного типу радіостанції зв'язку, що працюють в СЧ, ДВЧ та УВЧ-діапазонах. Дальність їх дії складає понад - 30 км. Доведено, що Пости технічного спостереження СРПС, до складу яких входять перелічені радіотехнічні засоби, навколо себе створюють електромагнітне випромінювання, сумарний рівень якого на відстані 10-300 м і на висоті 2 м над поверхнею землі в ряді випадків перевищує гігієнічні нормативи для населення. З підвищенням висоти

над поверхнею землі (7-25 м) рівень електромагнітного випромінювання різко зростає і перевищує ГДР в 10-100 разів.

4. За результатами досліджень показано, що Пости технічного спостереження Служби регулювання руху суден впливають на гігієнічний стан електромагнітної обстановки населених місць. При відсутності захисних засобів вони створюють загрозу для здоров'я населення. Радіус небезпечного їх впливу в залежності від їх технічних характеристик, рельєфу місцевості коливається від 200 до 400 м і більше.

5. Встановлено, що Прикордонна служба України для охорони державного кордону на воді, виявлення та супроводу надводних плавзасобів та для інших функцій використовує наступні радіотехнічні засоби:

- радіолокаційні станції типу «Наяда-5», «Буревісник-1» та «Furuno» станції зв'язку, в тому числі радіостанції стільникового зв'язку. Дальність їх дії складає понад 30 км. Пости прикордонної служби частіше комплектуються двома радіолокаційними станціями, які працюють цілодобово.

6. Встановлено, що РЛС «Наяда-5»; РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Furuno», які входять до складу Постів технічного спостереження прикордонної служби, на прилеглих до них територіях на висоті 2 м над поверхнею землі, на відстані 2-300 м від РЛС створюють електромагнітне випромінювання, рівні якого коливаються від 14,5 до 2,06 мкВт/см² при нормативному 2,5 мкВт/см². З підвищенням висоти над поверхнею землі рівні електромагнітного випромінювання досягають 470 мкВт/см² і більше. Небезпечна зона впливу Постів технічного спостереження прикордонної служби коливається від 200 до 300 м і більше в залежності від їх радіотехнічних характеристик та рельєфу місцевості.

7. За результатами досліджень встановлено, що пріоритетними засобами, які формують стан електромагнітного забруднення в місцях розміщення постів технічного спостереження, є радіолокаційні станції. Зона їх небезпечного впливу на здоров'я населення коливається від 200 м до 400 м в залежності від потужності РЛС,

висоти установки антени, її діаграми спрямованості в вертикальній та горизонтальних площинах, коефіцієнта підсилення антени, просторової і часової переривчасті електромагнітної енергії, а також рельєфу місцевості.

8. Доведено, що для захисту здоров'я населення від негативного впливу електромагнітного випромінювання, яке створюється радіотехнічними засобами системи спостереження, на наземних територіях, прилеглих до зазначених об'єктів, необхідно встановлювати санітарно-захисні зони та зони обмеження забудови по висоті. Для повного виключення впливу електромагнітного опромінення на населення потрібно встановлювати сектори заборони на випромінювання в обмеженому просторі. Розміри цих зон, та секторів заборони визначаються розрахунковим методом.

9. При розміщенні радіостанцій зв'язку, в тому числі базових станцій мобільного зв'язку, на території Постів технічного спостереження межі санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови необхідно встановлювати з урахуванням всіх радіотехнічних засобів, що входять до складу зазначених Постів.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

З метою охорони здоров'я населення від впливу електромагнітного поля, що створюється радіотехнічними засобами системи спостереження за надводною обстановкою, пропонується наступне:

1. Радіолокаційні станції, які є основними технічними засобами спостереження за надводною обстановкою, необхідно розміщувати на спеціальних вежах, або естакадах, які розміщуються на території Постів технічного спостереження. Їх необхідно розташовувати таким чином, щоб електромагнітне випромінювання, яке створюється РЛС, не завдавало шкоди стану здоров'я загального та працюючого населення, тобто рівень ЕМВ на територіях, прилеглих до РЛС не повинен перевищувати гранично допустимий -

2,5 мкВт/см². Допускається розміщувати РЛС на дахах Постів технічного спостереження при умові дотримання в його приміщеннях і на території Постів гігієнічного нормативу для населення.

2. Радіостанції зв'язку, в тому числі базові станції мобільного зв'язку, що працюють в СЧ; ДВЧ; та УВЧ-діапазонах, які входять до складу Постів технічного спостереження за надводною обстановкою, допускається розміщувати на дахах цих Постів при умові дотримання відповідних гігієнічних нормативів, визначених ДСНіП №239-96.

3. Радіостанції зв'язку, що працюють в СЧ, ДВЧ та УВЧ діапазонах необхідно розміщувати на віддалі не менше 100 м від дитячих, шкільних, лікувально-профілактичних закладів.

4. При перевищенні гранично допустимих рівнів (ГДР) електромагнітного випромінювання на наземних територіях, прилеглих до Поста технічного спостереження, потрібно встановлювати санітарно-захисні зони та зони обмеження забудови, а при необхідності сектори заборони РЛС на випромінювання.

5. Для зменшення розмірів санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови рекомендується РЛС та інші радіотехнічні засоби системи спостереження встановлювати на висоті не менше 6 м над поверхнею землі.

6. Межі санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови в місцях розміщення Постів системи спостереження визначаються тільки розрахунковим методом для кожного конкретного об'єкту та засобу в залежності від:

- гранично допустимого рівня ЕМП;
- потужності та кількості передавачів;
- висоти встановлення та коефіцієнта підсилення антени;
- діаграми спрямованості антени у вертикальній та горизонтальній площинах;
- рельєфу місцевості.

Ці зони в подальшому можуть уточнюватися на основі інструментальних вимірів.

7. Санітарно-захисну зону забороняється використовувати під розширення Поста технічного спостереження.

8. Радіотехнічні засоби системи спостереження частіше всього розміщуються на прибережних територіях морів, річок та інших водоймищ, де дана територія використовується під пляжі, в зв'язку з цим необхідно щоб при розміщенні РЛС були створені умови для недопущення опромінення цих територій електромагнітним випромінюванням. Території такого типу повинні підлягати санітарному контролю, при якому проводяться інструментальні виміри електромагнітного випромінювання.

9. Гігієнічний стан електромагнітного забруднення в населених м'ясах, де розміщено Пости технічного спостереження та де функціонують інші джерела електромагнітного випромінювання, що працюють в різних частотних діапазонах і які мають різні гранично допустимі рівні, визначається за спеціальною формулою, наведеною в ДСНіП №239-96, п. 1.6.5.

Відповідно цієї формули вважається, якщо розрахунковий рівень навантаження на населення електромагнітного випромінювання менше одиниці, то такий рівень електромагнітного забруднення вважається допустимим, якщо більше одиниці - недопустимим.

ЛІТЕРАТУРА

1. Думанский Ю. Д. Проблема регламентирования электромагнитной обстановки в населенных местах Украины / Ю. Д. Думанский // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. – К., 2001. – Т. 2. – Вип. 38. – С. 34–36.
2. Богач П. Г. Взаимодействие с ЭМП как фактором окружающей среды / П. Г. Богач, А. М. Сердюк // Физиолог. журн. – 1979. – Т. XXV, № 4. – С. 325–326.

3. Томашевская Л. А. Оценка биологического действия ЭМ факторов на основе биохимического критерия / Л. А. Томашевская // Гигиена населен. мест : сб. науч. тр. – К., 1999. – Вып. 35. – С. 191–195.
4. Нікітіна Н. Г. Електромагнітне поле як фактор впливу на здоров'я населення / Н. Г. Нікітіна, Ю. Д. Думанський // Гігієна насел. місць: зб. наук. пр. – К., 2001.
– Т. 2. – Вип. 38. – С. 52–53.
5. Андриенко Л.Г. Влияние импульсного магнитного поля 2750 МГц на антенатальное развитие экспериментальных животных / Л.Г. Андриенко, Н. Г. Никитина // Гигиена насел. Мест : сб. науч. тр. – К., 1999. – Вып. 34. – С. 139–141.
6. Бездольная И.С. Биологическое действие электромагнитного поля волн частотой 4 МГц / И. С. Бездольная // Врач. дело. – 2000. – № 7–8. – С. 62–66.
7. Лось И.П. Определение обобщенного показателя выхода биологического эксперимента по множеству использованных тестов / И.П. Лось, А.М. Сердюк // Врач. дело. – 1977. – № 16. – С. 113–117.
8. Soldatchenkov V. N. Behavioral reactions and immune reactivity of rats chronically exposed to 3000-MHZ EMF in combination with the noise and temperature / V. N. Soldatchenkov // BEMS 13th Annual Meeting (Salt Lake City, Utah, June 23-27, 1991): Abstract Book. – Utah, 1991. –85 p.
9. Биткин С. В. Принципы и методы моделирования электромагнитного поля в медико-биологических экспериментах при гигиеническом нормировании / С. В. Биткин, В. Н. Солдатченков, Н. П. Гордыня // Гиг. и сан. – 1990. – № 5. – С. 92–93.
10. Козярин И. П. Возрастные особенности обмена микроэлементов (марганца, молибдена, меди и железа) при воздействии на организм ЭМП промышленной частоты (50 Гц) / И. П. Козярин // Гигиена насел. Мест : сб. науч. тр. – К., 1999. – Вып. 34.– С. 103–108.

11. Польша Н. С. Научное обоснование гигиенических требований по предупреждению неблагоприятного влияния СВЧ-энергии на здоровье населения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Н. С. Польша. – К., – 1988. – 20 с.
12. Мизюк М. И. Магнитное поле промышленной частоты и его влияние на организм / М. И. Мизюк // Гигиена насел. Мест : сб. науч. тр. – К., 1999. – Вып. 34. – С. 35–38.
13. Думанський В.Ю., Гігієнічна оцінка електромагнітного випромінювання, що створюється береговими радіолокаційними станціями морського флоту / В. Ю. Думанський // Гіг. насел. місць: зб. наук. пр. –К., 2005. – Вып. 46. – С. 211–221.
14. Баркевич В. А. Основи організації електромагнітної безпеки особового складу радіотехнічних об'єктів / В. А. Баркевич // Гіг. насел. місць: зб. наук. пр. – Вып. 39. – К., 2002. – С. 179–182.
15. Сердюк Є. А., Радіолокаційні засоби спостереження за надводною обстановкою морів - як джерела електромагнітного випромінювання та його гігієнічна оцінка / С. В. Біткін, В. Ю. Думанський // Гіг. нас. місць. - К., - 2010. - Вып. 55. - С. 233-244.
16. Сердюк Є. А., Гігієнічна оцінка електромагнітної обстановки, що створюється радіотехнічними засобами спостереження території Північно-Західного регіону Чорного моря / Є. А. Сердюк.
17. Думанский В.Ю., Электромагнитное загрязнение окружающей среды и защита населения от его воздействия / В. Ю. Думанский, С. В. Биткин, Н. Г. Никитина, Е. А. Сердюк, С. В. Медведев, С. С. Галак // Материалы XI всероссийского съезда гигиенистов и сан. врачей. -М., - 2012. - Том. 1. - С.431-434.
18. Методические указания по определению и гигиенической регламентации электромагнитных полей, создаваемых береговыми и судовыми радиолокационными станциями. –М., 1987. – 31 с.

19. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань, ДСНіП №239-96. –К., 1996.
20. Методичні рекомендації «Оценка биологического действия микроволн в целях гигиенической регламентации». –К., 1990.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ГІГІЄНИЧНОЇ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

*Турос О. І., Ананьєва О. В., Петросян А. А., Михіна Л. І., Маремуха Т. П.,
Сухачов Д. С., Ліхобицький І. В., Кобзаренко І. В., Брезіцька Н. В., Парсаданян
К. Г., Моргульова В. В.*

Про масштаби і ступінь зростання впливу транспортного сектору на довкілля та здоров'я людини свідчить той факт, що на сьогоднішній день дорогами світу рухається понад 1 млрд пасажирських авто, які споживають близько 4 млрд кг пального на кожні 100 км пробігу [1]. Вперше поріг чисельності 1 млрд. одиниць було досягнуто у 2010 році і, оскільки, автомобільний транспорт є однією з галузей, що у значній мірі визначає розвиток промисловості і сільського господарства будь-якої країни, то очікуваним є і подальше зростання кількості транспортних засобів.

Згідно з даними різних джерел, у період з 1960 по 2010 рр. кількість автомобілів у світі зросла майже у 8 разів і, відповідно до прогнозів на найближче десятиліття, – до 2015 року загальний світовий парк автомобілів нараховуватиме близько 1,5 млрд одиниць [2]. Щорічний випуск автомобілів у світі становить близько 50 млн одиниць з тенденцією до зростання. Так, наприклад, у 2011 році світовий автопарк поповнився на 59 млн. нових автомобілів, а у 2012 році з конвеєра зійшло вже 52 млн 300 тис. легкових транспортних засобів [3].

Негативний вплив транспортного сектору на здоров'я людей та довкілля було визнано проблемою достатньо давно. На конференції Організації Об'єднаних Націй (ООН) з навколишнього середовища та розвитку у 1992 році була прийнята «Повістка дня на ХХІ століття» документ, у якому транспорт розглядався як одна з чотирьох основних галузей, на які слід звернути увагу для того, щоб забезпечити сталий розвиток для людства. Європейська економічна

комісія ООН і Європейське регіонального бюро Всесвітньої організації охорони здоров'я вже давно працювали над об'єднанням зусиль у даному напрямку. Ключовими результатами їх співпраці стали Віденська декларація і Програма спільних дій, затверджені державами-учасниками в 1997 році, та Лондонська хартія з транспорту, навколишнього середовища та охорони здоров'я, прийнята в 1999 р. Лондонська хартія, ухвалена на Третій міністерській конференції, стала документом, у якому було вперше висловлено міжнародне занепокоєння негативним впливом, що здатен чинити транспортний сектор та прийняття пов'язаних з ним рішень як на довкілля так і на здоров'я та благополуччя населення [4]. До моменту проведення Четвертої міністерської конференції з довкілля та здоров'я (2004 р.) на основі Хартії у 2002 р. була створена Загальноєвропейська програма з транспорту, довкілля та охорони здоров'я (ЗПТНСОЗ; THE PER). Основним завданням програми стало сприяння більш здоровому та безпечному для довкілля транспорту в пан'європейському регіоні шляхом здійснення узгоджених та конкретних політичних дій у сфері транспорту, охорони довкілля та здоров'я. Однак, незважаючи на заявлені плани на Третій міністерській конференції, за два роки діяльності Загальноєвропейської програми з транспорту, довкілля та охорони здоров'я ситуація значно не поліпшилася. Так, у 2006 році Європейська комісія охарактеризувала транспортну систему Європейського Союзу (ЄС) як нестабільну і таку, що невпинно віддаляється від ідеї сталого розвитку [5]. Під час Третьої наради високого рівня у Амстердамі (січень 2009 року) міністри та інші високопоставлені представники країн-членів Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК ООН) та ВООЗ підтвердили свою політичну підтримку ідеї сталого та здорового транспорту та підписали Амстердамську Декларацію «Ланки одного ланцюга: шляхи розвитку транспорту в інтересах здоров'я, навколишнього середовища та добробуту», яка чітко визначає механізми сприяння її впровадженню [6].

На сьогоднішній день Україна посідає 34 місце у світовому рейтингу виробників засобів пересування. Динаміка обсягів виробництва транспортних засобів (легкових та комерційного призначення) в Україні за останнє десятиліття помітно скорочується (рисунок 1) [3]. Слід відзначити, що автомобільний транспорт займає досить вагомe місце в економіці країни, оскільки йому належить майже 60 % всіх пасажироперевезень та більше половини ватажних перевезень.

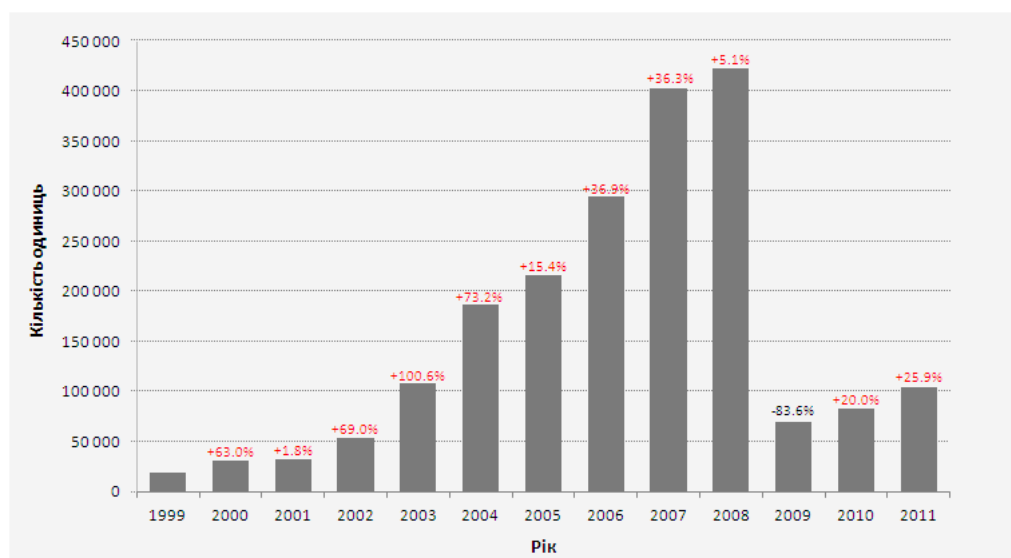


Рисунок 1 – Виробництво транспортних засобів в Україні

Забруднення атмосферного повітря є найбільш значимим та постійно діючим фактором довкілля, що чинить щоденний вплив на стан здоров'я населення. Зважаючи на тенденції розбудови та зростання міст, відповідно, збільшується роль автомобільного транспорту, як джерела забруднення атмосферного повітря, та причини формування підвищених рівнів ризику для здоров'я населення, зокрема, у міських населених пунктах.

Беручи до уваги зазначене вище, завдання оцінки та мінімізації впливу, обумовленого автомобільним транспортом на здоров'я населення міст, є одним з першочергових і потребує інструментів оперативного контролю та ефективного

управління інформацією щодо якості атмосферного повітря, що не є можливим без відповідної коректної оцінки рівнів забруднення, його просторового поширення та аналізу ступеня потенційного ризику. У світовій практиці (враховуючи досвід США, країн ЄС та СНД) подібні питання ефективно вирішуються за допомогою використання методології оцінки ризику для здоров'я населення [7-11], яка дозволяє визначати пріоритетні забруднюючі речовини, що становлять небезпеку, кількісно виміряти їх вміст в емісіях, отримати усереднені значення концентрацій, ідентифікувати джерела впливу, визначати кількість експонованого населення, що проживає у зонах підвищених рівнів ризику, що є підґрунтям для подальшої розробки заходів для зниження негативного впливу. В останнє десятиліття зазначена методологія також була успішно використана у ряді вітчизняних досліджень з оцінки ризику для здоров'я населення, обумовленого забрудненням атмосферного повітря викидами промислових підприємств м. Київ, Запоріжжя, Дружківка та Черкаси та ін. [12-16].

Метою представленої науково-дослідної роботи «Наукові засади оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту» було обґрунтування застосування методів ймовірнісної оцінки для задач кількісної оцінки впливу забруднення атмосферного повітря, обумовленого викидами автомобільного транспорту, на здоров'я населення.

Матеріали та методи дослідження

Натурні вимірювання. Дослідження рівнів хімічного забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю, оксидами азоту (у перерахунку на NO_2), сірки діоксидом, неметановими вуглеводнями, речовинами у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) та зваженими частками різного аеродинамічного діаметру (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, PM_1) проводили двома етапами у пікові ранкові (9:00-12:00) та вечірні години (16:00-19:00) □ у 30 точках

з липня по листопад 2012 року та у 25 точках з липня по вересень 2014 року (рисунок 2). Всі точки дослідження знаходилися в межах Дарницького та Дніпровського районів м. Києва та були обрані з урахуванням щільності проживання населення та розгалуженості мережі автодоріг. Координати точок вимірювання визначали за допомогою GPS навігатора для їх нанесення на електронну карту території дослідження, створену на основі супутникового знімка високої роздільної здатності для м. Києва (від 07.04. 2009 р., наданий ТОВ «Твіс-Інфо») у середовищі ArcMap 10.1 (Esri).

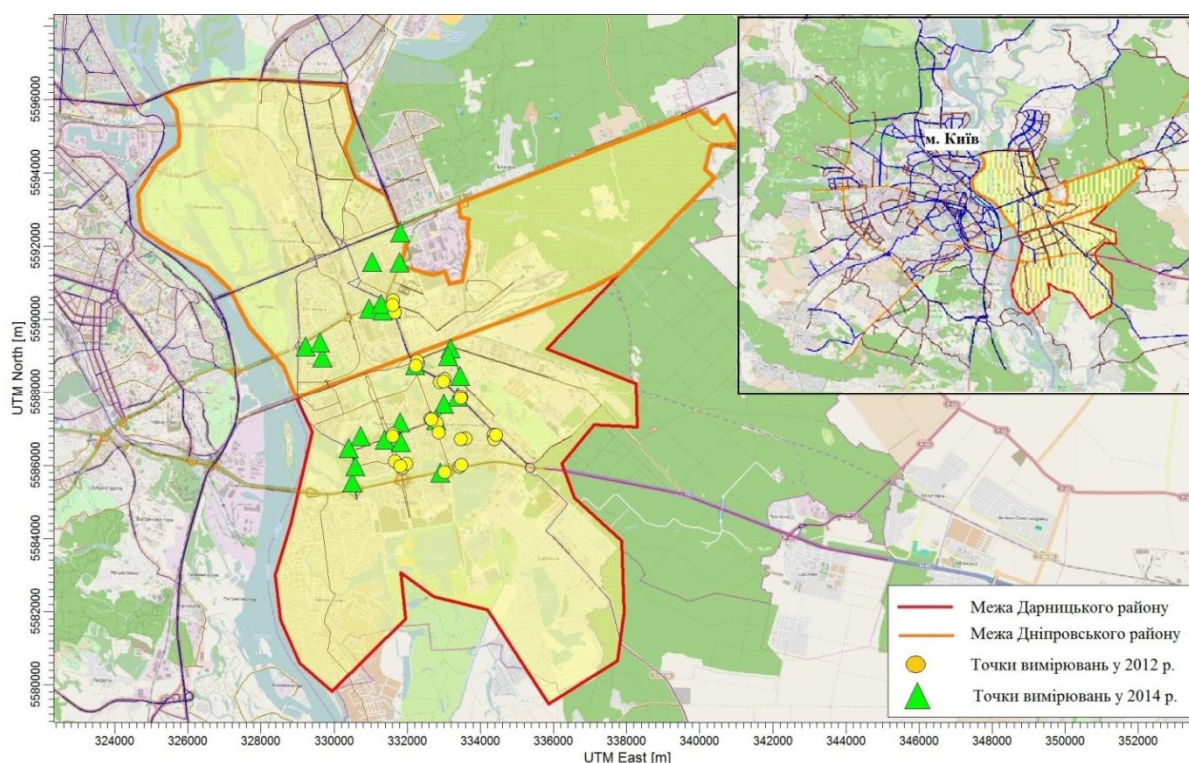


Рисунок 2 - Розташування точок вимірювань концентрацій забруднюючих речовин у 2012 та 2014 роках

Паралельно з вимірюваннями концентрацій забруднюючих речовин проводили облік інтенсивності та структури транспортного потоку, що проходить автодорогою, найближчою до обраної точки натурних досліджень. Транспортні засоби класифікували за групами: легкові (вітчизняного і закордонного виробництва), пасажирські (автобуси бензинові та дизельні, маршрутні

мікроавтобуси) і вантажні (масою > 3,5 т). Додатково фіксували швидкість транспортних засобів, що рухалися автодорогою, основні метеорологічні параметри, такі як температура, відносна вологість, напрям та швидкість вітру. Окрім того, для перехресть, відмічали тривалість заборонного та дозволяючого сигналів світлофора (сек.), загальну тривалість циклу світлофора, довжину черги під час заборонного сигналу (м), а також кількість транспортних засобів кожного типу, що знаходилися у черзі. Вимірювання концентрацій газоподібних забруднюючих речовин проводили за допомогою екологічної мобільної лабораторії, обладнаної газоаналізаторами оксидів вуглецю APMA-370, оксидів азоту APNA-370, сірководню та сірки діоксиду APSA-370, вуглеводнів APNA-370. Вміст зважених часток різного аеродинамічного діаметру (PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁) реєстрували за допомогою портативного аналізатора зважених часток Portable Fine Dust Monitoring Unit P-DustMonit. Концентрації речовинами у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) вимірювали за допомогою портативного вимірювача запиленості повітря HAZ-DUST Model EPAM-500. Концентрації усіх забруднюючих речовин реєстрували в режимі реального часу з щохвилинною фіксацією результатів у електронному форматі. Період осереднення результатів вимірювань □ 1 година. З технічних причин, у 2014 році концентрації зважених часток PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ вимірювали у 23 точках, а суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) у 11 точках дослідження.

Аналіз закономірностей формування забруднення. З метою визначення основних факторів та параметрів, що можуть мати визначальний вплив на формування забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту у межах сельбищних зон, за допомогою методів геоінформаційного аналізу та картографічних підходів (ArcMap 10.1), для 30 точок натурних вимірювань, проведених у 2013 р., розробили 40 показників, що характеризували кожен пункт дослідження та прилеглу до неї територію у буферних зонах різного

визначеного радіусу (рисунок 3). У якості вихідної інформації використано дані власних спостережень, геодані порталу Geofabrik (Geofabrik GmbH <http://www.geofabrik.de>), генеральний план м. Києва, дані дистанційного зондування земної поверхні Landsat-TM та радарної топографічної зйомки SRTM (архів Геологической служби США).

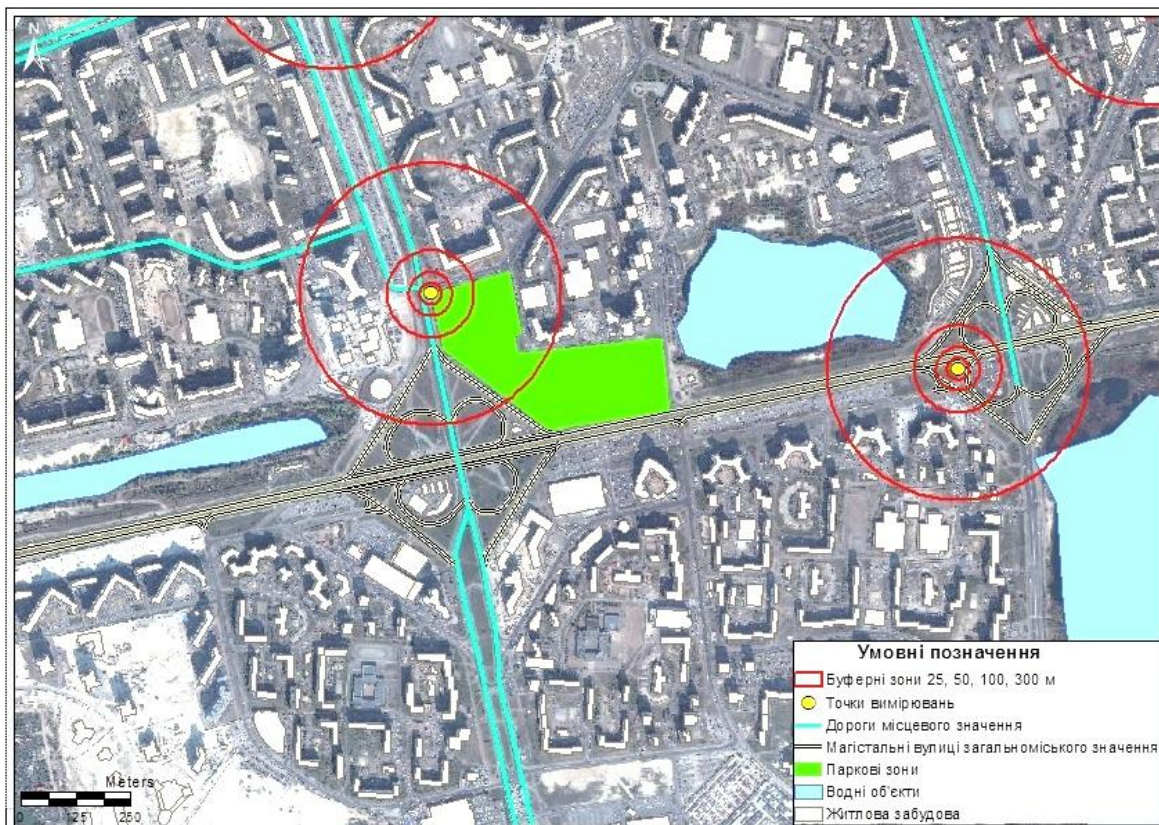


Рисунок 3 - Приклад визначення параметрів точок та території дослідження шляхом застосування буферних зон

Зазначені показники класифікували у наступні категорії: характеристики транспортного потоку (кількість одиниць транспорту загальна та за класами; середня швидкість руху на прилеглий автодорозі (км/год)), дороги (довжина доріг у визначених буферних зонах різного радіусу (м), відстань до найближчої автодороги різного типу (м)); категорії землекористування (площа (м²) житлової забудови, парків, кількість будівель житлового, комерційного призначення в визначених буферних зонах різного радіусу); відносний індекс вегетації (показник

ступеня озеленення території у буферних зонах різного радіусу); метеорологічні параметри (температура (°C), відносна вологість (%), швидкість вітру (м/с)), топографічні особливості розташування (висота точки над рівнем моря (м), відстань до найближчих водних об'єктів (м)). Детально методологію розрахунку фізико-географічних змінних описано авторами у попередніх публікаціях.

Для усіх забруднюючих речовин було розраховано коефіцієнти парної кореляції (за Пірсоном) концентрацій у 30 точках вимірювань з вище зазначеними параметрами. Прийнятний рівень значимості визначено як $p < 0,005$ і $p < 0,05$. Параметри, для яких отримано достовірні коефіцієнти кореляції з відповідними концентраціями забруднюючих речовин, були включені до розробки прогностичних моделей забруднення у якості незалежних змінних.

Методи моделювання для оцінки забруднення. Для розробки моделей кількісного визначення та прогнозування забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом використано метод регресійного аналізу з включенням фізико-географічних змінних (Land use regression, LUR), який відзначається високою точністю оцінок та хорошим просторовим розширенням [17, 18]. Метод поєднує в собі вимірювання концентрацій забруднюючих речовин в обмеженій кількості точок спостереження та побудову статичних моделей на основі отриманих даних забруднення і даних геоінформаційних систем (ГІС), що описують фізико-географічні параметри території дослідження.

Для створення моделей використано метод множинної лінійної регресії (покрокова регресія вперед) з почерговим тестуванням змінних та вилученням тих, що були статистично не значимими та суперечили предметному смислу моделі. Кінцевим результатом для кожної із досліджуваних речовин стало рівняння загального вигляду:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n,$$

де Y - концентрація забруднюючої речовини, X_1, X_2, \dots, X_n - незалежні змінні, що описують кожну з точок дослідження, b_0, b_1, \dots, b_n - коефіцієнти регресії, які вказують як змінюється функція за зміни аргументу.

Точність моделі, як частку дисперсії, описаної запропонованою моделлю, оцінювали на основі скоригованого значення коефіцієнту детермінації (R^2). Оцінку стійкості моделі виконували шляхом порівняння модельних даних з даними вимірювань.

Оцінка експозиції (впливу) є одним з ключових етапів оцінки ризику для здоров'я населення, на якому визначається кількісне надходження забруднюючої речовини в організм людини у результаті контакту з різними середовищами довкілля [7-11, 19]. Зважаючи на це, коректне та точне визначення рівнів забруднення, що формуються за рахунок викидів автомобільного транспорту, а також оцінка їх просторової варіабельності на території дослідження є визначальними для успішного подальшого завдання аналізу відповідних ризиків для здоров'я населення. Беручи до уваги неповноту інформації щодо якості атмосферного повітря діючої системи моніторингу за станом повітря населених місць України, а також чинні рекомендації Європейського парламенту та Ради щодо якості атмосферного повітря [20], у даній роботі запропоновано використання комбінації даних натурних досліджень та розрахункових методів, зокрема моделювання поширення концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря, з метою отримання осереднених за різні часові періоди концентрацій для оцінки експозиції та подальшої характеристики відповідних ризиків для здоров'я населення, обумовлених забрудненням повітря викидами автомобільного транспорту.

З метою оцінки можливості використання дисперсійних моделей розрахунку розсіювання концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря, на прикладі ISC-AERMOD View v.8.8.9 (Lakes Environmental, ліцензія ISCA Y0002896), для задач оцінки забруднення, обумовленого викидами автомобільного транспорту, було проведено співставлення результатів натурних вимірювань з розрахунковими концентраціями, отриманими за допомогою зазначеної програми моделювання

забруднення. Слід зазначити, що ISC-AERMOD View (Lakes Environmental), регуляторна модель Агентства США з охорони довкілля (US EPA), є прикладом програми розрахунку розсіювання концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря, що широко використовується для прогнозу якості повітряного середовища [21].

Розрахунок розсіювання концентрацій оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), сірки діоксиду, неметанових вуглеводнів та зважених часток з діаметром часток ≤ 10 мкм ($\text{PM} \leq 10$ мкм) було виконано для 28 ділянок автодоріг та 6 перехресть, в районі яких проводилися дослідження рівнів забруднення повітря у 2012 та 2014 рр. Зважаючи на недостатню кількість точок натурних вимірювань для коректної валідації результатів, розрахунок концентрацій твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) не проводили.

У якості вхідної інформації на підставі попередньо розробленого «Способу визначення осереднених концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі» [22] було використано наступні дані:

- параметри джерел викидів;
- величини викидів забруднюючих речовин (г/с);
- набір даних метеорологічних спостережень для м. Києва;
- набір топографічних даних.

Параметри та величини викидів джерел забруднення визначали на основі даних спостережень, отриманих на етапі натурних вимірювань, а також доступних електронних ресурсів. Досліджувані 28 ділянок автодоріг було задано у вигляді джерел викиду лінійного типу [23, 24]. Координати, довжина та ширина джерел викидів визначали за цифровою картою території дослідження, підготовленою на попередніх етапах роботи на основі супутникового знімка високої роздільної здатності для м. Київ, який було придбано у компанії ТОВ «Твіс-Інфо», що володіє відповідною ліцензією на розповсюдження даних

дистанційного зондування. Географічну прив'язку та обробку супутникових даних виконували за допомогою інструментів ArcMap 10.1 (Esri). Включені до розрахунку 6 перехресть було задано у вигляді неорганізованих джерел викидів [21, 25], координати та фізичні параметри яких визначали відповідно до зазначеної цифрової карти.

Розрахунок величин викидів забруднюючих речовин (г/с) виконано відповідно до «Методики определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга» [24], яка дозволяє оцінити викиди забруднюючих речовин як від транспортних потоків, що рухаються автодорогами міста так і у районі регульованого перехрестя. Незважаючи на те, що методика є рекомендованою для м. Санкт-Петербурга, вона добре зарекомендувала себе у ряді досліджень, проведених у інших населених пунктах [25, 26].

Набір даних метеорологічних спостережень було надано компанією Lakes Environmental у вигляді файлів погодинних метеорологічних параметрів та даних спостережень за станом верхніх шарів атмосфери для метеостанції м. Києва (ID: 33345) у форматах вихідних даних SAMSON і TD6201 відповідно. Зазначені файли опрацьовано за допомогою програми попередньої підготовки метеорологічних даних AERMET View v.8.8.9 (Lakes Environmental) та отримано вхідні файли для внесення до програми розрахунку розсіювання концентрацій ISC-AERMOD View v.8.8.9 (Lakes Environmental).

Для врахування особливостей рельєфу території дослідження, за допомогою інструментів модулю Terrain Processor ISC-AERMOD View v.8.8.9 побудовано цифрову модель рельєфу та оцінено перепад висот. Вихідними даними слугували дані радарної топографічної зйомки (SRTM) для заданої ділянки (N50E030) з просторовою роздільною здатністю 30 м (архів Геологічної служби США) [27].

З метою валідації моделі, виконано розрахунок розсіювання концентрацій оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO₂), сірки діоксиду,

неметанових вуглеводнів та зважених часток ($PM \leq 10$ мкм) у 34 розрахункових точках, що відповідали вибраним точкам натурних вимірювань, проведених у 2012 та 2014 роках. На основі цифрової моделі рельєфу, кожній з точок присвоєно відповідні висотні відмітки рельєфу (м).

Аналіз узгодженості розрахункових концентрацій забруднюючих речовин з відповідними результатами натурних вимірювань проведено шляхом порівняння медіальних значень вибірок за усіма точками дослідження окремо для кожної із забруднюючих речовин. Беручи до уваги 1-годинний період осереднення даних натурних вимірювань, до порівняння було включено відповідні розрахункові осереднені 1-годинні концентрації. Окрім того, було оцінено співвідношення розрахункових концентрацій та даних вимірювання за 34 точками дослідження відповідно до підходів описаних Агентством США з охорони довкілля [28] та у ряді робіт попередніх авторів [29, 30]. Для кожної точки було розраховано співвідношення концентрацій "модель-вимірювання" та визначено медіану [28]. Значення медіани співвідношення концентрацій "модель-вимірювання", що наближалися до 1 свідчили про високу узгодженість розрахункових даних з натурними вимірюваннями [28-30]. Відсоток точок дослідження, для яких змодельовані значення концентрацій не є нижчими ніж $1/2$ значення концентрації отриманої шляхом вимірювань, але водночас не перевищують її більше ніж у 2 рази, характеризувалися як відсоток значень у "діапазоні кратному 2", що свідчило про достатню узгодженість розрахункових даних з відповідними вимірюваннями. Відсоток значень у "діапазоні 30%" відповідав відсотку точок дослідження, для яких співвідношення концентрацій "модель-вимірювання" з находилося у межах від 0,7 до 1,3. Значення співвідношення концентрацій "модель-вимірювання", що виходили за межі "діапазону кратному 2" свідчили про низьку узгодженість розрахункових даних та вимірювань і, відповідно, низьку достовірність результатів моделювання [28-30].

З метою додаткової валідації, для розрахункових значень осередненої 1-годинної концентрації, отриманих за допомогою ISC-AERMOD View, у визначених 34 точках дослідження та даних натурних вимірювань у відповідних точках було розраховано коефіцієнти парної кореляції (за Пірсоном) і побудовано відповідні графіки співвідношення концентрацій. Прийнятний рівень значимості визначено як $p < 0,05$.

Оцінка експозиційного навантаження. Для оцінки експозиційного навантаження, що формується викидами автомобільного транспорту на території Дарницького та Дніпровського районів м. Києва, за допомогою моделі розрахунку розсіювання концентрацій забруднюючих речовин ISC-AERMOD View v.8.8.9 (Lakes Environmental; ліцензія ISCA Y0002896), було розраховано осереднені 1-, 8-, 24-годинні та річні концентрації оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), сірки діоксиду, неметанових вуглеводнів, зважених часток ($\text{PM} \leq 10$), а також формальдегіду. Розрахунок виконано для 28 ділянок автодоріг та 6 перехресть у 952 точках з кроком 250 м рівномірно розташованих на території дослідження. Склад та об'єм використаних вхідних даних, параметри джерел викидів, а також порядок розрахунку викидів забруднюючих речовин описано у вище.

Статистичний аналіз даних на всіх етапах дослідження виконано за допомогою статистичного пакету SigmaPlot (версія 12.0; Systat Software Inc.).

Результати досліджень. Аналіз отриманих у 2012 р. концентрацій оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), зважених часток різного аеродинамічного діаметру (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, PM_1) та речовинами у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) виявив неоднорідність забруднення повітря поблизу автодоріг з різною інтенсивністю транспортних потоків. Результати натурних вимірювань концентрацій оксиду вуглецю коливалися у діапазоні від 0,120 до 8,580 мг/м^3 за мінімальними та максимальними показниками. Середня концентрація оксиду вуглецю за усіма

точками протягом усього періоду дослідження становила $0,930 \text{ мг/м}^3$ зі стандартним відхиленням (SD) $0,400 \text{ мг/м}^3$. Концентрації оксидів азоту (у перерахунку на NO_2) показали, що середнє значення рівня забруднення становило $0,124 \text{ мг/м}^3$ (SD = $0,040 \text{ мг/м}^3$). Максимальні та мінімальні значення знаходилися у діапазоні від $0,043$ до $0,159 \text{ мг/м}^3$ за даними в усіх точках вимірювання. Що стосується рівнів забруднення зваженими частками, то концентрації PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ та PM_1 знаходилися у межах від $0,012 \text{ мг/м}^3$ до $0,071 \text{ мг/м}^3$, від $0,006$ до $0,042 \text{ мг/м}^3$ та від $0,005$ до $0,039 \text{ мг/м}^3$ відповідно. Середні показники забруднення за усіма точками дослідження становили: $0,033 \text{ мг/м}^3$ (SD = $0,013 \text{ мг/м}^3$) для PM_{10} , $0,018 \text{ мг/м}^3$ (SD = $0,009 \text{ мг/м}^3$) для $\text{PM}_{2,5}$ та $0,016 \text{ мг/м}^3$ (SD = $0,008 \text{ мг/м}^3$) для PM_1 . Концентрації речовин у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) коливалися від мінімального значення $0,011 \text{ мг/м}^3$ до максимального $0,228 \text{ мг/м}^3$. Середнє значення концентрацій TSP за усіма точками дослідження склало $0,078 \text{ мг/м}^3$ (SD = $0,034 \text{ мг/м}^3$).

Результати натурних досліджень виконаних у 2014 р. наведено у таблиці 1 у вигляді узагальнених даних за усіма точками виконаних вимірювань, а також, зважаючи на 1-годинний період осереднення результатів вимірювань, відповідні діючі гігієнічні нормативи на рівні максимально разової концентрації ($\text{ГДК}_{\text{м.р.}}$) [31].

З представленої таблиці видно, що концентрації оксиду вуглецю коливалися у діапазоні від мінімальних $0,034 \text{ мг/м}^3$ до максимальних значень на рівні $6,093 \text{ мг/м}^3$, обумовлюючи перевищення чинної максимальної разової граничної допустимої концентрації за абсолютними показниками у 1,2 рази. Водночас значення концентрацій оксиду вуглецю, що відповідають медіані, не перевищували нормативних значень.

Подібна тенденція спостерігалася і для оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), концентрації якого знаходилися у межах від $0,004$ до $0,576 \text{ мг/м}^3$ (медіана склала $0,077 \text{ мг/м}^3$). Перевищення діючого гігієнічного нормативу за діоксидом

азоту склало 2,88ГДК за максимальними показниками. Протягом періоду спостереження, концентрації сірки діоксиду реєструвалися у діапазоні значень від 0,0003 до 1,460 мг/м³ (таблиця 1). Такий широкий розмах діапазону, а також відносно невисокі значення концентрацій, що відповідають медіані (0,004 мг/м³) свідчать, в цілому, про низькі рівні забруднення повітря викидами сірки діоксиду, а також про значну варіабельність забруднення, що може бути обумовленою складом та інтенсивністю транспортних потоків у точках дослідження. За максимальними показниками отриманих концентрацій, спостерігалось перевищення значення ГДК у 2,92 рази.

Таблиця 1 - Рівні забруднення атмосферного повітря, узагальнені за усіма точками вимірювань, мг/м³

Назва забруднюючої речовини	Кількість точок вимірювань	Мінімальне значення	25%	Медіана	75%	Максимальне значення	ГДК м.р., мг/м ³
Оксид вуглецю	25	0.0340	0.311	0.615	1.118	6.093	5.000
Оксиди азоту ¹	25	0.0040	0.033	0.077	0.151	0.576	0.200
Сірки діоксид	25	0.0003	0.002	0.004	0.007	1.460	0.500
Неметанові вуглеводні	25	0.0030	0.114	0.255	0.604	2.810	1.000 ²
PM ₁₀	23	0.0220	0.036	0.042	0.056	0.405	-
PM _{2,5}	23	0.0100	0.018	0.023	0.030	0.072	-
PM ₁	23	0.0090	0.016	0.019	0.027	0.061	-
TSP	11	0.0010	0.031	0.057	0.081	0.989	0.500

Примітки:

- ¹ оксиди азоту у перерахунку на NO₂;
- ² використовується ГДК насичених вуглеводнів C12-C19 (код МОЗ 2754) [23, 31].

Концентрації неметанових вуглеводнів коливалися у діапазоні від 0,003 до 2,810 мг/м³ (таблиця 1). Медіана склала 0,255 мг/м³. Перевищення ГДК_{м.р.} спостерігалось лише за максимальним значенням і становило 2,81ГДК_{м.р.}. Концентрації PM₁₀ знаходилися у межах від мінімальних 0,022 мг/м³ до максимальних 0,405 мг/м³ значень (медіана: 0,042 мг/м³). Відносно висока варіабельність отриманих концентрацій PM₁₀ може бути обумовлена додатковою

присутністю вторинного забруднення (підняття дорожнього пилу, стирання покриття, шин та ін.), що формується за рахунок високої турбулентності повітряних потоків, обумовлених рухом транспортних засобів автодорогами. Що стосується концентрацій $PM_{2,5}$ та PM_1 , то вони характеризувалися більшою однорідністю, у порівнянні з PM_{10} , та знаходилися у діапазоні від 0,01 до 0,071 mg/m^3 (медіана: 0,023 mg/m^3) для $PM_{2,5}$ та від 0,09 до 0,061 mg/m^3 (медіана: 0,019 mg/m^3) для PM_1 . Концентрацій речовин у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) знаходилися у діапазоні від мінімальних 0,001 до максимальних 0,989 mg/m^3 значень (медіана 0,057 mg/m^3). Перевищення чинного нормативу за максимальним значенням склало 1,97ГДК.

Шляхом кореляційного аналізу було виявлено достовірний кореляційний зв'язок між концентраціями оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), зважених часток різного аеродинамічного діаметру (PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1) та параметрами, що характеризували інтенсивність та структуру транспортного потоку (загальна кількість транспортних засобів, а також кількість легкових авто, які проходили через кожен з точок дослідження за визначений часовий період), відстань до найближчих автошляхів міського, районного та місцевого значення, довжину доріг у буферних зонах радіусом 50, 100 та 1000 м, особливості розподілення категорій землекористування території дослідження, зокрема площа житлової забудови у радіусі 300 м і площа парків у радіусі 1000-3000 м, а також кількість житлових будинків у радіусі 100 м, індекс вегетації, що відображав ступінь озеленення у радіусі 50 м та окремими метеорологічними параметрами, такими як відносна вологість та швидкість вітру. Відповідні коефіцієнти кореляції наведено у таблиці 2.

Залежності між концентраціями досліджуваних забруднюючих речовин та середньою швидкістю руху транспортного потоку на прилеглій ділянці дороги, а також висотними відмітками рельєфу у точках дослідження не виявлено для жодної з речовин.

Шляхом тестування усіх параметрів, визначених у таблиці 2, для яких було встановлено достовірні коефіцієнти кореляції із концентраціями забруднюючих речовин у точках дослідження, за допомогою методу регресійного аналізу було розроблено моделі прогнозування концентрацій оксиду вуглецю, діоксиду азоту та зважених часток (PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁).

Таблиця 2 - Коефіцієнти кореляції концентрацій забруднюючих речовин з показниками, що характеризували територію дослідження

Показники, що характеризували територію	Забруднююча речовина				
	CO	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁
1	2	3	4	5	6
<i>Характеристики транспортного потоку</i>					
Загальна кількість транспортних засобів	0,43*	0,78**	0,55*	0,88**	0,89**
Кількість легкових авто	0,54*	0,59*	0,59*	0,74**	0,76**
Кількість авто масою до 3500 т та пасажирських автобусів	0,21	0,46*	0,39	0,75**	0,76**
Кількість вантажних автомобілів	0,48*	0,69**	0,43*	0,83**	0,85**
Середня швидкість руху на прилеглий автодорозі, км/год	0,33	0,03	0,00	0,08	0,11
<i>Дороги</i>					
Відстань до найближчої, м:					
регіональної дороги	0,20	0,67**	0,50*	0,59*	0,62**
магістральної вулиці міського значення	0,77*	-0,38	-0,24	-0,44*	-0,41*
магістральної вулиці районного значення	-0,33	0,33	-0,04	-0,12	-0,13
магістральної дороги	0,6	-0,25	-0,62**	-0,55*	-0,52*
дороги/вулиці місцевого значення	0,3	-0,78**	-0,13	-0,30	-0,32

1	2	3	4	5	6
Довжина доріг у радіусі, м:					
25 м	0,07	-0,55*	-0,12	-0,53*	-0,51*
50 м	0,89**	0,10	0,51*	0,31	0,33
100 м	0,79**	0,31*	0,44*	0,49*	0,50*
300 м	0,49*	0,22	0,56*	0,68**	0,69**
500 м	0,25	0,04	0,32	0,54*	0,52*
1000 м	0,35	-0,31	0,16	0,24	0,23
<i>Категорії землекористування</i>					
Відстань до найближчих водних об'єктів, м	0,47*	-0,03	0,22	0,13	0,13
Площа парків та лісових масивів у радіусі, м ² :					
100 м	-0,34	-0,20	-0,44*	-0,37	-0,39
300 м	-0,36	-0,17	-0,44*	-0,35	-0,37
500 м	-0,49*	-0,32	-0,33	-0,20	-0,25
1000 м	-0,16	-0,66**	-0,05	-0,22	-0,27
3000 м	-0,03	-0,78**	-0,25	-0,38	-0,40*
<i>Категорії землекористування</i>					
Площа територій із житловою забудовою у радіусі, м ² :					
100 м	-0,02	-0,79**	-0,14	-0,61	-0,63**
300 м	0,03	-0,69**	-0,07	-0,51*	-0,53*
500 м	0,10	-0,58*	-0,06	-0,51*	-0,53*
1000 м	0,01	-0,17	-0,19	-0,53*	-0,54*
3000 м	-0,02	0,18	-0,06	0,002	0,05
<i>Кількість житлових будинків у радіусі:</i>					
100 м	0,44*	-0,16	-0,02	-0,14	-0,12
300 м	0,52*	-0,32	-0,11	-0,15	-0,13
500 м	0,57**	-0,20	0,10	-0,05	-0,05
<i>Індекс вегетації у радіусі (діапазон значень: -1:1):</i>					
50 м	-0,59*	-0,14	-0,054	0,20	0,17
100 м	-0,30	0,03	0,117	0,37	0,37
300 м	-0,12	-0,06	0,251	0,45*	0,46*
500 м	-0,23	-0,27	0,331	0,46	0,46*
1000 м	-0,19	-0,35	0,47*	0,29	0,25
3000 м	-0,21	0,15	0,326	0,27	0,24
<i>Метеорологічні параметри</i>					
Температура, °С	0,25	0,33	-0,17	0,08	0,11
Відносна вологість, %	-0,48*	-0,38	0,03	-0,48*	-0,50*
Швидкість вітру, м/с	0,2	-0,57*	-0,33	-0,66**	-0,66**
<i>Інше</i>					
Висота над рівнем моря, м	0,27	0,10	0,29	0,26	0,29

Примітки:

1. ** p < 0,005;
2. * p < 0,05.

Зазначені фізико-географічні параметри були включені до моделей у вигляді незалежних змінних. Кожну з моделей було описано, згідно з рівнянням лінійної регресії у вигляді комбінації незалежних змінних, що визначають формування концентрацій забруднюючих речовин та відповідних коефіцієнтів (таблиця 3).

Як видно з таблиці 3, інтенсивність транспортного потоку, відстань до найближчих автодоріг різного типу, а також довжина доріг у радіусі 50, 100, 300 та 1000 м були визначальними та увійшли до прогностичної моделі кожної із забруднюючих речовин. Остаточні моделі дозволили оцінити від 60 до 90 % варіабельності концентрацій: $R^2=0,77$ для CO, $R^2= 0.91$ для NO₂, $R^2= 0,59$ для PM₁₀, $R^2=0,79$ для PM_{2,5} та $R^2=0.81$ для PM₁.

Таблиця 3 - Рівняння моделей прогнозування концентрацій CO, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} і PM₁ та відповідні коефіцієнти детермінації (R²)

Забруднююча речовина	Рівняння лінійної регресійної моделі ¹	R ²
Оксид вуглецю	$LUR(CO) = -0,47 + 2,6E-05 \times TRAFLOAD_L - 3,08E-03 \times RH + 7,54E-03 \times ROAD_LENGTH50 - 1,55 \times NDVI100$	0,77
Діоксид азоту	$LUR(NO_2) = 0,16 + 8,49E-08 \times TRAFLOAD - 2,70E-05 \times DIST_TROAD + 3,00E-05 \times ROAD_LENGTH100 - 1,20E-07 \times RESID300 - 1,34E-08 \times PARK3000$	0,90
PM ₁₀	$LUR(PM_{10}) = 24,19 + 9,54E-04 \times TRAFLOAD - 1,29E-02 \times DIST_SROAD + 8,57E-03 \times ROAD_LENGTH300 + 4,15 \times WIND$	0,59
PM _{2,5}	$LUR(PM_{2,5}) = -1,38 + 3,47E-03 \times TRAFLOAD - 1,49E-03 \times DIST_TRROAD + 4,65E-04 \times ROAD_LENGTH1000 - 1,89E-06 \times PARK1000$	0,79
PM ₁	$LUR(PM_1) = -1,50 + 3,42E-03 \times TRAFLOAD - 7,36E-04 \times DIST_SROAD + 3,73E-04 \times ROAD_LENGTH1000 - 2,68E-06 \times PARK1000$	0,81

Примітки:

1. ¹ Використані у моделях позначення змінних;
2. LUR() - позначення функції рівняння регресії;

3. TRAFLOAD - загальна кількість одиниць транспорту;
4. TRAFLOAD_L - кількість легкових авто;
5. ROAD_LENGTH50 - довжина доріг у радіусі 50 м;
6. ROAD_LENGTH100 - довжина доріг у радіусі 100 м;
7. ROAD_LENGTH300 - довжина доріг у радіусі 300 м;
8. ROAD_LENGTH1000 - довжина доріг у радіусі 1000 м;
9. DIST_SROAD - відстань до магістральної дороги;
10. DIST_TROAD - відстань до дороги / вулиці місцевого значення;
11. RESID300 - площа територій із житловою забудовою у радіусі 300 м;
12. PARK1000 - площа парків та лісових масивів у радіусі 1000 м;
13. PARK3000 - площа парків та лісових масивів у радіусі 3000 м;
14. WIND - швидкість вітру;
15. RH - відносна вологість;
16. NDVI100 - індекс вегетації у радіусі 100 м.

Оцінка стійкості запропонованих моделей на основі порівняння даних натурних вимірювань та змодельованих концентрацій показала достатню точність результатів (рисунок 4).

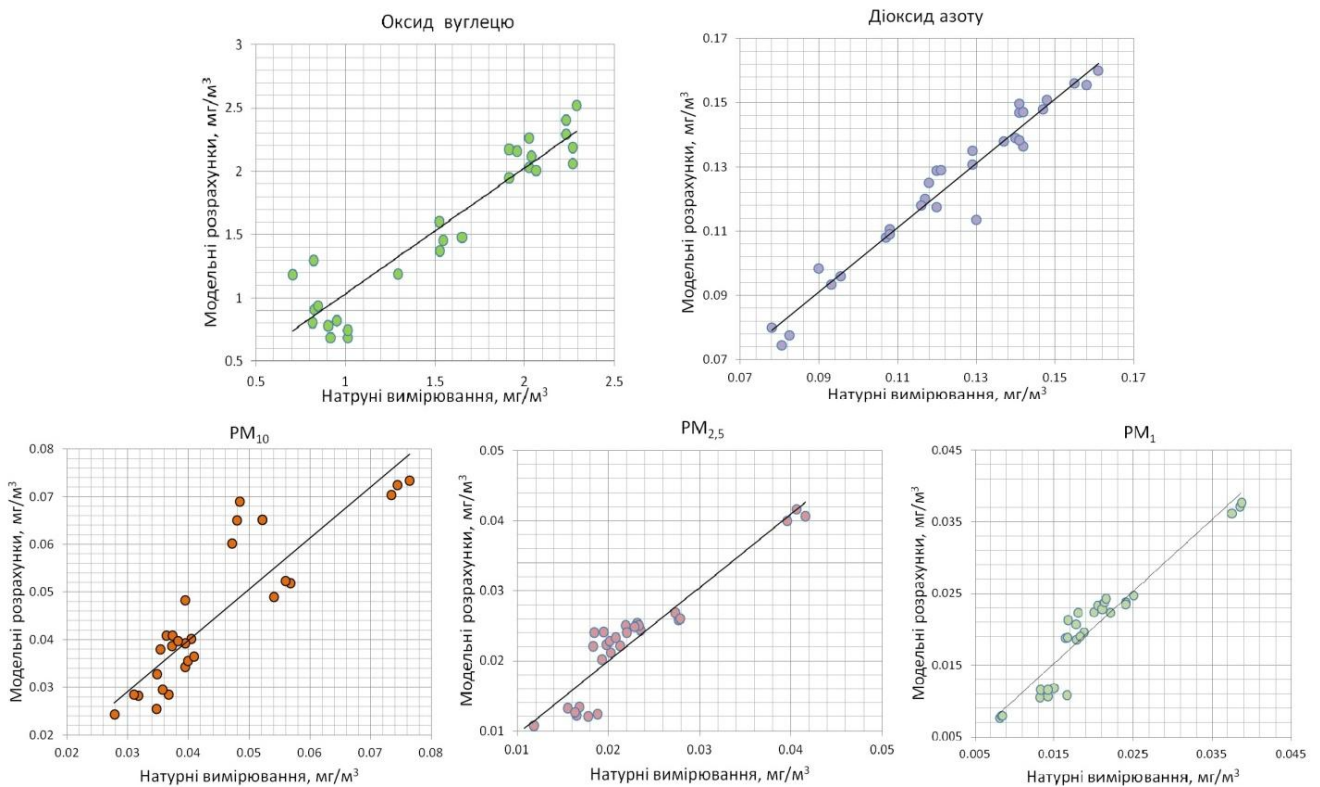


Рисунок 4 - Порівняння концентрацій CO, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, отриманих за допомогою регресійних моделей, з даними натурних вимірювань

Концентрації оксиду вуглецю, отримані за допомогою розробленої моделі, були досить близькими до результатів натурних вимірювань. Запропонована модель дещо переоцінила забруднення для окремих точок дослідження, проте, в цілому, відносна середня різниця між концентраціями за абсолютними показниками не перевищувала 10,0 %. Для концентрацій азоту діоксиду модель достовірно оцінила рівні забруднення у заданих точках дослідження: відносна середня різниця між концентраціями за абсолютними показниками склала 3,3 % та не перевищувала 8,0 % за абсолютним значенням. Моделі для зважених часток також, показали репрезентативні результати. Так, для PM_{10} відносна середня різниця між змодельованими концентраціями та даними натурних досліджень не перевищувала 16,0 %, тоді як для $PM_{2,5}$ та PM_1 \square 13,0 % та 12,0 % відповідно.

Зважаючи на зазначене, розроблені рівняння регресії для концентрацій оксиду вуглецю, діоксиду азоту та зважених часток є стійкими прогностичними моделями, що дозволяють оцінити від 60 до 90 % варіабельності забруднення атмосферного повітря, обумовленого викидами автомобільних транспортних засобів.

Результати наведеного аналізу є співзвучними з результатами інших авторів, отриманими у роботах з оцінки та прогнозування рівнів забруднення атмосферного повітря. Так, окремі закордонні дослідники описують регресійні моделі для діоксиду азоту та зважених часток із значенням коефіцієнту детермінації у діапазоні від 0,52 до 0,76 та від 0,50 до 0,81, відповідно [32-34], де найбільш значимими змінними, як і у отриманих авторами моделях, були кількість автомобільного транспорту та параметри автодоріг, які у поєднанні здатні на 60 % описати кінцеве значення R^2 . Комбінація таких змінних як відстань до найближчої завантаженої автомобільної дороги та щільність проживання населення дозволила оцінити 60% варіабельності концентрацій NO_2 у м. Мюнхен ($R^2=0,60$) [35]. Водночас, розширення моделі регресії шляхом включення, окрім двох попередньо зазначених змінних, таких показників, як довжина

автомагістралей в радіусі 200 м, довжина основних доріг у радіусі 500 м, щільність житлової забудови у радіусі 2000 м, категорій землекористування, географічного розташування та напрямку вітру дозволили значно покращити результати оцінки та прогнозування концентрацій NO₂ у м. Торонто ($R^2=0,69$) [36]. Інститутом промислової екології Уральського відділення Російської академії наук у м. Єкатеринбург (РФ) було створено модель забруднення міста концентраціями NO₂ з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,70$ лише на основі поєднання двох змінних: щільності житлової забудови, отриманої на основі супутникових знімків, та інтегрального показника, що описував вплив дорожньої мережі міста [18]. Однак, незважаючи на доволі високу схожість отриманих результатів у дослідженнях, проведених у різних країнах, коефіцієнти та змінні регресійної моделі, зазвичай, є індивідуальними для кожної території, що обумовлює необхідність розробки локальних моделей на основі індивідуальних транспортних, фізико-географічних та кліматичних характеристик.

Слід зазначити, що остаточні варіанти моделей було побудовано та перевірено на основі даних натурних вимірювань отриманих у літньо-осінній період. Сезонна валідація моделей, зважаючи на відсутність даних натурних вимірювань для холодного періоду року, не виконувалася. Окрім того, доповнення вихідних даних більш детальною географічною інформацією щодо вулично-дорожньої мережі, інтенсивності транспортних потоків, щільності проживання населення та ранжування категорій землекористування потенційно могли б покращити результати остаточних моделей для усіх досліджуваних речовин.

На основі описаного вище підходу моделювання концентрацій забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря з викидами автомобільних транспортних засобів, авторами запропоновано спосіб прогнозування концентрацій забруднюючих речовин та описано відповідний

алгоритм реалізації у патенті на корисну модель («Спосіб прогнозування забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту»).

З метою обґрунтування доцільності використання дисперсійних моделей розрахунку розсіювання концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря, на прикладі ISC-AERMOD View v.8.8.9 (Lakes Environmental, ліцензія ISCA Y0002896), для задач оцінки забруднення, обумовленого викидами автомобільного транспорту проведено тестування результатів модельних розрахунків на ступінь узгодженості з даними натурних досліджень.

Розрахунок виконано для 28 ділянок автодоріг та 6 перехресть, в районі яких проводилися дослідження рівнів забруднення повітря у 2012 та 2014 рр. Валідація моделі за ступенем узгодженості концентрацій речовин у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) не проводилася, зважаючи на невелику кількість точок дослідження. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин виконано для 34 розрахункових (рецепторних точках), що відповідали вибраним точкам натурних вимірювань у 2012 та 2013 роках. Беручи до уваги 1-годинний період осереднення даних натурних вимірювань, до аналізу було включено відповідні розрахункові осереднені 1-годинні концентрації.

У таблиці 4 наведено значення концентрацій досліджуваних речовин за даними вимірювань та моделювання за допомогою ISC-AERMOD View v.8.8.9. Для концентрацій оксиду вуглецю та оксидів азоту відмічалось досить хороше узгодження на рівні медіани. Водночас, для інших речовин концентрації, отримані в результаті вимірювань, були вищими ніж відповідні розрахункові значення.

Аналіз співвідношення розрахункових концентрацій та даних вимірювання за 34 точками дослідження наведено у таблиці 5 та на рисунку 4. З таблиці видно, що співвідношення "модель-вимірювання" знаходилися у діапазоні від 0,5 до 2,0

для усіх забруднюючих речовин, що свідчить про досить хороший ступінь узгодженості між розрахунковими концентраціями та даними натурних досліджень. Для усіх речовин, за винятком зважених часток, у понад 80% точок, включених до аналізу, співвідношення концентрацій знаходилися у "діапазоні кратному 2". Окрім того, для оксиду вуглецю, оксидів азоту та сірки діоксиду співвідношення концентрацій "модель-вимірювання" знаходилося у межах від 0,7 до 1,3 для понад 70% точок дослідження. Помірна узгодженість розрахункових концентрацій з даними натурних вимірювань спостерігалася лише для концентрацій зважених часток (50% значень у "діапазоні кратному 2").

Таблиця 4 - Порівняння даних натурних вимірювань із розрахунковими концентраціями

Забруднююча речовина	Вимірювання, мг/м ³		Модель, мг/м ³	
	Середнє значення	Медіана	Середнє значення	Медіана
Оксид вуглецю	0,824	0,686	0,679	0,642
Оксиди азоту ¹	0,104	0,090	0,101	0,088
Сірки діоксид	0,005	0,005	0,004	0,004
Неметанові вуглеводні	0,249	0,226	0,186	0,148
Зважені частки (PM)	0,048	0,044	0,031	0,026

Примітка. ¹у перерахунку на NO₂.

Таблиця 5 - Узгодження розрахункових концентрацій забруднюючих речовин з даними натурних досліджень за 34 точками вимірювання

Забруднююча речовина	Медіана: співвідношення Модель/Вимірювання	Відсоток значень у діапазоні:	
		кратний 2	30%
Вуглецю оксид	0,86	87,5	75,0
Оксиди азоту ¹	0,96	88,2	73,5
Сірки діоксид	0,79	84,2	84,2
Неметанові вуглеводні	0,85	80,0	60,0
Зважені частки (PM)	0,59	50,0	36,6

Примітка. ¹у перерахунку на NO₂.

На рисунку 5 наведено розподіл значень співвідношень концентрацій "модель-вимірювання", що дозволяє зрозуміти ступінь узгодженості концентрацій для кожної із забруднюючих речовин.

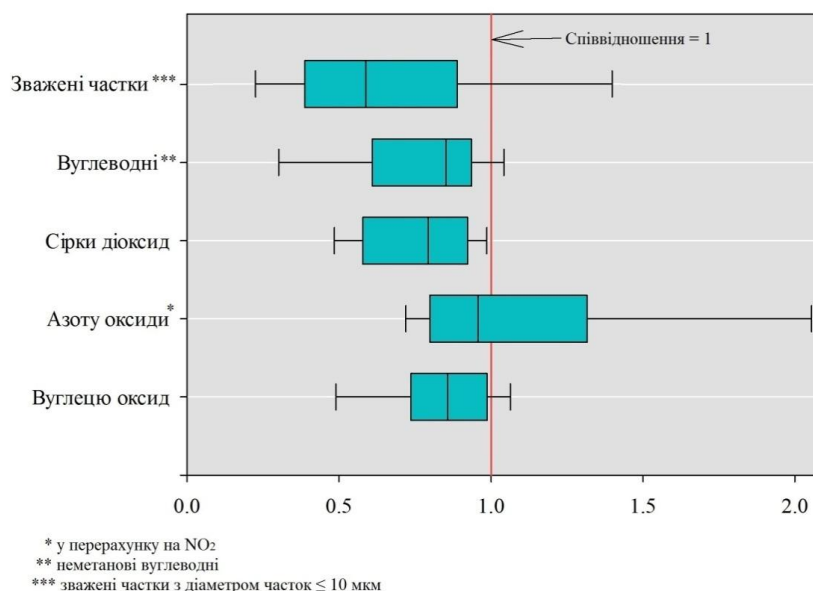


Рисунок 5 - Розподіл співвідношень концентрацій "модель-вимірювання"

На рисунку показано, що значення медіани співвідношення "модель-вимірювання" для усіх забруднюючих речовин, за винятком зважених часток знаходилися у діапазоні від 0,5 до 2,0 та були близькими до 1, що свідчить про тенденцію до заниження розрахункових концентрацій запропонованою моделлю для усіх досліджуваних речовин.

З метою додаткової валідації розрахункових значень осередненої 1-годинної концентрації, отриманих за допомогою ISC-AERMOD View у визначених 34 точках дослідження, змодельовані рівні концентрацій було співставлено з даними натурних вимірювань у відповідних точках та побудовано графіки співвідношення концентрацій (рисунок 6).

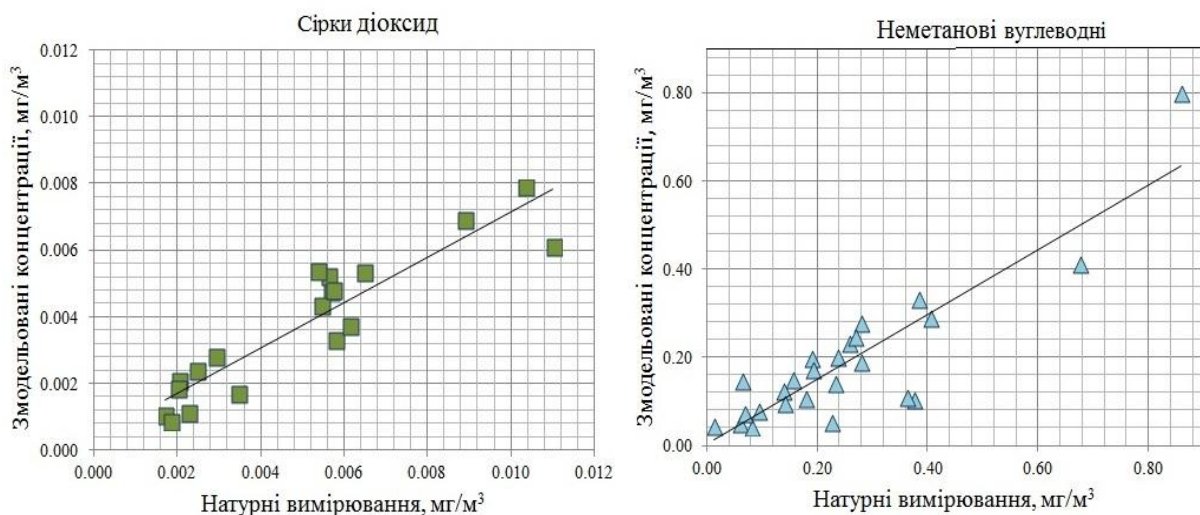
Для усіх забруднюючих речовин виявлено хороше узгодження між розрахунковими концентраціями та даними натурних вимірювань, про що

свідчать досить високі значення коефіцієнтів кореляції за Пірсоном (r). Так, для концентрацій оксидів азоту значення коефіцієнту кореляції між змодельованими концентраціями та даними натурних вимірювань було найвищим і склало: $r=0,93$ ($p<0,005$). Концентрації оксиду вуглецю, сірки діоксиду та неметанових вуглеводнів характеризувалися дещо нижчими показниками: $r=0,88$ ($p<0,005$), $r=0,90$ ($p<0,005$), $r=0,88$ ($p<0,005$) відповідно.

Змодельовані концентрації зважених часток ($PM \leq 10$) відзначалися дещо меншою узгодженістю з відповідними даними натурних вимірювань, а значення коефіцієнту кореляції склало $r=0,74$ ($p<0,005$).

Хороші результати валідації моделі розсіювання концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери ISC-AERMOD View v.8.8.9 (Lakes Environmental), представлені вище, підтвердили можливість використання дисперсійних моделей розрахунку розсіювання концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря у випадках відсутності чи неповноти моніторингових даних для території дослідження.

Дану модель було використано для подальшого вирішення завдання оцінки експозиційних навантажень, обумовлених викидами автомобільного транспорту на території дослідження Дарницького та Дніпровського районів м. Києва.



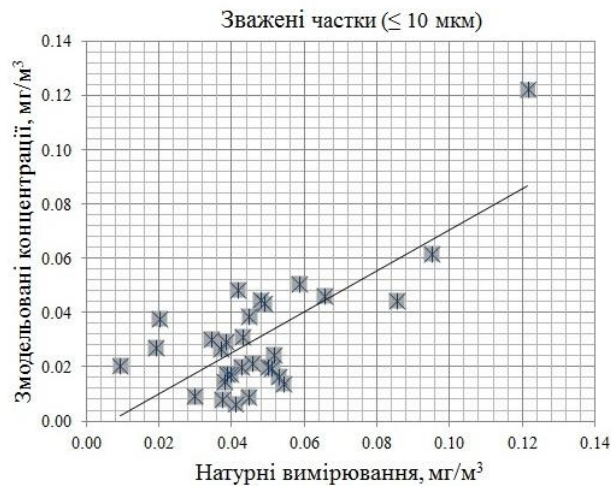


Рисунок 6 - Порівняння змодельованих концентрацій (ISC-AERMOD View v.8.8.9) оксиду вуглецю, оксидів азоту, сірки діоксиду, неметанових вуглеводнів та зважених часток ($\text{PM} \leq 10 \mu\text{m}$) з даними натурних вимірювань

Розрахунок осереднених 1-годинних, 8-годинних, 24-годинних та річних концентрацій оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), сірки діоксиду, неметанових вуглеводнів, зважених часток ($\text{PM} \leq 10$) та формальдегіду виконано для 28 ділянок автодоріг та 6 перехресть, в районі яких проводилися дослідження рівнів забруднення повітря у 2012 та 2014 рр.

В таблиці 6 представлені результати розрахунків зазначених забруднюючих речовин, узагальнені за 952 розрахунковими точками.

Результати розрахунку осереднених 1-годинних, 8-годинних, 24-годинних та річних концентрацій оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), сірки діоксиду, неметанових вуглеводнів, зважених часток ($\text{PM} \leq 10$) та формальдегіду для 28 ділянок автодоріг та 6 перехресть охарактеризували експозиційне навантаження, обумовлене викидами автомобільних транспортних засобів на території дослідження, та обґрунтували можливість подальшої оцінки ризику для здоров'я населення

Таблиця 6 - Описова статистика концентрацій забруднюючих речовин у розрахункових точках

Забруднююча речовина / період осереднення	Концентрація, мг/м ³		
	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє значення
Оксид вуглецю			
1-година	2,28E-02	2,10E+00	1,19E-01
8-годин	2,19E-02	2,03E+00	1,15E-01
24-години	1,37E-02	1,33E+00	7,43E-02
Рік	2,77E-03	4,95E-01	2,17E-02
Оксиди азоту (у перерахунку на NO₂)			
1-година	4,10E-03	3,52E-01	2,14E-02
8-годин	3,94E-03	3,41E-01	2,07E-02
24-години	2,48E-03	2,23E-01	1,34E-02
Рік	5,03E-04	8,28E-02	3,92E-03
Сірки діоксид			
1-година	9,55E-05	1,23E-02	6,99E-04
8-годин	6,08E-05	1,19E-02	6,62E-04
24-години	4,23E-05	7,70E-03	4,34E-04
Рік	1,31E-05	2,80E-03	1,40E-04
Неметанові вуглеводні			
1-година	8,72E-03	1,01E+00	4,30E-02
8-годин	8,37E-03	9,75E-01	4,11E-02
24-години	5,39E-03	6,28E-01	2,66E-02
Рік	1,12E-03	2,25E-01	7,74E-03
Зважені частки (PM ≤ 10 мкм)			
1-година	8,98E-04	1,07E-01	4,64E-03
8-годин	8,62E-04	1,04E-01	4,48E-03
24-години	5,44E-04	6,80E-02	2,90E-03
Рік	1,11E-04	2,54E-02	8,48E-04
Формальдегід			
1-година	1,24E-04	6,67E-03	6,42E-04
8-годин	1,24E-04	6,47E-03	6,21E-04
24-години	7,87E-05	4,17E-03	4,02E-04
Рік	1,61E-05	1,47E-03	1,17E-04

ВИСНОВКИ

1. Проведено вимірювання рівнів хімічного забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту в районі впливу автодоріг Дарницького та Дніпровського районів м. Києва. За даними досліджень виконаних у 2012 р. визначено рівні забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту у Дарницькому районі для: оксиду вуглецю ($0,930 \pm 0,050$) мг/м³, оксидів азоту (у перерахунку на NO₂) ($0,124 \pm 0,040$) мг/м³, речовин у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) ($0,078 \pm 0,038$) мг/м³, а також PM₁₀ ($0,033 \pm 0,013$) мг/м³, PM_{2,5} ($0,018 \pm 0,009$) мг/м³, PM₁ ($0,016 \pm 0,008$) мг/м³. За результатами вимірювань 2014 р. встановлено концентрації забруднюючих речовин, обумовлених викидами автотранспорту, на території Дарницького та Дніпровського районів м. Києва, а саме: оксиду вуглецю ($0,907 \pm 0,882$) мг/м³, оксидів азоту (у перерахунку на NO₂) ($0,107 \pm 0,097$) мг/м³, сірки діоксиду ($0,044 \pm 0,184$) мг/м³, неметанових вуглеводнів ($0,375 \pm 0,366$) мг/м³, речовин у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (TSP) ($0,064 \pm 0,059$) мг/м³, PM₁₀ ($0,051 \pm 0,028$) мг/м³, PM_{2,5} ($0,026 \pm 0,010$) мг/м³, PM₁ ($0,023 \pm 0,008$) мг/м³.

2. Проаналізовано та виділено основні фактори, що впливають на формування просторового поширення забруднення у приземному шарі атмосфери примагістральних районів міст. Встановлено достовірний кореляційний зв'язок між концентраціями оксиду вуглецю, діоксиду азоту, зважених часток (PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁) та інтенсивністю і структурою транспортного потоку, характеристиками транспортно-дорожньої мережі, категоріями землекористування території дослідження та окремими метеорологічними параметрами, які у сукупності визначають формування варіабельності забруднення у межах сельбищних зон.

3. Розроблено регресійні моделі прогнозування концентрацій окремих забруднюючих речовин, що надходять до атмосферного повітря з викидами автомобільного транспорту, які лягли в основу розробки способу прогнозування забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту (підготовлено патент на корисну модель). Запропоновані моделі для оксиду вуглецю, діоксиду азоту та зважених часток (PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1) дозволили оцінити від 60 до 90 % варіабельності забруднення атмосферного повітря, обумовленого викидами автомобільних транспортних засобів.

4. Обгрунтовано можливість використання методів моделювання забруднення атмосферного повітря, зокрема дисперсійних моделей (на прикладі ISC-AERMOD View), для розрахунку осереднених концентрацій забруднюючих речовин та оцінки їх просторового поширення на території дослідження. Аналіз співвідношення концентрацій "модель-вимірювання" показав, що для усіх речовин, за винятком зважених часток, у понад 80% точок, включених до аналізу, співвідношення концентрацій знаходилися у "діапазоні кратному 2". Концентрації зважених часток (≤ 10 мкм) характеризувалися достатнім ступенем узгодженості (50% значень у "діапазоні кратному 2"). Значення коефіцієнтів кореляції за Пірсоном (r) між розрахунковими концентраціями та даними натурних вимірювань склали: концентрацій значення коефіцієнту кореляції між змодельованими концентраціями та даними натурних вимірювань було найвищим і склали: $r=0,88$ ($p<0,005$) для оксиду вуглецю, $r=0,93$ ($p<0,005$) для оксидів азоту, $r=0,90$ ($p<0,005$) для сірки діоксиду, $r=0,88$ ($p<0,005$) для неметанових вуглеводнів та $r=0,74$ ($p<0,005$) для зважених часток ($PM \leq 10$).

5. Розраховано осереднені 1-годинних, 8-годинних, 24-годинних та річних концентрацій оксиду вуглецю, оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), сірки діоксиду, неметанових вуглеводнів, зважених часток ($PM \leq 10$) та формальдегіду для 952 рецепторних точок, що характеризують рівні аерогенного експозиційного навантаження, обумовленого викидами автомобільних транспортних засобів, для

населення, яке проживає поблизу автомагістралей на території Дарницького та Дніпровського районів м. Києва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Davis S.C. Transportation Energy Data Book [Electronic resource] – 30-th ed. / S.C. Davis, S. W. Diegel, R. G. Boundy ; Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U. S. Department of Energy. – 2011. – Mode of access : <http://info.ornl.gov/sites/publications/files/Pub31202.pdf>
2. Davis S.C. Transportation Energy Data Book [Electronic resource] – 31-th ed. / S.C. Davis, S. W. Diegel, R. G. Boundy ; Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U. S. Department of Energy. – 2012. – Mode of access : <http://cta.ornl.gov/data/download31.shtml>
3. OICA. Production statistics 2011 [Electronic resource]. - Mode of access : <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
4. Хартия по транспорту, окружающей среде и охране здоровья. EUR/ICP/ЕНСО 02 02 05/9 Rev.4 [Электронный Ресурс] : (Лондон, 16-18 июня 1999) / Европейское региональное бюро ВООЗ. – Копенгаген, 1999. – Режим доступа: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/88575/E69044.pdf
5. Health Effects and Risks of Transport Systems: the HEARTS project / World Health Organization Regional Office for Europe. – Copenhagen, 2006. – 97 p.
6. Amsterdam Declaration. Making THE Link: Transport choices for our health, environment and prosperity [Electronic resource] : Third High-level Meeting on Transport, Health and Environment (Amsterdam, 22-23 Jan. 2009) / Regional Office for Europe WHO, UNECE, 2009. – Mode of access :

http://www.unece.org/fileadmin/DAM/thepep/en/hlm/documents/2009/Amsterdam_Declaration_ENG.pdf

7. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities / U. S. Environmental Protection Agency. - Washington, Multimedia Planning and Permitting Division Office of Solid Waste Centre for Combustion Science and Engineering, 2005. – P. 890.
8. Методичні рекомендації з оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами промислових джерел / А. М. Сердюк, О. І. Турос, О. М. Картавцев та інш. – Київ, 2005.- 38 с.
9. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації / МОЗ : наказ № 184 від 13.04.2007 р. – К., 2007. – 28 с.
10. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.– 143 с.
11. Новиков С.М. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Методические рекомендации / С.М. Новиков, Ю. А. Рахманин, Н.Н. Филатов. – М.: Санэпидмедиа, 2003. – 56 с.
12. Турос О.І. Розробка наукових підходів до гігієнічної оцінки небезпеки від джерел забруднення атмосферного повітря на основі показників ризику: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра мед. наук : спец. 14.02.01 „Гігієна та професійна патологія” / О.І.Турос. – Київ, 2008. –42 с.
13. Використання оцінки ризику для здоров'я населення в пілотному проекті Американської агенції з охорони довкілля щодо впровадження методології оцінки ризику в Україні / А. М. Сердюк, О. І. Турос, А. А.

- Петросян та ін. // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – К., 2006. - Вип. 48. – С. 39-43.
14. Вдосконалення територіального самоуправління за допомогою аналізу ризику (на прикладі Солом'янського району м.Києва) / О. І. Турос, О. М. Картавцев, А. А. Петросян, О. В. Вознюк, Я. П. Маркевич, Г. М. Давиденко // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – К., 2008. – Вип. 52.- С. 38 - 46.
15. Порівняльний аналіз ризику для здоров'я населення від викидів промислових підприємств різних галузей народно-господарської діяльності / О. І. Турос, А. А. Петросян, О.В. Ананьєва та ін. // Довкілля та здоров'я. – 2012. – Вип. 4 (63). – С. 34-38.
16. Швагер О.В. Гігієнічна оцінка канцерогенного забруднення атмосферного повітря міст з різним профілем промисловості / О.В. Швагер, І.О. Черниченко, О.В. Литвиченко, Л.С. Соверткова // Довкілля та здоров'я. - 2013. - Вип. 3 (66). - С. 9-13.
17. Briggs D.J. Mapping urban air pollution using GIS: a regression based approach / D.J. Briggs, S. Collins, P. Elliott et al. // Int J Geographical Information Science. – 1997. – Vol. 11(7). – P. 699-718.
18. Антропов К.М. Методология описания загрязнения атмосферного воздуха Екатеринбурга диоксидом азота методом Land use regression / К.М. Антропов, А.Н. Варакин // Гигиена и санитария. - 2013. – №2. – С. 102-105.
19. Guidelines for Exposure Assessment / Environmental Protection Agency. – Washington, 1992. - 139 p.
20. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe // Official Journal of the European Union. – 2008. – № L152 – 44 p.

21. AERMOD: Description of model formulation / Cimorelli A.J., Perry S.G., Venkatram A. et al. // EPA-454/R-03-004. – US EPA, 2004. – 91 p. – Mode of access: http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aermod_mfd.pdf
22. Деклараційний патент на корисну модель (51) А61В 10/00. Спосіб визначення осереднених концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі / О.І. Турос, А. А. Петросян, О. М. Картавцев та інш. ; Заявник і власник ДУ «ІГМЕ ім. О. М. Марзєєва АМНУ». – № 33659 (11) ; заяв. 21.01.2008 ; бюл. №13. – 2008. – 12 с.
23. Оценка загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом с использованием УПРЗА «Эколог» с модулями «Средние» и «Риски» и интернет-сервиса «Яндекс.Пробки» / Роспотребнадзор. 2011. Режим доступа : <http://71.rospotrebnadzor.ru/documents/10156/992bd21d-a781-42e7-ae5d-c8604dc95ccc>
24. Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга. [Действующая от 2012-17-02]. – СПб: Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, 2012. — 9 с.
25. Оценка загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом с использованием УПРЗА «Эколог» с модулями «Средние» и «Риски» и интернет-сервиса «Яндекс.Пробки» / Роспотребнадзор. - 2011. - Режим доступа: <http://71.rospotrebnadzor.ru/documents/10156/992bd21d-a781-42e7-ae5d-c8604dc95ccc>
26. Чепиков Н.А. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга региона с использованием геоинформационных технологий / Н.А. Чепиков // Ученые записки. Электронный научный

- журнал Курского государственного университета. – 2011. – № 4(20)
Ч.1. – Режим доступа : <http://scientifinotes.ru/pdf/022-004.pdf>
27. Дані радарної топографічної зйомки: SRTM N50E030.hgt.zip
[Електронний ресурс] / USGS. SRTM Data Archive. Режим доступу:
<http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/Eurasia/>
28. Comparison of ASPEN Modeling System Results to Monitored
Concentrations / US EPA. Mode of access:
http://www.epa.gov/ttn/atw/nata/mtom_pre.html
29. Lupo Ph. J. A Comparative analysis of modeled and monitored ambient
hazardous air pollutants in Texas: A novel approach using concordance
correlation / Ph. J. Lupo & Symanski E. // Journal of the Air and Waste
Management Association. – 2009. – Vol. 59 (11). – P. 1278-1286.
30. Payne-Sturgas D.C. Personal exposure meets risk assessment: A
comparison of measured and modeled exposures and risks in an urban
community / D.C. Payne-Sturgas, T.A. Burke, P. Breysse et al. // *Environmental Health Perspectives*. – 2001. – Vol. 112 (5). – P. 589-598.
31. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовно безпечні рівні
діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі
населених місць. – К., 2000. – 139 с.
32. Brauer M. Estimating long-term average particulate air pollution
concentrations: Application of traffic indicators and geographic
information systems / M. Brauer, G. Hoek, P. van Vliet et al. // *Epidemiology*. – 2003. – Vol. 14. – P. 228-239.
33. Briggs D.J. A regression-based method for mapping traffic-related air
pollution: Application and testing in four contrasting urban environments
/ D.J. Briggs, C. de Hoogh, J. Gulliver et al. // *Science of the Total
Environment*. – 2000. – Vol. 253. – P. 151-167.

34. Dijkema M.B.A. A comparison of different approaches to estimate small scale spatial variation in outdoor NO₂ concentrations / M.B.A. Dijkema, U. Gehring, R.T. van Strien et al. // Environmental Health Perspectives. – 2010. – Vol. 119(5). – P. 670-675.
35. Cyrus J. GIS-based estimation of exposure to particulate matter and NO₂ in an urban area: stochastic versus dispersion modeling / J. Cyrus, M. Hochadel, U. Gehring et al. // Environmental Health Perspectives. – 2005. – Vol. 113. – P. 987-992.
36. Jerret M. Modelling the intra-urban variability of ambient traffic pollution in Toronto, Canada / M. Jerret, M.A. Arain, P. Kanaroglou et al. // Journal of Toxicology and Environmental Health. – 2007. – Vol. 70(3-4). – P. 200-212.

УДОСКОНАЛЕННЯ КРИТЕРІЇВ ГІГІЄНИЧНОЇ ОЦІНКИ ПРІОРИТЕТНИХ ФАКТОРІВ ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЖИТЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

*Акіменко В.Я., Семашко П.В., Яригін А.В., Козуля С.В., Стеблій Н.М.,
Харченко С.О.*

Питання впливу житлового середовища на формування здоров'я населення є дуже актуальними, про що свідчать останні публікації ВООЗ [1, 2]. Застосування в сучасному будівництві житлових та громадських будинків різноманітного обладнання впливає на деякі пріоритетні гігієнічно значимі параметри житлового середовища як приміщень, так і прилеглої території. Зокрема можливо чекати зміни параметрів мікроклімату та повітрообміну, хімічного, біологічного, шумового та вібраційного забруднення, які тісно пов'язані з вентиляцією, кондиціонуванням та опаленням приміщень. За результатами аналізу літературних джерел встановлено, що на сьогодні не з'ясованими залишаються питання: впливу викидів пристроїв автономного опалення та гарячого водопостачання на забруднення прифасадного простору повітря населених місць; врахування дисперсного складу аерозолі з частками з аеродинамічним діаметром 2,5 та 10,0 мкм ($Z_{2,5}$ та Z_{10}); суб'єктивного сприйняття людиною параметрів мікроклімату та якості повітря при роботі автономних систем вентиляції та кондиціонування повітря; критерію гігієнічної оцінки приладів, що використовують технології фотокаталітичного очищення повітря на поверхні TiO_2 під дією УФВ; ефективності фільтруючих систем локальних рециркуляційних очищувачів повітря приміщень від аерозольного та бактеріального забруднення; впливу локальних припливно-витяжних установок з рекуперацією на якість повітрообміну та акустичного стану приміщень; реального впливу зовнішніх та внутрішніх блоків побутових кондиціонерів на вібраційний та акустичний стан приміщень; потребують також удосконалення вітчизняні

допустимі рівні звуку та звукових тисків у приміщеннях житлових та громадських будинків.

Результати досліджень розподілу концентрацій CO₂ в об'ємі приміщення та на фасаді будинку

За останні десятиріччя якість зовнішнього повітря в індустріально-розвинутих країнах погіршилась, разом з цим погіршилась і якість повітря в приміщеннях. В сучасному суспільстві людина майже 90 % часу знаходиться в приміщенні [3].

В умовах енергетичної кризи значна увага приділяється використанню нових інженерно-технічних рішень і технологій будівництва, направлених на збереження енергії. Мікроклімат і енергозбереження є дві взаємопов'язані проблеми. Система вентиляції та кондиціонування відноситься до найбільш енергоємних, приблизно 60 – 75 % від загального енергоспоживання будинку [4]. Одним із заходів енергозбереження є зниження повітрообміну в приміщенні [5]. Зменшення об'єму зовнішнього повітря, що надходить до приміщень може призвести до негативної зміни середовища перебування людей в житлових і громадських будинках [6, 7].

Широкої популярності набуває використання вентиляційних систем зі змінними витратами повітря, системи, що забезпечують можливість регулювання повітрообміну по окремим зонам, в залежності від інтенсивності використання приміщення (фактична наповненість приміщення) [8, 9]. Використання адаптивних систем вентиляції призводить до економії енергії та забезпечення комфортних умов перебування в приміщенні [10]. Для регулювання такої системи вентиляції використовують концентрацію CO₂, а інші шкідливі речовини приводяться як еквіваленти [11].

Ще в 1850-ті роки Петтенкофером було запропоновано використовувати діоксид вуглецю для оцінки якості повітря приміщення.

В статті Губернського Ю. Д. (2011) [12] проведена порівняльна характеристика рекомендованих значень ГДК CO₂ в повітрі приміщення.

Таблиця 1 - Значення ГДК CO₂ в повітрі приміщення [12]

Країна	Норми	Рівень CO ₂
Фінляндія	Стандарт. Міністерства охорони здоров'я та соціального розвитку (2003)	Якість повітря (ppm): Висока – 700; Середня – 900; Задовільна – 1200.
США	Рекомендації. Департамент охорони здоров'я США. Рекомендації по якості повітря в школах	Граничний рівень – 1000 ppm
США	Норми ASHRAE 62-1989 “Вентиляція для нормальної якості повітря”	1000 ppm
США	Рекомендації Американської асоціації промислових гігієністів, 1998 р.	600 ppm
США	Рекомендації Національного інституту професійної безпеки та охорони здоров'я, 1987 р.	600 ppm
Велика Британія	Норми ”Вентиляція в шкільних будинках.. Керівництво по стандартам та проектуванню” 2006 р.	1500 ppm – гранична норма для учбового дня з 9:00 до 15:30
Голландія	Гігієнічна норма “Огляд норм по якості повітря для дитячих садків Голландії”	1000 ppm – гігієнічна норма для дитячих садків; 1200 ppm – гігієнічна норма для шкіл
Естонія	Норми Міністерства по соціальним питанням	1000 ppm – гігієнічна норма для шкіл

Аналізуючи представлені дані, можна сказати, що рекомендована концентрація CO₂ в приміщенні в країнах ЄС та США в основному відповідає значенням 1000 ppm. В Україні ГДК діоксиду вуглецю регламентовано в повітрі житлових приміщень [13] і становить 1000 ppm.

Кратність повітрообміну одна з найголовніших складових, що формує якість повітря в приміщенні. Вплив CO₂ на організм людини залежить від

експозиції, від індивідуальних характеристик, таких як вік, стан здоров'я, фізична активність та стиль життя [14].

Якісна робота вентиляційної системи залежить не тільки від кратності повітрообміну, а й від правильності розміщення вентиляційних отворів та вибору повітророзподільних решіток [15, 16].

В закордонних нормативних документах [17, 18] використовується поняття ефективності вентиляційної системи. Згідно стандарту ANSI/ASHRAE Standard 62-2001 [18] ефективність вентиляції визначається в залежності від місця розміщення припливних та витяжних отворів вентиляційної системи.

Для визначення ефективності роботи витяжної вентиляції в приміщенні були проведені дослідження за допомогою встановлення витяжного каналу потужністю 100 м³/год в приміщенні 43 м³. В якості джерела забруднення повітря була використана газова плита. Наші результати показали, що значення концентрації CO₂, після 30-ти хвилинної роботи газової плити та витяжного вентилятора, коливались від 806 до 973 ppm. Статистична обробка результатів дослідження показала, що є достовірні відмінності концентрацій CO₂ в різних точках спостереження.

Дані Стейгера та Норхаяті, 2011, та результати наших досліджень дають підстави вважати, що концентрації шкідливої речовини в приміщенні розподілені нерівномірно. Це з одного боку свідчить про недостатню ефективність роботи такої витяжної системи, а з іншого – наводить на думку, про необхідність врахування такого моменту при визначенні концентрації хімічних забруднювачів в повітрі приміщення при локальному джерелі забруднення.

Результати аналізу літературних джерел та наших власних досліджень дають підстави вважати, що при проектуванні систем вентиляції в приміщеннях різного функціонального призначення житлових і громадських будівель і виборі місця розташування приливних і витяжних пристроїв треба враховувати, що

концентрації шкідливих речовин в обслуговуємому просторі приміщення розподілені нерівномірно.

Результати гігієнічної оцінки деяких способів викиду відпрацьованого повітря з вентиляційних систем житлових і громадських будинків

Не зважаючи на те, що об'єми житлового будівництва на 2010 р. в Україні знизились майже вдвічі, порівняно з 1985 р., вимоги до якості житла підвищились. Особливо це стосується вимог до енергоефективності.

Як зазначають автори статті, структура теплових витрат в житлових багатоповерхових будинках Російської Федерації після введення вимог до підвищення теплозахисних характеристик огорожувальних поверхонь дещо змінилась. Наприклад, ці заходи дозволили зменшити витрати теплової енергії через огорожувальні конструкції (стіни, вікна та ін.), але збільшили витрати на систему вентиляції. Часто зниження енерговитрат будинку компенсують за рахунок зниження рівня інфільтраційних тепловитрат. За умови використання вентиляційної системи на природному спонуканні відсутність інфільтрації призведе до погіршення якості повітря в приміщенні.

В країнах Західної Європи давно занепокоєні проблемою збереження енергії. З літературних даних видно, що в залежності від кліматичних умов, на зміну природної вентиляції приходять механічна (припливна, витяжна, припливно-витяжна). Наприклад, у Фінляндії механічна вентиляція у багатоквартирних будинках становить приблизно 70 %, у Франції – 35 %, а в Німеччині приблизно 20 %.

Ефективність роботи систем вентиляції залежить не тільки від розміщення отворів припливу та витяжки повітря в приміщенні, але і на фасаді будинку. Тому в багатоповерхових будинках важливою проблемою є розміщення приймальних систем для навколишнього повітря і для викиду повітря з приміщення.

До джерел забруднення повітря прифасадного простору житлових і громадських будинків можна віднести викиди від систем вентиляції об'єктів різного призначення та від пристроїв автономного опалення та гарячого водопостачання.

Вимоги щодо розміщення приймальних та витяжних отворів систем вентиляції СНиП 2.04.05-91* У та діючого ДБН В.2.5-67:2013 мають суттєві відмінності. Так, наприклад, якщо в СНиП 2.04.05-91* У вказано, що необхідна відстань від приймального отвору до витяжного має складати 10м по горизонталі та 6 м по вертикалі, то в ДБН В.2.5-67:2013 вимоги до відстані зменшені і складають 2м. Але зменшення відстані між отворами систем вентиляції, компенсується за рахунок додаткових вимог – це потужність витяжного пристрою та швидкість викиду повітря.

В той же час в таблиці Ж ДБН В.2.5-20-2001 дозволено розміщувати викиди продуктів згоряння від автономного поквартирного опалення навіть на відстані 0,25 м від вентиляційного отвору, в залежності від потужності котла. В стандарті ДСТУ Б EN 13779:2011 вказано, що відстань між отворами систем вентиляції залежать від категорії витяжного повітря. Хоча варто відмітити, що в ДСТУ Б EN 13779:2011 є додаткові вимоги щодо технічних характеристик витяжних отворів – це інтенсивність потоку випускного повітря не більше ніж $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, а також швидкість викиду повітря з витяжного отвору 5 м/с і більше.

Для дослідження впливу зміни якості повітря прифасадного простору при примусовому відведенні відпрацьованого повітря за рахунок вбудованого вентилятору (далі - турбовикид), нами була використана модельна установка на прикладі газового опалювального пристрою: котел газовий настінний двоконтурний DEMRAD з відведенням продуктів згоряння через зовнішню стінку будинку.

В результаті проведеного аналізу даних складу продуктів згоряння протоколів сертифікаційних випробувань котлів найбільша концентрація

шкідливих речовин у викидах є концентрація діоксиду вуглецю. Тому в експерименті по визначенні ймовірного впливу на зміну якості повітря прифасадного простору при роботі котла ми вибрали концентрацію CO₂.

В результаті дослідження ми знайшли, що розміщення забору повітря на природному спонуканні, навіть на відстані 0,3 м від місця турбовикиду продуктів згоряння газового котла, не призводить до зміни концентрації CO₂ в припливному повітрі вентиляційної системи на природному спонуканні вище фонового рівня.

Для визначення впливу роботи витяжного отвору на природному спонуканні на якість повітря прифасадного простору нами були проведені дослідження концентрації CO₂ в безпосередній близькості біля стіни будинку. В якості джерела забруднення повітря приміщення була використана газова плита, при працюючому одному пальнику. Наші результати показали, що значення концентрації CO₂ в прифасадному просторі, після півтори годинної роботи газової плити, коливались від 897 до 1168 мг/м³. Статистична обробка результатів дослідження показала, що значення концентрації CO₂ в радіусі 1 м від місця викиду повітря перевищують фонові на 62 - 231 мг/м³. Продукти згоряння газу розповсюджуються по фасаду нерівномірно і можуть створювати гігієнічно значимі концентрації на відстані 2.5м.

Проведені розрахунки свідчать, що збільшення концентрації CO₂ в прифасадному просторі у випадку встановлення витяжного отвору на природному спонуканні призведе до збільшення витрат припливного повітря.

В результаті проведених досліджень, можна зробити висновок, що вентиляційні системи з відведенням відпрацьованого повітря за рахунок турбовикиду дозволяють зменшити негативний вплив на якість повітря, що використовується для вентиляції будинку.

Пошук критеріїв санітарно-епідеміологічної оцінки спліт-систем

Для комфортного перебування в приміщенні необхідно виконувати вимоги, як до якості повітря, так і до забезпечення необхідних мікрокліматичних параметрів. В сучасному суспільстві все більше уваги приділяють не технічним характеристикам систем опалення та кондиціонування, а побажанням мешканців (споживачів). Основними факторами, що впливають на комфортне перебування людини в приміщенні, є температура і швидкість руху повітря, його вологість, інфрачервоне випромінювання, одяг, швидкість обміну речовин, вага, вік, стать, стан здоров'я та ін. Працездатність людини залежить суттєво не лише від температури, але і від відносної вологості, середньої швидкості руху повітря, середньої температури випромінювання.

Як зазначають автори, витрати на забезпечення якісного повітря в приміщеннях офісів (енергетичні витрати, витрати на обслуговування будинків та ін.) покриваються за рахунок підвищення продуктивності праці співробітників. За даними авторів, завжди в приміщенні є близько 5 % людей незадоволеними мікрокліматичними умовами.

По об'ємам продаж кондиціонерів Україна входить в першу десятку серед країн Європи. Звернемо увагу, що включає в себе поняття кондиціонування повітря. Ще в 1952 р. Романенком П. Н. було запропоноване визначення: «кондиціонування повітря включає в себе комплекс заходів, в результаті чого в приміщенні підтримується наперед заданий режим температури, вологості, складу, швидкості руху та чистоти повітря незалежно від внутрішніх джерел (наявність людей, виробничі процеси та ін.) та зовнішніх (температура, вологість, сонячна радіація) факторів». Це поняття практично співпадає з визначенням в п. 3.26 ДБН В.2.5-67:2013, де говориться, що кондиціонування повітря повинно автоматично підтримувати параметри повітря (температура, відносна вологість, швидкість руху, чистота) в зачинених приміщеннях. Та результати досліджень показали, що система кондиціонування лише забезпечує відчуття теплового

комфорту та призводить до збільшення скарг людей щодо недостатньої якості повітря в приміщеннях.

Для проектування систем вентиляції, опалення та кондиціонування необхідно виконувати вимоги щодо параметрів мікроклімату згідно. Поняття оптимальних параметрів мікроклімату згідно з ГОСТ 30494-96 – це «поєднання значень показників мікроклімату, які при тривалій та систематичній дії на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму при мінімальній нарузі механізмів терморегуляції та відчуттів теплового комфорту не менше ніж у 80 % людей, що знаходяться в приміщенні».

В ДБН В.2.5-67:2013 не встановлені чіткі норми по швидкості руху повітря, а використовується залежність температури та інтенсивності турбулентності для визначення допустимої швидкості руху повітря.

Згідно з вимогами ГОСТ 30494-96 температуру повітря, вологість, швидкість руху повітря в обслуговуємому просторі визначають на трьох рівнях: на висоті 0,1; 0,6; 1,7 м (в приміщеннях, де люди перебувають переважно в положенні сидячи). В той же час стандарт ASHRAE вимагає визначати швидкість руху та температуру повітря в приміщенні, де люди перебувають в положенні сидячи, на висоті 0,1; 0,6; 1,1 м, а якщо ж робота переважно стоячи, тоді на рівнях 0,1; 1,1; 1,7 м. Так, наприклад, в методичних вказівках, вказано, що температуру, вологість та швидкість руху повітря визначають на рівні 1,0 м при роботі сидячи, для роботи стоячи – на рівні 1,5 м. А при роботі, що відноситься до I категорії (легка), швидкість руху повітря ще визначають на висоті 0,1 та 1,65 м від підлоги. Аналізуючи вище вказану інформацію, можна стверджувати про суперечливість гігієнічних вимог до визначення мікрокліматичних параметрів в приміщенні.

Вертикальна стратифікація температури в приміщенні призводить до виникнення локального теплового дискомфорту. Прийнятий в Україні національний стандарт ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 дозволяє визначити відсоток незадоволених людей температурною стратифікацією в приміщенні.

Використовуючи рівняння стандарту можна розрахувати, що при різниці температури по вертикалі між головою та ногами від $2 \div 7$ °C відсоток незадоволених людей буде збільшуватися від 2 до 59 %. В залежності від числа незадоволених, що викликане місцевим локальним дискомфортом (різниця температур повітря по вертикалі), можна визначити категорію теплового середовища приміщення.

Стандарт ASHRAE Standard 55 (2004) встановлює вертикальну стратифікацію температури в 3 °C.

Проведені дослідження показують, що температурна стратифікація в 6 °C призведе до дискомфорту близько 40 % присутніх.

Важливим фактором при роботі системи кондиціонування повітря в приміщенні є швидкість руху повітря. Дуже часто висока швидкість руху повітря може викликати відчуття протягу. Результати експерименту Фангера показали, що при збільшенні температури повітря в приміщенні та при однаковій швидкості руху повітря кількість людей, що відчувають дискомфорт від протягу зменшується майже в 2 рази.

Враховуючи вище викладене, ми провели спеціальний експеримент з використанням локальної системи кондиціонування повітря в приміщенні. Швидкість руху повітря в приміщенні при роботі спліт-системи побутового кондиціонеру визначали в 8-ми точках протягом 10 днів: на відстані 2,15 м (т. 1) та 0,5 м (т. 2) від кондиціонеру на висоті 0,1 м, 0,6 м, 1,1 м та в геометричному центрі приміщення на двох рівнях: 0,1 м та 1,5 м відповідно.

Проаналізувавши отримані дані температури повітря в приміщенні, можна сказати, що після включення кондиціонеру температура знижується на протязі 1 год. Результати дослідження показали, що тенденція зниження температури повітря в різних точках приміщення відрізняється та залежить не лише від висоти точки виміру, а й від віддаленості від кондиціонеру.

Температура повітря на робочих місцях при роботі кондиціонеру змінюється не рівномірно. Отримані дані показують, що робота системи кондиціонування повітря призводить до вертикальної стратифікації температури.

Якщо ж використовувати графіки для визначення локального дискомфорту, викликаного вертикальною стратифікацією температури, що наведені в стандартах, то такі умови будуть викликати дискомфорт приблизно від 9 до 74 % працівників.

На температурну стратифікацію впливає наявність вікна в приміщенні. Вплив холоду або тепла від прозорих огорожувальних конструкцій стає незначним лише на відстані 3 м від вікна.

В результаті проведених досліджень максимальні швидкості руху повітря спостерігались на рівні 0,1 м. Найбільша швидкість спостерігається навпроти кондиціонеру та сягає уже досить великих значень від 0,6 до 0,9 м/с, в той час як середня швидкість на рівні 1,1 м становить 0,05 м/с.

Інтенсивність турбулентності, розрахована за формулами, в т.1 на висоті 0,1 м коливається в межах від 21 до 34 %, а в т. 2 – від 28 до 37 %. В центрі приміщення ця ж величина коливається в межах від 37 % до 40 %.

Ми впевнились, що функціонування спліт-систем створює в обслуговуємому просторі приміщення нерівномірність мікрокліматичних параметрів (швидкість руху повітря, ступінь турбулентності, вертикальна стратифікація температури, температура огорожувальних конструкцій), які являються потенційним джерелом теплового дискомфорту людини.

Можливо стверджувати, що робота побутових кондиціонерів створює умови локального дискомфорту, які прогнозовано дадуть кількість незадоволених в межах від 19 до 74 %

При роботі локальних систем кондиціонування ступінь турбулентності повітряного потоку коливається в межах від 6 до 51 % і потенційно приводить до кількості незадоволених швидкістю руху повітря в приміщенні від 18 % до 77 %.

Пошук критеріїв санітарно-епідеміологічної оцінки локальних очищувачів повітря

На здоров'я людини впливає не тільки якість повітря навколишнього середовища, а в більшій мірі якість повітря в приміщенні, де людина проводить більшу частину свого життя. Останнім часом приділяється значна увага чистоті повітря в приміщеннях різноманітного призначення.

Оскільки якість зовнішнього повітря не завжди дозволяє використовувати його для вентиляції приміщення, то необхідно застосовувати різні прилади для очищення повітря. В залежності від виду забруднення, приймаються різноманітні методи очищення повітря. Відомі очисники повітря приміщення умовно можна поділити на технологічні, механічні, плазмові, адсорбційні, фотокаталітичні та ін.

Широкої науково-технічної популярності набуває використання процесу фотокаталізу. Принцип роботи багатьох повітроочисників оснований на фотокаталітичному окисненні органічних речовин при кімнатній температурі на поверхні фотокаталізатора (діоксид титану) під дією ультрафіолетового випромінювання.

За твердженням розробників таких фотокаталітичних очисників органічне забруднення повітря розкладається до вуглекислого газу і води. Проте деякі автори стверджують, що в проміжних продуктах реакції окислення органічних сполук можуть міститись альдегіди, кетони, ефіри та ін., що обмежує їх використання в присутності людини.

Застосування методу фотокаталізу в приладах очищення повітря обумовлене можливістю протікання реакцій при кімнатній температурі, що не потребує додаткового нагріву.

В умовно змодельованій ситуації ми дослідили роботу фотокаталітичного очисника повітря моделі EcoVox. В якості індикатора роботи даного приладу вибрали концентрацію озону та діоксиду азоту.

В результаті проведеного дослідження, в умовно змодельованій ситуації, в герметичній металевій камері, після 20-хвилинної роботи очищувача концентрація озону та діоксиду азоту зростає в порівнянні з початковими значеннями та становить $0,3 \text{ мг/м}^3$ та $0,17 \text{ мг/м}^3$ відповідно.

Нам здається, що фундаментальна робота Національної лабораторії Лоренса Берклі по вивченню ефективності каталізу різних органічних сполук на діоксиді титану під дією ультрафіолету проливає світло на результати нашого експерименту. Вони стверджують, що в процесі розщеплення органічних сполук утворюються більш токсичні за класом речовини.

Тому, не зважаючи на ствердження розробників про ефективність роботи фотокаталітичного очисника повітря, не можна говорити про його можливість застосування в приміщеннях в присутності людей, так як побічні продукти хімічної реакції, можуть бути значно небезпечніші за ті, які ми намагаємося нейтралізувати.

Науково обґрунтовано, що в якості критерію гігієнічної оцінки приладів, що використовують технології фотокаталітичного очищення повітря на поверхні TiO_2 під дією ультрафіолетового випромінювання, необхідно використовувати середньодобові ГДК озону ($0,03 \text{ мг/м}^3$) та діоксиду азоту ($0,04 \text{ мг/м}^3$) для атмосферного повітря.

Гігієнічні критерії оцінки ефективності використання локальних систем очищення повітря від аерозольного забруднення

На даний час питанням нормування і забезпечення параметрів мікроклімату, повітрообміну в житлових приміщеннях, вентиляції і енергозбереження приділяється значна увага. Аерозольне забруднення в приміщенні формується за рахунок продуктів деструкції полімерних матеріалів, неповного згоряння газу, життєдіяльності людини, тварин, рослин та комах; процесів приготування їжі, догляду за меблями, одягом, взуттям та квартирою, застосування препаратів

побутової хімії та косметологічних засобів в аерозольних балонах та рядом інших чинників. Запиленість повітря житлових та громадських приміщень може бути обумовлена наступними факторами: видом та якістю покриття підлоги, меблів; ступенем заселеності приміщень; характером та якістю прибирання (сухе, вологе), повітрообміну; культурним рівнем мешканців.

Забруднення повітряного середовища пилом житлових і громадських будинків обумовлене не лише внутрішніми, але і зовнішніми джерелами. Ризик впливу цього фактору на здоров'я людини зростає в зв'язку з великою тривалістю експозиції населення в приміщеннях. Не зважаючи на те, що уже на стадії проектування житлових і громадських будинків закладаються вимоги до систем опалення, вентиляції і кондиціонування, аерозольна забрудненість повітря приміщень зростає. Не виключено, що з цим пов'язане зростання алергічної захворюваності населення, в тому числі бронхіальною астмою. В наукових роботах, в тому числі ВООЗ показано, що не лише концентрація, але і дисперсність аерозольного забруднення має принципове значення для впливу на здоров'я населення.

Багато відомих у світі фірм створили і продовжують удосконалювати пристрої для очистки повітря приміщень від аерозольного забруднення. Дуже часто такі пристрої працюють в рециркуляційному режимі. На стадії виробництва повітроочисники випробовуються на спеціальних стендах з використанням технічних критеріїв, які не дають можливості оцінити їх з гігієнічної точки зору. Окрім того, треба відмітити, що санітарно-епідеміологічна служба на стадії попереджувального нагляду не може мати такого дорогого і унікального обладнання. Останнє дуже часто не дає відповіді на те, як пристрій поведе себе в умовах реальної експлуатації.

Враховуючи приведену вище інформацію, ми в наших дослідженнях спробували обґрунтувати гігієнічні критерії оцінки ефективності використання локальних систем очищення повітря від аерозольного забруднення в приміщенні

на прикладі знезаражувача повітря (рециркулятору) «ТІОН А310 МЕД» виробництва ТОВ «Аеросервіс», РФ та очищувача повітря FreshAirBox (EcoBox) виробництва компанії Vollara, США (далі - очищувач повітря I та II відповідно).

Нами була відпрацьована система аерозольного забруднення приміщення та підібрані методи контролю аерозольного забруднення. Визначення концентрації аерозольного забруднення приміщення було проведено приладом HAZ-DUST ERAM 5000 (нефелометричне вимірювання концентрації аерозольних часток в повітрі з аеродинамічним діаметром від 0 до 10,0 мкм).

Для пошуку гігієнічних критеріїв оцінки аерозольного забруднення повітря приміщень житлового і громадського призначення, нами проаналізовані дані по критеріям оцінки якості атмосферного повітря за показниками $Z_{Ч_{2,5}}$ та $Z_{Ч_{10}}$ в документах ВООЗ, в державних нормативах по якості атмосферного повітря США та Великобританії (NAAQS), документах ЄС, Росії та України.

Рекомендації ВООЗ по диференціації нормування в атмосферному повітрі $Z_{Ч_{2,5}}$ з діаметром 2,5 мкм та $Z_{Ч_{10}}$ з діаметром до 10 мкм ввели в дію Великобританія, країни ЄС і Росія у вигляді середньодобових і середньорічних концентрацій. Росія ввела ще й максимально разову ГДК для $Z_{Ч_{2,5}}$ 0,16 мг/м³ (до речі, ця величина в Росії до 2004 року була середньодобовою), для $Z_{Ч_{10}}$ – 0,3 мг/м³. На жаль, в Україні до цього часу використовується норматив для недиференційованого пилу з ГДК_{сд} 0,15 мг/м³ та максимально разовою ГДК – 0,5 мг/м³. Не виникає сумніву, що Україна повинна гармонізувати свої нормативи пилу для атмосферного повітря з ЄС, оскільки вони в 3-15 разів відрізняються кількісно і не диференційовані по спектральному складу (аеродинамічному розміру аерозольних часток). В доступних нам інформаційних джерелах ми не знайшли матеріалів по науковому обґрунтуванню нормативів аерозолі, що прийняті в Україні. В той же час, численні аналітичні роботи фахівців США (1997), ВООЗ (2005), Великобританії (2006) та інших країн містять солідні не

лише експериментальні, а і епідеміологічні дослідження, які поклали в основу нормування ЗЧ в повітрі в залежності від їх аеродинамічного розміру.

Ми свого часу показали, що використання середньодобових ГДК згідно з ДСП 201-97, які на вимогу підприємців КМ України не обґрунтовано відмінив, для оцінки хімічного забруднення повітря приміщень, особливо житлових, ні з юридичної, ні з практичної точки зору не може бути виконане, враховуючи діючі методи дослідження даного фактору і функціональне використання приміщень.

Для визначення практичної продуктивності рециркуляційних очищувачів повітря I та II, ми провели визначення швидкості руху повітря, що виникає під час роботи приладів на максимальних режимах роботи вентилятора. Дослідження показали, що при роботі очищувача повітря I утворюються потоки повітряних мас, які на порядки перевищують нормативні величини швидкості повітря в приміщенні, регламентовані як для холодного, так і теплого періоду року та знаходяться поза межами комфортної зони перебування людини згідно з ДБН В.2.5-67:2013.

Результати визначення концентрації аерозольного забруднення в приміщенні на всіх етапах дослідження представлені на рис. 1.

Отримані дані виявили невідповідність теоретично прогнозованої ефективності процесу очищення повітря приміщення від аерозолу від фактичної. Це пов'язано з тим, що забір і викид відпрацьованого повітря очищувачів знаходяться досить близько (обмежені габаритами пристрою) і в зону забору потрапляє уже очищене повітря, а надходження забрудненого аерозолем повітря з віддалених частин приміщення проходить нерівномірно і затримується в часі. Враховуючи те, що під час дослідження очищувачі повітря працювали на максимальному режимі, то на мінімальному - час, за який концентрація аерозольного забруднення в приміщенні досягне рівня ГДК_{сд} згідно з ДСП 201-97, суттєво збільшиться.

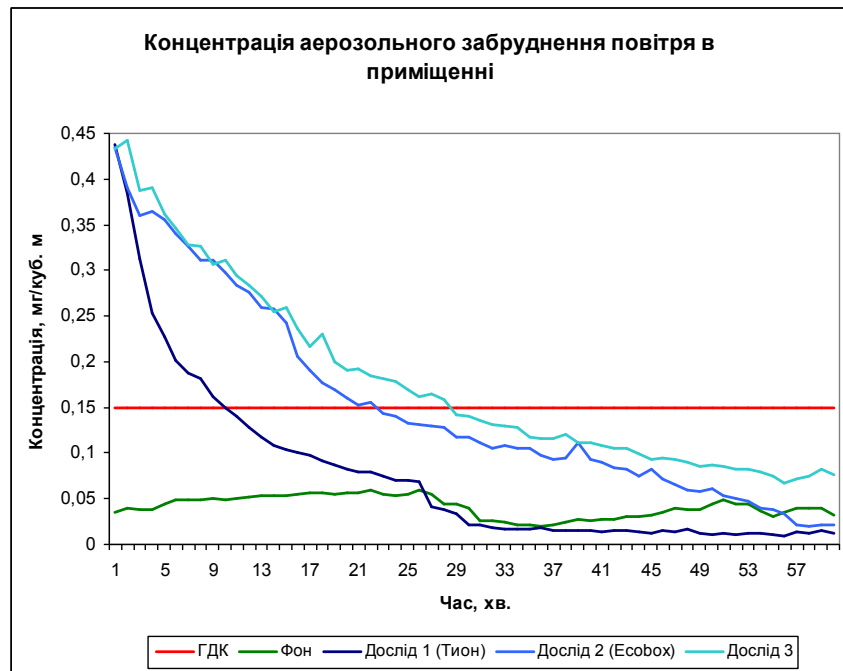


Рисунок 1 - Концентрація аерозольного забруднення повітря приміщення

Примітки:

1. ГДК – ГДКсд згідно з ДСП 201-97;
2. Контроль – фонові концентрації аерозолі в приміщенні;
3. Дослід 1 – крива природного очищення повітря від аерозолі;
4. Дослід 2 – крива очищення повітря від аерозолі з допомогою очищувача І;
5. Дослід 3 – крива очищення повітря від аерозолі з допомогою очищувача ІІ.

Спільно з ДУ «Кримський Державний медичний університет імені С.І.Георгієвського» (кафедра загальної гігієни з екологією) та ДУ «Лабораторний центр на залізничному транспорті Держсанепідслужби України» (Джанкойська лінійна СЕС на Придніпровській залізничній дорозі) були проведені дослідження деяких аспектів, пов’язаних з роботою спліт-систем.

Дослідження показали, що спліт системи, встановлені в громадських будівлях та житлових приміщеннях, активно заселяються представниками сімейств Enterobacteriaceae и Pseudomonadaceae. Також з конденсату атмосферної вологи і біоплівки, що покриває систему видалення конденсату, були ізольовані Staphylococcus aureus, Burkholderia seracia, плісняві та дріжджеподібні гриби.

З теплообмінника, який має більш низку температуру, ніж повітря приміщення, стікають краплі конденсату. Ці краплі падають на дно піддону для

збору конденсату, розбиваються і створюють аерозоль, що містить у собі також частки біоплівки, яка вистилає внутрішню поверхню системи видалення конденсату. Оскільки в спліт-системі повітря, охолоджене на теплообміннику внутрішнього блоку, проходить над піддоном для збору конденсату і тільки потім виводиться в приміщення, мікрофлора, що знаходиться в утвореному при падінні крапель аерозолі, стає джерелом забруднення повітря приміщення.

Щоб довести це твердження, ми обстежили 122 приміщення з установленими спліт-системами. До включення систем кондиціонування умовно-патогенна мікрофлора виявлялася в повітрі 20 з 122 обстежених приміщень (16,4%). Через 30 хвилин після включення спліт-систем умовно-патогенна мікрофлора була виявлена в 119 пробах повітря (97,5%). Причому в ряді випадків виділялися асоціації з двох або трьох мікроорганізмів.

Умовно-патогенна і патогенна мікрофлора, ізольована з проб повітря, відібраного до включення систем кондиціонування, збігалася з мікрофлорою біоплівки системи видалення конденсату спліт-системи, встановленої в даному приміщенні, в 35% випадків, що свідчить про те, що 65% мікрофлори потрапило в повітря приміщення не із системи кондиціонування, а з інших джерел. Однак види бактерій, що з'явилися в повітрі приміщень після півгодини роботи систем кондиціонування, збігалися з виділеними з спліт-систем, встановлених у приміщеннях, в 100% випадків. Варіантів, при яких умовно-патогенна і патогенна мікрофлора, виділена з біоплівки системи видалення конденсату спліт-системи, була відсутня в повітрі приміщення після її включення, не виявлено. Тобто мікрофлора, що утворює біоплівку в системі видалення конденсату, є джерелом забруднення повітря того приміщення, де встановлена спліт-система, в 100% випадків. Подібна ситуація спостерігалася при вивченні забруднення повітря приміщень і дріжджоподібними та пліснявими грибами.

Отримані дані доводять факт забруднення повітря приміщень мікрофлорою, що колонізує спліт-системи, і свідчать про необхідність проведення регулярного чищення і дезінфекції спліт-систем.

Для вибору оптимальної кратності обробки обстежено 102 спліт-системи, встановлені в житлових приміщеннях. Проаналізувавши дані щодо бактеріального забруднення внутрішніх блоків спліт-систем, ми виявили пряму кореляцію зі строком їх експлуатації. Якщо протягом першого сезону роботи умовно-патогенна мікрофлора в системах кондиціонування не визначалася, то на другий сезон заселення спліт-систем доходило до 52 %, а в третій - до 97 %. На четвертий і п'ятий роки експлуатації цей показник доходив до 100 %.

Отже, при виборі необхідної кратності обробки спліт-систем ми повинні відштовхуватися від бактеріального забруднення спліт-систем і рекомендувати її проведення 1 раз у рік, навесні, на початку сезону експлуатації. Оцінка якості дезінфекції - відсутність у пробах біоплівки умовно-патогенної і патогенної мікрофлори.

Забруднення внутрішнього блоку спліт-системи відкладеннями органічного і неорганічного пилу збільшує кількість субстрату, придатного для розмноження мікрофлори, а також ймовірність надходження у повітря приміщення пилу і мікроорганізмів, що представляють потенційну небезпеку для здоров'я людини. Також, за рахунок підвищення температурного опору, притаманного пилу, даний вид забруднення знижує коефіцієнт корисної дії спліт-системи, приводячи до зайвих витрат електроенергії і зниження терміну служби спліт-системи.

Для контролю рівня пилового забруднення спліт-систем нами була розроблена і запатентована методика, яка виконується наступним чином. На першому етапі, за допомогою пробовідбірника «Тайфун Р20-20-2-2», в приміщеннях проводиться відбір проб повітря для визначення концентрації пилу. Відбір проб здійснюється при включеній спліт-системи, яка працює в режимі

вентиляції (Fan), що дозволяло висушити забруднювач, який покриває радіаторні пластини випарника, і полегшити його зняття з пластин на наступному етапі.

Для отримання доступу до радіаторних пластин, після відключення живлення спліт-системи, потрібно відкрити кришку внутрішнього блоку і зняти фільтри, що прикривають пластини випарника. Попередньо вимитої і висушеної щіткою з жорсткою синтетичної щетиною забруднювач знімається з радіаторних пластин випарника і потоком повітря осаджується на фільтр, вставлений в фільтротримач, гнучким гумовим шлангом з'єднаний з пробовідбірником «Тайфун Р20-20-2-2». Для кількісної оцінки забруднення радіаторних пластин використовується формула: $Z = (M1 - M2) / (2 * K * D * G)$, де «Z» - забруднення пластин пиловими відкладеннями в мг/м², «M1» - маса забруднювача, що осів на фільтрі в мг (визначається різницею маси фільтра після відбору проби і до відбору проби), «M2» - маса пилу, що міститься в самому повітрі приміщення, пропущеному через пробовідбірник в мг, «K» - кількість радіаторних пластин випарника, з яких було знято забруднювач, «D» - довжина радіаторних пластин випарника в метрах, «G» - глибина, на яку щетина кисті проникала вздовж радіаторних пластин випарника, в метрах. Оскільки радіаторні пластини випарника двосторонні, площа поверхні має бути помножена на 2.

При незначній модифікації дана методика також придатна до оцінки якості очищення спліт-системи. Для цього достатньо знімати забруднювач до і після очищення спліт-системи з різних ділянок випарника.

Зазвичай будь-яка система кондиціонування розглядається з точки зору впливу на здоров'я людей, що знаходяться в тому приміщенні, де вона встановлена. Нами було проведено моделювання процесу бактеріального забруднення повітряного простору прибудинкової території стікаючим з висоти 2,5 метрів конденсатом вологи з спліт-системи. Моделювання показало розповсюдження аерозолу, що утворюється при падінні на тверду поверхню крапель конденсату, на висоту 1,5 метра - в зону дихання дорослої людини. Отже,

видалення конденсату з внутрішнього блоку спліт-системи шляхом виведення дренажної трубки через зовнішню стіну багатоповерхового будинку може призводити до бактеріального забруднення повітряного простору прибудинкової території в зоні дихання людини. Для виключення ризику для здоров'я перехожих, які перебувають у зоні утворення аерозолі, слід рекомендувати виведення конденсату атмосферної вологи в систему каналізації у відповідності з санітарно-епідеміологічними вимогами діючої нормативно-технічної документації на установку і експлуатацію побутових кондиціонерів.

В результаті комплексу виконаних різнопланових досліджень:

- Підтверджено, що локальні очищувачі є ефективним засобом очищення повітря приміщень від аерозольного забруднення, але швидкість руху повітря під час роботи цих пристроїв може знаходитися поза межами комфортної зони перебування людини (згідно з ДБН В.2.5-67:2013).
- Встановлено, що локальні мобільні рециркуляційні очищувачі повітря приміщення від аерозольного забруднення не забезпечують у всьому обслуговуваному просторі приміщення задекларовану ефективність фільтруючої системи за час одноразової обробки об'єму повітря, рівному об'єму приміщення.
- Встановлено, що внутрішні блоки кондиціонерів є потенційними джерелами пилового та бактеріального забруднення повітря приміщення. Обґрунтована необхідність проведення чистки та дезінфекції спліт-систем не менше ніж 1 раз на рік. Рекомендовано видалення конденсату із внутрішнього блоку спліт-системи безпосередньо в каналізаційну мережу.

- Підтверджено гіпотезу про те, що в спліт-системах аерозоль формується із конденсату та під дією повітряних потоків виноситься в повітряний простір приміщення. Отримані дані свідчать про залежність кількості КУО від швидкості руху повітря.
- Підібрані та обґрунтовані більш ефективні методи визначення кількісної та якісної оцінки мікробного забруднення повітря приміщення.
- Розроблена методика, що дозволяє проводити оцінку ефективності роботи ЛОП в реальних умовах експлуатації та порівнювати їх між собою по інтенсивності зміни концентрації аерозолі в контрольованих умовах. Авторами (Русакова Л.Т., Шокало Є.О., 2014) встановлено, що найбільш точна для опису зниження концентрації пилу в приміщенні є експоненціальна модель. При потребі експрес-оцінювання пропонується використовувати лінійну модель.

Гігієнічна оцінка впливу побутових кондиціонерів та вентиляційних систем з рекуперацією на акустичний стан приміщень та прилеглих територій

Побутові кондиціонери та вентиляційні системи з рекуперацією є потенційним джерелом порушення акустичного режиму не лише в середині приміщення, де вони використовуються, але і в прифасадному просторі будинку та на прилеглих територіях, де можуть знаходитись об'єкти, які потребують захисту від шуму. Ситуацію ускладнюється тим, що такі вентиляційні системи можуть працювати цілодобово і на них розповсюджується поправка -5 дБА згідно СН № 3077-84.

Оскільки в світі створені сотні типів і моделей згаданих вище виробів для гігієнічної оцінки їх як джерел шуму варто користуватися розрахунковими методами визначення рівнів звуку.

Результати виконаних нами розрахунків очікуваних рівнів звуку від зовнішніх блоків та внутрішніх блоків кондиціонерів на прилеглий території та в приміщеннях площею 30 м² (фон не враховувався) надано на рисунках 2 та 3.

Як видно з наведених на рис. 2 даних, допустимі рівні звуку для території житлових будинків в нічний час доби (40 дБА) досягаються на відстанях від 1,75 до 17 м від зовнішніх блоків в залежності від їх акустичних характеристик.

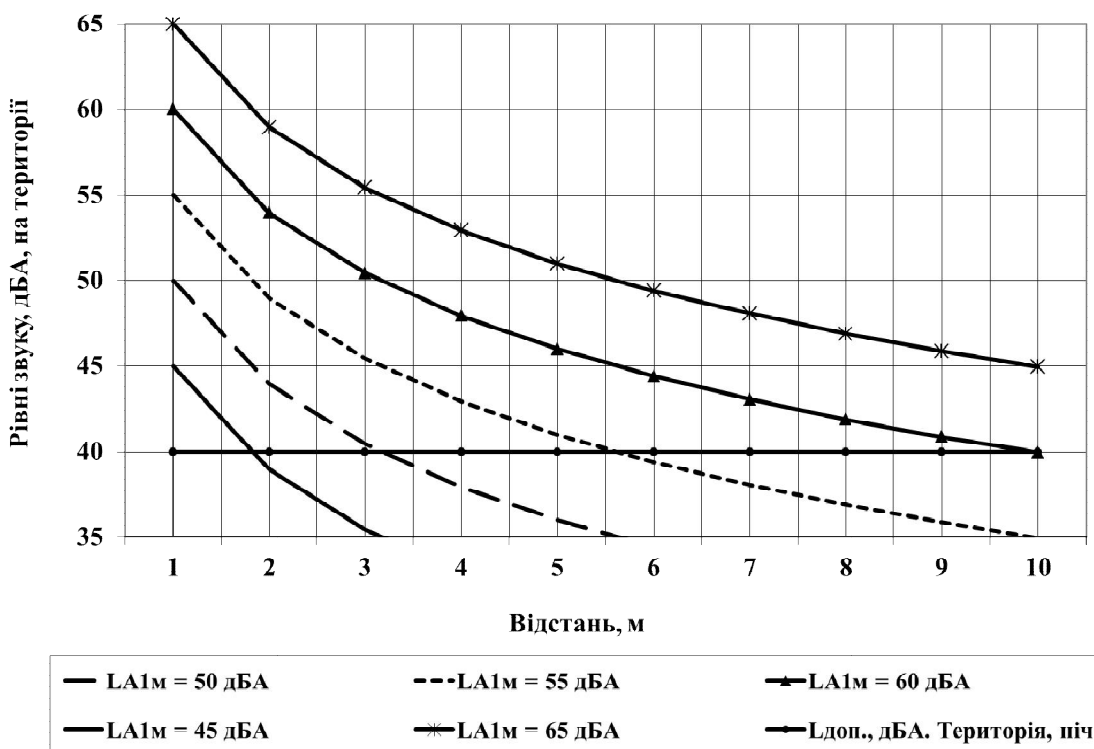


Рисунок 2 - Очікувані рівні звуків від зовнішніх блоків кондиціонерів на території

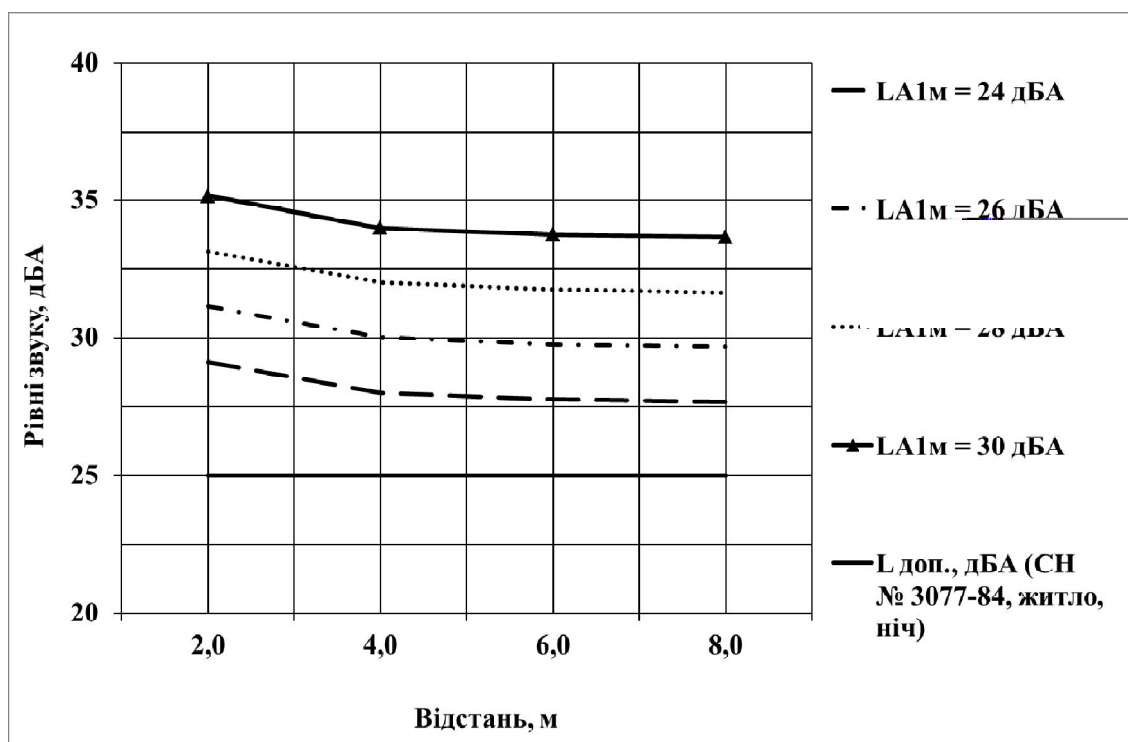


Рисунок 3 – Очікувані рівні звуків в приміщенні від внутрішніх блоків кондиціонерів

З представлених на рис. 3 результатів видно, що при функціонуванні внутрішніх блоків кондиціонерів акустичний стан житлових приміщень не відповідає вимогам СН № 3077-84, допустимі рівні для офісних приміщень (45 дБА) досягаються для всіх побутових кондиціонерів.

За результатами дослідження впливу побутових кондиціонерів на акустичний стан приміщень та прилеглих територій:

- встановлені залежності між акустичними характеристиками зовнішніх та внутрішніх блоків побутових кондиціонерів, відстанню та очікуваними рівнями звуку від них відповідно на прилеглих територіях та в приміщеннях;
- доведено, що допустимі рівні звуку для території житлових будинків в нічний час доби (40 дБА) досягаються на відстанях від 1,75 до 17 м від зовнішніх блоків в залежності від їх акустичних характеристик;

- встановлено, що при функціонуванні внутрішніх блоків кондиціонерів порушується акустичний стан житлових приміщень в нічний час доби; при функціонуванні внутрішніх блоків побутових кондиціонерів акустичний стан офісних приміщень не порушується;
- надані рекомендації до вибору та застосуванню побутових кондиціонерів.

Таким чином, на підставі отриманих результатів, доведено, що кондиціонери є потенційними джерелами акустичного забруднення прилеглих до житлових та офісних будинків територій та їх приміщень. Вибір та встановлення кондиціонерів для конкретних ситуацій повинен бути обґрунтовано акустичними розрахунками.

Наявність вентиляторів в вентиляційних установках з рекуперацією тепла, сумісна робота з кондиціонерами, функціонування в нічний час доби в житлі обумовлюють необхідність вивчення впливу цих систем на акустичний стан приміщень, в яких вони застосовуються. Використовуючи методики розрахунку рівнів звуку з урахуванням різних акустичних характеристик, ми отримали результати по очікуваним рівням звуку в приміщенні, при функціонуванні припливно-витяжних установок (дивись рисунок 4).

За результатами розрахунків, які представлені на рис. 4, встановлено, що очікувані рівні звуку в приміщенні, при роботі систем серії RX5-E (режим ventilation), залежать від режиму роботи систем і дорівнюють: для режиму Extra High від 33,3 до 47,3 дБА; для режиму High від 32,3 до 45,3 дБА; для режиму Low від 29,3 до 42,3 дБА; для режиму Extra Low від 25,3 до 29,3 дБА, що не відповідає вимогам СН № 3077-84 для житлових приміщень в нічний час доби (25 дБА).

Доведено, що рівні 30 дБА досягаються тільки в режимах Low та Extra Low (моделі LGH-15RX5-E, LGH-25RX5-E та LGH-35RX5-E).

Доведено, що очікуваний рівень звуку в офісних приміщеннях, який не перевищує 45 дБА, досягається при функціонуванні моделей серії RX5-E (режим

LOSSNAY ventilation) окрім моделей LGH-150RX5-E та LGH-200RX5-E, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

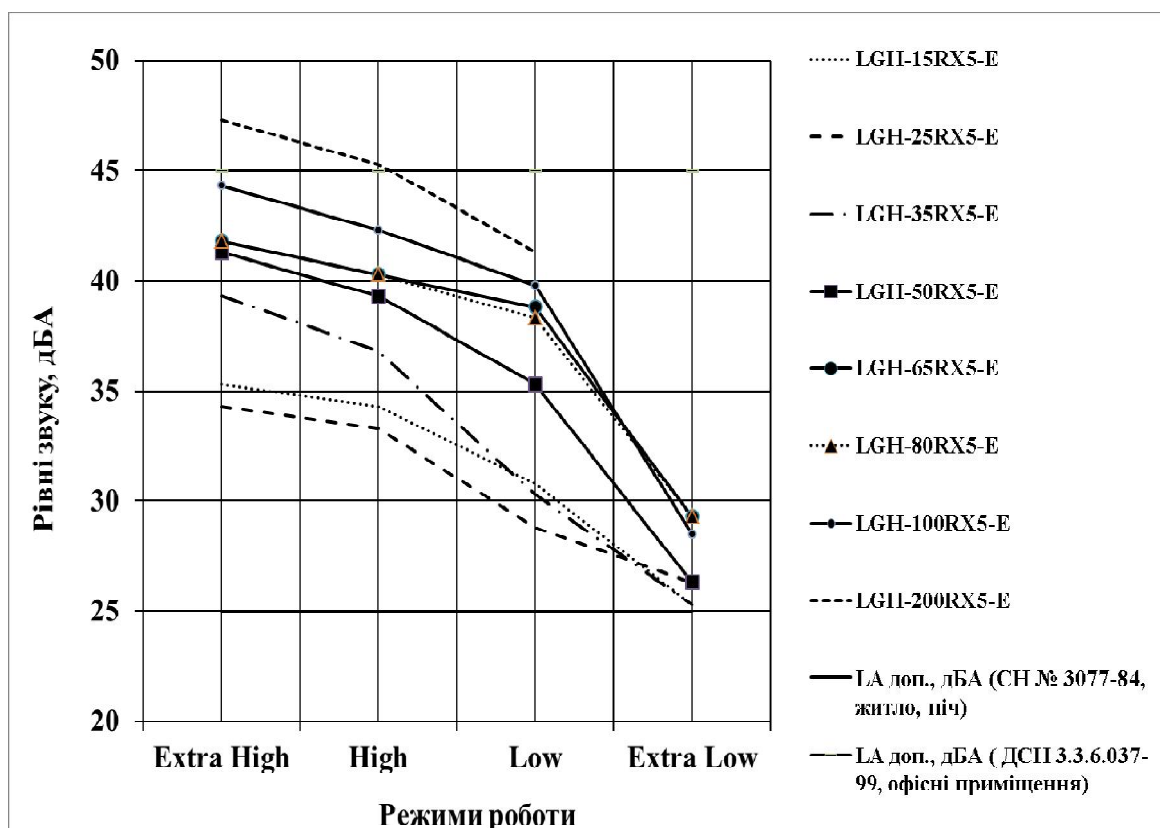


Рисунок 4 - Очікувані рівні звуку в приміщенні, при функціонуванні припливно-витяжних установок з рекуперацією

Також встановлено, що очікувані рівні звуку в приміщенні (відстань 4 м), при роботі систем VL-100-E та LGH-40ES-E, дорівнюють від 36,8 та 41,3 дБА до 46,3 та 50,3 дБА відповідно, що не відповідає вимогам СН № 3077-84 для житлових приміщень і, в оптимальному режимі, відповідають вимогам ДСН 3.3.6.037-99 для офісних приміщень.

Враховуючи акустичні характеристики побутових кондиціонерів нами були розраховані очікувані рівні звуків у приміщеннях при сумісній роботі установок з рекуперацією та внутрішніх блоків побутових кондиціонерів.

Доведено, що сумісна робота кондиціонерів та припливно-витяжних установок з рекуперацією теплоти та вологи погіршує акустичний стан житлових та офісних приміщень приблизно на 1 - 3 дБА.

Як бачимо, функціонування припливно-витяжних установок з рекуперацією порушує акустичний стан житлових приміщень в нічний час доби та може порушувати акустичний стан офісних приміщень.

Треба звернути увагу, що сумісна робота кондиціонерів та припливно-витяжних установок з рекуперацією погіршує акустичний стан житлових та офісних приміщень додатково ще на 1-3 дБА.

Не має сумніву, що вибір та встановлення припливно-витяжних установок з рекуперацією повинні бути обґрунтовані акустичними розрахунками.

Санітарно-епідеміологічна оцінка використання енергозберігаючої системи вентиляції в багатоквартирних житлових будинках

Необхідність енергозбереження висуває нові вимоги до огорожувальних конструкцій (в тому числі світлопрозорих) існуючих житлових будинків. Досягнення нормативних вимог потребує утеплення фасадів і використання нових енергоефективних віконних конструкцій. При цьому природна вентиляція житлових будинків, яка ґрунтується на інфільтрації повітря, не здатна забезпечувати нормативний повітрообмін, що може приводити до хімічного і біологічного забруднення житлових приміщень. Дотримання вимог до основних показників мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості руху повітря не забезпечує комфортного проживання. Сьогодення висуває жорсткі вимоги енергозбереження, які вступають в протиріччя з вимогами вентиляції приміщень. Одним з варіантів вирішення цього питання є використання регульованої припливно-витяжної системи вентиляції, яка знайшла широке використання за кордоном.

Нами проведено дослідження, в якому в якості модельної установки була використана припливно-витяжна система вентиляції з утилізацією теплоти і вологи,

яка широко впроваджується в Японії, країнах Європи і в Україні. Дана установка забезпечувала контрольований повітрообмін в 3-х кімнатній квартирі. При цьому система забезпечувала утилізацію теплоти за рахунок теплообмінника, в якому використовується паропроникна полімерна мембрана, що може утилізувати не тільки явну, а й приховану теплоту водяної пари. Витрата повітря в припливному та витяжному каналах цієї установки може коливатися в межах 70 - 150 м³/год в залежності від режиму роботи вентиляторів.

Для гігієнічної оцінки комфортності проживання в квартирі з зазначеною вентиляцією вимірювалися (розраховувалися) швидкості та витрати припливного та витяжного повітря; основні мікрокліматичні показники; температура огорожувальних поверхонь; шум; концентрації діоксиду вуглецю (CO₂), бенз(а)пірену (БП) та оксиду вуглецю (CO) у повітрі приміщень при різних режимах експлуатації вентиляції. Вимірювання проводили в холодний період року. Результати вимірів і розрахунків витрат повітря, шуму, мікроклімату, забруднення повітря для різних режимів експлуатації вентиляції приведено в таблицях 2 – 6.

Таблиця 2 - Результати вимірів і розрахунків витрат повітря для різних режимів експлуатації вентиляції

Режими вентиляції	Швидкість руху повітря, м/с / Витрата повітря, м ³ /год				
	Спальня		Вітальня		Гардероб
	Приплив	Витяжка	Приплив	Витяжка	Витяжка
Extra low	1,76/23,9	1,46/19,8	1,58/14,6	0,81/12,0	1,09/14,8
Low	3,69/50,1	2,24/30,4	2,62/24,1	1,12/16,4	1,77/24,0
High	5,46/74,2	2,83/38,4	2,84/26,1	1,48/21,8	1,81/24,5

Таблиця 3 - Мікрокліматичні параметри повітря вітальні при різних режимах експлуатації вентиляції

Режим роботи вентиляції	Мікрокліматичні параметри	
	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %
Extra low	25,3	34
Low	25,2	32
High	24,8	30

Таблиця 4 - Рівні шуму при різних режимах експлуатації вентиляції

Режими вентиляції	Рівні звуку, дБА			
	На відстані 1 м	Гардероб	Спальня	Вітальня
Extra low	32,5	31,0	30,8	30,3
Low	42,3	37,5	38,5	35,6
High	46,2	42,0	42,4	38,8

Сумарна витрата повітря (дивись таблицю 2) в припливних каналах для режимів "extra low", "low" та "high" складала відповідно 38,5, 75,0 та 100,0 м³/год; відповідно в витяжних каналах - 46,5, 70,5 та 85,0 м³/год. Кратність повітрообміну мала значення 0,27, 0,52 та 0,70 (0,19, 0,37 та 0,49 л/(с, м²); 5,35, 10,4 та 13,9 л/(с, особа). Згідно гігієнічного нормативу (один повітрообмін за годину), вентиляція житлових приміщень не відповідає санітарним вимогам. Згідно таблиці В5 Європейського стандарту, що впроваджений і в Україні, кратність повітрообміну для житлових приміщень повинна становити 0,5-0,7 (0,35-0,49 л/(с, м²) та 4-10 л/(с, люд.), в залежності від категорії приміщення. Повітрообмін у режимі вентиляції Extra low не задовольняє й цим менш жорстким нормам.

Температура повітря в кімнатах коливалася від 24,5 до 25,5 °С; відносна вологість – від 30 до 35 %; швидкість руху повітря не перевищувала 0,02 м/с для режиму роботи вентиляції «High». Як бачимо з табл. 3, всі режими вентиляції забезпечують комфортні (оптимальні) параметри мікроклімату.

Дані таблиці 4 показують, що гігієнічні вимоги (25 дБА, СН № 3077-84) щодо шуму не виконуються для нічного часу доби для всіх режимів вентиляції. Аналіз рекомендацій, приведених в таблиці Е1, показує, що навіть режим вентиляції Extra low по рівню звуку в спальній кімнаті (26 дБА) не відповідає рекомендаціям стандарту.

Проведенні дослідження показали (див. таблицю 5), що рівень БП в житловому приміщенні при працюючій вентиляції в режимі Extra low перевищує ГДК для повітря населених місць в 1,6 разів, а рівень СО в 1,2 – 1,8 разів. При

роботі припливно-витяжної вентиляційної установки в режимах Low і High рівень БП та СО знаходився в межах 0,6 - 0,5 та 0,4 – 0,1 ГДК відповідно.

Таблиця 5 - Результати досліджень повітря вітальні на вміст CO₂ , БП та СО для різних режимів експлуатації вентиляції

№	Режим роботи вентиляції	Вміст БП, нг/м ³	Вміст СО, мг/м ³	Вміст CO ₂ , ppm
1	Extra low	1,67	8,0-6,0	1130
2	Low	0,67	2,0-1,0	1000
3	High	0,50	0,9-0,6	870
4	Відбір проби атмосферного повітря на вулиці	0,50	-	430

Таблиця 6 - Розрахункові витрати припливного повітря в залежності від кількості людей, що перебувають в приміщенні

Вид діяльності (людина)	CO ₂ , л/год	Об'ємна витрата припливного повітря , м ³ /год		
		Для 1-єї людини	Для 2-х людей	Для 3-х людей
Спить	12	18,7	37,3	56,0
Сидить	18	28,1	56,3	84,4
Виконує легку фізичну роботу	25	39,1	78,3	117,5
Виконує роботу по дому	35	54,7	109,5	164,2

Проведені орієнтовні розрахунки вентиляції для квартири в залежності від кількості осіб, виду діяльності (дивись таблицю 6) згідно свідчать, що використання вентиляції в режимі Extra Low дозволяє виконати вимоги ГДК CO₂ в житловому приміщенні для сну двох людей. В той же час режим вентиляції High не забезпечує ГДК CO₂ навіть при виконанні роботи по дому двох людей.

ВИСНОВКИ

Отримані експериментально величини витрат повітря модельної припливно-витяжної системи вентиляції відрізняються від величини, задекларованих розробником (70 – 150 м³/год), у 1,5 – 1,8 рази, що потребує індивідуальних розрахунків при установці таких вентиляційних систем в конкретних квартирах житлового будинку.

При роботі енергозберігаючої припливно-витяжної системи вентиляції, з утилізацією теплоти і вологи за допомогою паропроникної полімерної мембрани, в реальній 3-кімнатній квартирі багатоповерхового житлового будинку забезпечуються комфортні мікрокліматичні параметри, але при цьому порушуються на 5-12 дБА гігієнічні вимоги щодо шуму для нічного часу доби при всіх режимах вентиляції. За лімітуючий фактор забруднення повітря житлових приміщень при роботі зазначеної системи вентиляції може бути рекомендований CO₂.

ЛІТЕРАТУРА

1. WHO (2011). Environmental burden of disease associated with inadequate housing. A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region [Экологическое бремя болезней, обусловленное неудовлетворительными жилищными условиями. Методы количественной оценки нарушений здоровья, обусловленных воздействием отдельных факторов риска, связанных с жилищными условиями, в Европейском регионе ВОЗ]. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf, accessed 22 October 2013).

2. Здоровье 2020. Основы европейской политики и стратегия для XXI века. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/215432/Health2020-Long-Rus.pdf.
3. Гурина И. В. Кто ответит за духоту в помещении/И.В.Гурина // С.О.К. – 2010. - №3. Электронный адрес: <http://c-o-k.ru/showtext/?id=2510&from=online¶ms=num%3D3>.
4. Наумов А. П. Локальные системы кондиционирования воздуха в офисных зданиях / А. П. Наумов, Д. В. Капко // АВОК-Пресс. – Москва, 2012. – № 2. - С. 14 - 19.
5. Ливчак В. И. О нормах воздухообмена общественных зданий и последствиях их завышения / В. И. Ливчак // АВОК - Пресс. – Москва, 2007. - № 6. - С. 4 – 10.
6. Гошка Л. Л. Климатические системы: переход от санитарно-гигиенических к физиологическим нормам / Л. Л. Гошка // Инженерно-строительный журнал. - Санкт-Петербург, 2010. – № 2. - С. 12 – 15.
7. Ливчак И. Ф. Вентиляция многоэтажных жилых зданий / И. Ф. Ливчак, А. Л. Наумов // АВОК-Пресс. – М., 2005. – 136 с.
8. Системы адаптивной вентиляции: перспективные направления развития // АВОК-Пресс. – М., 2011. - № 7. - С. 30 – 36.
9. Кувшинов Ю. Я. Прерывистый режим работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Ю. Я. Кувшинов, Н. В. Ткаченко // АВОК-ПРЕСС. – М., 2011. - №5. – С. 26 – 29.
10. Наумов А. П. Локальные системы кондиционирования воздуха в офисных зданиях / А. П. Наумов, Д. В. Капко // АВОК-Пресс. – Москва, 2012. – № 2. - С. 14 - 19.

11. Системы адаптивной вентиляции: перспективные направления развития // АВОК-Пресс. – М., 2011. - № 7. - С. 30 – 36.
12. Губернский Ю. Д. Качество воздуха и энергоэффективность систем вентиляции общественных зданий / Ю. Д. Губернский, И. В. Гурина, Е. О. Шилькрот // АВОК-Пресс. – М., 2011. - №1. – С. 22 – 29.
13. Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за устройством и содержанием жилых зданий: СН N 2295-81/ Министерство здравоохранения СССР: Утв. 24.02.81. - М. : Минздрав СССР, 1981. - 78 с.
14. Susan A. Rice Human health risk assessment of CO₂: survivors of acute high-level exposure and populations sensitive to prolonged low-level exposure / A. Rice Susan // Third annual conference on carbon sequestration. May 3-6, 2004, Alexandria, Virginia, USA. Электронный доступ: <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/04/carbon-seq/169.pdf>.
15. Воздухораспределение в помещениях: классификация систем // АВОК-Пресс. – М., 2009. - №3. - С. 20 – 32.
16. Краснов Ю. С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке / Ю. С. Краснов, А. П. Борисоглебская, А. В. Антипов // Термокул. - М., 2004. - 373 с.
17. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems: EN 13779:2007. - Brussels, 2007. – 72 p.
18. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality: ASHRAE Standard 62-2001. USA - 11 p.

**ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ
ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА РОЗРОБКА
ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ
НА ОРГАНІЗМ**

*Голіченков О.М., Раєцька О.В., Яловенко О.І., Ляшенко В.І., Майстренко З.Ю.
Бабій В.Ф., Кондратенко О.Є., Томашевська Л.А., Дідик Н.В., Лемешко Л.П.,
Винарська О.І., Григоренко Л.Є., Спаська Ю.А.*

Інтенсивна діяльність людини на сучасному етапі розвитку науки, технологій і техніки призвела до появи величезної кількості нових хімічних речовин, які широко використовуються в різних галузях господарства, в тому числі, і в косметичній промисловості. Сучасний рівень знань про можливі наслідки їх впливу обмежені і недостатні для прогнозування ймовірної негативної дії на живі організми. Спрощення процедури оцінки безпечності речовин сприяє розвитку промисловості, знижує собівартість готової продукції, але, разом з тим, створює умови для виходу на ринок речовин (продукції) з невідомою біологічною активністю, яка несе невиправдані ризики при використанні за призначенням [1]. Накопичені епідеміологічні дані свідчать про зростання кількості випадків розвитку у споживачів алергічних реакцій та різних дерматитів, які пов'язують з використанням косметичних засобів та засобів побутової хімії [2 - 4]. Експериментальних підтверджень зв'язку таких реакцій організму з впливом окремих інгредієнтів недостатньо, а ті що є, важко порівнювати та узагальнювати через відсутність уніфікованого підходу до визначення ризиків для обраної групи інгредієнтів [5 - 7]. В таких умовах актуальним стає поглиблене гігієнічне вивчення нових речовин з метою одержання інформації про їх потенційну небезпеку та розробки профілактичних заходів, які передбачають запобігання несприятливої дії на організм людини та оточуюче середовище.

Серед комплексу факторів, які підлягають токсиколого-гігієнічній оцінці, на увагу заслуговують хімічні препарати на основі поверхнево-активних речовин (ПАР): товари побутової хімії (ТБХ), косметичні очищуючі засоби (шампуні, гелі для душу, піни для ванн, рідкі мила тощо) в зв'язку з їх масовим виробництвом та споживанням, різноманітням компонентів, які входять до їх складу, а також, з можливою прямою дією на організм людини [8].

У сучасних умовах глобалізації забруднення оточуючого середовища особливе занепокоєння викликає помірний та неповний біорозклад ПАР (10-30 %), через що у виробництво активно впроваджують нові ПАР, які мають мінімальний вплив на оточуюче середовище. Але необхідно відмітити, що підвищена увага до екологічних проблем не зменшує актуальності питань оцінки ризику екзогенних факторів для здоров'я людини, які повинні залишатися одними з пріоритетних [8 - 10].

В наукових публікаціях показано, що ПАР, які використовуються в косметичних засобах, змінюють рН шкіри, солюбілізують ліпіди, пошкоджують білки, мають високу цитотоксичну дію, мембранотропну активність, є енансерами, які легко долають трансдермальний бар'єр [11, 12]. Наукові публікації містять багато суперечливих даних щодо їх сенсibiliзуючої, фотосенсибилізуючої, мутагенної, резорбтивної дії, а для деяких ПАР і щодо впливу на репродуктивні органи [13 - 15]. В дослідженнях ПАР, які застосовуються при створенні детергентів, виявлено їх здатність спричиняти структурно-метаболичні порушення органів та тканин, негативно впливати на біологічні мембрани, білковий, жировий та вуглеводний обмін, антиоксидантну систему, гормональний статус, змінювати інтенсивність вільно-радикальних процесів, імунологічну реактивність організму тощо [10, 16 - 19]. Можна припустити, що такі негативні ефекти можуть виявляти і нові ПАР, які активно впроваджуються в різних галузях народного господарства, особливо, у виробництві косметичних засобів як очищуючі компоненти, емульгатори,

піноутворювачі, структуроутворювачі. Нині багато з них виробляються з продуктів тваринного та рослинного походження і отримали назви «натуральні ПАР», «продукти зеленої хімії». Товарообіг цих нових речовин дуже великий, контакт з населенням активний і тривалий, що обумовлює підвищений інтерес до наукових досліджень їх властивостей. Щоб ґрунтовно прорекламувати їх «ефективну» дію і необхідність використання у складі косметичного засобу, виробники фінансують дорогі розширені наукові дослідження фізико-хімічних властивостей, а оцінку токсикологічних параметрів зводять до мінімуму. В існуючій літературі немає даних про потенційну небезпеку та біологічну активність нових ПАР для теплокровних тварин. Якщо сенсibiliзуючий та подразнюючий ефект деяких речовин цієї групи розглядається та обговорюється науковцями [2 – 4, 7, 11, 16, 20], то хронічні токсикологічні дослідження їх біологічної дії практично не проводились, і їх резорбтивна дія не вивчена. Відсутні дані про регламентацію цих речовин в об'єктах навколишнього середовища. Такий стан інформаційної бази з токсичності ПАР не дозволяє прогнозувати їх можливу несприятливу дію для населення. У зв'язку з цим вивчення біологічної дії нових ПАР є необхідною умовою для визначення їх потенційної небезпеки для здоров'я населення, для розробки рекомендацій щодо їх застосування в косметичних засобах та для розробки профілактичних заходів, спрямованих на захист здоров'я людини.

Застосовуючи загальноприйняті методи токсикологічних досліджень на лабораторних тваринах, токсикологи не спроможні задовольнити потреби експертизи нових речовин та засобів на їх основі. Тому виникає необхідність оптимізації існуючих методичних підходів та розробки нових комплексних підходів, в яких поряд з традиційними використовуються нові специфічні для обраної групи *in vitro* методи [20, 21]. Крім того, етичні і економічні аспекти визначення методології обмежують використання лабораторних тварин в токсикологічних дослідженнях. Тому актуальним стає застосування

альтернативних методів, наукове обґрунтування їх прогнозуючої здатності та створення комплексної поетапної програми досліджень ПАР з урахуванням сучасних вимог до оцінки ризику для здоров'я.

Мета роботи – оцінити токсиколого-гігієнічні властивості нових поверхнево-активних речовин (ПАР), які входять до складу препаратів побутового призначення, косметичних засобів, для розробки профілактичних заходів щодо їх можливого впливу на організм.

Матеріали та методи досліджень. Матеріали досліджень – аніонні (АПАР) - лаурилсульфат натрію, лауретсульфат натрію, натрієва сіль поліетоксисульфосукцинату; амфотерні (Амф.ПАР) - динатрій кокоамфодіацетат, алкілдиметилбетаїн, кокамідопропилбетаїн, натрієва сіль n-пальметилглутамінової кислоти; неіоногенні ПАР (НПАР) - кокоглюкозид, діетаноламід жирих кислот кокосового масла. Об'єкти досліджень – білі щури, морські свинки, короткотривала культура еритроцитів морських свинок, короткотривала культура сперматозоїдів бика.

Для розв'язання поставлених завдань обрано альтернативні *in vitro* та традиційні токсикологічні методи досліджень.

Рівень загальнотоксичної та шкіро-подразнюючої дії визначали поетапно спочатку скринінговим альтернативним, з наступним підтвердженням традиційними методами на лабораторних тваринах.

Альтернативні методи досліджень. Згідно з літературними даними цитотоксична дія є одним із токсичних ефектів, характерних і найбільш виражених для ПАР [11]. Тому для оцінки цього ефекту обрано два *in vitro* методи експериментальних досліджень.

Перший - визначення ступеня вираженості цитотоксичної дії ПАР *in vitro* на короткотривалій суспензійній культурі еритроцитів згідно з [22]. За цим методом оцінка цитотоксичної дії проводиться на короткочасній суспензійній культурі еритроцитів *in vitro* шляхом визначення відсотку денатурації

гемоглобіну (D) та відсотку гемолізу (H_{50}) еритроцитів і розрахунку коефіцієнта цитотоксичності (Kс) за формулою - $Kс = H_{50} / D \cdot 10\ 000$. В тих випадках, коли денатурація за дією 1 % розчину ПАР відсутня, (Kс) не визначається і цитотоксична дія оцінюється виключно за відсотком гемолізу.

Другий метод – експрес-метод оцінки токсичності *in vitro* на культурі сперматозоїдів бика згідно з методичними рекомендаціями МР № 29 ФЦ/394 [23]. У випробовуваннях з використанням тест-культури сперматозоїдів бика на аналізаторі токсичності АТ–05 визначають сумарний індекс токсичності (Its) витяжки ПАР обраної концентрації (0,04 %) – (Its 0,04) :

$$Its\ 0,04 = Scp.\ дослід / Scp.\ контр \cdot 100\ \%, \quad (1)$$

де *Scp. дослід* - середнє арифметичне значення сумарної рухової активності сперматозоїдів в досліді;

Scp. контр, - середнє арифметичне значення сумарної рухової активності сперматозоїдів в контролі.

За цим методом загальнотоксична та шкіро-подразнююча дія відсутні, якщо значення індексу токсичності I_t^s знаходиться в діапазоні від 70 % до 120 % .

Визначення ступеня вираженості цитотоксичної дії ПАР *in vitro* на культурі сперматозоїдів бика проводили відповідно до загальних вимог МР № 29 ФЦ/394 з урахуванням розроблених нами доповнень. В зв'язку з тим, що водні витяжки більшості ПАР в концентрації (0,04 %), яка рекомендується для дослідження за МР № 29 ФЦ/394, були практично однаково високотоксичними, через що їх неможливо ранжувати, для виявлення відмінностей в рівні токсичності ми провели дослідження на витяжках різних концентрацій і визначили оптимальну концентрацію водних витяжок ПАР для порівняльних досліджень - 0,02 % та, відповідно, сумарний індекс токсичності (Its) витяжки ПАР обраної концентрації (0,02 %) – (Its 0,02).

Базові токсикологічні дослідження за традиційними методами включали: визначення гострої токсичності при введенні у шлунок (на білих нелінійних

щурах) відповідно до вимог МВ № 2163-80 [24]; визначення гострої токсичності при нанесенні на шкіру (на білих нелінійних щурах) та визначення шкіро-подразнюючої дії засобів (на морських свинках) при одно- та багаторазових аплікаціях відповідно до вимог МВ № 2102-79 [25];

Останнім часом засоби на основі ПАР активно використовуються споживачами незалежно від статі, віку, стану здоров'я, професії. Враховуючи те, що населення застосовує ці засоби тривалий час, а саме, протягом всього життя, а основний шлях надходження до організму – трансдермальний, для визначення ризику негативної дії ПАР на здоров'я людини було сплановано тривалі хронічні дослідження їх біологічної дії в максимальній рекомендованій до застосування концентрації (5 %) при епікутанних аплікаціях [23 - 26]. Ці дослідження включали визначення наступних параметрів:

- проведення оцінки загального стану організму тварин, в тому числі шкіро-подразнюючої дії, зміни ваги тварин [25];
- гематологічні дослідження (визначення вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів, лейкоцитів в крові лабораторних тварин, визначення лейкоцитарної формули крові (відсотковий вміст лімфоцитів, моноцитів, еозинофілів, сегментоядерних і паличкоядерних нейтрофілів) [27];
- біохімічні дослідження сироватки крові (визначення вмісту глюкози, холестерину, білка, сечовини, креатиніну, альбуміну, активності амінотрансфераз: аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ), амілази та лужної фосфатази) [28];
- вивчення імунотоксичної дії за показниками: визначення кількості Т- і В-лімфоцитів; постановка реакцій фагоцитозу, дегрануляції базофілів (за Шеллі), гальмування розпластування

макрофагів, преципітації циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) розчином поліетиленгліколю 6000 [29].

Визначена схема хронічного експерименту включала:

- нанесення водного розчину ПАР 5%-ної концентрації (контрольним тваринам - нанесення водопровідної води) протягом 90 діб у дозі 20 мг/см² на вистрижену ділянку шкіри площею 5 x 5 см² три рази на тиждень на 2 години з наступним змивом теплою водою;
- на початку експерименту, через 30 та 90 діб проведення аплікацій розчинами ПАР та через місяць після закінчення аплікацій: спостереження за загальним станом тварин, в тому числі шкіро-подразнюючої дії, зважування тварин, та проведення гематологічних досліджень;
- через 30, 90 діб аплікацій засобами та через місяць після закінчення аплікацій - проведення відбору біологічного матеріалу для біохімічних та імунологічних досліджень.

Всі отримані результати були оброблені за допомогою статистичного методу дослідження з обчисленням критерію t – Стюдента. Відмінності вважали статистично достовірними при $p < 0,05$. Статистичний аналіз проводили за допомогою програми «Statistica 7.0 for Windows».

Результати досліджень. При визначенні загальнотоксичної і шкіро-подразнюючої дії експрес-методом оцінки токсичності *in vitro* на культурі сперматозоїдів бика було встановлено, що всі 9 ПАР мають $I_t^s < 70 \%$. Згідно з методичними рекомендаціями [23] це означає, що клас небезпеки речовини згідно з ГОСТ 12.1.007 може бути менше 4, і вони можуть спричиняти шкіро-подразнюючу дію, тому потребують подальших розширених санітарно-хімічних та токсикологічних досліджень. Традиційні токсикологічні дослідження показали, що більшість ПАР належать до 3 класу небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.007 (за

винятком натрієвої солі n-пальметилглутамінової кислоти та діетаноламідів жирних кислот кокосового масла, які є речовинами 4 класу небезпеки), і що всі досліджені ПАР в рекомендованій до застосування концентрації не спричиняють шкіро-подразнюючу дію. Дослідження впливу ПАР на еукаріотичні клітини *in vitro* методами показали наявність у них цитотоксичних властивостей різної сили. За показниками гострої токсичності при введенні в шлунок та цитотоксичної дії найбільш агресивними виявились лаурилсульфат натрію, лауретсульфат натрію, алкілдиметилбетаїн, кокамідопропілбетаїн (табл. 1).

Таблиця 1 - Значення показників токсичності ПАР в дослідженнях традиційними та альтернативними методами

Назви ПАР	ЛД ₅₀ per os, мг/кг	Значення показників цитотоксичної, визначених в <i>in vitro</i> моделях		
		H ₅₀ *, %	Kc**, умов. од.	Its 0,02***, умов. од.
Лаурилсульфат натрію	900 (830 ÷ 970)	0,00086	0,09	28,0
Алкілдиметилбетаїн	1350 (1243 ÷ 1457)	0,00299	1,07	18,0
Лауретсульфат натрію	2975 (2600 ÷ 3350)	0,00112	0,13	29,7
Кокамідопропілбетаїн	3200 (2770 ÷ 3630)	0,00100	0,27	36,7
Кокоглюкозид	4300 (3870 ÷ 4730)	0,00663	27,86	41,7
Натрієва сіль поліетоксисульфосукци- нату	3500 (3140 ÷ 3860)	0,00734	0,78	43,7
Динатрій кокоамфодіацетат	3500 (3140 ÷ 3860)	0,00237	1,99	59,3
Натрієва сіль n- пальметилглутамінової кислоти	> 5000	0,02377	3,22	86,9
Діетаноламіді жирних кислот кокосової олії	> 5000	0,05889	— ****	55,1

Примітки:

1. *H₅₀ - відсоток гемолізу еритроцитів;
2. ** Kc – коефіцієнт цитотоксичності в дослідженнях на культурі еритроцитів;

3. *** Its 0,02 - індекс токсичності витяжок ПАР 0,02 % концентрації в дослідженнях на культурі сперматозоїдів бика;
4. **** Денатурація гемоглобіну в 1%-ному розчині ПАР відсутня.

Всі ПАР при тривалому трансдермальному надходженні до організму в концентрації 5 % проявляють токсичні ефекти різного ступеня, на що вказують достовірні зміни гематологічних, біохімічних та імунологічних показників ($p < 0,05$). Значення всіх гематологічних (за виключенням еозинофілів) та біохімічних показників коливались в межах фізіологічної норми, а зазначені в цих межах зміни деяких біохімічних (вміст білка, рівень лужної фосфатази, активність АЛТ) та більшості гематологічних (кількість лейкоцитів, лімфоцитів, сегментоядерних, паличкоядерних лейкоцитів, моноцитів) показників в динаміці спостережень статистично достовірно не відрізнялись від контрольних значень.

Узагальнення та аналіз результатів проведених досліджень дозволили визначити особливості біологічної дії обраних для досліджень ПАР та умовно розділити їх на 3 групи: високотоксичні ПАР, ПАР середньої токсичності, ПАР низької токсичності. При розділенні на групи враховували ступінь вираженості ефекту, його стійкість протягом терміну спостереження, кількість достовірних змін показників.

До першої групи – високотоксичних ПАР відносяться кокамідопропілбетаїн, лаурилсульфат натрію, алкілдиметилбетаїн, лауретсульфат натрію.

Їм притаманні такі токсичні властивості:

- виражений цитотоксичний ефект ($K_c - 0,09 - 1,07$ умов. од., Its 0,02 - 18 – 36,7 умов. од.) (див. табл. 1);
- виражена резорбтивна дія, підтверджена достовірними ($p < 0,05$) стійкими змінами імунологічних показників та змінами гематологічних, біохімічних показників;
- стійкі зміни імунологічних показників, які свідчать про стабільну імуносупресію та сенсibiliзацію.

Всі речовини цієї групи в *in vitro* моделях проявляють найбільш потужну серед досліджених ПАР цитотоксичну дію, яка підтверджується тестуванням за всіма показниками цитотоксичності: K_c , N_{50} , I_{ts} 0,02 (табл. 1). Дослідження периферійної крові показали стабільне зростання значень еозинофілів за дії 5%-них водних розчинів: збільшення вмісту еозинофілів ($p < 0,05$) протягом терміну спостереження за межі фізіологічної норми у 33 % тварин у групі, яка отримувала аплікації розчинами лаурилсульфату натрію, кокамідопропілбетаїну, у 50 % тварин у групі, яка отримувала аплікації розчином лауретсульфату натрію. Також відмічено нетривалу дестабілізацію інших показників за дії 5 %-них водних розчинів лаурилсульфату натрію та лауретсульфату натрію: виявлено нестійке зниження ($p < 0,05$) вмісту гемоглобіну та кількості еритроцитів через 30 діб від початку експерименту і відновлення у наступні терміни експерименту.

Достовірні відмінності біохімічних показників крові стосуються зміни вуглеводного обміну та окреслюють тенденцію розвитку гепатотоксичного ефекту. Так, за дії 5%-го водного розчину лауретсульфату натрію відмічено підвищення активності АСТ та рівня глюкози, зниження холестерину та сечовини за 90 діб, що мало зворотній характер, та зниження активності амілази у період післядії. Під впливом аплікацій 5 %-ним водним розчином кокамідопропілбетаїну встановлено підвищення рівня глюкози та активності амілази, зниження концентрації альбуміну в крові у різні строки спостережень. За дії 5%-них водних розчинів алкілдиметилбетаїну спостерігали підвищений рівень глюкози протягом терміну аплікації, лаурилсульфату натрію – збільшення активності АСТ за 90 діб.

При оцінці імунотоксичної дії відмічено стійку імуносупресію ($p < 0,05$) за дії 5%-них водних розчинів: лаурилсульфату натрію – пригнічення Т-ланки імунітету та фагоцитарної активності нейтрофільних гранулоцитів (ФАГ); лауретсульфату натрію – пригнічення Т- та В-ланок імунітету та пригнічення неспецифічних факторів захисту організму (ФАГ); кокамідопропілбетаїну –

супресія Т-клітинної ланки імунітету та ФАГ; алкілдиметилбетаїну – пригнічення Т- і В-ланок імунітету та ФАГ. Слабко позитивна сенсibiliзуюча дія (розвиток гіперчутливості негайного типу (ГНТ)) проявлялась за дії 5%-них водних розчинів: лаурилсульфату натрію – відсоток дегрануляції базофілів у 67 % тварин у групі ($14,00 \pm 1,15$) % (норма – менше 10 %); лауретсульфату натрію – відсоток дегрануляції базофілів у 50 % тварин у групі ($18,67 \pm 3,53$) %. Індекс гальмування розпластування макрофагів знижується (ІГ) від 0,94 до 0,61 умов. од. протягом експерименту за дії 5%-ного водного розчину алкілдиметилбетаїну, що вказує на розвиток гіперчутливості сповільненого типу (ГСТ). При дослідженні 5%-ного водного розчину кокамідопропілбетаїну відсоток дегрануляції базофілів перевищує значення фізіологічної норми у 50 % тварин у групі ($13,33 \pm 1,33$) %, ІГ знижується від 1,03 до 0,63 умов. од., та також спостерігається нетривале підвищення рівня циркулюючих імунних комплексів (ЦІК), тобто відмічено розвиток гіперчутливості двох типів, що означає наявність стійкої сенсibiliзуючої дії. В тих випадках, в яких реєструється збільшення відсотка дегрануляції базофілів, відмічається і зростання вмісту еозинофілів, що додатково підтверджує наявність сенсibiliзуючої дії. Зміни імунологічних показників, і особливо розвиток гіперчутливості як негайного, так і сповільненого типів, які супроводжуються накопиченням ЦІК, характеризують кокамідопропілбетаїн як найбільш токсичну речовину серед всіх досліджених.

Зміни гематологічних, біохімічних та імунологічних показників у динаміці спостереження під впливом аплікацій 5%-них водних розчинів типового представника цієї групи – лауретсульфату натрію та найбільш токсичної речовини – кокамідопропілбетаїну представлені в таблицях 2 та 3. Показники, коливання яких протягом терміну спостереження було в межах контролю та фізіологічної норми, у таблицях не наведені.

Таблиця 2 - Динаміка змін гематологічних, біохімічних та імунологічних показників периферійної крові морських свинок при дослідженні біологічної дії розчину лауретсульфату натрію 5%-ної концентрації (n = 6, p > 0,05)

Назва показника, одиниці виміру/ умовні позначення	Значення показників протягом терміну спостереження (M ± m дослід, t / M ± m контроль)		
	За 30 діб аплікацій	За 90 діб аплікацій	За місяць після аплікацій
T- лімфоцити, %	20,50 ± 2,35, 0,34/ 21,33 ± 0,76	23,50 ± 0,99, 0,08/ 23,33 ± 1,84	15,50 ± 1,61* 4,27/ 22,83 ± 0,60
T – лімфоцити, ×10 ⁹ /л	0,87 ± 0,16, 0,55/ 0,76 ± 0,12	0,80 ± 0,21, 0,08/ 1,00 ± 0,12	0,47 ± 0,0*, 2,42/ 0,93 ± 0,18
B – лімфоцити, %	19,67 ± 2,78*, 2,25/ 27,83 ± 2,34	21,33 ± 1,23*, 2,74/ 29,67 ± 2,79	–
Кількість фагоцитуючих клітин (ФАГ), %	65,83 ± 1,70, 0,08/ 66,0 ± 1,06	73,67 ± 1,52*, 3,84/ 80,83 ± 1,08	80,67 ± 0,61*, 3,65/ 84,00 ± 0,68
Відсоток дегрануляції базофілів, % / тв. – тварини	2 тв. – 16,00 ± 4,00** 4 тв. - 7,00 ± 1,00,	3 тв. – 16,00 ± 4,00** 3 тв. - 4,00 ± 2,31,	3 тв. – 18,67 ± 3,53** 3 тв. - 4,00 ± 0,00,
Вміст гемоглобіну, %	118,00 ± 2,97*, 2,96/ 129,33 ± 2,40	121,33 ± 1,69, 1,49/ 118,33 ± 1,09	125,67 ± 2,50, 0,56/ 122,00 ± 1,86
Кількість еритроцитів, × 10 ¹² /л	3,57 ± 0,06*, 4,27/ 3,92 ± 0,05	3,63 ± 0,04, 0,26/ 3,62 ± 0,05	3,73 ± 0,08, 0,64/ 3,67 ± 0,07
Вміст еозинофілів***, %	50 % тварин групи > 5 %	33 % тварин групи > 5 %	50 % тварин групи > 5 %
AST, U/l	72,07 ± 5,84, 0,15/ 73,1 ± 3,32	125,80 ± 3,21*, 5,73/ 103,12 ± 2,26	103,68 ± 7,36, 0,12/ 104,85 ± 6,74
Холестерин, ммоль/л	43,93 ± 4,89, 1,03/ 38,3 ± 1,76	34,17 ± 1,43*, 3,14/ 41,2 ± 1,76	42,75 ± 1,91, 0,92/ 45,08 ± 1,76
Амілаза, U/l	1324,08 ± 89,55, 0,49/ 1384,5 ± 92,64	1462,50 ± 42,70, 0,55/ 1431,33 ± 41,64	1180,83 ± 51,17*, 3,02/ 1383 ± 47,64
Сечовина, ммоль/л	50,32 ± 3,32, 0,15/ 49,65 ± 3,30	38,07* ± 1,43, 4,48/ 42,95 ± 1,41	45,29 ± 2,12, 0,19/ 45,82 ± 2,11
Глюкоза, ммоль/л	6,14 ± 0,56, 0,56/ 5,73 ± 0,50	7,09 ± 0,22*, 3,24/ 5,60 ± 0,39	6,15 ± 0,16, 0,03/ 6,14 ± 0,25

Примітки:

1. * Достовірні зміни показників (p < 0,05);
2. ** Відсоток дегрануляції базофілів більше 10 % - позитивна реакція;
3. *** Вміст еозинофілів (%) до 5 % - фізіологічна норма.

Таблиця 3 - Динаміка змін гематологічних, біохімічних та імунологічних показників периферійної крові морських свинок при дослідженні біологічної дії розчину кокамідопропілбетаїну 5%-ної концентрації (n = 6, p > 0,05)

Назва показника, одиниці виміру/ умовні позначення	Значення показників протягом терміну спостереження (M ± m дослід, t / M ± m контроль)		
	За 30 діб аплікацій	За 90 діб аплікацій	За місяць після аплікацій
T- лімфоцити, %	21,17 ± 0,60*, 4,02/ 27,00 ± 1,32	24,17 ± 0,87*, 2,76/ 27,67 ± 0,92	24,67 ± 0,49*, 4,92/ 28,33 ± 0,56
Кількість фагоцитуючих клітин (ФАГ), %	70,67 ± 0,67*, 8,30/ 79,33 ± 0,80	70,17 ± 0,87*, 5,85/ 77,83 ± 0,98	71,50 ± 1,48*, 5,07/ 80,33 ± 0,92
Індекс гальмування розпластування макрофагів (ІГ), ум.од.	1,03	0,78**	0,63**
Концентрація циркулюючих імунних комплексів (ПЕГ 3%) (ЦІК), од. екстинкції	53,00 ± 6,34*, 2,49/ 76,00 ± 6,72	65,00 ± 4,83* 7,68/ 118,00 ± 4,93	165,00 ± 3,65*, 4,75/ 117,67 ± 9,28
Відсоток дегрануляції базофілів, % / тв. – тварини	2 тв. – 12,00 ± 0,00***, 4 тв. - 6,00 ± 1,15,	2 тв. – 12,00 ± 0,00***, 4 тв. - 7,00 ± 2,00,	2 тв. – 13,33 ± 1,33***, 4 тв. - 6,67 ± 1,33
Вміст еозинофілів*, %	50 % тварин групи > 5 %	33 % тварин групи > 5 %	33 % тварин групи > 5 %
Альбумін, мг/дл/	2,6 ± 0,19 * 2,53/ 3,3 ± 0,21	3,2 ± 0,27 0,61/ 3,42 ± 0,27	3,03 ± 0,11 0,77/ 3,13 ± 0,07
Амілаза, U/l/	1486,33 ± 48,79*, 2,42/ 1339,17 ± 36,41	1377,45 ± 80,37, 1,31/ 1252,40 ± 44,72	1386,00 ± 60,28, 1,02/ 1301,80 ± 62,52
Глюкоза, ммоль/л/	7,33 ± 0,31 1,36/ 6,55 ± 0,46	7,51 ± 0,36 * 2,69/ 6,24 ± 0,33	7,15 ± 0,26* 2,65/ 6,25 ± 0,24

Примітки:

- * Достовірні зміни показників (p < 0,05);
- ** ІГ < 0,8 – реакція позитивна;
- *** Відсоток дегрануляції базофілів більше 10 % - позитивна реакція;
- **** Вміст еозинофілів (%) до 5 % - фізіологічна норма.

Друга група - ПАР середньої токсичності. За результатами досліджень до цієї групи відносяться: динатрій кокоамфодіацетат, натрієва сіль

поліетоксисульфосукцинату, діетаноламід жирих кислот кокосового масла, натрієва сіль n-пальметилглутамінової кислоти.

Для них характерні такі токсичні властивості:

- наявність цитотоксичної дії ($K_c - > 0,78$, $I_{ts} 0,02 - > 40$ умов. од.) (таблиця 1);
- резорбтивна дія, виявлена за достовірними змінами імунологічних та біохімічних показників;
- імунотоксична дія (імуносупресія та сенсibiliзація).

In vitro дослідження цитотоксичних властивостей речовин цієї групи показали, що вони проявляють менш токсичну дію на еукаріотичні клітини, ніж високотоксичні ПАР за показниками K_c , H_{50} , $I_{ts} 0,02$ (табл. 1). Винятком є натрієва сіль поліетоксисульфосукцинату, яка за показником K_c (0,78) більш токсична ніж алкілдиметилбетаїн (1,07) умов. од.). Натрієва сіль поліетоксисульфосукцинату проявляє високу денатураційну здатність, яка характерна для всіх аніонних ПАР, тому показник денатурації гемоглобіну D у аніонних ПАР (93 – 100) %, звідки і мале значення K_c , але за іншими показниками цитотоксичності її негативна дія менш виражена ($H_{50} - 0,00734$ умов. од., $I_{ts} 0,02 - 43,7$ умов. од.).

За гематологічними показниками тільки за дії 5 %-ного водного розчину діетаноамідів жирих кислот кокосового масла виявлено достовірне зниження ($p < 0,05$) рівня гемоглобіну та кількості еритроцитів за 30 діб від початку експерименту і відновлення у наступні терміни експерименту та збільшення вмісту еозинофілів у порівнянні з фізіологічною нормою у 33 % тварин у групі.

Достовірні зміни біохімічних показників, виявлені за дією трьох ПАР, були нестійкі і мали зворотній характер. Так, відмічено фазовий характер динаміки змін концентрації холестерину (підвищення на 23 % на 30-ту добу та зниження на 22 % за 90 діб), зростання активності AST на 90 добу з наступним відновлення в період післядії, які характеризують прояв нестабільного стану специфічних

функцій клітинних мембран за дії 5%-ного водного розчину натрієвої солі поліетоксисульфосукцинату. Під впливом 5%-ного водного розчину динатрій кокоамфодіацетату спостерігали незначне підвищення активності амілази та рівня глюкози, що вказує на нестійкі зміни вуглеводного обміну. За дією 5%-ного водного розчину натрієвої солі n-пальметилглутамінової кислоти виявлено незначне підвищення рівня глюкози та зниження концентрації альбуміну в крові за 30 діб експерименту і відновлення цих показників в подальшому, що можна вважати наслідком адаптаційних процесів.

Імунологічні дослідження показали, що імунотоксичні ефекти спостерігаються не тільки за впливу високотоксичних ПАР, а й усіх ПАР середньої токсичності. Про це свідчить зменшення кількості Т- та/або В-лімфоцитів, але воно не завжди супроводжується пригніченням неспецифічних факторів захисту організму, як це було у випадку з високотоксичними ПАР. За епікутанної дії 5%-них водних розчинів у дослідженнях : діетаноамідів жирних кислот кокосового масла спостерігали супресію Т-клітинної ланки імунітету; натрію поліетоксисульфокцинату - пригнічення В-ланки імунітету та фагоцитарної активності нейтрофілів, які носили транзиторний характер та відновлювались у період післядії; динатрію кокоамфодіацетату, натрієвої солі n-пальметилглутамінової кислоти - пригнічення Т- і В-ланок імунітету, неспецифічних факторів захисту організму.

Ще одним аспектом імунотоксичної дії ПАР середньої токсичності є наявність у трьох речовин слабкої сенсibiliзуючої дії, яку виявлено за реакціями гіперчутливості негайного або сповільненого типів. Гіперчутливість негайного типу відмічена за дії 5%-ного водного розчину діетаноамідів жирних кислот кокосового масла – відсоток дегрануляції базофілів у 33 % тварин у групі ($16,00 \pm 4,00$) % за 30 діб аплікацій та за 30 діб після її припинення. Розвиток гіперчутливості сповільненого типу спостерігали під впливом епікутанної дії 5%-них водних розчинів натрієвої солі n-пальметилглутамінової кислоти, динатрію

кокоамфодіацетату – індекс гальмування розпластування макрофагів знижується від 0,96 до 0,50 умов. од. та від 0,96 до 0,56 умов. од., відповідно. Не виявлено сенсibiliзуючої дії у натрію поліетоксисульфокцинату. Відсутність дестабілізації гематологічних показників периферійної крові морських свинок та сенсibiliзуючої дії дозволяє визначити натрію поліетоксисульфокцинат як речовину найменш токсичну серед ПАР середньої токсичності. Результати досліджень найбільш типового представника ПАР середньої токсичності - діетаноамідів жирних кислот кокосового масла та найбільш безпечної серед цих речовин - натрію поліетоксисульфокцинату представлено в табл. 4, 5. В таблицях наведено значення виключно тих показників, які протягом експерименту достовірно відрізнялись від контролю ($p > 0,05$).

Таблиця 4 - Динаміка змін гематологічних, біохімічних та імунологічних показників периферійної крові морських свинок при дослідженні біологічної дії розчину діетаноамідів жирних кислот кокосового масла 5%-ної концентрації (n = 6, $p > 0,05$)

Назва показника, одиниці виміру/ умовні позначення	Значення показників протягом терміну спостереження (M ± m дослід, t / M ± m контроль)		
	За 30 діб аплікацій	За 90 діб аплікацій	За місяць після аплікацій
T- лімфоцити, %	24,33 ± 2,28, 1,25/ 21,33 ± 0,76	19,33 ± 0,42, 2,01/ 23,33 ± 1,84	12,50 ± 0,43*, 13,99/ 22,83 ± 0,60
Кількість фагоцитуючих клітин (ФАГ), %	67,50 ± 2,20, 0,61/ 66,00 ± 1,06	71,00 ± 1,21*, 6,06/ 80,83 ± 1,08	86,33 ± 0,76, 2,28/ 84,00 ± 0,68
Відсоток дегрануляції базофілів, %/ тв. – тварини	2 тв. – 16,00 ± 4,00**, 4 тв. - 6,00 ± 1,15	6,40 ± 0,98**	2 тв. – 16,00 ± 4,00**, 4 тв. - 5,00 ± 1,00
Вміст гемоглобіну, %	120,67 ± 2,46*, 2,52/ 129,33 ± 2,40	121,67 ± 1,09, 2,17/ 118,33 ± 1,09	125,33 ± 2,17, 1,16/ 122,00 ± 1,86
Кількість еритроцитів, $\times 10^{12}/л$	3,65 ± 0,08*, 2,84/ 3,92 ± 0,05	3,75 ± 0,04, 2,07/ 3,62 ± 0,05	3,82 ± 0,07, 1,49/ 3,67 ± 0,07
Вміст еозинофілів***, %	17 % тварин групи > 5 %	50 % тварин групи > 5 %	33 % тварин групи > 5 %
Альбумін, мг/дл/	2,35 ± 0,49, 0,15/ 2,27 ± 0,13	2,80 ± 0,10, 0,19/ 3,45 ± 0,35	2,83 ± 0,15*, 3,35/ 3,50 ± 0,14

Примітки:

1. * Достовірні зміни показників ($p < 0,05$);
2. ** Відсоток дегрануляції базофілів більше 10 % - позитивна реакція;
3. *** Вміст еозинофілів (%) до 5 % - фізіологічна норма.

Таблиця 5 - Динаміка змін біохімічних та імунологічних показників периферійної крові морських свинок при дослідженні біологічної дії розчину натрієвої солі поліетоксисульфосукцинату 5%-ної концентрації ($n = 6$, $p > 0,05$)

Назва показника, одиниці виміру/ умовні позначення	Значення показників протягом терміну спостереження ($M \pm m$ дослід, $t / M \pm m$ контроль)		
	За 30 діб аплікацій	За 90 діб аплікацій	За місяць після аплікацій
Т- лімфоцити, %	$17,17 \pm 0,07^*$, 4,03/ $21,33 \pm 0,76$	$22,00 \pm 0,52$, 0,70/ $23,33 \pm 1,84$	$15,67 \pm 1,23^*$, 5,23/ $22,83 \pm 0,60$
В- лімфоцити, %	$18,83 \pm 0,95^*$, 3,56/ $27,83 \pm 2,34$	$19,50 \pm 0,43^*$, 3,60/ $29,67 \pm 2,79$	-
Кількість фагоцитуючих клітин (ФАГ), %	$69,50 \pm 0,76^*$, 2,68/ $66,00 \pm 1,06$	$72,67 \pm 1,61^*$, 4,21/ $80,83 \pm 1,08$	$81,33 \pm 1,43$, 1,69/ $84,00 \pm 0,68$
AST, U/l /	$84,77 \pm 3,63$, 2,46/ $73,1 \pm 3,32$	$126,60 \pm 2,03^*$, 7,99/ $103,12 \pm 2,26$	$91,70 \pm 4,29$, 1,61/ $104,85 \pm 6,74$
Холестерин, ммоль/л	$47,23 \pm 2,08^*$, 3,34/ $38,3 \pm 1,76$	$32,13 \pm 1,99^*$, 3,50/ $41,2 \pm 1,76$	$42,06 \pm 1,29$, 1,38/ $45,08 \pm 1,76$
Альбумін, мг/дл	$2,94 \pm 0,35$, 1,72/ $2,27 \pm 0,13$	$2,74 \pm 0,17$, 1,73/ $3,45 \pm 0,35$	$2,69 \pm 0,12^*$, 4,50/ $3,50 \pm 0,14$

Примітка. * Достовірні зміни показників ($p < 0,05$).

Проведені дослідження показали, що до третьої групи ПАР з низькою токсичністю можна віднести тільки одну з обраних для вивчення – кокоглукозид.

Йї властиві такі токсичні характеристики:

- наявність цитотоксичної дії;
- відсутність резорбтивної, сенсibiliзуючої дії.

Ступінь токсичності для еукаріотичних клітин кокоглукозиду за показниками K_c та $I_{ts} 0,02$ у порівнянні з іншими ПАР був невисоким, а саме (K_c – 27,86 ум.од., $I_{ts} 0,02$ - 41,7 умов. од.), що підтверджується іншими

дослідженнями цитотоксичної дії неіонних ПАР за даними літературних джерел [11].

За дії аплікацій 5%-ним водним розчином кокоглюкозиду не відмічено змін гематологічних, біохімічних показників периферійної крові та сенсibiliзуючої дії, що підтверджує відсутність його резорбтивної дії. Коливання імунологічних показників, а саме, пригнічення Т-клітинної ланки імунітету після аплікації засобу, фазовий характер динаміки змін концентрації циркулюючих імунних комплексів (достовірне зниження на 30-у добу, достовірне підвищення за 90 діб, відсутність достовірних відмінностей показника за 30 діб після припинення аплікацій) не можна охарактеризувати як стійкі зміни і, скоріше за все, свідчать про прояв адаптивно-компенсаторної функції організму. Зміни показників імунної системи, які протягом експерименту досягали достовірних значень, представлено в таблиці 6.

Таблиця 6 - Динаміка змін імунологічних показників периферійної крові морських свинок при дослідженні біологічної дії розчину кокоглюкозиду 5%-ної концентрації (n = 6, p > 0,05)

Назва показника, одиниці виміру/ умовні позначення	Значення показників протягом терміну спостереження (M ± m дослід, t / M ± m контроль)		
	За 30 діб аплікацій	За 90 діб аплікацій	За місяць після аплікацій
Т- лімфоцити, %	23,67 ± 2,38, 0,94/ 21,33 ± 0,76	21,17 ± 0,60, 1,12/ 23,33 ± 1,84	14,33 ± 0,42*, 11,61/ 22,83 ± 0,60
Концентрація циркулюючих імунних комплексів (ПЕГ 3%) (ЦК), од. екстинкції	85,33 ± 1,96*, 5,65/ 117,83 ± 5,41	140,67 ± 4,19*, 3,86/ 115,00 ± 5,16	115,50 ± 14,54, 0,54/ 125,00 ± 9,88

Примітка. * Достовірні зміни показників (p < 0,05).

Науковий аналіз результатів досліджень дозволив виділити найбільш значимі показники для виявлення токсичних ефектів, властивих ПАР, які не визначають при оцінці базових токсикологічних параметрів, та розробити

програму досліджень біологічної дії ПАР як інгредієнтів косметичних засобів, яка враховує можливі ризики, дози і шлях надходження до організму. Запропонована програма відповідає сучасним вимогам біоетики і передбачає застосування як альтернативних дослідів на тваринах методів, так і традиційних методів досліджень. Така програма включає послідовне виконання наступних етапів:

- I етап - скринінгові дослідження цитотоксичної дії за двома методами *in vitro* з використанням суспензійних культур сперматозоїдів та еритроцитів;

- II етап - постановка хронічного експерименту: дослідження резорбтивної дії ПАВ в концентрації 5 % при епікутанному надходженні до організму протягом 3 місяців за показниками: гематологічними (вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів, лейкоцитарна формула крові); біохімічними (вміст глюкози, холестерину, білка, сечовини, креатиніну, альбуміну, активність амінотрансфераз (АЛТ, АСТ), амілази та лужної фосфатази); імунологічними (кількість Т- та В-лімфоцитів, визначення гіперчутливості негайного типу (за Шеллі), визначення гіперчутливості сповільненого типу (реакція гальмування розпластування макрофагів та концентрація ЦІК).

ВИСНОВКИ

1. Вперше за уніфікованою поетапною процедурою постановки експериментів проведено комплексні дослідження (на скринінгових *in vitro* моделях та в хронічному експерименті) токсикологічних властивостей ПАР і виявлено відмінності біологічної дії різних ПАР на еукаріотичні клітини і живий організм.

2. Встановлено, що всі досліджені ПАР належать до 3 – 4 класу небезпеки згідно ГОСТ 12.1.007, мають цитотоксичні властивості, більшість з них (8 з 9) проявляють резорбтивну та імунотоксичну дії, що підтверджено змінами гематологічних, біохімічних та імунологічних показників. Зміни гематологічних

(за виключенням еозинофілів) та біохімічних показників коливались у межах варіабельності фізіологічної норми, а їх стійкі достовірні відмінності можна трактувати як тенденцію до розвитку функціональних порушень.

3. Визначено токсикологічні властивості 9 ПАР, які за ступенем токсичності умовно розділено на 3 групи.

Перша група (кокамідопропілбетаїн, лаурилсульфат натрію, алкілдиметилбетаїн, лауретсульфат натрію) – високотоксичні ПАР, для яких характерно виражені цитотоксичний ефект та резорбтивна дія, підтверджена стійкими змінами імунологічних та/або біохімічних показників: зміни вуглеводного обміну (кокамідопропілбетаїн, алкілдиметилбетаїн, лауретсульфат натрію), тенденція розвитку гепатотоксичного ефекту (лаурилсульфат натрію, лауретсульфат натрію, кокамідопропілбетаїн), імуносупресія і сенсibiliзація: гіперчутливість негайного типу (лаурилсульфат натрію, лауретсульфат натрію, кокамідопропілбетаїн) або сповільненого типу (алкілдиметилбетаїн, кокамідопропілбетаїн) та нетривала дестабілізація функціонального стану периферичної крові (лаурилсульфат натрію, лауретсульфат натрію).

Друга група (натрієва сіль поліетоксисульфосукцинату, діетаноламід жирих кислот кокосового масла, натрієва сіль n-пальметилглутамінової кислоти, динатрій кокоамфодіацетату) - ПАР середньої токсичності, для яких характерно наявність помірних цитотоксичних властивостей та резорбтивна дія, підтверджена нестійкими змінами імунологічних та біохімічних показників: зворотні зміни біохімічних показників як прояв нестабільного стану специфічних функцій клітинних мембран (натрієва сіль поліетоксисульфосукцинату), вуглеводного обміну (динатрій кокоамфодіацетату); імунотоксична дія: на фоні імуносупресії гіперчутливість негайного типу (діетаноламід жирих кислот кокосового масла) та сповільненого типу (натрієва сіль n-пальметилглутамінової кислоти, динатрій кокоамфодіацетату), та нетривала дестабілізація функціонального стану

периферичної крові (діетаноламіді жирних кислот кокосового масла). Сенсibiliзуюча дія у натрієвої солі поліетоксисульфосукцинату - відсутня.

Третя група - ПАР з низькою токсичністю, у яких помірно виражена цитотоксична дія, відсутні резорбтивні та імунотоксичні, в тому числі, сенсibiliзуючі властивості. До цієї групи можна віднести тільки кокоглюкозид.

4. Встановлено найбільш небезпечну з досліджених ПАР – кокамідопропілбетаїн. Незважаючи на те, що ця речовина вироблена з рослинної сировини, за ступенем токсичності є більш агресивною ніж еталонний подразник лаурилсульфат натрію. Кокамідопропілбетаїн єдиний з досліджених сурфактантів спричиняє розвиток гіперчутливості двох типів: негайного і сповільненого.

5. Експериментально доведено, що факт походження ПАР з природної сировини не є гарантією її безпечності, а токсикологічна характеристика за аналогами може бути тільки прогнозом можливих токсичних властивостей.

6. Визначено пріоритетну для використання в косметичній промисловості ПАР з низьким ступенем токсичності – кокоглюкозид.

7. Розроблено базову програму досліджень токсикологічних властивостей ПАР як інгредієнтів косметичних засобів. Ця програма враховує можливі токсичні ризики, дози та шлях надходження до організму і включає скринінгові дослідження *in vitro* та хронічні дослідження резорбтивної дії в рекомендованій до застосування концентрації за обраними інформативними гематологічними, біохімічними та імунологічними показниками.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

Експериментальні дослідження довели, що більшість ПАР мають цитотоксичну, резорбтивну, імунотоксичну та сенсibiliзуючу дію. Хоч в звичайних умовах застосування очищуючі косметичні засоби не контактують зі шкірою так тривало, як ПАР в експерименті, але населення користується ними

протягом всього життя, і повністю замінити їх на безпечні речовини у складі засобу на сьогодні технологічно неможливо. Тому їх потенційну токсичну дію необхідно враховувати при створенні нових композицій. З метою захисту населення від негативної дії ПАР ми розробили рекомендації щодо використання досліджених ПАР з урахуванням їх біологічної дії, які стосуються особливостей застосування цих речовин у засобах спеціального призначення та шляхів нівелювання токсичності ПАР при застосуванні засобів на їх основі. Ці рекомендації включають наступне:

- у засобах дитячого асортименту використовувати виключно кокоглюкозид;
- в засобах для чутливої шкіри – пріоритетно кокоглюкозид, можливо, ПАР середньої токсичності (натрієву сіль поліетоксисульфосукцинату, діетаноламід жирних кислот кокосового масла, натрієву сіль n-пальметилглутамінової кислоти, динатрій кокоамфодіацетату);
- обов'язково додавати до складу косметичних очищуючих засобів поживні речовини, зволожувачі, пом'якшувачі;
- після застосування засобів на основі ПАР використовувати емоменти, зволожуючі засоби, які містять багато корисних добавок для відновлення кислотно-ліпідної мантії шкіри та епідермісу. В програму догляду за волоссям бажано включати живильні бальзами, маски, кондиціонери тощо, що відновлюють волосяну цибулину і структуру самого волосся.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голіченков О.М. Гігієнічні аспекти використання нових поверхнево-активних речовин в косметичних засобах / О.М. Голіченков, О.В.

- Раєцька, О.І. Яловенко та інші. // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – К., 2013. - Вип. 61. - С. 176 – 182.
2. Goossens A. Allergic contact dermatitis caused by tetrahydroxypropyl ethylenediamine in cosmetic products / A. Goossens, I. Baret, A. Swevers // Contact Dermatitis. - 2010. - Vol. 64. - P. 158 - 164.
 3. Jirova D.B.D. Review of skin irritation/corrosion Hazards on the basis of human data: A regulatory perspective / D.B.D. Jirova, H. Kandarova // Interdiscip Toxicol. - 2012. - Vol. 5(2). - P. 98 - 104.
 4. Allergic contact dermatitis in children: which factors are relevant? (review of the literature) / F.B. de Waard-van der Spek, K.E. Andersen, U. Darsow et al. // Pediatric Allergy and Immunology. - 2013. - Vol. 24. - P. 321 - 329.
 5. Cleansing without compromise: the impact of cleansers on the skin barrier and the technology of mild cleansing / K. P. Ananthapadmanabhan, D.J. Moore, K. Subramanyan [et al.] // Dermatologic Therapy. - 2004. - Vol. 17. - P. 16 - 25.
 6. Patch testing with own cosmetics - a prospective study of testing and reporting of adverse effects to the Swedish Medical Products Agency / M. Tammela, M. Lindberg, M. Isaksson [et al.] // Contact Dermatitis. - 2012. - Vol. 67(1). - P. 42 - 48.
 7. Косметология. Теория и практика / О. Фержтек, В. Фержтекова, Д. Шрабек и др. – Прага : Lekarske a Kosmetické centrum s.r.o., 2002. - 378 с.
 8. Волощенко О.И. ПАВ в окружающей среде и здоровье человека / О.И. Волощенко, И.В. Мудрый // Гигиена и санитария. - 1988. - № 11 - С. 12 - 21.
 9. Ivankovic T. Surfactants in the environment / T. Ivankovic, J. Hrenovic // Arh. Hig. Rada. Toksikol. - 2010. - Vol. 61.- P. 95 - 110.

10. Жуков В.И. Структурно-метаболические механизмы формирования нарушений при действии на организм детергентов: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.04. - Ростов-на-Дону, 2000. – 417 с.
11. Surfactants, skin cleansing protagonists / M. Corazza, M.M. Laurla, M. Zappaterra et al. // J. Eur. Acad. Dermatol. Venerol. - 2010. - № 24 (1). - P. 1 - 6.
12. Эрнандес Е.И. Липидный барьер кожи и косметические средства / Е.И. Эрнандес, А.А. Марголина, А.О. Петрухина. - М. : Фирма КЛАВЕЛЬ, 2003. - 340 с.
13. Libert M.A. 7 Final Report on the Safety Assessment of Sodium Lauryl Sulfate and Ammonium Lauryl Sulfate / M.A. Libert // International Journal of Toxicology. - 1983. - Vol. 2. - P. 127 - 181.
14. Bornkessel A. Functional assessment of a washing emulsion for sensitive skin: mild impairment of stratum corneum hydration, pH, barrier function, lipid content, integrity and cohesion in a controlled washing test / A. Bornkessel, M. Flach, M. Arens-Corell // Skin Research and Technology. - 2005. - № 11. - P. 53 - 60.
15. Final Report of the Cosmetic Ingredient Review Expert Panel on the Safety Assessment of Cocamidopropyl Betaine (CAPB) / C.L. Burnett, W.F. Bergfeld, D.V. Belsito et al. // International Journal of Toxicology. - 2012. - № 31. - P. 77 - 111.
16. Яловенко О.І. Токсикологічні властивості сучасних поверхнево-активних речовин – складових косметичних очищуючих засобів / О.І. Яловенко, О.М. Голіченков, О.В. Раєцька // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – К., 2014. - Вип. 63. - С.123 – 132.
17. Оцінка імунотоксичної дії поверхнево-активних речовин та ензимів – складових нових синтетичних миючих засобів / О.І. Волощенко, О.В.

- Раєцька, О.І. Винарська, З.Ю. Майстренко // Довкілля та здоров'я. – 2010. - № 4 (55). - С. 12 - 16.
18. Майстренко З.Ю. Токсиколого-гігієнічна характеристика синтетичного миючого засобу та його складових при перкутанній дії в хронічному експерименті / З.Ю. Майстренко // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. - К., 2008. - Вип. 52. - С. 157 - 164.
19. Майстренко З.Ю. Вплив поверхнево-активних речовин на структурно-функціональні властивості шкіри / З.Ю. Майстренко // Довкілля та здоров'я. - 2010 - № 3 (54). - С. 14 - 17.
20. Новая косметология: в 2-х т. - Том. II / под ред. Эрнандес Е.И. - М.: ООО “Фирма КЛАВЕЛЬ”, 2006. - 305 с.
21. Замкова И.В. Обеспеченность информацией о свойствах химических веществ, поступивших в обращение на территорию Российской Федерации за период 1994-2008 гг. / И.В. Замкова // Токсикологический вестник. – 2010. - № 1(100). - С. 26 - 30.
22. Пат. № 287276, UA, МПК (2006)A61B 10/00. Спосіб оцінки цитотоксичної дії засобів на основі поверхнево-активних речовин / Волощенко О.І., Раєцька О.В., Яловенко О.І., Кузьміна А.І.; заявник та патентовласник ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМНУ» - № U 200706922; заявл. 19.06.07; опубл. 25.12.2007, Бюл. № 21.
23. Экспресс-метод оценки общетоксического и кожно-раздражающего действия парфюмерно-косметической продукции *in vitro* (на культуре подвижных клеток): метод. рекомендации № 29 ФЦ/394. - М. : Минздрав РФ, 2002. - 10 с.
24. К постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны : метод. указания № 2163-80. - М. : Минздрав СССР, 1980. - 21 с.

25. Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно-допустимых уровней загрязнения кожи: метод. указания № 2102-79. - М. : Минздрав СССР, 1979. - 23 с.
26. Методические указания по гигиенической оценке и контролю за применением препаратов бытовой химии. – Киев: Минздрав УССР, 1972. - С. 16 - 18.
27. Блиндарь В.Н. Гематологические методы исследования. Клиническое значение показателей крови: Руководство для врачей / В.Н. Блиндарь, Г.Н. Зубрихина. – М. : МИА, 2013. – 96 с.
28. Клиническая лабораторная аналитика / под. ред. В.В. Меньшикова. – М. : Агат-Мед, 2002. - 860 с.
29. Методи імуноаналізу в інфекційній і клінічній імунології. Навчальний посібник / Ю.Л. Валянський, В.І. Чернявський, С.Е. Бірюкова та ін. – Харків : Стиль издат, 2011. - 112 с.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТОЗІВ У НАСЕЛЕННЯ ПІВНІЧНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

*Корзун В.Н., Петренко О.Д., Котикович Ю.С., Болохнова Т.В.,
Деркач А.В., Гайдук М.В.*

Мікронутрієнти належать до незамінних речовин харчування. Вони необхідні людині у будь-якому віці: дитячому і підлітковому, дорослому та похилому. Втім, найбільш чутливими до розвитку мікроелементної недостатності є плід, діти і жінки під час вагітності та годування грудьми. Недостатнє надходження мікроелементів (МЕ) у дитячому та юнацькому віці негативно впливає на фізичний розвиток, захворюваність, успішність, сприяє поступовому розвитку порушень обміну і в кінцевому підсумку перешкоджає формуванню здорового покоління. Особливо ця проблема постала перед населенням багатьох країн світу в зв'язку із забрудненням довкілля промисловими, транспортними викидами, сільськогосподарськими отрутами (пестицидами, нітратами, солями важких металів) та радіонуклідами, що розповсюдились у результаті радіаційних аварій. Нестача мікронутрієнтів особливо небезпечна тим, що тривалий час не проявляється клінічно. Це так званий "прихований голод". На забезпечення МЕ значно впливає низка таких чинників, як техногенне забруднення навколишнього середовища, інтенсивне застосування мінеральних та органічних добрив, поява на ринку недоброякісних харчових продуктів і напоїв, лікарських засобів і харчових добавок та ін.

Дефіцит, надлишок або дисбаланс мікроелементів у організмі людини призводять до порушення обміну речовин в організмі, що в кінцевому наслідку провокує розвиток специфічних захворювань, так званих мікроелементозів. Крім того, хронічна нестача МЕ або їх незбалансоване надходження можуть обумовити зниження реактивності організму, що виявляється у зростанні загальної захворюваності певних груп населення. Наслідки мікроелементного дисбалансу

особливо яскраво виявляються на тлі хронічного опромінення, якого зазнає населення регіонів, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС.

Сьогодні в Україні спостерігається вкрай негативна ситуація в стані здоров'я різних груп населення, зокрема дітей, вагітних, осіб похилого віку. Ця ситуація за окремими показниками (народжуваність, смертність, захворюваність, показники відтворення населення та ін.) є досить критичною та потребує прискіпливої уваги з боку суспільства, держави, науковців.

Одним з важливих питань охорони здоров'я населення України є проблема вивчення та корекції мікроелементного дисбалансу, що є причиною, за даними проведених досліджень, різноманітних порушень стану здоров'я та захворювань.

Відповідно до сучасних уявлень, у більшості випадків недоліки обміну мікроелементів (МЕ) пов'язані з порушенням раціону харчування, підвищеним фізичним та психоемоційним навантаженням, негативним впливом на організм різноманітних екотоксикантів.

В Україні проводяться лише поодинокі дослідження з цього приводу, відсутня система моніторингу та оцінки порушень мікроелементного балансу як у окремих груп населення так, і на загальнодержавному, обласному та інших рівнях.

Забезпечення організму життєво необхідними мікроелементами є однією з найважливіших умов раціонального харчування. Повноцінність харчування визначається не лише енергетичною цінністю їжі, збалансованістю раціону по білках, жирах і вуглеводах, але й забезпеченістю мікронутрієнтами, тобто вітамінами та мікроелементами. Дефіцит навіть одного з них здатний запустити каскад порушень обміну речовин. Для протікання обмінних процесів і метаболізму має значення не окремий мікроелемент, а комплекс мікроелементів і їх збалансованість, оскільки в організмі між ними існує взаємодія.

Це зумовлює актуальність обраної теми та необхідність і значущість проведених досліджень.

Найбільш відомими та розповсюдженими мікроелементами є залізодефіцитна анемія, ендемічний зуб (нині – «йоддефіцитні захворювання», названі так у 1983 році), флюороз зубів, обумовлений надлишковим споживанням фтору з питною водою. Йододефіцитна патологія має дуже широкий спектр проявів, що залежить не лише від ступеня мікроелементної нестачі та інших струмогенних чинників, а й від віку людини. Окрім гіперплазії щитоподібної залози, це — зниження тиреоїдної функції, безплідність, викидні, мертвонароджуваність, вроджені вади розвитку, підвищена дитяча смертність, особливо в ранньому віці, затримка та порушення фізичного та психічного розвитку дітей, порушення психічних функцій у дорослих.

За результатами досліджень, проведених фахівцями ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України», ВООЗ, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України» та ін. доведено наявність йодного дефіциту різного ступеня у населення більшості регіонів України. Разом з тим, існують місцевості з аномально високим вмістом йоду в навколишньому середовищі, що обумовлює підвищений вміст даного мікроелементу в харчових раціонах місцевого населення.

Області Українського Полісся (Волинська, Житомирська, Київська, Рівненська та Чернігівська), які в найбільшій мірі зазнали впливу аварії на ЧАЕС, відомі ще з доаварійних часів бідністю ґрунтів на доступні для кореневої системи макро- та мікроелементи. Тому в продуктах харчування місцевого виробництва, як основи раціонів харчування населення, відмічається нестача обмінного калію, кальцію та майже всіх есенційних мікроелементів. Саме на цих територіях в останні 15 – 17 років зареєстровано зростання патології щитовидної залози, особливо серед дитячого населення, залізо- та полідефіцитних анемій та інших захворювань, обумовлених дисбалансом мікроелементів, а рівні накопичення радіонуклідів в організмі жителів – найвищі в Україні.

Не дивлячись на значні досягнення у вивченні цього питання, проблема дефіциту елементів, або їх надлишкового надходження нерідко недооцінюється вченими та лікарями на практиці, внаслідок чого вони фактично не займаються вивченням етіології захворювань, пов'язаних з мікроелементним дисбалансом, та їх профілактикою.

Мета роботи – встановити закономірності формування мікроелементозів у населення північного регіону України та розробити ефективні заходи профілактики.

Методи досліджень. Зважаючи на те, що області Українського Полісся (Волинська, Житомирська, Київська, Рівненська та Чернігівська) відомі бідністю ґрунтів на макро- та мікроелементи, нами вибрано в якості об'єкта дослідження харчові продукти, в першу чергу, місцевого виробництва.

Нами досліджено вміст йоду і селену (мікроелементів, які є ключовими для тиреоїдного синтезу) у харчових продуктах, які споживаються жителями північного регіону України.

Проби харчових продуктів були відібрані у торговій мережі, на ринках, у приватних господарствах. Особливу увагу нами приділено дослідженню харчових продуктів загального вжитку – хліба, молочних продуктів, овочів, м'яса, риби.

Нами проведено анкетування для визначення особливостей харчування молодих людей віком 19-25 років (студентів КНТЕУ). Кількість опитаних – 200 осіб. Анкета містила питання щодо частоти споживання окремих груп продуктів, структури харчування, споживання профілактичних засобів, а також стану здоров'я.

Визначення масової частки йоду, селену, а також міді, цинку та заліза в зразках проводили методом інверсійної вольтамперометрії. Масову частку йоду визначали за допомогою вольтамперометричного аналізатора «Екотест-ВА», а селену – за допомогою вольтамперометричного аналізатора «АВА-3».

Для визначення нутрієнтного складу раціонів харчування використано розрахунковий метод.

Основні наукові результати. Вивчення захворюваності населення є важливою частиною науково-статистичних досліджень, проведення яких дає змогу визначити стан здоров'я населення в цілому або окремих його груп. Рівень захворюваності залежить від багатьох чинників і визначений, насамперед, економічними й соціальними умовами, екологічною ситуацією і рівнем медичної допомоги. Поширення різних класів хвороб тісно пов'язане з забрудненням навколишнього середовища ксенобіотиками та загальною екологічною ситуацією. Аналіз захворюваності на специфічну патологію, спричинену дисбалансом мікроелементів у навколишньому середовищі і, як наслідок, у харчуванні дозволяє спланувати та запровадити адекватні заходи щодо профілактики та корекції мікроелементозів.

Особливо важливим для оцінки стану мікроелементного забезпечення населення регіонів, що вивчались, є аналіз захворюваності на патологію щитоподібної залози. В структурі захворювань щитоподібної залози переважає захворюваність на дифузний нетоксичний зоб різного ступеня. Проте, слід зазначити достатньо високу захворюваність населення м. Києва та Київської області на тиреоїдити, гіпотиреоз, вузловий зоб (табл.1).

Таблиця 1 - Захворюваність на різні види тиреоїдної патології (1 – абс. дані, 2 – на 100 тис. населення) населення Волинської, Київської обл. та м. Києва за 2011 р.

Показник	Волинська обл.		Київська обл.		м. Київ	
	абс.	на 100 тис.	абс.	на 100 тис.	абс.	на 100 тис.
ДНЗ I ст.	75193	<u>7269,1</u>	86868	5074,5	22488	815,4
ДНЗ II-III ст.	6359	614,7	18605	<u>1086,8</u>	10677	387,1
Вузловий зоб	4327	418,3	16673	974	35529	<u>1288</u>
Гіпотиреоз	1677	162,1	3222	188,2	8911	<u>323,1</u>
Тиреоїдит	1095	105,9	8503	<u>496,7</u>	21550	<u>781,4</u>

Проведені нами попередні дослідження свідчать про значну поширеність серед населення цих областей патології щитоподібної залози, зокрема дифузного нетоксичного зобу, що не завжди відповідає забезпеченості населення йодом за даними йодурії.

Забезпеченість йодом та розповсюдженість йоддефіцитних захворювань представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Забезпеченість йодом та розповсюдженість зобу у населення областей північного регіону України

Області	Обстежено дітей (n)	Показники	
		Йодурія (мкг/л)	Йоддефіцитні захворювання (%)
Рівненська	467	37,2±2,9	38,0
Чернігівська	378	63,9±5,0	26,5
Житомирська	1695	52,3±6,5	56,6
Київська	361	64,7±6,1	28,5

Несприятливі умови довкілля, до яких можна віднести і дисбаланс мікроелементів, спричинюють, в основному, підвищення рівня злоякісних новоутворень, серцево-судинних хвороб, бронхіальної астми, цукрового діабету, алергічних хвороб, захворювань шлунково-кишкового тракту, щитоподібної залози та ін. (табл. 3).

Таблиця 3 - Загальна захворюваність (I) та захворюваність на новоутворення (II), ендокринні хвороби, розлади харчування та порушення обміну речовин (III) населення України, Волинської, Київської обл. та м. Києва за 2012 р. (на 100 тис. населення)

Захворюваність населення	Україна	Волинська обл.	Київська обл.	м.Київ	Рівненська обл.	Чернігівська обл.
I	68619	71480	71301	92338	74729	69394
II	953	778	727	1288	738	854
III	1101	1279	1085	1093	2293	778

Таким чином, слід зазначити, що рівні захворюваності за окремими нозологіями, поширеність хвороб, природний рух населення мають свої особливості в кожній з областей, що вивчались.

Вивчення мікроелементного складу продуктів харчування з застосуванням методів фізико-хімічного аналізу є важливим для оцінки реального стану забезпеченості цими речовинами населення регіону, повноцінності харчових раціонів, розробки профілактичних та корекційних заходів щодо наявних порушень. Наші попередні дослідження вмісту мікроелементів в овочах загального вжитку доводять існування значних відмінностей від табличних значень, що зазвичай використовуються при оцінці стану харчування (табл. 4). Так, визначення вмісту низки хімічних елементів у капусті, моркві, картоплі та буряку окремих районів Рівенської та Житомирської області показало, що в більшості випадків кількість мінеральних речовин в цих продуктах суттєво знижена.

Таблиця 4 - Вміст деяких мінеральних речовин у капусті (I), моркві (II), картоплі (III) та буряку (IV) Рокитнівського району Рівненської області та Овруцького району Житомирської області (фактичне до табличного, %)

№ з/п	Елемент	Рівненська обл.				Житомирська обл.			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1.	K	200,00	181,50	46,12	135,07	191,35	179,50	49,82	131,6
2.	Ca	95,41	74,51	64,00	50,27	87,50	45,79	54,00	55,68
3.	Mg	85,63	37,89	58,26	68,84	88,75	45,79	66,96	60,00
4.	P	116,13	83,09	84,66	84,88	106,45	89,09	77,76	91,86
5.	Fe	33,33	52,00	61,11	27,71	33,80	52,07	62,39	27,75
6.	Mn	86,47	64,00	94,71	78,48	86,18	69,85	95,76	76,68
7.	Co	3,33	20,00	58,00	40,00	3,17	21,00	58,00	41,00
8.	Cu	59,11	86,88	134,43	76,86	58,00	87,38	136,36	77,07
9.	Zn	33,45	75,22	138,86	95,60	33,03	75,43	139,94	95,86
10.	Rb			19,16	15,87			19,48	15,94
11.	I	35,66	8,00	6,00		31,00	8,00	7,00	

Вивчення вмісту йоду в продуктах харчування населення північного регіону України свідчить про низький вміст цього мікроелементу в досліджуваних зразках. Низький вміст йоду в морській рибі, придбаній у торговельній мережі м. Києва, обумовлений, в першу чергу, порушенням умов зберігання, транспортування та реалізації продукції в торговельних закладах. Результати проведених досліджень показали, що фактичний вміст селену в харчових продуктах загального вжитку північних областей України відрізняється від розрахункових показників. Отримані дані свідчать про необхідність подальших досліджень з метою визначення рівня надходження селену з харчовими продуктами до організму людей, які мешкають на досліджуваних територіях. При цьому, спостерігаються різнонаправлені коливання вмісту цього мікроелементу в харчових продуктах, що може суттєво позначитися на рівні надходження селену до організму. Так, вміст селену в різних пробах коров'ячого молока складає 0,013 – 0,12 мг/кг, що значно відрізняється від табличних показників (0,02 мг/кг) (табл.5).

Таблиця 5 - Вміст селену та йоду в харчових продуктах загального вжитку північних областей України

№ з/п	Групи продуктів	Фактичний вміст мікроелементів, М±m, мг/кг	
		йод	селен
1.	Хліб різних видів	0,0092 ± 0,002	< 0,01 - 1,54±0,53
2.	Борошно пшеничне	0,0950±0,001	2,25±0,68
3.	Риба	0,0346±0,005 -0,480±0,04	< 0,01 - 1,94±0,58
4.	Овочі	Нижче межі визначення - 0,0066±0,001	0,098±0,037 - 0,28±0,10
5.	Молоко та молокопродукти	0,020±0,003 - 0,2327±0,011	0,013±0,005 - 0,35±0,13
6.	Яйце	0,0195±0,003	0,06±0,02 – 2,46±0,74
7.	М'ясо	0,0268±0,001 - 0,6487±0,052	0,28±0,10 - 1,04±0,31

Надходження до організму людини заліза, а також таких мікроелементів як мідь та цинк повністю визначається вмістом їх в продуктах харчування .

Отримані нами дані щодо вмісту заліза в деяких харчових продуктах свідчать про його низький вміст, що обумовлює недостатність цього елементу в раціонах харчування (табл. 6).

Так, вміст заліза в борошні пшеничному становить 4,01 мг/кг, що майже втричі менше аналогічного табличного показника (12 мг/кг), картопля містить 0,48 мг/кг заліза, що в 13,5 разів менше розрахункових даних (6,5 мг/кг). М'ясо курки містить 6,76 мг/кг заліза, що на 43,7 % менше розрахункових даних.

Таблиця 6 - Вміст заліза у харчових продуктах

№ з/п	Зразок	Вміст заліза, $M \pm m$ (мг/кг)
1	Борошно пшеничне	4,01±0,80
2	Картопля	0,07±0,01 - 0,48±0,10
3	М'ясо курки з приватного господарства	6,76±1,35
4	Молоко з приватного господарства	0,45±0,09 - 1,02±0,2
5	Риба прісноводна	0,87±0,17
6	Яйце куряче	4,50±0,90
7	Хліб пшеничний	0,84±0,17 - 1,30±0,26
8	Цибуля ріпчаста	0,61±0,12 - 0,89±0,18

Вміст міді в більшості проб досліджуваних продуктів був нижчим за табличні дані (табл. 7). Кількість міді в курятині була меншою в 2,1 рази, в борошні – на третину, у молоці – в 6 разів, в хлібі – в 1,8 та 2,6 разів, в яйці – в 1,6 разів. Лише в деяких пробах картоплі вміст міді був знижений незначно.

Звертає на себе увагу значний вміст міді у річковій рибі (перевищення нормативу в 2,8 раз), що може бути результатом техногенного забруднення внутрішніх водойм.

Таблиця 7 - Вміст міді у харчових продуктах

№ з/п	Зразок	Вміст міді, $M \pm m$, (мг/кг)
1	Картопля	$0,36 \pm 0,07 - 1,31 \pm 0,26$
2	М'ясо курки	$0,14 \pm 0,03 - 0,36 \pm 0,07$
3	Молоко	$0,02 \pm 0,007$
4	Риба прісноводна	$3,62 \pm 0,54$
5	Хліб пшеничний	$0,51 \pm 0,10 - 0,75 \pm 0,15$
6	Цибуля ріпчаста	$0,33 \pm 0,07 - 0,62 \pm 0,13$
7	Висівки	$2,5 \pm 0,53 - 3,46 \pm 0,70$
8	Крупа гречана	$7,26 \pm 1,60$
9	Борошно пшеничне	$0,23 \pm 0,05 - 3,84 \pm 0,81$
10	Кабачок	$1,03 \pm 0,22$
11	Яйце курки	$0,44 \pm 0,09 - 0,68 \pm 0,14$

Цинк є надзвичайно важливим елементом для життєдіяльності, проте в надмірній кількості він виступає токсикантом, призводячи до негативних біохімічних та фізіологічних зрушень та розвитку захворювань. В переважній більшості проаналізованих проб харчових продуктів вміст цинку відповідав табличним даним, або був незначно знижений. Найбільшим вмістом цинку відрізнялись короп (19,90 мг/кг) та яйця (8,20 мг/кг) (табл.8).

Визначення вмісту кількох мікроелементів у пробах харчових продуктів в Житомирській області дозволило встановити зниження вмісту цих речовин в більшості випадків. Лише вміст цинку в пробах коров'ячого молока та прісноводної риби був наближений до розрахункових показників.

Таблиця 8 - Вміст цинку у харчових продуктах

№ з/п	Зразок	Вміст цинку, $M \pm m$, (мг/кг)
1	Борошно пшеничне	$2,93 \pm 0,59 - 10,40 \pm 2,03$
2	Картопля	$1,05 \pm 0,21 - 3,24 \pm 0,65$
3	М'ясо курки	$4,77 \pm 0,95 - 4,81 \pm 0,94$
4	Молоко	$4,61 \pm 0,92$
5	Риба прісноводна	$19,90 \pm 3,98$
6	Хліб пшеничний	$3,65 \pm 0,73 - 3,92 \pm 0,78$
7	Цибуля ріпчаста	$0,77 \pm 0,15 - 1,51 \pm 0,31$
8	Висівки	$9,86 \pm 1,93 - 25,80 \pm 5,03$
9	Крупа гречана	$12,60 \pm 2,46$
10	Кабачок	$2,32 \pm 0,46$
11	Яйце курки	$8,20 \pm 1,64 - 11,70 \pm 2,28$

Слід звернути увагу на високий вміст міді в зразках прісноводної риби, що перевищує табличні показники майже втричі. Такі результати можуть бути обумовлені значним забрудненням водою екотоксикантами, зокрема мідьвмісними пестицидами (рис. 1).

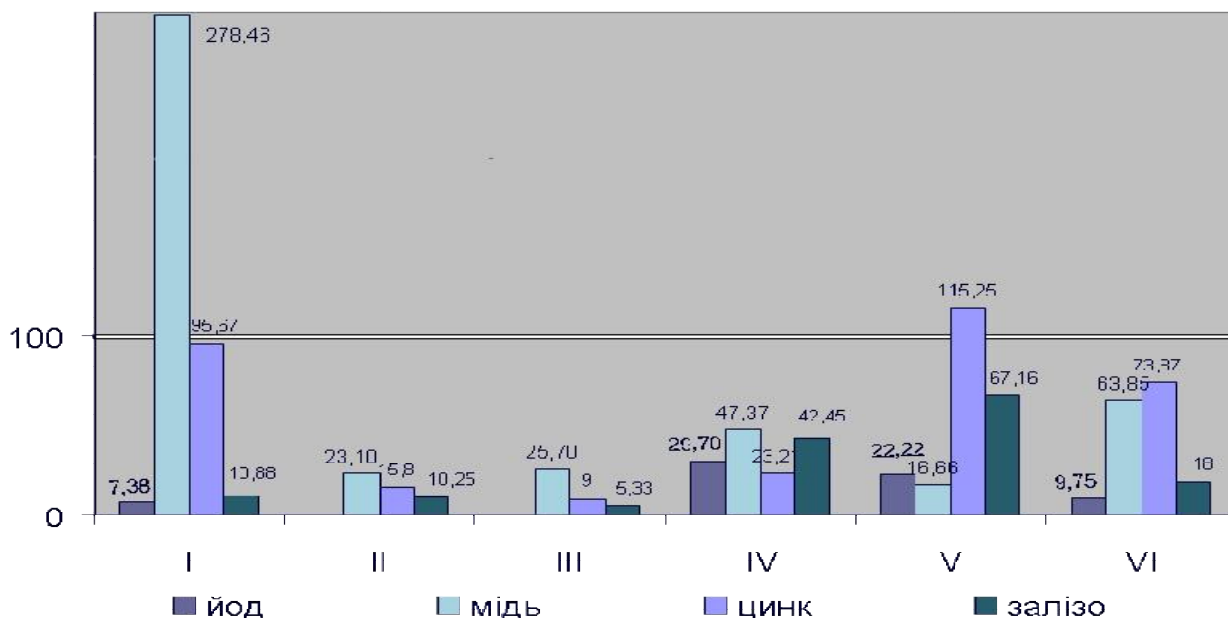


Рисунок 1 - Вміст йоду, міді, цинку та заліза у рибі (I), борошні пшеничному (II), картоплі (III), м'ясі курки (IV), молоці (V), яйцях (VI) Житомирської області (фактичне до табличного, %)

Недостатнє споживання мікроелементів негативно позначається на розвитку дітей, знижується їх фізична й розумова працездатність, опірність різним захворюванням, підсилюється негативний вплив на організм несприятливих екологічних умов.

В таблиці 9 наведено дані щодо споживання населенням України окремих груп харчових продуктів за даними Державної служби статистики України.

Таблиця 9 – Споживання продуктів харчування в Україні за 2011-2012 роки (на особу на рік, кілограмів)

№ № з/п	Продукт	Норма (МОЗ України)	Фактичне споживання		Фактичне до раціонального %	
			2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.
1.	Хліб і хлібопродукти (у перерахунку на борошно)	101,0	110,4	109,4	109,3	108,2
2.	М'ясо і м'ясопродукти	80,0	51,2	54,4	64,0	68,0
3.	Молоко і молокопродукти	380,0	204,9	214,9	53,9	56,6
4.	Риба і рибопродукти	20,0	13,4	13,6	67,0	68,0
5.	Яйця (шт.)	290	310	307	106,9	105,9
6.	Овочі та баштанні	162,0	162,8	163,4	100,5	100,9
7.	Плоди, ягоди та виноград	90,0	52,6	53,3	58,4	59,2
8.	Картопля	124,0	139,3	140,2	112,3	113,1
9.	Цукор	38,0	38,5	37,6	101,3	98,9
10.	Олія рослинна всіх видів	13,0	13,7	13,0	105,4	100,0

Споживання населенням таких груп продуктів як хліб і хлібопродукти, яйця, картопля, рослинна олія перевищує науково обґрунтовані раціональні норми, а кількість м'яса і м'ясопродуктів, молока і молокопродуктів, риби і рибопродуктів, плодів, ягід та винограду є недостатньою. При цьому, у порівнянні

з 2011 р., в 2012 р. відбулося незначне зниження споживання хліба, підвищення споживання м'яса, молока, риби та продуктів з них. Такі позитивні зрушення є досить незначними, а отримані статистичні показники свідчать про незбалансоване харчування населення, що не відповідає гігієнічним нормам.

За результатами проведеного нами анкетування можна стверджувати, що раціон харчування значної частини молодих людей, які брали участь в анкетуванні, не відповідає принципам раціонального харчування. Разом з тим, висока обізнаність респондентів щодо зв'язку харчування та здоров'я, а також прагнення застосовувати вітамінно-мінеральні добавки, йодовану сіль свідчить про доцільність та необхідність розробки та впровадження профілактичних заходів (табл. 10, табл. 11).

Таблиця 10 - Споживання окремих груп продуктів за даними анкетування (кількість опитаних 200 чол.)

№ з/п	Групи продуктів	Структура споживання, %			
		4-5 та більше раз на тиждень	2 раз на тиждень	1 раз на тиждень	ніколи
1	М'ясо та м'ясопродукти	50	38	10	2
2	Риба	11	39	44	6
3	Продукти моря	6,5	25	59	9,5
4	Молоко та кисломолочні продукти	57	25	15,5	2,5
5	Твердий та м'який кисломолочний сир	30	47,5	20	2,5
6	Яйця	21	38	38,5	2,5
7	Свіжі овочі, зелень та фрукти	64,5	25	8,5	2

Таблиця 11 - Інформація щодо обізнаності респондентів та стану здоров'я, що має вирішальне значення для забезпеченості організму людини мікроелементами (кількість опитаних 200 чол.)

№ з/п	Питання анкети	Кількість респондентів	
		чол.	%
1	Вважають, що здоров'я залежить від харчування	178	89 %
4	Споживають вітамінно-мінеральні добавки	40	20%
5	Постійно споживають йодовану сіль	54	27%
6	Мають хронічні захворювання	48	24%

Наші багаторічні дослідження свідчать про те, що найкращим методом забезпечення населення стабільним йодом і низкою інших есенційних мікронутрієнтів є вживання в ендемічних регіонах морських водоростей, препаратів та харчових продуктів з ними. Ми вивчили ефективність та доцільність використання у профілактиці та лікуванні ЙДЗ морських водоростей (ламінарії, фукуси, цистозіру, трави зостери), а також продуктів їх переробки (порошки, екстракти, джеми, гелі, салати, десерти, паштети, креми, кулінарні вироби).

Проведені нами дослідження вмісту йоду в збагачених продуктах харчування, розроблених нами спільно з технологами, доводять ефективність застосування йодказеїну, цистозіри, фукусів, еламіну та ламінарії для збагачення харчових продуктів йодом (табл. 12).

Насамперед, при збагаченні харчових продуктів йодом слід звертати увагу на необхідність мати в них достатній вміст селену, оскільки доведено сумісну їх участь в багатьох біохімічних процесах, особливо функціонуванні щитоподібної залози.

Таблиця 12 – Вміст йоду в продуктах, збагачених йодвмісними сполуками

№ з/п	Зразок	Йодвмісна добавка	Вміст йоду, $M \pm m$, мг/кг
1	Хліб білий	–	0,076±0,009
2	Хліб білий	Йодказеїн	0,431±0,003
3	Яйця перепелині	–	2,105±0,310
4	Яйця перепелині	Цистозіра	3,335±0,290
5	Морожені напівфабрикати (котлети)	–	0,088±0,007
6	Морожені напівфабрикати (котлети)	Ламінарія	4,667±0,790
7	Бісквіт	–	0,083±0,010
8	Бісквіт «Здоров'я»	Еламін	2,157±0,340
9	Булочки «Здоровинка»	Йодказеїн	0,856±0,091
10	Запіканка сирна	–	0,0071±0,001
11	Запіканка сирна	Еламін	3,849±0,410
12	Соус майонезний	-	0,0071±0,001
13	Соус майонезний	Фукус	3,8253±0,411
14	Соус майонезний	Еламін	4,5900±0,554

Застосування дієтичних добавок з морських водоростей як для збагачення харчових продуктів, так і у вигляді таблетованих форм для перорального прийому призводить до повного усунення не тільки йодного дефіциту, а й дисбалансу мікроелементів, позитивно впливає на стан щитоподібної залози і може бути застосований без обмежень.

Результати досліджень стосовно вмісту селену у збагачених продуктах харчування наведено в таблиці 13.

Таблиця 13 – Вміст селену в збагачених продуктах

№ з/п	Зразок	Добавка	Вміст селену, $M \pm m$, мг/кг
1	2	3	4
1	Хліб з пшеничного борошна I гатунку	–	0,76±0,27
2	Хліб білий череневий	Йодказеїн	0,77±0,28

1	2	3	4
3	Хліб пшеничний вищого гатунку	Йодказеїн	0,75±0,27
4	Булочки «Здоровинка»	Йодказеїн	0,161±0,056
5	Яйця перепелині	-	0,06±0,02
6	Яйця перепелині	Цистозіра	0,65±0,24

Значний інтерес становить використання екстракту ламінарії в якості добавки для збагачення харчових продуктів не тільки на йод, але і на інші мікроелементи (табл.14).

Таблиця 14 – Вміст мікроелементів в екстракті ламінарії масляному (M±m, мг/кг)

Йод	Селен	Мідь	Цинк	Залізо
72,90±7,30	16,75±5,49	9,49±1,91	24,3±4,75	4,85±0,94

Як видно з таблиці, вміст мікроелементів в екстракті ламінарії досить високий, що свідчить про можливість застосування його і в якості збагачуючої добавки і безпосередньо в раціоні людини.

Актуальним нині також є розробка технологій страв, напоїв та кулінарних виробів оздоровчого призначення, які передбачають використання харчових речовин з високими функціонально-технологічними властивостями, завдяки яким можна покращити їх харчову та біологічну цінність. Такими біологічно активними компонентами може бути шрот насіння гарбуза або насіння льону, пектин-зостерин, олія з насіння вівса або насіння льону, або насіння розторопші, або плодів шипшини, клітковина розторопші плямистої або зародків пшениці з кісточками винограду. Всі зазначені речовини є джерелом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), мікроелементів та вітамінів, дефіцит яких має місце. За рахунок використання таких біологічно активних речовин створюється продукт підвищеної харчової та біологічної цінності із заданими фізико-хімічними

властивостями, високими смаковими якостями, підвищеним вмістом мікроелементів, вітамінів, ПНЖК.

Такі дані щодо біологічної та харчової цінності вищезазначених компонентів стали підґрунтям для оформлення заявки на корисну модель та одержання таких патентів: “Спосіб виробництва смузі морквяно-яблучного «Оранжевий промінь» функціонального призначення” із використанням шроту насіння гарбуза, пектин-зостерину та олії з насіння вівса; “Спосіб виробництва смузі ягідного «Оksamит» функціонального призначення” із використанням клітковини розторопші плямистої, пектин-зостерину та олії з плодів шипшини; “Спосіб виробництва плодовоовочевої запіканки «Героді» функціонального призначення” із використанням шроту насіння льону та олії з насіння розторопші та “Спосіб виробництва рулету картопляного з овочами "Фарби літа" функціонального призначення” із використанням клітковини зародків пшениці з кісточками винограду та олії з насіння льону.

Оптимізувати харчування українців можливо за рахунок широкого використання функціональних харчових продуктів в раціоні як окремих груп (діти, вагітні та ін.), так і всього населення України.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що захворюваність на новоутворення населення м. Києва вище загальноукраїнського показника на 35,2 %. Захворюваність на новоутворення за 2012 р. серед населення Волинської, Чернігівської, Рівненської, Київської областей на 10,4 % - 23,7 % нижче загальноукраїнських даних. Показники захворюваності мають незначні коливання у часі. Виявлено, що захворюваність на дифузний нетоксичний зоб серед населення Волинської області в 3,2 рази перевищує загальноукраїнський показник та в 6,6 раз вище аналогічного показника м. Києва. Захворюваність на тиреоїдити та гіпотиреоз

нижче загальноукраїнських даних (в 3,5 та 1,3 відповідно). Спостерігається підвищений рівень захворюваності на тиреоїдит серед населення Київської обл. (на 34,2 % вище загальноукраїнського показника). У м. Києві виявлено високі рівні захворюваності на тиреоїдит та гіпотиреоз (відповідно в 2,1 та 1,6 вищим від загальноукраїнських даних) та низькі – дифузного нетоксичного зобу (вдвічі нижчий від загальноукраїнського показника).

Встановлено, що в регіонах (Рівненська, Волинська обл.) з низьким забезпеченням населення йодом та незначним техногенним навантаженням переважають «початкові» форми ЙДЗ (дифузний нетоксичний зоб I та II ступенів) при відносно невисоких рівнях захворюваності на вузловий зоб, гіпотиреоз, тиреоїдит. Навпаки, в регіонах з меншою напругою йододефіциту (м. Київ, Київська обл.) та з більш значним техногенним навантаженням переважають більш тяжкі форми патології щитоподібної залози. Так, у населення Волинської обл. захворюваність на дифузний нетоксичний зоб становить 7269,1 на 100 тис. населення, вузловий зоб – 418,3 на 100 тис. населення, в той час як у мешканців м. Києва – 815,4 та 1288 на 100 тис. населення відповідно.

2. Доведено, що фактичний вміст селену в харчових продуктах загального вжитку північних областей України відрізняється від розрахункових показників, проте на його вміст не впливає територіальна приналежність продукту відповідної групи. Зокрема, масова частка селену в хлібі знаходиться на рівні $(0,76 \pm 0,27)$ – $(2,16 \pm 0,65)$ мг/кг (Волинська область) та залежить від його рецептури, а вміст зазначеного мікроелементу у хлібі «Білоруський» (м. Київ) – $(1,75 \pm 0,61)$ мг/кг. Визначення вмісту мікроелементів у продуктах харчування, вироблених в досліджуваному регіоні, дозволяє припустити наявність у населення аліментарного дефіциту йоду.

Доведено, що фактичний вміст селену, міді, цинку, йоду та заліза в харчових продуктах місцевого виробництва загального вжитку північних областей України відрізняється від розрахункових показників. Так, вміст селену в

різних пробах коров'ячого молока становить 0,013 – 0,12 мг/кг, що значно відрізняється від табличних показників (0,02 мг/кг). Вміст міді в більшості проб досліджуваних продуктів був нижчим за табличні дані. Кількість міді в курятині була меншою в 2,1 раза, в борошні – меншою на третину, в молоці – в 6 разів, в хлібі – в 1,8 та 2,6 раза, в яйці – в 1,6 раза. Вміст цинку в більшості випадків відповідав табличним даним, або був незначно нижчим. Вміст заліза та йоду в досліджених пробах харчових продуктів був суттєво нижчий, що дозволяє припустити наявність у населення аліментарного дефіциту цих елементів.

3. Спостерігається підвищене споживання населенням таких груп продуктів як хліб і хлібопродукти, яйця, картопля, що перевищує науково обґрунтовані раціональні норми (від 5,9 до 13,1 %), а кількість м'яса і м'ясопродуктів, молока і молокопродуктів, риби і рибопродуктів, плодів, ягід та винограду є недостатньою (нижче норми на 32,0 – 43,4 %). При цьому, у порівнянні з 2011 р., у 2012 р. відбулося незначне зниження споживання хліба, збільшення споживання м'яса, молока, риби та продуктів з них. Дані позитивні зрушення є досить незначні, а отримані статистичні показники свідчать про незбалансоване харчування населення, що не відповідає гігієнічним нормам.

4. Проведені нами дослідження вмісту йоду в збагачених продуктах харчування доводять ефективність застосування йодказеїну, цистозіри, фукусів, еламіну та ламінарії для збагачення харчових продуктів йодом. Застосування для збагачення харчових продуктів морських водоростей, зокрема цистозіри та ламінарії, шроту насіння гарбуза або насіння льону, пектину-зостерину, олій з насіння вівса, або насіння льону, або насіння розторопші, або плодів шипшини, клітковини розторопші плямистої або зародків пшениці з кісточками винограду дозволяє підвищити вміст інших мікроелементів, важливих для перебігу біохімічних процесів обміну йоду – селену, міді та цинку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барышева Е.С. Роль микроэлементов в функциональном и структурном гомеостазе щитовидной железы (клинико-экспериментальное исследование) / Е. С. Барышева // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2010. – № 7. – С. 15–25.
2. Взаимосвязь дисбаланса макро- и микроэлементов и здоровье населения / М.Я. Ибрагимова, Л.Я. Сабирова, Е.С. Березкина и др. // Казанский медицинский журнал. – 2011. – Том 92, № 4. – С. 606–609.
3. Вильмс Е.А. Микроэлементозы у детского населения мегаполиса: эпидемиологическая характеристика и возможности профилактики / Е. А. Вильмс, Д. В. Турчанинов, М. С. Турчанинова // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2011. – Том 90, № 1. – С. 96–101.
4. Волошин І.М. Техногенні полютанти та їхній вплив на поширення захворюваності населення Волинської області / І.М. Волошин, І.В. Мезенцева // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2007. – Вип. 34. – С. 37–44.
5. Громова О.А. Молекулярные синергисты йода: новые подходы к эффективной профилактике и терапии йод-дефицитных заболеваний у беременных / О. А. Громова, И. Ю. Торшин, Н. Г. Кошелева // Здоровье женщины. – 2011. – № 3. – С. 80–87.
6. Даценко І.І. Гігієна та екологія людини: навчальний посібник / І.І. Даценко. – Львів : Афіша, 2000. – 247 с.
7. Державна служба статистики України. Охорона здоров'я та демографія [Електронний ресурс] : – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
8. Дослідження впливу біологічно-активних елементів навколишнього середовища на розвиток дифузного зоба у дітей Чернігівської області /

- О.І. Осадців, Г.М. Василькова, В.І. Кравченко та ін. // *Ендокринологія*. – 2012. – Том 17, № 2. – С. 7–15.
9. Косенко И.М. Витаминно-минеральная коррекция у детей: доводы "за" и "против" / И. М. Косенко // *Современная педиатрия*. – 2010. – № 5. – С. 39–43.
 10. Марушко Ю. В. Значення порушень вмісту марганцю у клінічній практиці / Ю.В. Марушко, О. В. Галиневська // *Дитячий лікар*. - 2013. - № 4. - С. 35 - 39.
 11. Медико-демографічна ситуація та організація медичної допомоги населенню у 2010 році: підсумки діяльності системи охорони здоров'я та реалізація Програми економічних реформ на 2010-2014 роки "Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава". – К. : МОЗ України, 2011. – 104 с.
 12. Медико-демографічна ситуація та основні показники медичної допомоги в регіональному аспекті: підсумки діяльності у 2011 році. – К. : МОЗ України, 2012. – 192 с.
 13. Науменко Н. В. Зв'язок мікроелементозу при остеоартрозі з рівнем токсичних мікроелементів у довкіллі за місцем мешкання хворих / Н. В. Науменко // *Вестник неотложной и восстановительной медицины*. - 2013. – Том 14. - № 1. - С. 94 - 97.
 14. Оцінка функціонального стану гіпофізарно-тиреїдної системи при йододефіцитних станах у дітей, що проживають в екологічно забрудненому регіоні / Н. С. Косминіна, О. З. Гнатейко, Н. С. Лук'яненко та ін. // *Буковинський медичний вісник*. - 2013. – Том 17. - № 1. - С. 52-55.
 15. Перспективність використання композиції мікроелементів для лікування залізодефіцитних анемії / Г.С. Григор'єва, Т.С. Клеменцевак, М.А. Мохорт та ін. // *Современные проблемы токсикологии*. – 2011. – № 4. – С. 88–93.

16. Рендюк Т.Д. Минеральные вещества в составе биологически активных добавок к пище. Особенности применения в медицине / Т.Д. Рендюк, Г.А. Анохина // Фітотерапія. Часопис. – 2012. – № 3. – С. 34–39.
17. Рингач Н. О. Нерівності впливу екологічних ризиків на здоров'я в різні вікові періоди / Н. О. Рингач // Україна. Здоров'я нації. - 2013. - № 2. - С. 7-12.
18. Скальный А.В. Концепция биоэлементов и основные постулаты биоэлементологии / А.В. Скальный // Галицький лікарський вісник. – 2011. – Том 18, № 4. – С. 149–155.
19. Смоляр В. І. Про вміст мікроелементів у харчових раціонах жителів незалежної України / В. І. Смоляр, Г. І. Петрашенко, О. В. Голохова // Проблеми харчування. - 2013. - № 1. - С. 27 - 28.
20. Степанов Ю.М. Селен как микроэлемент: характеристика и значение для человека / Ю. М. Степанов, В. В. Белицкий, С. В. Косинская // Сучасна гастроентерологія. – 2012. – № 3. – С. 91–96.
21. Сумская Г.Ф. Железодефицитные состояния у беременных / Г. Ф. Сумская, С. В. Фомичева // Здоровье женщины. – 2012. – № 5. – С. 32–36.
22. Чорнобровий А.Д. Едокринологія. Довідник основних показників діяльності ендокринологічної служби України за 2011 рік / А.Д. Чорнобровий, М.Д. Тронько, М.В. Гульчій ; НАМН України. – К., 2012. – Т. 17, № 1. – 36 с.
23. Юрчук О. М. Аналіз динаміки зміни адаптаційного потенціалу здоров'я дітей, що проживають в різних екологічних умовах / О. М. Юрчук // Журнал Національної академії медичних наук України. - 2013. –Том 19. –№ 2. - С. 151-152.

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ НАНОМАТЕРІАЛІВ У КОМПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

*Сурмашева О.В., Корчак Г.І., Ніконова Н.О., Міхієнкова А.І., Олійник З.А.,
Романенко Л.І., Журба А.І., Березовчук С.М., Вулах Н.О., Шенцова М.О.*

Одним з перспективних напрямків удосконалення лікарських та дезінфікуючих засобів є дослідження у сфері нанобіотехнології, наноконструювання продуктів нового покоління із заданими властивостями. Наночастки і наноматеріали мають комплекс фізичних, хімічних властивостей та біологічну дію, які радикально відрізняються від властивостей цієї речовин у формі суцільних фаз або мікроскопічних дисперсій [1].

Досягнення науки останніх десятиліть у цій галузі дозволили отримати чисті наночастки (НЧ) багатьох металів. НЧ визначають як дисперсії часток або тверді частинки з розміром у діапазоні 10-100 нм [2]. НЧ можуть знаходитися у рідкому середовищі або в матриці. Остання може інкапсулювати НЧ або прикріплювати їх до своїх частинок.

У галузі медицини найбільш поширеним є вивчення дії НЧ срібла (НЧ Ag) завдяки загальновідомій антимікробній активності AgNO_3 . Проведені дослідження не тільки довели наявність такої дії, але й виявили значно вищу бактерицидну та бактеріостатичну активність порівняно з йонним сріблом [3]. На сьогодні виявлено токсичність НЧ срібла відносно багатьох видів мікроорганізмів [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Наночастки мають унікальні фізико-хімічні властивості. Найбільш важливою характеристикою НЧ є їх розмір та розподіл за розмірами. Досягнення в галузі нанотехнологій та методів визначення характеристик НЧ дозволили виявити також вплив форми наночасток на біологічну дію [10, 11]. Найбільш активними є НЧ малих розмірів, до 10 нм, та ребристі, неправильної форми.

Висока біологічна активність НЧ пояснюється також великою загальною площею сукупності частинок малих розмірів. У той же час автономне існування НЧ є короткотривалим, оскільки для них характерна агломерація, тобто приєднання частинки до частинки, що ускладнює їх застосування. Це об'єднання може призвести до втрати властивостей, пов'язаних з нанорозмірною природою частинок [12, 13].

Поряд з можливими негативними наслідками застосування НЧ в медицині в останні роки НЧ Ag розглядають як такі, що здійснюють протизапальну дію. Особливо при загоєнні ран, опіків і можуть бути використані для виготовлення ефективних пов'язок [14, 15, 43].

Важливим напрямком розвитку нанотехнологій є створення модифікацій наночасток з різними сполуками, які ідентифікують як композити.

До найбільш актуальних розробок композитів належать композиції металів з антибіотиками. До теперішнього часу антибіотикотерапія залишається основною стратегією у боротьбі з інфекційною захворюваністю, яка, незважаючи на розробку комплексів профілактичних заходів, залишається на високому рівні. Це зумовлено також формуванням резистентності мікроорганізмів до антибіотиків. Лабільність генетичного апарату збудників сприяє доволі швидкому росту антибіотикорезистентності, особливо серед грамнегативних бактерій.

Такі обставини вимагають пошуку нових антимікробних агентів або таких модифікацій існуючих, які б забезпечували необхідну бактерицидну дію.

Новою стратегією у боротьбі з резистентністю мікроорганізмів можна вважати застосування наночасток деяких металів у комплексі з антибіотиками. Йони та наночастки металів в таких комплексах відіграють ключову роль, оскільки беруть участь у специфічній взаємодії антибіотиків з мембранами, нуклеїновими кислотами, включаючи ДНК, РНК, білками, ліпідами, ферментами, рецепторами тощо. Успіхи досліджень у цьому напрямку сприяли створенню нанокompозитів, позначених новим терміном – «металантибіотики» [16]. Як

відомо, наночастки металів, в залежності від розміру, форми, концентрації, можуть проявляти токсичність відносно клітин макроорганізму, що й призводить до обмеження їх застосування. Проте останні дослідження показали, що поєднання металочасток з антибіотиками не тільки сприяє зниженню токсичності обох агентів по відношенню до клітин організму людини, зменшуючи потребу у великих дозах, але й підвищує бактерицидність. Сполучення антибіотиків з наночастками відновлює їх здатність вбивати бактерії, які набули резистентності до них [17 - 19].

Дослідження антибіотичної дії НЧ Ag у поєднанні з антибіотиками набули поширення з початку 2000-х років. На сьогодні маємо результати ефектів дії НЧ Ag в комбінації з такими антибіотиками як пеніцилін, амоксицилін, еритроміцин, кліндаміцин, ванкоміцин, хлорамфенікол, іміпенем, ципрофлоксацин, триметаприм [17 - 21]. При цьому найчастіше спостерігали явище синергізму. Значно менше зустрічаються нейтральна дія та антагонізм. Провести порівняльний аналіз антимікробних ефектів, отриманих різними авторами, досить важко та скоріше за все неможливо. Якщо антибіотики є стандартизованими препаратами, то висунути такі ж вимоги до НЧ неможливо. Їх антимікробна дія, як зазначено вище, залежить від розмірів, форми, наявності домішок, способу отримання та методу визначення. Тому дію композиції НЧ срібла з антибіотиками необхідно вивчати окремо для кожного виду НЧ, отриманих конкретним способом. Результати досліджень, які є в нашому розпорядженні, свідчать про зменшення мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) антибіотиків у кілька разів. Одночасно значно зменшується доза НЧ, що призводить до зниження токсичності таких препаратів [16 - 17].

Одним із відносно нових нанопродуктів є синтетично отриманий на основі кремнію ентеросорбент під різними торговими назвами. Відомо, що цей препарат має адсорбуючу дію, безпечний при пероральному застосуванні та є

перспективним матеріалом для створення нових композитів, у тому числі з наночастками металів та антибіотиками.

Бурхливий розвиток наукових досліджень з вивчення властивостей наноматеріалів та нанотехнологій залучає в цей процес все більшу кількість різновидів сполук. Серед них відома з давніх часів біла глина (*Bolus alba* – каолін, або китайська глина) справедливо розглядається як природний нанооб'єкт. Потребує наукового обґрунтування використання її для створення композитів, що дозволить суттєво розширити її застосування та має велику практичну перспективу. Використання високодисперсних фракцій глини, а також розробка методів отримання максимальної кількості нанорозмірних часток в її гранулометричному складі чітко окреслили перспективи використання білої глини у різних галузях нанотехнології як природної сполуки, хімічний склад якої та біоенергетична активність споріднені з організмом людини. Крім того, глинисті мінерали мають високу адсорбційну та іонообмінну активність, що відповідає вимогам до ентеросорбентів [22]. У сучасній медицині велика увага приділяється ентеросорбції як природному методу зв'язування та видалення з організму екзотоксинів.

Біла глина – це суміш різних мінералів. Відноситься до алюмосилікатів. Її основний компонент – каолініт (85,0 - 95,0 %), в якому співвідношення SiO_2 та Al_2O_3 найменше (біля 1:2). Крім каолініту глина, як правило, у своєму складі має монтморилоніт, кварц, слюду, а також може містити польовий шпат, іліт, ілменіт, гематит, боксит та інші компоненти в незначних кількостях. Крім кремнію та алюмінію до складу білої глини входять магній, залізо, кальцій, фосфор, цинк, літій, мідь, берилій, кобальт, молібден та деякі інші мікроелементи, необхідні живому організму.

Основна складова каоліну – каолініт – сформований із гірських порід під впливом атмосферних факторів. Має білий, сіро-білий або злегка забарвлений колір. Складається з тонких, гнучких пластинок триклинного кристалу з

діаметром 0,2-12 мкм. З урахуванням такої високої дисперсності глину відносять до природних наноматеріалів. Питома поверхня 1 г глини досягає 150 м². Кристали каоліну складаються з багатьох шарів кількох видів накладання та мають два типи зарядів: позитивний і негативний.

Глина має значний катіонний обмін, об'єм якого залежить від розміру часток, до того ж швидкість обміну дуже висока, майже миттєва [23]. Але при наявності високодисперсних фракцій ємність катіонного обміну не залежить від розміру часток, оскільки їх певна кількість представлена домішками монтморилоніту, для якого характерними є велика обмінна ємність та адсорбційна активність. Крім того, високодисперсні фракції значно підвищують загальну площу часток. Каолін активно адсорбує невеликі молекули, такі як лецитин, хінолін, паракват, дикват, а також протеїни, поліакрилонітрил, бактерії та віруси [24-30]. Адсорбовані речовини і мікроорганізми можуть бути легко видалені з більшості видів глин, оскільки адсорбція здійснюється поверхневими структурами часток глини.

Глину відносять до універсальних лікувальних засобів, які застосовували з давніх-давен при різноманітних захворюваннях зовнішніх покривів тіла людини, опорно-рухового апарату, внутрішніх органів як соматичного, так і інфекційного походження. Глину застосовують у вигляді зовнішніх аплікацій, розводних ванн та шляхом прийому всередину в якості ентеросорбенту. Глина виконує не тільки роль детоксиканта, а й постачальника кремнію та багатьох мікроелементів [31].

Більшість антибактеріальних глин проявляє деструктивну дію на широкий спектр бактерій: *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. typhimureum* та їх антибіотикостійкі варіанти. Ряд досліджень зафіксували загибель *E. coli* з широким спектром бета-лактамаз, а також *S. aureus*, стійкого до метициліну [32-34]. Виявлена чутливість антибіотикорезистентних бактерій до антимікробних глин підтверджує перспективність застосування їх у медицині, зокрема, для лікування ран. Механізм регенерації тканини за дії антибактеріальної глини

залишається досі не з'ясованим [35]. Перспективним є використання таких глин для лікування інфекцій, проти яких немає ефективних антибіотиків, наприклад, виразки Бурулі [35], а також при інфекціях, викликаних не тільки антибіотикорезистентними збудниками, а й більш широко – при багатьох інших інфекційних процесах. При цьому слід врахувати відносну дешевизну глини порівняно з антибіотиками, відсутність токсичності та можливість одночасного збагачення організму кремнієм і багатьма іншими мікроелементами.

Використання глини є перспективним для видалення вірусів з водних розчинів [36]. Про можливість більш широко використання глин для очистки води йдеться у монографії Ю.І. Тарасевича [37].

Нині білу глину розглядають також як складову наноконструктивів завдяки малим розмірам та наявності пор між контактуючими частинками каолініту. Прикладом може бути композит з наночастками срібла [38]. Адсорбція бактерицидних елементів (Ag, Cu, Co, Zn) на кристалічних поверхнях наночасток глини також підсилює її антимікробні властивості [39, 40].

Відомо, що прийом антибіотиків супроводжується формуванням все більшої резистентності представників мікробіоценозів людини. Сьогодні, крім пошуку нових антибіотичних препаратів (антибіотик + НЧ металів), активно розробляється напрямок створення пробіотичних препаратів на основі представників нормальної мікрофлори кишківника людини, яка має видову резистентність до багатьох антибіотиків та виробляє біологічні антимікробні сполуки.

Останнім часом паралельно із застосуванням багатьох препаратів-пробіотиків різних поколінь вивчаються питання іммобілізації пробіотичних культур на сорбентах [41]. У цьому плані перспективним є поєднання пробіотиків з таким препаратом білої глини як «Кремневіт», який має перевагу порівняно з фармацевтичною глиною щодо хімічного та гранулометричного складу, адсорбційної активності [42]. Але тут виникає припущення щодо можливості

формування на частинках сорбенту мікроколоній не тільки пробіотика, але й інших представників мікрофлори кишківника, ферментів та деяких сполук завдяки адсорбційній активності сорбенту, що може порушувати фізіологічну активність мікроорганізмів. Проте пошуки в напрямку застосування пробіотиків у поєднанні з білою глиною мають місце і є виправданими.

Таким чином, наведені відомості стосовно досягнень у галузі нанотехнології свідчать про актуальність та перспективність розвитку цього напрямку в медицині. Водночас отримання препаратів НЧ Ag вимагає всебічного вивчення складових композиту та їх сумісної дії. До першочергових завдань можна віднести: вивчення бактерицидної дії на антибіотикорезистентні збудники внутрішньолікарняних інфекцій, вивчення стабільності, токсичності для клітин теплокровних із залученням адекватної біологічної моделі та сучасних фізико-хімічних методів дослідження.

Метою роботи було обґрунтування методичних підходів та визначення на їх основі антимікробних, адсорбційних властивостей композицій та препаратів на основі наночасток.

Методи дослідження. Визначали бактерицидну активність композитів на основі наночасток срібла та антибіотиків та похідних складових композиційних систем, а саме: антимікробного хіміопрепарату „Офлоксацин” (група фторхінолонів), антибіотиків „Канаміцин” (група аміноглікозидів), „Азитроміцин” (група макролідів), „Цефазолін” (група цефалоспоринів) – методом розведень; концентрованого колоїдного розчину наносрібла в гліцерині „Срібний щит-1000” – методом розведень, методом дифузії в агар, суспензійним методом.

У роботі використано наступні препарати наносрібла: концентрований колоїдний розчин наносрібла в гліцерині „Срібний щит-1000”, в основі якого металеве срібло (Ag, ГОСТ 6836-2002), дисперговане за допомогою модуля

плазмового диспергування. „Срібний щит-1000” розроблено в Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАНУ.

Об’єктом дослідження був також зразок каоліну торгової марки “Кремневіт”. Зразок за якістю відповідав вимогам Державної фармакопеї України, перше видання, 2011 р. «Кремневіт» був підданий глибокій очистці шляхом застосування технічного прийому, який дозволяє виловлювати частки, що наближаються до нанорозмірів, та максимально зменшує концентрацію домішок кварцу та слюди.

Каолін (біла глина) являє собою полідисперсну систему з вираженою електростатичною взаємодією часток, за рахунок чого утворюються агломерати з поліморфною структурою. Для визначення гранулометричного складу «Кремневіту» готували суспензії на фосфатно-буферному розчині з рН 8,2 у концентраціях 1,0 %; 0,1 і 0,01 %. Зразки обробляли ультразвуком на приладі УЗДНА-А з робочою частотою генератора та випромінювача 22 кГц протягом 3 та 5 хв, інтенсивність – 7, синхронізація – 7.

Визначення розмірів частинок проводили співробітники Національного університету харчових технологій МОН України на аналізаторі Zetasizes NanoZS, використовуючи для розсіювання світла лазер He-Ne, 4 мВт, 633 нм. Крім цього, визначено фазовий склад «Кремневіту» на дифрактометрі ДРОН-3 з використанням Cr_{ka} випромінювання методом рентгенофазного аналізу.

Наступним етапом роботи було отримання тканин, імпрегнованих наночастками срібла або міді. Такі тканини були отримані співробітниками Інституту хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАНУ.

Бактерицидний матеріал з наночастками Ag або Cu отримано шляхом термічного відновлення іонів срібла або міді на поверхні бавовняних тканин. Спосіб одержання бактерицидного матеріалу з наночастками цих металів полягав у термообробці тканини металевою поверхнею, розігрітою від 205 до 225 °С до появи жовтого кольору тканини.

Дослідження антимікробної дії препаратів та матеріалів проводили з використанням наступних тест-мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (*S. aureus*); *Escherichia coli* K12 NCTC 10538 (*E. coli*); *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 (*P. aeruginosa*); *Candida albicans* ATCC 10231 (*C. albicans*); еталонний пробіотичний штам *E. faecium*; еталонний пробіотичний штам *B. bifidum*.

Мікробіологічні методи дослідження: метод серійних розбавлень, метод дифузії в агар (метод лунок), кількісний суспензійний метод згідно з EN 13727:2003, EN 13624:2003 та EN 14347:2005.

Антимікробну дію льняної тканини перевіряли методом “агарових пластин” згідно “Методы испытаний дезинфицирующих средств для оценки их безопасности и эффективности” (Москва, 1998 г.).

Адсорбційну активність зразків «Кремневіту» визначали по відношенню до *E. coli* та *S. aureus*.

Композит з НЧ Ag та каоліну отримано в Міжнародному центрі електронно-променевих технологій при Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ. Нагрівання срібла та високодисперсне випаровування проведено із застосуванням електронного променя, який генерується електронно-променевою гарматою, з послідовним фізичним осадженням парової фази на підложку з препарату білої глини „Кремневіт”.

Електронно-мікроскопічні зображення композиту кремневіту з наночастками срібла фіксували за допомогою проникаючого електронного мікроскопу (ПЕМ) JOEL JEM-100C з прискорюючою напругою 100 кВ. Програму Image J (NIH)⁴⁴ використовували для визначення розмірів кожної наночастинки на ПЕМ знімках.

Дослідження поверхні отриманих нанокompозитів з метою визначення форми, розміру та розподілення НЧ Ag за розмірами виконано на растровому електронному мікроскопі (РЕМ) Tescan Vega 3M. Отримані результати представлено у вигляді фотографій мікроструктур.

Електронно-мікроскопічні дослідження були виконані за сприяння Міжнародного центру електронно-променевої технології при Інституті електрозварювання ім. Е.О. Патона НАНУ.

Спектри поглинання розчинів реєстрували в УФ- і видимій областях за допомогою спектрофотометра Perkin-Elmer Lambda 35 у кварцевих кюветах завдовжки 1 см. Спектри дифузного відбиття зразків кремневіту з наночастками срібла реєстрували за допомогою спектрофотометру Perkin-Elmer Lambda 35 з інтегруючою сферою Labsphere RSA-PR-20 у діапазоні довжини хвиль 200 - 1000 нм. Спектри поглинання порошків були отримані з відповідних спектрів відбиття за формулою Кубелки-Мунка. Дослідження виконано в Інституті біохімії НАМНУ.

Концентрацію срібла визначали методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІСП) на приладі Optima 2 100 DV фірми Perkin Elmer (США) в Інституті медицини праці.

Визначення розмірів частинок “Кремневіту” проводили співробітники Національного університету харчових технологій МОН України на аналізаторі Zetasizes NanoZS, використовуючи для розсіювання світла лазер He-Ne, 4 мВт, 633 нм.

Вивчення властивостей композицій на основі наночастинок

За попередніми дослідженнями антимікробної активності композитів на основі наночастинок срібла було встановлено, що на результати дослідження впливають такі фактори як властивості та концентрація самого наносрібла, фізико-хімічна характеристика і рН розчинника, рівень мікробного навантаження у досліді, наявність ростових та інгібуючих факторів середовища, яке використовується, тривалість та умови експозиції та інкубації, тощо.

З метою встановлення оптимального методу, придатного для скринінгу антимікробної дії наночастинок та композицій на їх основі, проведено порівняння

мікробіологічних методів визначення бактерицидної активності колоїдного розчину наносрібла «Срібний щит-1000».

Оскільки другою складовою композитів з наносріблом є антибіотики, для визначення бактерицидної активності колоїдного розчину наносрібла «Срібний щит-1000» було застосовано метод визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків - метод серійних розведень. Він дає можливість визначити мінімальну інгібуючу та мінімальну бактерицидну концентрації випробуваного зразка щодо тест-мікроорганізмів.

Антимікробну дію розчину наносрібла «Срібний щит-1000» визначали по відношенню до тест-штамів *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*.

У ході експериментів виявлено, що антимікробна дія колоїдного розчину срібла «Срібний щит-1000» має нестійкий характер по відношенню до використаних тест-штамів: результати серії експериментів мали деякі розбіжності та виявили низьку бактерицидну активність. На нашу думку, наночастки срібла інактивувалися при зв'язуванні з хлоридами та білковими компонентами поживного середовища.

В результаті експериментальних досліджень трьох прийнятих у мікробіології методів встановлено, що для вивчення бактерицидної дії препарату «Срібний щит-1000» прийнятним є суспензійний метод, який дозволяє уникнути супутніх інгібуючих факторів і з найбільшою вірогідністю встановити наявну в препараті «Срібний щит-1000» бактерицидність.

Проведені експериментальні дослідження з визначення антимікробної активності колоїдного розчину «Срібний щит-1000» показують, що тест-мікроорганізм *E. coli* чутливий до дії нанопрепарату у розведеннях від 1 : 2 до 1 : 4. Експозиція протягом 3 годин спричиняла бактерицидну дію на тест-мікроорганізм. У розведеннях 1 : 16 та 1 : 32 за той же час відбувалося стійке зниження концентрації мікробного навантаження.

За результатами випробувань антимікробної дії колоїдного розчину срібла „Срібний щит-1000”, оптимальним методом дослідження виявився суспензійний метод. Визначення МІК та МБК протимікробних препаратів як складових композиту проводили методом серійних розведень, який застосовується для визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків.

Проведено оцінку та порівняння антимікробної дії колоїдного розчину наносрібла „Срібний щит-1000”, антимікробних препаратів різних груп (аміноглікозиди, фторхінолони, макроліди, цефалоспорини) та композитів на їх основі. Досліджували композити: наносрібло + „Стрептоміцин”, наносрібло + „Канаміцин”, наносрібло + „Левофлораксацин”, наносрібло + „Офлоксацин”, наносрібло + „Азитроміцин”, наносрібло + „Цефазолін”.

За результатами досліджень антимікробної активності складових композитів, наносрібла та антимікробних препаратів, визначали концентрації для поєднання їх у композиційній суміші.

Композити отримували шляхом об'єднання розчинів колоїдного наносрібла та антимікробного препарату у визначених концентраціях. У якості розчинника компонентів композиту використовували буферний розчин рН 7,0.

За результатами досліджень створювали композиційні суміші, до складу яких входили колоїдний розчин наносрібла «Срібний щит-1000» та антибактеріальні препарати „Стрептоміцин”, „Канаміцин”, „Офлоксацин” і „Цефазолін”. Антибіотики та колоїдний розчин срібла «Срібний щит-1000» поєднували у концентраціях на рівні МБК та нижчих.

Згідно з отриманими результатами, встановлено, що композиційна система на основі колоїдного розчину наносрібла «Срібний щит-1000» з антибіотиком «Стрептоміцин» проявляє антимікробний ефект по відношенню до тест-штамів *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* при використанні менших концентрацій вихідних агентів. Найбільш чутливими до дії композиту виявились тест-штами *S. aureus* та *P. aeruginosa*. МІК для цих мікроорганізмів реєструвалася у

композиційній суміші із вмістом антибіотика 10 мкг/мл та розведенням наносрібла у два (*P. aeruginosa*) і три рази (*S. aureus*). Також нижчою була МБК композита у порівнянні із антимікробною дією складових компонентів суміші. Так, у відношенні *S. aureus* і *P. aeruginosa* суміш із вмістом антибіотика 10 мкг/мл та розведенням наносрібла у два рази проявляла мінімальний бактерицидний ефект.

Щодо тест-штаму *E. coli*, МІК зафіксовано за вмісту в композиті антибіотика в концентрації 10 мкг/мл та розведення наносрібла у два рази; МБК – за вмісту антибіотика 25 мкг/мл та розведення наносрібла у три рази.

Різниці між антимікробною дією досліджуваного композита та його складових на тест-штам *C. albicans* не було виявлено.

За результатами досліджень антимікробної активності композиційної системи на основі колоїдного розчину наносрібла «Срібний щит-1000» з антибактеріальними препаратами «Офлоксацин» та «Канаміцин» между антимікробної дії відносно тест-штамів *S. aureus* та *E. coli* не було встановлено через надзвичайно високу активність отриманих композитів: за всіх застосованих комбінацій складових рідів мікроорганізмів не спостерігався.

За результатами випробувань розчину «Срібний щит» (розведення 1:8) у поєднанні з антибіотиком „Цефазолін”, відсутність росту тест-мікроорганізму *S. aureus* у досліді виявлено через 4 години за концентрації антибіотика 0,78 мкг/мл, яка в 4 рази була нижча МБК антибіотика за його самостійного застосування (3,125 мкг/мл) (табл. 1). В той же час, наносрібло через 4 години експозиції не проявило бактеріостатичного чи бактерицидного ефекту. Такі результати дозволяють говорити про взаємодію складових композиту, що оцінюється нами як наявність синергізму.

Більш детальний аналіз результатів, наведених у таблиці, засвідчив про необхідність продовжити дані дослідження, зокрема, з визначення ефективності за більш короткі проміжки часу (1, 2, 3 години) та збільшення розведення

наночасток срібла до 1 : 16.

Як свідчать отримані результати, активність композиційної суміші була вища, ніж ізольована дія розчину «Срібний щит-1000» у розведенні 1 : 16 та антибіотика „Цефазолін” у зазначених вище концентраціях. Бактерицидний ефект суміші спостерігався вже через 2 години за концентрації антибіотика 0,78 мкг/мл. Цей результат підтверджує наявність синергічного ефекту при сукупній дії колоїдного розчину «Срібний щит-1000» у поєднанні з антибіотиком „Цефазолін” та уточнює параметри: можливе використання більш низької концентрації наносрібла і отримання бажаного результату вже за 2 години.

Таблиця 1 - Антимікробна активність розчину «Срібний щит-1000» (розведення 1:8) у поєднанні з антибіотиком „Цефазолін” по відношенню до тест-мікроорганізму S. Aureus

Час експозиції	Дослід, ріст S. aureus, КУО/мл				Контроль „Цефазоліну”, ріст S. aureus, КУО/мл				Контроль розчину „Срібний щит-1000”, КУО/мл	Контроль культури S. aureus, КУО/мл
	„Срібний щит” 1 : 8 + „Цефазолін”, мкг/мл				концентрації антибіотика, мкг/мл					
	3,125	1,56	0,78	0,39	3,125	1,56	0,78	0,39		
5 хв	0	4	58	51	0	26	50	57	54	70
4 год	0	0	0	0	0	20	42	52	32	69
24 год	0	0	0	0	0	0	4	5	0	27

За узагальненими даними можна констатувати, що суспензійний метод придатний для проведення скринінгу антимікробної дії колоїдного розчину «Срібний щит-1000», антибіотиків та композицій на їх основі; результати контролю МБК антибіотиків суспензійним методом корелюють з результатами досліджень антибіотиків методом серійних розведень.

Узагальнюючи результати випробувань антимікробної дії композиційних систем на основі колоїдного розчину срібла „Срібний щит -1000” з антибіотиками груп «аміноглікозиди» та «цефалоспорини» відносно тест-мікроорганізмів, можна констатувати перевищення сукупної дії композитів відносно сум його складових факторів, тобто явище синергізму. В експерименті застосування розчину наносрібла у комбінації з антибіотиками дозволило знизити концентрації складових композиту при збереженні всіх його бактерицидних властивостей.

Визначення антимікробної активності тканин, імпрегнованих наночастками срібла та міді

Імпрегновані наночастками срібла та міді тканини були отримані співробітниками Інституту хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАНУ методом термічного відновлення іонів срібла або міді на поверхні бавовняних тканин.

Наявність антимікробної дії у бавовняної тканини перевіряли “методом агарових пластин” згідно з “Методами испытаний дезинфицирующих средств для оценки их безопасности и эффективности” (Москва, 1998 г.).

Базові концентрації водних розчинів для імпрегнації тканин готували з нітрату срібла (для одержання матеріалу з наночастками Ag) або водних розчинів нітрату срібла і сульфату міді (для одержання матеріалу з наночастками Ag/Cu), концентрації складали 0,1 моль/л. Контролем слугували тканини, просочені іонами срібла або міді, і зразки тканин, не просочених наночастками та іонами металів.

Як свідчать результати випробування тканин, імпрегнованих НЧ срібла та іонами срібла у концентраціях від 0,1 моль/л до 0,0001 моль/л, антимікробна активність зразків по відношенню до тест-мікроорганізмів *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* реєструвалася у діапазоні від 0,1 моль/л до 0,001 моль/л; зони затримки росту становили 1 – 3 мм. Бавовняні тканини, імпрегновані наночастками та іонами срібла у концентрації 0,0001÷ 0,1 моль/л, не проявляли бактерицидний

ефект відносно використаних тест-мікроорганізмів, що дало підставу не застосовувати їх у подальших дослідах.

Визначення антимікробної дії модифікацій імпрегнованих бавовняних тканин (з наночастками срібла і міді або комбінації срібла і міді та тканин, просочених іонами металів у концентрації 0,01 моль/л) свідчать про те, що антимікробна дія по відношенню до використаних тест-мікроорганізмів у зразків неоднакова (рисунок 1).

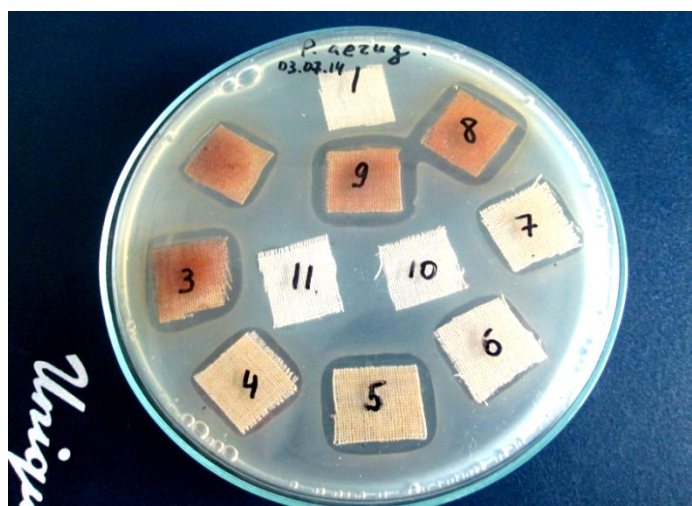


Рисунок 1 – Антимікробна активність тканин, просочених НЧ та іонами срібла відносно *P. aeruginosa*

Тканини, просочені іонами міді, антимікробною активністю по відношенню до тест-мікроорганізмів *S. aureus*, *P. aeruginosa* та *C. albicans* не володіли; зони затримки росту навколо та під зразками були відсутні.

Тканини, просочені наночастками, мали антимікробну активність до вивчених тест-мікроорганізмів. Отримані результати наведено на рисунках 2 – 5.

Найбільш чутливим до дії імпрегнованих наночастками срібла тканин виявився тест-мікроорганізм *C. albicans*. Зони затримки росту мікроорганізму складала від 5,5 мм при концентрації срібла 0,1 моль/л та зменшувались до 3,0 мм при зменшенні концентрації до 0,001 моль/л. Тест-мікроорганізми *S. aureus* та *P. aeruginosa* були більш стійкими до дії наносрібла; зони затримки росту при різних концентраціях наночасток складала від 1 до 3 мм.

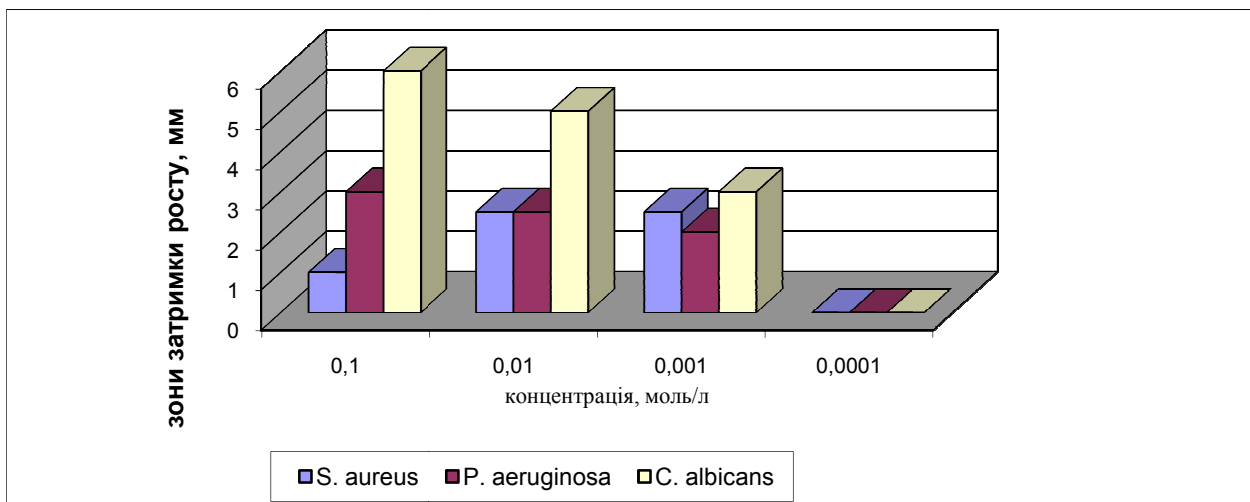


Рисунок 2 – Зони затримки росту мікроорганізмів тканинами, імпрегнованими наночастками срібла

Антимікробна активність тканин, просочених іонами срібла, відносно тест-мікроорганізмів *S. aureus*, *P. aeruginosa* та *C. albicans* була тотожна дії тканин з наночастками срібла (рис. 3).

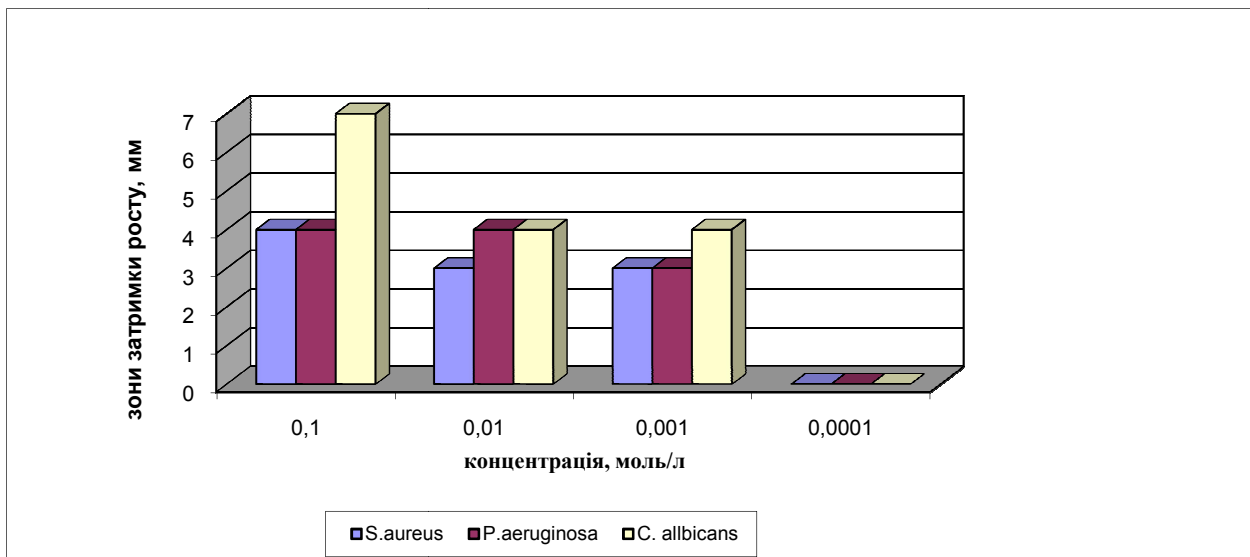


Рисунок 3 – Зони затримки росту мікроорганізмів тканинами, імпрегнованими іонами срібла

Зразки бавовняних тканин, імпрегнованих комбінацією наночастинок або іонів, а саме, НЧ срібла і міді та іонами срібла і міді, виявили більшу антимікробну активність по відношенню до тест-мікроорганізмів *S. aureus* та *P. aeruginosa*, ніж вище описані імпрегновані тканини (див. рис. 4 – 5).

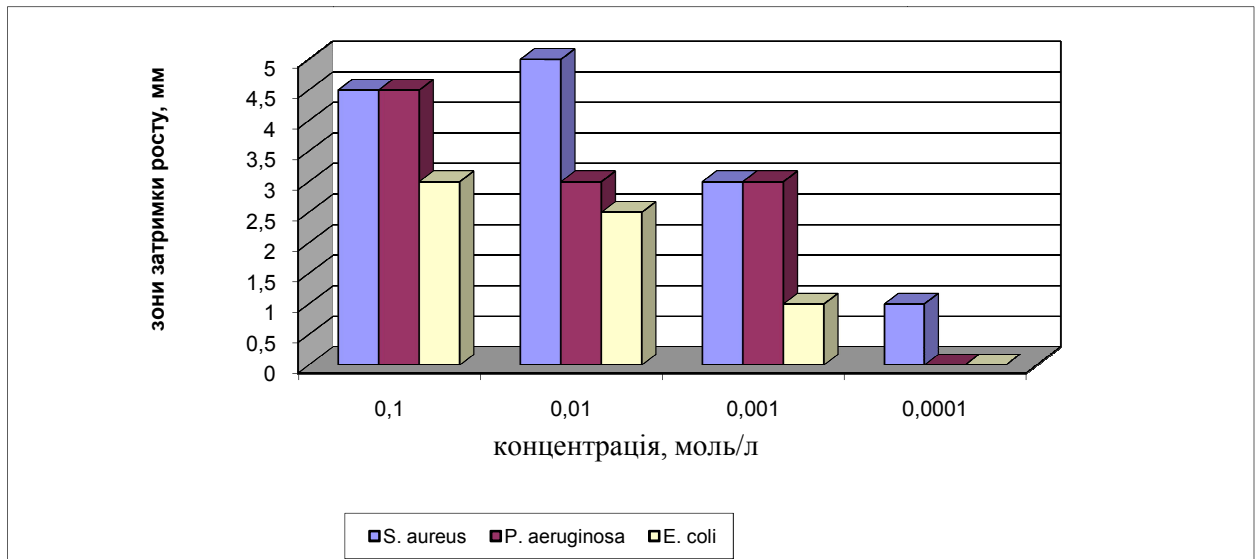


Рисунок 4 – Зони затримки росту мікроорганізмів тканинами, імпрегнованими наночастинками срібла та міді

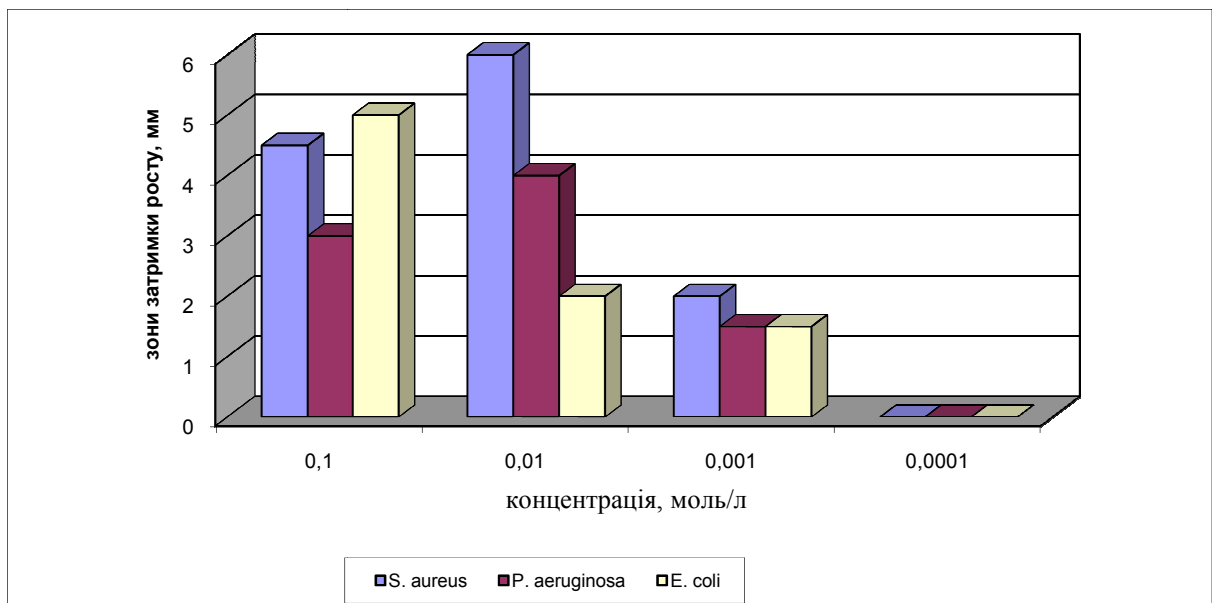


Рисунок 5 – Зони затримки росту мікроорганізмів тканинами, імпрегнованими іонами срібла та міді

Зони затримки росту при різних концентраціях наночасток складали від 6 мм для тест-мікроорганізму *S. aureus* та від 4.5 мм для тест-мікроорганізму *P. aeruginosa*. Найбільш стійким тест-мікроорганізмом була *E. coli*.

Визначення антимікробної активності імпрегнованих бавовняних тканин після 14 – 18 тижнів зберігання показало збереження бактерицидної дії зразків щодо *E. coli*, *S. aureus* та *P. aeruginosa*.

Для перевірки придатності імпрегнованих тканин до багаторазового використання зразки, просочені наночастками срібла, а також срібла та міді були випрані у пральній машині із застосуванням прального порошка „Gala” у режимі швидкого прання (30 хв) (рис. 6).

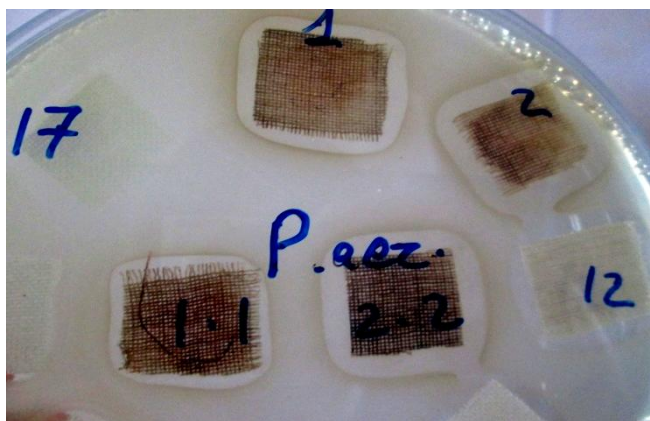


Рисунок 6 - Зони затримки росту тест-мікроорганізма *P. Aeruginosa* імпрегнованими тканинами, просоченими наночастками срібла, до та після прання

Довготривале збереження антимікробної властивості тканин з нанесеними іонами або наночастками срібла та змішаної системи Ag/Cu у концентраціях від 0,1 моль/л до 0,001 моль/л підтвердились на дослідах з тест-мікроорганізмами *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans* та *P. aeruginosa*. Зразки з часу їх одержання зберігалися протягом 14-18 тижнів за кімнатної температури на повітрі і проявляли антимікробну активність, співставну з активністю свіжоприготованих зразків, що свідчить про можливість зберігання антимікробних властивостей імпрегнованих тканин тривалий час. Отже імпрегновані наночастками тканини відповідали обов'язковій вимозі – зберігати антимікробну активність після прання.

Таким чином, перевагою імпрегнованих наночастками тканин є той факт, що тканини, які були просочені іонами срібла та іонами срібла і міді, після прання втрачали антимікробну активність.

Високі антимікробні властивості тканин з нанесеними на них іонами срібла або поєднання срібла та міді дозволяють рекомендувати їх як одноразовий матеріалу для зовнішнього використання у медицині. Матеріали з наночастками, тобто термічно відновленими іонами срібла або срібла і міді на поверхні бавовняних тканин, можуть бути матеріалом багаторазового використання, що має економічний ефект та зручність у застосуванні.

Вивчення властивостей каоліну як природного наносорбенту та композиту каоліну з наносріблом

Визначення адсорбційної активності препарату «Кремневіт» на основі каоліну. Моделлю каоліну (білої глини) слугував препарат «Кремневіт», який застосовується як біологічно активна добавка.

Каолін (біла глина) - природний нанооб'єкт, якість якого вивчено на прикладі препарату «Кремневіт», заслуговує на високу оцінку. Перш за все, необхідно відмітити можливість отримання з каоліну препаратів з достатньо високою кількістю дрібнодисперсних фракцій та покращення його фазового складу. Звичайне струшування кремневіту дозволяє отримати (мас %) 6,7 частинок розміром 100-200 нм та 30,8 частинок розміром 200-500 нм порівняно з 0 та 7,0 відповідно при струшуванні фармацевтичної білої глини. Такий склад забезпечує високу адсорбційну активність по відношенню до мікроорганізмів, сприятливу дію на слизові оболонки організму і дозволяє рекомендувати до широкого застосування у різних галузях медицини та біології не тільки як ентеросорбента, а також при пошкодженні слизових оболонок, шкіри тощо.

Висока адсорбційна активність глинистих мінералів, зокрема, препарату «Кремневіт», не тільки до мікроорганізмів, але й до багатьох хімічних сполук та

велика адсорбційна ємність дали підставу вважати доцільним та перспективним створення композита на основі «Кремневіту» та наночасток срібла.

Обґрунтуванням вибору саме «Кремневіту» слугувала його перевага перед фармацевтичною білою глиною, перш за все, завдяки незначній кількості слюди та кварцу в його складі, а також завдяки його гранулометричному складу.

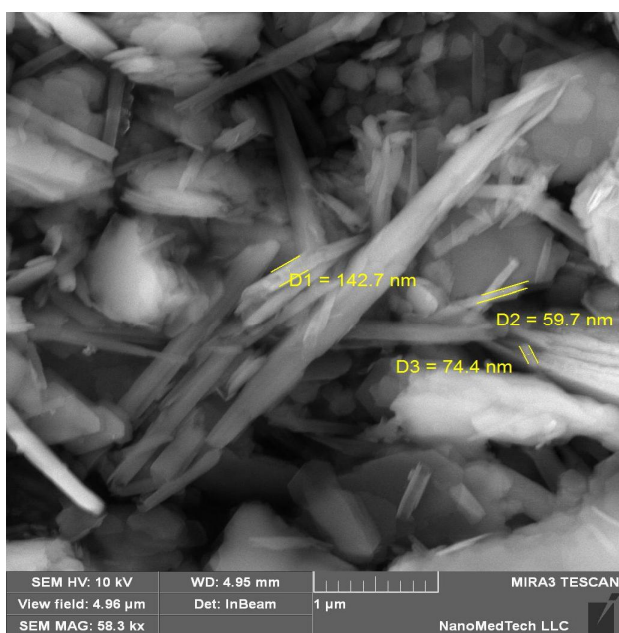
До уваги брали також відоме застосування глини як сорбента при лікуванні опіків, інших уражень шкіри та як ентеросорбента при шлунково-кишкових захворюваннях, дисбактеріозах та як постачальника в організм мікро- та макроелементів.

Крім того, «Кремневіт» як препарат білої глини не належить до бактерицидних глин, а володіє бактерицидністю опосередковано. Адсорбуючи на собі мікроорганізми на якийсь час, він блокує їх життєдіяльність та механічно виводить з організму чи з ураженої поверхні. Тому, маючи в розпорядженні такий препарат, було запропоновано Міжнародному центру електронно-променевої технології при Інституті електрозварювання ім. О.Е. Патона створити композит з НЧ срібла на основі «Кремневіту».

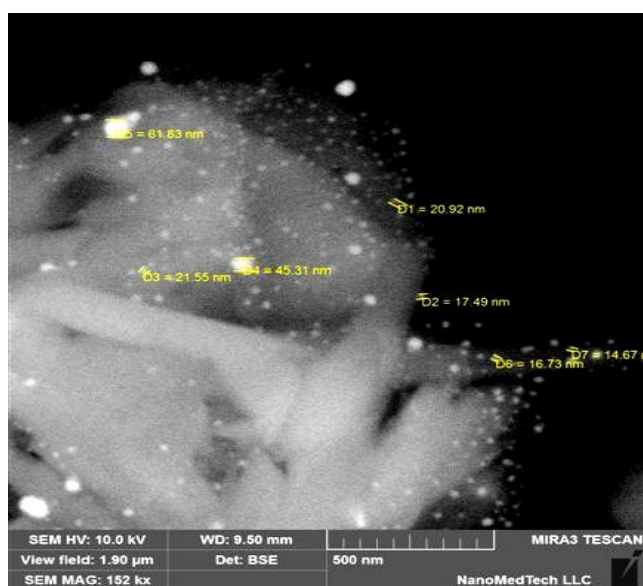
Технологія електронно-променевого випарювання у вакуумі з послідовним осадженням парової фази з успіхом застосовується при отриманні покриттів наночастками неорганічних сполук. Для цього і було запропоновано препарат білої глини «Кремневіт». Останнім часом велике практичне значення набули подібні композиції, які складаються з різнорідних слабо взаємодіючих структурних елементів.

Після отримання композиту «Кремневіт»+НЧAg» були виконані електронномікроскопічні дослідження самого препарату «Кремневіт» та композиту з використанням растрового електронного мікроскопу.

Зображення часток кремневіту представлено на рис. 7, на якому відмічено розміри наночасток.



**Рисунок 7 - Частки кремневіту, розмір часток від 60 нм до 140 нм.
Електронна мікроскопія (збільшення x 58 000)**



**Рисунок 8 - Кремневіт з наночастками Ag, розмір часток від 14 нм до 61 нм.
Електронна мікроскопія (збільшення x 152000)**

Електронномікроскопічне зображення НЧ Ag, адсорбованих на частках кремневіту, представлено на рис. 8, на якому відмічено НЧ розміром від 14 нм до 60 нм. Щодо форми НЧ, то вона сферична. Частки такої форми характеризуються

найменшою токсичною дією на клітини теплокровних. За даними літератури частки такої форми розміром вище за 10 нм не вважаються шкідливими для організму.

Середній розмір наночасток срібла залежить від часу експозиції. При використанні даної технології середній розмір наночасток срібла за 3 хвилини експозиції, як правило, дорівнює 25 нм. При збільшенні часу експозиції до 10 хвилин спостерігається ріст часток до 50-60 нм. У нашому випадку час експозиції становив 3 хвилини. Для визначення форми, розміру, розподілу НЧ Ag за розміром на частинках «Кремневіту» необхідно було дослідити композит на растровому електронному мікроскопі Tescan, що і було зроблено, проте статистичну обробку отриманих даних не було виконано та не було зроблено гістограму розподілу частинок. В подальшому планується виконання такої роботи.

Враховуючи здатність НЧ до агрегації у водних чи інших розчинах, було проведено визначення фактичних розмірів та стабільності структури у водній суспензії часток «Кремневіту» з адсорбованими на них наночасточками срібла методом лазерної кореляційної спектроскопії на спектрометрі «Zeta Sizer-3».

Досліджували 0,00002%-ний розчин суспензії, який виявляв високу бактерицидну активність, оскільки попередньо було встановлено, що завдяки малій концентрації розчину суспензії великі частинки не маскують нанорозмірні частинки. Було досліджено: зразок, щойно отриманий та ретельно перемішаний (зразок 1); зразок, який відстоювався 24 год (зразок 2); зразок, який відстоювався 22 дні (зразок 3). У зразках 2 та 3 досліджували надосадову рідину. Визначали такі параметри: розмір частинок за фракціями, кількість часток кожної фракції, об'єм, який займає кожна з фракцій.

Порівняльний аналіз трьох послідовних за часом вимірювань свідчить про поступове осадження великих за розміром часток та можливість виявлення за цей рахунок нанорозмірних часток кремневіту.

Так, зразок № 3 складається з двох фракцій: наночастки розміром 30-100 нм, їх кількість 87,7 %, та фракція часток розміром 100-1000 нм у кількості 12,3 %. Визначені фракції є носіями НЧ Ag.

Отримані результати вказують на можливість використання «Кремневіту» як стабілізатора наночастинок металів та як суспензії з великою адсорбційною та бактерицидною активністю для внутрішнього застосування.

Антимікробна активність йонів срібла майже в 250 разів менша за таку НЧ Ag. Отримані результати збігаються з даними інших дослідників [39] і вказують на доцільність та перевагу створення композита з препарату «Кремневіт» та НЧ Ag.

Отриманий результат дає можливість зробити наступний висновок: частки каоліну та НЧ Ag активно взаємодіють, що сприяє утворенню стійкої стабільної структури, яка володіє антимікробною активністю. Такі результати вважаємо перспективними для розробки різних модифікацій медичних препаратів.

Таким чином, комплекс виконаних досліджень переконливо свідчить про наявність достатньо високої антимікробної активності отриманого композита на основі «Кремневіта» та наносрібла.

Структура каолініту та наявність пор між контактуючими частинками дають підставу припустити можливість стійкої адсорбції НЧ Ag на частинках каолініту. Це підтверджує електронна мікроскопія та факт збереження бактерицидної дії суспензії протягом тривалого часу, про що свідчать результати визначення срібла в надосадовій рідині після 50 діб зберігання.

Нами було досліджено антимікробну активність наноматеріалів та композитів на їх основі, отриманих трьома способами: диспергуванням за допомогою модуля плазмового диспергування, методом електронно-променевої конденсації металевого срібла у вакуумі та термічним відновленням іонів срібла або міді на поверхні бавовняних тканин.

Наведені результати свідчать про найбільшу антимікробну активність композита з НЧ, отриманими методом випаровування і конденсації металевого срібла у вакуумі. Антимікробна активність композита «Кремневіт»+НЧ Ag» у концентрації 0,000005 % досягала 6,5 lg за експозиції 24 години. Це значно перевищує ті результати, які були отримані вище вказаними методами.

Щодо методу термічної обробки йонів срібла або міді на поверхні бавовняних тканин, в результаті якої отримано НЧ, то він стоїть окремо, є специфічним і потребує теоретичного пояснення. Проте є дуже простим та економічним і має свою галузь застосування.

Матеріали, дисперговані за допомогою модуля плазмового диспергування, не прості в дослідженні, оскільки за цією схемою НЧ Ag отримують в гліцерині. Отримати їх в іншій субстанції дослідникам поки що не вдається.

Таким чином, на наш погляд, перспектива – за методом електронно-променевої конденсації металевого срібла у вакуумі, і ми плануємо продовжувати дослідження в цьому напрямку.

Визначення життєздатності пробіотичних культур у композиції з каоліном. Створення та застосування пробіотичних препаратів залишається актуальним завданням сьогодення. Такі препарати підлягають обов'язковому лабораторному контролю. Нами з пробіотичних препаратів було ізольовано штами *Bacillus bifidum* та *Enterococcus faecium* з метою створення еталонних зразків для контрольних лабораторій. Серед багатьох вимог до цих культур важливим є збереження їх стабільності та властивостей. Одним з напрямків досягнення стабільності вважається поєднання пробіотичних культур із сорбентами, особливо з нативними матеріалами, до яких відноситься каолін.

З метою перевірки можливості використання виділених штамів у композитах попередньо було проведено їх вивчення за тестами: специфічна активність, можливість контамінації сторонньою мікрофлорою, визначення

показників рН з моменту виготовлення через 2, 6, 12 та 17 місяців при короткотривалому зберіганні на середовищах культивування під вазеліновим маслом та при довготривалому зберіганні в ліофілізованому стані при змішуванні з захисним середовищем.

Отримані результати надали можливість вивчити стабільність виділених штамів при одночасному застосуванні з каоліном. Водночас розглядали каолін як ентеросорбент, застосування якого доцільно при багатьох шлунково-кишкових захворюваннях та різних інтоксикаціях.

В якості каоліну використовували препарат «Кремневіт». У дослідах використовували 0,1% суспензію «Кремневіту» у фізіологічному розчині з рН 7,2, в яку вносили штами мікроорганізмів з розрахунку 10^6 мікробних клітин в см^3 . Суміш витримували при 35°C . Кількісну та якісну характеристику штамів досліджували щодня впродовж перших 7 днів та в подальшому до моменту їх відмирання в супернатанті та в осаді. Контролем слугувала завись мікроорганізмів у фізіологічному розчині (результати наведено на рис. 9 – 10).

Таким чином визначено, що «Кремневіт» не впливає на фізіологічну активність та властивості вивчених штамів пробіотиків. Тобто можлива комбінована терапія: одночасний прийом пробіотичних штамів та каоліну. На наш погляд, це сприятиме швидшій ліквідації патологічного процесу з урахуванням здатності каоліну адсорбувати та виводити з організму токсичні речовини, які утворюються в процесі метаболізму та при сторонній інтоксикації.

Щодо розробки комбінованого препарату, то потрібне подальше експериментальне вивчення технології його створення та умов забезпечення стабільності за тривалого зберігання.

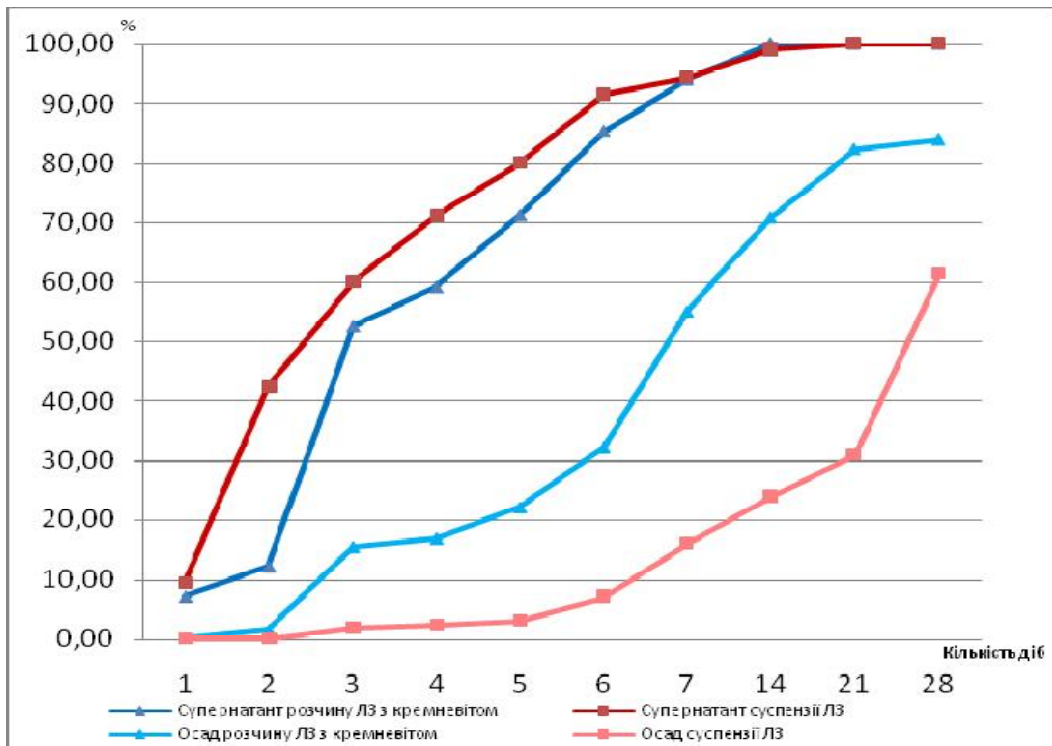


Рисунок 9 - Зміна показників активності штаму *E. faecium* та при змішуванні з наночастками адсорбенту

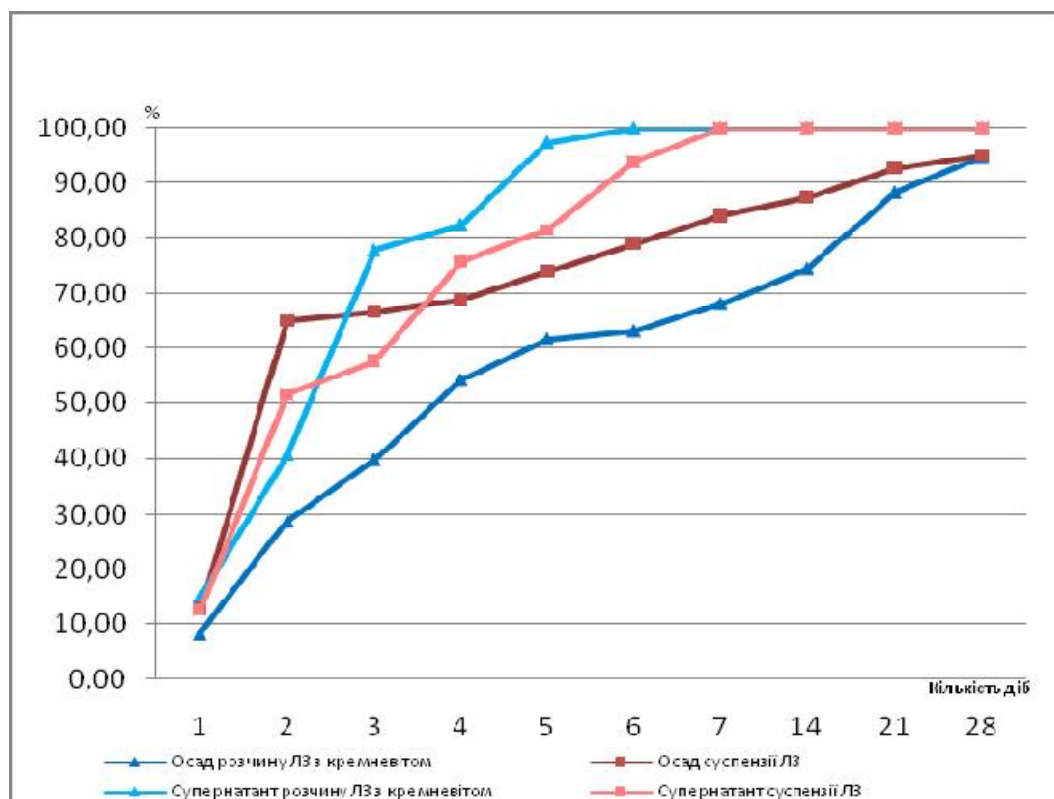


Рисунок 10 - Зміна показників активності штаму *B. vitifidum* при змішуванні з наночастками адсорбенту

ВИСНОВКИ

При порівнянні мікробіологічних методів визначення бактерицидної активності колоїдного розчину „Срібний щит-1000”, антибіотиків та композицій на їх основі найбільш чутливим та доступним виявився суспензійний метод.

Встановлено наявність ефекту синергізму в композитах при взаємодії срібла та цефазоліна. Бактерицидна концентрація цефазоліна знизилась у 4 рази й становила 0,78 мкг/мл, що дає можливість уникнути небажаних ефектів на організм людини.

Виявлено високу антимікробну активність зразків бавовняних тканин, імпрегнованих наночастками срібла, срібла та міді, отриманих економічним методом термообробки, до тест-мікроорганізмів *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* та *C. albicans*. Виявлено ефект синергізму дії срібла та міді. Довготривале зберігання та автоматичне прання тканин не знижувало бактерицидний ефект, що дозволяє рекомендувати їх для зовнішнього застосування в медицині як багаторазовий антимікробний матеріал.

Препарат з нативного каоліну «Кремневіт» має високу адсорбційну активність щодо грампозитивних та грамнегативних умовно-патогенних мікроорганізмів (0,1 % суспензія адсорбує 94-99 % мікроорганізмів), яка зберігається при наявності органічних сполук (0,3 % альбуміну) та при зміні рН від 4,0 до 9,0, що притаманно шлунково-кишковому тракту людини.

Препарат каоліну «Кремневіт» містить частки розміром 100-500 нм у мас % 79,8, відрізняється низькою кількістю домішок кварцу (мас % 1,24) та гідрослюди (мас % 0,92) у фазовому складі, що знижує можливу подразнюючу дію на слизові оболонки та надає йому перевагу перед фармацевтичною білою глиною, дозволеною до використання фармакопеею багатьох країн.

Висока адсорбційна активність препарату «Кремневіт», наявність у його складі нанорозмірних часток та незначної кількості домішок дозволяє

рекомендувати його до застосування в медицині як ентеросорбента (профілактика і лікування інфекцій, токсикозів, отруєнь, дисбактеріозів та інш.), для створення на його основі різних наноконструкцій, використання в інших галузях біології та промисловості, особливо з урахуванням факту, що одночасно він є постачальником багатьох мікроелементів.

Композит на основі препарату «Кремневіт» з наночастками Ag, отриманих за електронно-променевою технологією, має високу антимікробну активність: концентрація 0,000005 % за наночастками Ag знищувала кількість клітин E.coli на 6,5 lg за 24 год контакту, що у 250 разів вище, ніж дія іонного срібла за тих же умов.

Виявлення в надосадовій рідині суспензії композиту наночасток глини та Ag в концентрації 0,00002 % через 50 діб зберігання на рівні $(0,054 \pm 0,011)$ моль/л свідчить про активну взаємодію компонентів та наявність стабільної структури, котра не потребує додаткової стабілізації і характеризується антимікробною активністю.

Висока антимікробна дія композиту „Кремневіт” з НЧ Ag, стабільність отриманої структури, лікувальні властивості самого каоліну підтверджують необхідність подальшого вивчення властивостей композиту для створення різних лікувальних засобів для зовнішнього та внутрішнього застосування.

Доведено доцільність одночасного використання пробіотичних культур E. faecium та B. bifidum у комбінації з кремневітом як ентеросорбентом, який застосовують при шлунково-кишкових захворюваннях та різних інтоксикаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наноматериали. Регуляторные вопросы / В.И. Масычева, Е.Д. Даниленко, А.О. Белкина и др. // Ремедиум. - 2008. - № 9. - С. 12-163.

2. Fungus-mediated synthesis of silver nanoparticles and their activity against pathogenic fungi in combination with fluconazole / M. Gajbhiye, J. Kesharwani, A. Ingle et al. // *Nanomedicine*. – 2009. – Vol. 5. – P. 382 – 386.
3. Mode of antiviral action of silver nanoparticles against HiV-1 / H.H. Lara, N.V. Ayala-Nunes, L. Ixtapan-Turrent, C. Rodriguez-Padilla // *J. Nanobiotechnology*. – 2010. - № 8. - P. 1-10.
4. Synthesis and antibacterial properties of silver nanoparticles / C. Baker, A. Pradhan, L. Pakstis et al. // *J. Nanosci Nanotechnol*. - 2005. – Vol. 5. – P. 244-249.
5. Rai M. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials / M. Rai, A. Yadav, A. Gade // *Biotechnol Adv*. – 2009. - Vol. 27. – P. 76-83.
6. Yamanaka M. Bactericidal actions of a silver ion solution on *Escherichia coli*, studied by energy-filtering transmission electron microscopy and proteomic analysis / M. Yamanaka, K. Hara, J. Kudo // *Appl Environ Microbiol*. 2005. - Vol. 27. – P. 7589-7593.
7. Bactericidal effect of silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria / H. H. Lara, N.V. Ayala-Núñez, L. I.T. del Carmen, C. Rodríguez Padilla // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. – 2010. – Vol. 26. – P. 615-621.
8. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* / A.R. Shanverdi, A. Fakhmi, H.R. Shahverdi, S. Minaian // *Nanomedicine*. - 2007. - Vol. 3. – P. 168-171.
9. Sond I. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria / I. Sond, B. Salopek-Sondi // *J Colloid Interface Sci*. - 2004. - Vol. 275. – P. 177-182.

10. Novel templating synthesis of necklace-shaped mono- and bimetallic nanowires in hybrid organic-inorganic mesoporous material / A. Fukuoka, Y. Sakamoto, S. Guan et al. // *J Am Chem Soc.* - 2001. - Vol. 123. – P. 3373-3374.
11. Pal S. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticles? A study of the Gram-negative bacterium *Escherichia coli* / S. Pal, Y.K. Tak, J.M. Song // *Appl Environ Microbiol.* - 2007. - Vol. 73. – P. 1712-1720.
12. Kondow T. Structures and dynamics of molecules on liquid beam surfaces / T. Kondow, F. Mafune // *Annu Rev Phys Chem.* - 2000. - Vol. 51. – P. 731-761.
13. Studies on the biocompatibility and the interaction of silver nanoparticles with human mesenchymal stem cells (hMSCs) / C. Greulich, S. Kittler, M. Epple et al. // *Langenbecks Arch Surg.* - 2009. - Vol. 394. – P. 495-502.
14. Chaloupka K. Nanosilver as a new generation of nanoparticle in biomedical applications / K. Chaloupka, Y. Malam, A.M. Seifalian // *Trends Biotechnol.* – 2010. – Vol. 28. – P. 580-588.
15. Miura N. Cytotoxic effect and apoptosis induction by silver nanoparticles in HeLa cells / N. Miura, Y. Shinohara // *Biochem Biophys Res Commun.* – 2009. – Vol. 390. – P. 733-737.
16. Sekhon B.P. Metalloantibiotics and antibiotic mimics - an overview / B.P. Sekhon // *J Pharm Educ Res.* – 2010. – Vol. 1(1). – P. 1-20.
17. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their synergistic effect with antibiotics: a study against gram-positive bacteria / A.M. Fayas, K. Balaji, M. Girial et al. // *Nanomedicine.* – 2010. – Vol. 6(1). – P. 103-109.
18. Synergistic antibacterial effects of beta-lactam antibiotic combined with silver nanoparticles / P. Li, J. Li, C. Wu et al. // *Nanotechnology.* - 2005. – Vol. 16(9). - P. 1912-1917.

19. Coping with antibiotic resistance: combining nanoparticles with antibiotics and other antimicrobial agents / A.M. Allahverdiyev, K.V. Kon, E.S. Abamor et al. // *Expert Rev Anti Infect Ther.* – 2011. – Vol. 9(11). – P. 1035-1052.
20. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* / A.R. Shahverdi, A. Fakhimi, H.R. Shahverdi, S. Minaian // *Nanomedicine.* - 2007. – Vol. 3. – P. 168-171.
21. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their synergistic effect with antibiotics: a study against gram-positive and gram-negative bacteria / A. M. Fayaz, K. Balaji, M. Girilal et al. // *Nanomedicine.* - 2010. – Vol. 6. – P. 103-109.
22. Грим Р.Э. Минералогия и практическое использование глин / Р.Э. Грим; под ред. В.И. Петрова. - М. : Мир, 2007. - 511 с.
23. Grim R.E. Clay mineralogy. 2nd ed. / R.E. Grim. - New York : McGraw-Hill, 1968. - 596 p.
24. McLaren A.D. The adsorption and reactions of enzymes and proteins on clay minerals. IV. Kaolinite and montmorillonite / A.D. McLaren, G.H. Peterson, I. Barshad // *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* - 1958. - Vol. 22. - P. 239 - 243.
25. Mortensen J.L. Adsorption of hydrolyzed polyacrylonitrile on kaolinite / J.L. Mortensen // *Clays Clay Miner.* - 1961. - Vol. 9. - P. 530 - 545.
26. Adamis Z. Investigations of the effects of quartz, aluminium silicates and colliery dusts on peritoneal macrophages / Z. Adamis, M. Timar // *The in vitro effects of mineral dusts* / R.C. Brown, LP. Gamely, eds. – London : Academic Press, 1980. - P. 13-18.
27. The influence of temperature and time on the adsorption of paraquat, 2,4-D and prometone by clays, charcoal, and an anionexchange resin / J.B. Weber, A.D. McLaren, G.H. Peterson, I. Barshad // *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* - 1965.

- Vol. 29. - P. 678-688.
28. Steel R.F. The interaction between kaolinite and *Staphylococcus aureus* / R.F. Steel, W. Anderson // *J. Pharm. Pharmacol.* - 1972. - Vol. 24 (Suppl.). - P. 1-129.
 29. Lipson S.M. Adsorption of reovirus to clay minerals: Effect of cationexchange capacity, cation saturation, and surface area / S.M. Lipson, G. Stotzky // *Appl. Environ. Microbiol.* - 1983. - Vol. 46. - P. 673-682.
 30. Schiffenbauer M. Adsorption of coliphages T1 and T7 to clay minerals / M. Schiffenbauer, G. Storzky // *Appl. Environ. Microbiol.* - 1982. - Vol. 43. - P. 590-596.
 31. Назаревич Р.А. Глина - первое лекарство Земли / Р.А. Назаревич, А.И. Шалагин. - Ялта - Запорожье : Друкенбург, 2007. - 160 с.
 32. pH-dependent metal ion toxicity influences on the antibacterial activity of two natural mineral mixtures / T.B. Cunningham, J.L. Koehl, J.S. Summers, S.E. Haydel // *PLoS-ONE.* - 2010. - Vol. 5. - P. 9456.
 33. Haydel S.E. Broad-spectrum in vitro antibacterial activities of clay minerals against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant bacterial pathogens / S.E. Haydel, C.M. Remenih, L.B. Williams // *J. Antimicrob. Chemother.* - 2008. - Vol. 61. - P. 353-361.
 34. Williams L.B. Evaluation of the medicinal use of clay minerals as antibacterial agents / L.B. Williams, S.E. Haydel // *Intern. Geol. Rev.* - 2010. - Vol. 52 (7/8). - P. 745-770.
 35. Killer clays! Natural antibacterial clay minerals / L.B. Williams, M. Holland, D.D. Eberl et al. // *Mineral. Soc. Bull.* - 2004. - Vol. 139. - P. 3-8.
 36. Syngouna V.I. Interaction between viruses and clays in static and dynamic batch systems / V.I. Syngouna, C.V. Chrysikopoulos // *Environ. Sci. Technol.* - 2010. - Vol. 44 (12). - P. 4539-4544.

37. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Ю.И. Тарасевич - К. : Ібріс, 2001. - 301 с.
38. Heterogeneous precipitation of silver nanoparticles on kaolinite plates / B. Cabal, R. Torrecillas, F. Malpartida, J.S. Moya // Nanotechnology. - 2010. - Vol. 21(47). - P. 475-705.
39. Evaluating the oxidation state of antibacterial minerals / D.W. Metge, R.W. Harvey, D.D. Eberl et al. // Geochim. Cosmochim. Acta. - 2009. - Vol. 73. - P. A875.
40. Clark C.J. Chemisorption of Cu^{2+} and Co^{2+} on allophane and imogolite / C.J.Clark , M.B. McBride // Clays Clay Miner. - 1984. - Vol. 32. -P. 300-310.
41. Ширококов В.П. Мікробна екологія людини / В.П. Ширококов, Д.С. Янковський, Г.С. Дименит. - Київ, 2011. - 311 с.
42. Патент на корисну модель 88967 Україна. МПК А 61К31/695 (2006.01). Препарат білої глини "Кремневіт" / Марченко А. Б., Сурмашева О.В. Корчак Г.І.; заявник і патентовласник ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України". - № U201311893 ; завл. 10.04.2014 ; опубл. 10.04.2014. Бюл. №7.
43. Мовчан Б.А. Наноструктурные покрытия серебра и меди на порошках неорганических и органических веществ, осаждаемых из паровой фазы в вакууме / Б.А. Мовчан, И.С. Ковинский // Физико-химические проблемы современного материаловедения. - В 2-х т. - Т.2. – К. : Академперіодика, 2013. – С. 127-139.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ОЦІНОК В ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ГІГІЄНИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Антомонов М.Ю., Русакова Л.Т., Пашинська С.Л., Волощук О.В.

Завдяки математичним та статистичним методам стало можливо компактно та інформативно описувати та аналізувати велику кількість різнорідних даних в екологічних та медичних дослідженнях, які накопичуються в результаті спостережень та іноді надзвичайно важко систематизуються. Великі масиви зібраних статистичних даних є необхідною умовою використання системного підходу до комплексного аналізу показників для максимального об'єктивного відображення реального стану досліджуваного об'єкту.

Потік інформації, що реєструється та формується в різних рівнях медичних та санітарно-гігієнічних закладів і зберігається у різних форматах, містить помилки та спотворення, що призводять до повної або часткової втрати статистичних даних.

Важливе місце в аналізі великих масивів даних займають методи формування інтегральних показників (ІП) стану досліджуваних об'єктів або систем. Інтегральний показник є способом інформативної ієрархічної згортки безлічі початкових показників в один. Незважаючи на доволі складну послідовність формування, сам інтегральний показник дозволяє досліднику з одного боку суттєво спростити роботу з даними (швидкість розрахунку та простота інтерпретації), а з іншого – підвищити якість аналізу, оцінки, порівняння складних систем за множиною початкових показників, як кожен окремо, так і декілька в сукупності.

Методи розрахунку інтегральних показників можуть бути використані при вирішенні наступних медичних завдань: розробка спеціальних методів дослідження масових процесів та явищ в медицині та охороні здоров'я; виявлення найбільш суттєвих закономірностей і тенденцій в здоров'ї населення в цілому і в

різноманітних його групах (вікових, статевих, професійних та ін.), встановлення впливу на нього умов та способу життя; вивчення та оцінка стану і динаміки рівня розвитку діяльності охорони здоров'я.

Не менш важливу роль інтегральні показники відіграють в екологічних дослідженнях. Основне завдання екологічних досліджень полягає в накопиченні, систематизації та аналізі інформації про кількісний характер взаємин між живими організмами і середовищем їх проживання з метою отримання наступних результатів: оцінка якості досліджуваних екосистем; виявлення причин спостережуваних та ймовірних структурно-функціональних змін біотичних компонентів та адресна індикація джерел і факторів негативного зовнішнього впливу; прогноз стійкості екосистем та допустимості змін і навантажень на середовище в цілому; оцінка існуючих резервів біосфери і тенденцій в їх вичерпанні (накопиченні).

Аналіз та систематизація методичних підходів до визначення інтегральних показників в медичних та екологічних дослідженнях

Індекси. До інтегральних показників, що використовуються в медицині та екології насамперед варто віднести індекси, які агрегують різновимірні початкові показники.

В статистиці вони класифікуються: за змістом досліджуваних об'єктів (якісних та кількісних); за ступенем охоплення елементів сукупності (індивідуальні та загальні) та за методами розрахунку загальних індексів.

Індекси якісних показників вимірюють рівень явища чи іншу одиницю сукупності, тому вони є розрахунковими, вторинними показниками інтенсивності. Прикладами таких індексів можуть бути: індекс екологічної стійкості, індекс екологічної керованості і т.д. Показники таких індексів характеризують рівень явища в розрахунку на одиницю сукупності, наприклад, індекс забруднення атмосферного повітря, індекс родючості ґрунту. Якісні показники вимірюють

інтенсивність чи ефективність досліджуваного явища. Найчастіше вони є або середніми, або відносними величинами. Їх розрахунок проводиться на основі однакової та незмінної кількості показників.

Індекси кількісних показників: глікемічний, еритроцитарний індекси тощо. Всі показники цих індексів є об'ємними, оскільки вони характеризують загальний, сумарний розмір певного явища, а також виражаються в абсолютних величинах.

За ступенем охоплення елементів досліджуваного явища індекси поділяють на *індивідуальні* та *загальні*. Індивідуальні індекси характеризують зміну тільки одного елемента досліджуваної сукупності, а загальні – зміну всієї сукупності елементів складного явища. Якщо індекси характеризують тільки частину явища, то їх називають груповими. Залежно від способу вивчення загальні індекси можуть бути агрегатними або середньозваженими.

В залежності від характеру і змісту індексованих величин розрізняють індекси кількісних показників та індекси якісних показників. До індексів кількісних показників відносяться: індекс розвитку людського потенціалу, індекс фізичного розвитку, а також індекси показників, розміри яких визначаються абсолютними величинами.

Якісні показники характеризують рівень досліджуваного результативного показника і визначаються шляхом співвідношення результативного показника і певного кількісного показника (наприклад, рівень забезпечення коштами медичної сфери міста розраховується шляхом співвідношення фонду коштів та кількості лікарень і поліклінік міста).

Основні недоліки методів розрахунку індексів. Деякі індекси, виділяючи ту чи іншу особливість біотичного співтовариства в цілому, чи людського організму зокрема, не враховують іншу особливість, в результаті чого виникає природний феномен розбіжності в оцінках стану досліджуваних об'єктів за різними показниками. Для подолання труднощів у трактуванні такої ситуації ряд поважних дослідників пропонують методи обчислення ще більш узагальнених

показників, використовуючи, найчастіше, просте усереднення пронормованих значень. Новий індекс, як правило, анітрохи не кращий за його складові, за винятком того, що він не відображає фізичної суті явищ і надійно нівелює всі статистичні викиди вихідних даних, що сигналізують про можливу екологічну небезпеку.

Іншим прийомом утворення індексів є ділення одного показника на інший. При використанні таких індексів не враховується, що частка від ділення не містить ніякої інформації про абсолютні значення складових показників, і що одне і те ж значення індексу може бути отримане у відношеннях як однаково малих, так і однаково великих значень чисельника та знаменника.

Таким чином, широко расповсюджені індекси мають недоліки, що обумовлюють доцільність розробки та впровадження більш досконалих прийомів інтеграції даних.

Використання методів одновимірної та багатовимірної математичної статистики при розрахунку інтегральних показників

Одновимірні та багатовимірні методи. Для вибору об'єктивного рішення прикладних задач екології, медицини та гігієни необхідним є концептуальне розуміння відмінностей одновимірних і багатовимірних методів збору, обробки, аналізу, моделювання та зіставлення даних.

При застосуванні одновимірних методів спостережувані об'єкти характеризуються однією ознакою (критерієм), при застосуванні багатовимірних методів – кількома ознаками. Одновимірні методи використовують для ілюстрації конкретних випадків, характеристики спостережуваних об'єктів та їх ознак, підтвердження певних фактів. Багатомірні методи виявляють, моделюють і пояснюють закони поведінки цілих явищ. Мета застосування багатовимірних методів – встановлення характеру розподілу і тісноти зв'язків між багатьма не тільки очевидними, але й прихованими ознаками, що дозволяють повно і детально

вивчати і пояснювати спостережувані процеси, що в принципі неможливо зробити, оперуючи традиційними одновимірними методами.

Ще більш фундаментальною є відмінність між одновимірними та багатовимірними методами стосується теоретичних припущень і гіпотез, апроксимуючих ознак і зв'язків досліджуваних явищ. Практично всі завдання одновимірного аналізу ставляться і вирішуються з припущенням того, що в природі існує так званий гауссовський закон розподілу даних. Під цей закон підганяється або підлаштовується більшість багатовимірних статистичних даних та зв'язків. Те ж саме відбувається, коли йдеться про вирішення деякого класу специфічних багатовимірних задач, емпіричний розподіл даних в яких добре узгоджується з гауссовським розподілом. Інші типи розподілів (нелінійних, непараметричних, робастних, нейронних і т.д.) емпірична статистика дуже рідко використовує.

Предметом спостереження і вивчення багатомірних методів виступають параметричні і непараметричні (якісні, порядкові або рангові) ознаки, детерміновані і недетерміновані (стохастичні) системи, спостережувані і латентні зв'язки, методи перевірки статистичних гіпотез. До методів багатовимірного аналізу даних належать: множинна кореляція, компонентний, факторний, дискримінантний та кластерний аналіз, моделювання та ін.

Екологічні та медичні об'єкти, як правило, характеризуються досить великим числом параметрів, що утворюють багатовимірні вектори. Особливе значення в їх дослідженнях набувають завдання вивчення взаємозв'язків між компонентами цих векторів, причому ці взаємозв'язки необхідно виявляти на підставі обмеженого числа спостережень. Багатовимірні методи поступово входять в практику статистичного аналізу біомедичних даних. Зарубіжні дослідники використовують їх приблизно в 30% публікацій, тоді як у вітчизняних публікаціях їх частка мінімальна.

До типових завдань методів багатовимірного аналізу належать наступні: вивчення взаємозв'язків між параметрами та міри їх впливу на досліджуваний об'єкт; класифікація об'єктів за певною ознакою.

За змістом багатовимірний статистичний аналіз може бути умовно розбитий на три основні підрозділи: аналіз розподілів та їх основних характеристик; аналіз характеру і структури взаємозв'язків між компонентами досліджуваної ознаки; аналіз геометричної структури досліджуваної сукупності спостережень.

Достатньо ефективним при конструюванні інтегральних показників є послідовне застосування кількох статистичних процедур аналізу. Зважаючи на специфіку екологічних та медичних даних, на наш погляд недоцільно намагатися розробити інформаційну технологію формування інтегральних показників зі сталим набором методів. Інформативність, точність та достовірність інтегрального показника залежить від правильного вибору методу обробки даних на певному етапі у відповідності до загальної постановки завдання.

В зв'язку з частою необхідністю вирішення одразу кількох задач у багатовимірному статистичному аналізі утворилися розділи, які не ізольовані, а проникають один в інший. Це так звані методи багатовимірної класифікації: кластерний аналіз, метод головних компонент, факторний аналіз. Найбільш яскраво риси багатовимірного аналізу в дослідженні зв'язків відображає факторний аналіз, а в класифікації об'єктів – кластерний аналіз.

Факторний аналіз. Зменшення розмірності переліку показників за допомогою багатовимірних методів. Труднощами побудови багатовимірних моделей є так зване «прокляття» розмірності, внутрішні залежності між змінними, а також їх можлива надмірність.

«Прокляття» розмірності. Кожен додатковий вхідний фактор – це нова розмірність в просторі даних досліджуваної системи. Ця проблема стосується зокрема біологічних досліджень, оскільки біологічні системи складні і описуються великою кількістю параметрів. Це спричиняє: трудомісткість

обчислень; необхідність збереження величезної кількості даних; збільшення частки шумів. Наслідком є низька стійкість моделі – суттєві зміни оцінок коефіцієнтів моделі внаслідок невеликої варіації вихідних даних.

Внутрішні залежності між змінними. При побудові статистичної моделі, як правило, неможливо незалежно оцінити вхідні дані на «корисність», а потім відібрати найкорисніші. Іноді дві або й більше взаємопов'язані змінні можуть разом нести суттєву інформацію, яка не міститься в жодній з їх підмножин.

Надмірність змінних. Часто буває так, що одна і та ж інформація в тій чи іншій мірі повторюється в різних змінних. У таких ситуаціях замість усієї безлічі змінних для аналізу краще взяти частину корельованих змінних.

Наведені вище ситуації є типовими для задач з великим числом факторних ознак (більше 5). У реальних же задачах (особливо у медичних і екологічних дослідженнях) число факторних ознак може досягати кількох десятків, і ймовірність тісної кореляції між деякими з них дуже велика.

У цих умовах можливість отримання працездатної моделі полягає у виключенні груп ознак з найменшою дисперсією та тісною кореляцією. Для вирішення цих задач використовуються окремо або в поєднанні методи послідовного виключення та включення ознак з обов'язковою перевіркою всіх компонентів на значущість.

Досить часто в умовах взаємної корельованості факторних ознак використовується метод головних компонент – заміна корельованих компонентів некорельованими факторами.

Кластерний аналіз. В екології та медицині кластеризація має безліч застосувань в різних галузях. В медицині кластерний аналіз використовується для групування захворювань або їх симптомів, а також таксономії пацієнтів, препаратів тощо. У галузі екології кластерний аналіз широко застосовується для виділення просторово однорідних груп організмів тощо.

Метою кластерного аналізу є стиснення даних; виявлення нових закономірностей функціонування групи. Розбиття вибірки на групи схожих об'єктів дозволяє спростити подальшу обробку даних і прийняти рішення, застосовуючи до кожного кластера свій метод аналізу. Якщо вихідна вибірка надлишково велика, то можна скоротити її, залишивши по одному найбільш типовому представнику від кожного кластера. Іноді в процесі кластеризації виділяються нетипові об'єкти, які не вдається приєднати до жодного з кластерів.

Метрики кластерного аналізу як інтегральні показники. Оскільки в біологічних та гігієнічних дослідженнях чільне місце посідає визначення норми та порівняння з нею результатів досліджень і експериментів, в якості інтегральних показників стану досліджуваних об'єктів можна використовувати метрики кластерного аналізу. Відповідно, у формулах метрик одним із об'єктів класифікації буде «нормальний» об'єкт із середньостатистичними показниками. Тоді Π буде кількісною характеристикою ступеню відхилення стану досліджуваного об'єкту від «нормального». Основні метрики наведено в табл. 1.

Подібність або відмінність між об'єктами класифікації встановлюється в залежності від обраної метричної відстані між ними. Вибір метрики є головним моментом дослідження, від якого в значній мірі залежить склад і кількість сформованих класів, а також ступінь подібності об'єктів усередині класів.

У кожному конкретному випадку цей вибір повинен проводитися індивідуально в залежності від цілей дослідження, фізичної і статистичної природи спостережень, апріорних відомостей про характер імовірного розподілу.

Таблиця 1 - Метрики кластерного аналізу

N	Назва метрики	Тип ознак	Формула
1	2	3	4
Міри подібності			
1	Евклідова відстань	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^E = \sum_{i=1}^N (x_i - x_{0i})$
2	Квадрат евклідової відстані	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^E = \sum_{i=1}^N (x_i - x_{0i})^2$
3	Зважена евклідова відстань	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^E = \sum_{i=1}^N w_i (x_i - x_{0i})$
4	Міра схожості косинус	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^{\cos} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i, x_{0i})}{\sqrt{(\sum_{i=1}^N x_i^2)(\sum_{i=1}^N x_{0i}^2)}}$
5	Міра схожості Хемінга	номінальні (якісні)	$d_{x,x_{0i}}^H = \frac{n_{x,x_{0i}}}{N_{x,x_{0i}}}$, де $n_{x,x_{0i}}$ – число співпадаючих ознак об'єктів $X_i X_{0i}$
6	Міра схожості Роджерса-Танімото	номінальні шкали	$d_{x,x_{0i}}^{R-T} = n_{x,y} (N_x + N_{x_{0i}} - n_{x,x_{0i}})$, де $n_{x,x_{0i}}$ – число співпадаючих ознак об'єктів $X_i X_{0i}$; $N_x, N_{x_{0i}}$ – загальна кількість ознак об'єктів $X_i X_{0i}$ відповідно
7	Відстань Журавльова	змішані	$d_{x,x_{0i}}^J = \sum_{i=1}^N I_{x,x_{0i}}^J$, $I_{x,x_{0i}}^J = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x_i - x_{0i} < \varepsilon \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$, де ε – критерій мінімальної відстані між ознаками
8	Манхетенська метрика	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^M = \sum_{i=1}^N x_i - x_{0i} $
9	Відстань Чебишева	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^C = \max x_i - x_{0i} $
10	Ступенева відстань	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^S = \left(\sum_{i=1}^N x_i - x_{0i} ^p \right)^{\frac{1}{r}}$, $p, r = [1; 4]$

1	2	3	4
11	Відсоток незгоди	категоріальні	$d_{x,x_{0i}}^{\%} = \text{value} x_i \neq x_{0i} $
12	Метрика Мінковського	кількісні	$d_{x,y}^M = \left(\sum_{i=1}^N x_i - y_i ^r \right)^{\frac{1}{r}}$
13	Відстань Махалонобіса	кількісні	$d_{x,x_{0i}}^M = (x_i - x_{0i})^T W^{-1} (x_i - x_{0i})$ де x_i, x_0 – вектори; W – коваріаційна матриця вибірки

Існуючі в медико-екологічних дослідженнях методи побудови інтегральних показників.

Інтегральні підходи до оцінки забруднення атмосферного повітря. Рівень забруднення атмосферного повітря в основному визначають через порівняння фактичних концентрацій забруднюючих речовин з їх встановленими гігієнічними нормативами. Інтегральний підхід до оцінки забруднення атмосфери повинен враховувати відмінності у класах небезпеки розглянутих забруднюючих речовин, а також їх сукупний внесок у рівень забруднення.

Таблиця 2 - Інтегральні показники забруднення атмосферного повітря

№ п/п	Показник	Формула	Характеристика
1	2	3	4
1	Комплексний індекс забруднення атмосфери	$I A_i = \left(\frac{C_i}{ГДКСД_i} \right)^{K_i}$ $I A_K = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ГДКСД_i} \right)^{K_i}$ <p>де C_i – середня концентрація (за місяць, рік); i-ї речовини, $\text{мг}/\text{м}^3$; $ГДКСД_i$ – середньодобова гранично допустима концентрація i-ї речовини, $\text{мг}/\text{м}^3$; K_i – безрозмірна константа, яка залежить від класу небезпечності i-ї речовини і набуває значень 1,5; 1,3; 1,0; 0,85 відповідно для 1-, 2-, 3-, 4-го класу небезпеки</p>	– застосовується для порівняльної оцінки забруднення окремих районів, міст, а також виявлення речовин, які найбільше забруднюють атмосферу

1	2	3	4
2	Сумарний показник забруднення сумішшю речовин	$K_{\text{КДсс}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_{\text{КД}i} + n + K_m},$ <p>де $K_{\text{КДсс}}$ – коефіцієнт комбінованої дії складної суміші; $K_{\text{КД}}$ – коефіцієнти комбінованої дії сумісно присутніх речовин; n – кількість речовин у суміші, для яких офіційно не встановлено характер комбінованої дії; K_m – значення коефіцієнта для речовин з незалежним характером дії.</p> $K_{\text{КД}} = \sqrt{n},$	– відображає характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі забруднюючих речовин (сумація, посилення, послаблення чи незалежна дія);
3	Сумарний показник забруднення атмосферного повітря (за М.А. Пінігіним)	$\text{ГДЗ} = K_{\text{КД}} \cdot 100\%$ $\text{ПЗ} = \frac{C}{\text{ГДК}} \cdot 100\%,$ $\sum \text{ПЗ} = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{\text{ГДК}_i \cdot K_i} \cdot 100\%,$ <p>де $\sum \text{ПЗ}$ – сумарний показник забруднення, %; C_i – значення фактичної або прогнозної концентрації i-ї речовини, мг/м³; ГДК_i – гранично допустима концентрація i-ї речовини, мг/м³; K_i – коефіцієнт, що враховує клас небезпеки i-ї речовини і набуває значень 0,8; 0,9; 1,0; 1,1 відповідно для 1-, 2-, 3-, 4-го класу небезпеки.</p> $K_i = \frac{C_i}{\text{ГДК}_i \cdot N},$ $P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2},$ <p>Де P – сумарний показник забруднення атмосфери, K_i – кратність перевищення ГДК концентрацією i-ї речовини, зведеної до 3-го класу небезпеки за допомогою наступних коефіцієнтів: 1-й клас – 2,0; 2-й – 1,5; 3-й – 1,0; 4-й – 0,8</p>	– у разі присутності в повітрі одного домішку показник ГДЗ = 100 %. – характеризує інтенсивність та характер сумісної дії всієї сукупності присутніх у повітрі шкідливих домішок; – дозволяє визначити рівень забруднення атмосфери шляхом порівняння $\sum \text{ПЗ}$ і ГДЗ. Допустимим визнається рівень, що не перевищує ГДЗ. - застосовують для визначення рівня забруднення атмосфери комплексом забруднюючих речовин

Таблиця 3 - Методи визначення інтегральних показників якості води

№ п/п	Показник	Формула	Характеристика
1	2	3	4
1	Розрахунок суми відношень концентрацій речовин у питній воді до їх ГДК згідно з ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю»	$IP = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i},$ <p>де C_i – концентрація речовини у воді, $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація речовини</p>	– при надходженні у воду кількох речовин з однаковою лімітуючою властивістю шкідливості, які відносяться до 1 і 2 класів небезпеки і з урахуванням домішок у воді, вказаний ІП не повинен бути більшим за 1
2	Сумарний показник хімічного забруднення (ПХЗ ₁₀)	$ПХЗ_{10} = \sum_{i=1}^{10} \frac{C_i}{ГДК_i},$ <p>де C_i – концентрація речовини у воді, $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація речовини</p>	– при його визначенні рекомендується проводити хімічний аналіз води за максимальною кількістю забруднюючих речовин; – розраховується на основі десяти речовин, які максимально перевищують ГДК; – для хімічних речовин, за якими рівень забруднення води визначається як «відсутнє», відношення $\frac{C_i}{ГДК_i}$ умовно приймається рівним 1
3	Гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ)	$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i},$ <p>де C_i – концентрація речовини у воді, $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація речовини у відповідному водному об'єкті</p>	– розраховується за шістьма речовинами, які мають найбільші нормовані значення $\frac{C_i}{ГДК_i}$

1	2	3	4
4	Комбінаторний індекс забруднення (КІЗ)	$K = \frac{C_i}{ГДК_i}$ $H_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i},$ $B_i = KH_i$ $КІЗ = \sum_{i=1}^n B_i$ <p>де C_i – концентрація речовини у воді; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація i-ї речовини; $N_{ГДК_i}$ – число випадків перевищення ГДК по i-й речовині; N_i – загальна кількість вимірів i-ї речовини</p>	<p>– речовини, у яких $B_i \geq 1$, визначають як лімітуючі показники забруднення (ЛПЗ).</p> <p>– за величиною КІЗ встановлюється клас забрудненості води</p>

Інтегральні підходи до оцінки рівня захворюваності. Серед методик, які певним чином агрегують початкові медичні показники, можна виділити наступні: методика «перцентиль-профіль», метод суми місць, методи, що використовують вікові коефіцієнти захворюваності.

Методика Ж. В. Гудінової «перцентиль-профіль» застосовується для порівняльного аналізу показників захворюваності в сукупності певних територіальних об'єктів з визначенням положення досліджуваних об'єктів по відношенню один до одного.

Результати аналізу подаються у вигляді графіків, що значно спрощує виявлення факторів ризику на конкретній території. В процесі аналізу проводиться: визначення медіани і границь статистичної норми за даними всіх досліджуваних регіонів методом перцентилів; розрахунок відносних інтервалів статистичної норми і значень показників захворюваності для кожного регіону у відсотках до медіани, прийнятої за 100%; графічний аналіз (побудова точкового графіка з нанесенням відносних границь статистичної норми і значень показників захворюваності).

Застосування даної методики дає змогу вирішити наступні завдання: побудувати границі інтервалу статистичної норми різних неспівставних показників, тобто показників зі значними відмінностями характеристик за рівнем; оцінити варіабельність ознак у досліджуваній сукупності регіонів; показати позицію конкретного регіону по відношенню до границь статистичної норми за сукупністю ознак.

Метод суми місць призначений для розрахунку комплексного показника, який відображає положення досліджуваного об'єкта серед інших. Він полягає в ранжуванні сукупності значень за окремим показником від найкращого значення до найгіршого. При цьому найкращому присвоюється перше місце. Далі розраховується інтегральний показник за формулою (1):

$$IP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i, \quad (1)$$

де r_i – ранг i -го об'єкта.

Найкращий інтегральний показник матиме найменше значення.

Конструювання інтегральних показників

Процес розрахунку інтегрального показника зводиться до обґрунтованого відбору найбільш інформативних показників, визначення класів стану навколишнього середовища, знаходження градацій (якості, стійкості) для цих показників за обраними класами, вибору типу і правил нормування цих показників, вибору форми побудови інтегральних показників (ІП), визначення кількості рівнів згортки.

Інтегральні показники, або інтегральні індикатори (ІІ), які являють собою об'єднання багатьох вихідних змінних в одну характеристику, можуть бути інструментом критеріальної оцінки, порівняльного зіставлення об'єктів між собою, вибору найкращої альтернативи, опису динаміки зміни системи, прогнозування її стану в майбутньому. Інформативність, точність та достовірність

інтегрального показника залежить від правильного вибору методу обробки даних на певному етапі відповідно до загальної постановки завдання.

Показники, що формують вихідний масив даних, можуть бути виміряні у різних шкалах: номінальних, порядкових, метричних. Показники, виміряні в метричних шкалах, мають найрізноманітніші одиниці виміру, масштаб, точки відліку і інтервалів варіювання. Переважна більшість методик, призначених для формування інтегральних показників, передбачає нормування початкових показників з урахуванням спрямованості їх дії на досліджуваний об'єкт та їх інтеграцію в узагальнюючий показник.

Конструювання інтегральних показників виконують в чотири етапи: вибір або розрахунок «норми» показників; розрахунок безрозмірних (неіменованих) еквівалентів; нормування показників або їх еквівалентів; формування інтегрального показника.

Специфічною особливістю обробки медичних та біологічних даних є часте їх порівняння з еталоном–нормою.

Вибір норми для порівняння залежить від мети дослідження. Наприклад, мета – вивчення динаміки показника, норма – значення показника в періоді, що передує звітному; мета – територіальне порівняння показників, норма – значення показника іншої території; мета – визначення ефективності лікування або природоохоронного заходу, норма – планові показники ефективності тощо.

У відповідності до розуміння норми як деякого зразка в медицині її ототожнюють з типовим, стандартним, звичайним або середньостатистичним показником. Але дослідникам необхідно враховувати, що нормальний розвиток організму залежить від індивідуальних, статевих, вікових та конституційних особливостей. При цьому патологія одного організму може бути нормою іншого. Поряд з тим традиційне поняття норми як середнього типу останнім часом доповнилося уявленнями про варіабельність будови і функцій досліджуваних

систем. В зв'язку з цим ряд дослідників вважають норму суб'єктивним феноменом або взагалі заперечують існування об'єктивної норми.

Абсолютизація середньостатистичних норм може призвести до теоретичних помилок. З огляду на це подання норми може бути доповнене інтервалом, у межах якого кількісні коливання досліджуваних процесів здатні утримувати живу систему на рівні функціонального оптимуму. Іншими словами, нормою можна вважати оптимальну зону, в межах якої організм не переходить на патологічний рівень саморегуляції.

Слід розрізняти норму і нормативи, які встановлюються на основі домовленості, тобто носять досить умовний характер. Основою теоретичного вирішення проблеми норми служить діалектична методологія, яка розглядає систему «природа – людина – суспільство» в цілому, не відокремлюючи її компоненти. З цих позицій патологічний розвиток людини оцінюється як порушення узгодженості процесів на рівні організму і міжрівневих взаємозв'язків більш широкого плану (популяцій, біоценозів, біосфери в цілому).

Норма як статистичне середнє. У сучасній науці дана норма включає не тільки статистичне середнє, але і серію відхилень від неї у відомому діапазоні.

Норма як функціональний оптимум. Передбачає перебіг процесів у системі з найбільш можливою узгодженістю, надійністю, економічністю та ефективністю. Функціональна норма завжди індивідуальна, і її порушення визначається не величиною відхилення від статистичного середнього, а функціональними наслідками.

Норма як норматив – еталон, на який потрібно рівнятися, оцінюючи за ним індивідуальну поведінку. Наприклад, спортивні норми або норми харчування. Норми-нормативи завжди умовні і мають значення тільки в певній системі відліку.

Виділяють норми на рівні організму, популяції, біоценозу, біосфери. Останнім часом особливого значення набувають екологічна норма та екологічні

нормативи. У цьому підході до вирішення проблеми норми проявляється важлива тенденція сучасної науки до синтезу знань про людину і середовище її проживання.

Стандартизація. Для спрощення механізму порівняння змінних (незалежно від їх початкового розподілу і одиниць виміру) дуже часто використовується стандартизація. Даний вид перетворення дозволяє трансформувати вихідні значення у набір порівнянних елементів з нульовим середнім і стандартним відхиленням, рівним 1. Стандартизація здійснюється за формулою (2):

$$g_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}, \quad (2)$$

де \bar{x} – середнє значення, σ – стандартне відхилення.

Нормування у статистичній обробці даних застосовується для того, щоб усі значення вимірів потрапляли у зручні для порівняння діапазони. Зазвичай, це інтервал [0;1]. Шляхом використання різних функцій переходу можна виділити «найкращі» для біосистеми показники – близькі до «норми», або, навпаки, найбільш «патологічні». При цьому повинна бути повна ясність у тому, що таке «добре» і що таке «погано» для стану об'єкта. Якщо об'єкт біологічної природи і для найкращого його стану вибрано значення «одиниці», то для кожного певного показника стану біооб'єкту нормувальна функція повинна бути обрана таким чином, щоб близькими до одиниці були найкращі для біосистеми значення, а до нуля – найгірші. Надалі слід вважати, що найкращі для біооб'єкту значення показників виражаються одиницею, найгірші - нулем. Вибір функції переходу від вихідних даних чи їх еквівалентів до нормованих змінних визначається метою дослідження.

Найбільш простими функціями нормування (g) є лінійні або кусково-лінійні функції. Найчастіше використовується зростаюча лінійна функція нормування з усього розмаху вибірки, формули (3, 4):

$$g_I = \begin{cases} 0, & x \leq x^* \\ \frac{x - k_1 x^-}{x^+ - k_1 x^-}, & x^* < x < x^0 \\ 1, & x \geq x^0 \end{cases} \quad (3)$$

або

$$g_I = \begin{cases} 1, & x \leq x^0 \\ \frac{k_2 x^+ - x}{k_2 x^+ - x^-}, & x^0 < x < x^* \\ 0, & x \geq x^* \end{cases}, \quad (4)$$

де k_1, k_2 – коефіцієнти, які забезпечують відмінність еквівалента від нуля у випадку, коли гранично допустимі значення не належать діапазону значень показника.

Очевидно, що отримані значення змінюються між нулем і одиницею. Якщо x^- і x^+ рівні реальним мінімальному і максимальному значенням у вибірці, то максимальне значення, рівне 1, буде відповідати максимальному вихідному значенню, а мінімальне значення, рівне нулю, буде відповідати мінімальному вихідному значенню. Якщо за x^- і x^+ прийнято мінімальне і максимальне значення «із запасом», то значення еквівалентів будуть лежати строго в діапазоні між нулем і одиницею, ніколи їм не дорівнюючи.

Лінійні функції нормування досить просто записуються і розраховуються, однак більш природними, «біологічними» є нелінійні функції переходу. Вони не мають точок перелому; їх можна формувати таким чином, щоб вони не досягали граничних (аномальних) значень, а тільки прагнули до них асимптотично. Найчастіше для нелінійного нормування використовуються експоненціальні функції.

Якщо максимальна «вага» надається значенням «норми», а крайні значення однаково «погані» для оцінки стану біосистеми і чим далі від «норми» – тим

гірше, то як нормуючу можна використовувати симетричну унімодальну функцію за формулою (5):

$$g_2 = e^{-a(x-x_0)^2}, \quad (5)$$

де x_0 – норма.

Якщо значення попередньо стандартизовані, можна виконати нелінійне функціональне перетворення, наприклад, за допомогою сигмоїдної функції, формула (6):

$$g_3 = \frac{1}{1 + e^{-x}},$$

(6)

Формування інтегральних показників. При об'єднанні показників треба враховувати їх вихідний зміст і не об'єднувати формально ніяк не пов'язані між собою характеристики або ж показники, безпосередньо пов'язані між собою розрахунковими формулами.

Найбільш зручний та найчастіше вживаний спосіб інтегрування показників – адитивна лінійна згортка з урахуванням вагових коефіцієнтів.

Вагові коефіцієнти можуть бути встановлені шляхом експертної оцінки залежно від значущості показників. Такий підхід є суб'єктивним, оскільки ґрунтується на думці експертів або дослідника. Тим часом існує принципово інший, так званий «об'єктивістський» підхід, заснований на ідеології факторного аналізу [1]. До «плюсів» «об'єктивістського» підходу відноситься виключення з процесу побудови системи інтегральних показників трудомістких, неоднозначних експертних процедур, що вимагають спеціальних знань у конкретних предметних областях. Однак ці «плюси» одночасно можуть бути віднесені і до недоліків, оскільки кваліфікована експертна оцінка значущості кожного з інтегрованих показників може підвищувати практичну цінність отриманих результатів.

Процес агрегації інформації рекомендується реалізовувати наступним чином. На першому рівні визначають вагомість показників. На другому –

зважаються проміжні інтегральні індикатори і визначається II за виділеними областями. На третьому рівні зважаються інтегральні індикатори другого рівня і визначається єдиний інтегральний показник. Варто звернути увагу на те, що використання лінійної згортки передбачає компенсацію низького балу одного показника високим балом іншого. Яким би не був вибір вагових коефіцієнтів, далеко не завжди є виправданим об'єднання за допомогою простої лінійної формули, заснованої на введенні вагових коефіцієнтів. Тому алгоритм конструювання інтегрального індикатора ускладнюємо таким чином, щоб при наявності слабкої ланки, індикатор зміщувався від середньозваженого у її бік.

Для кожного об'єкту розраховуються дві певні інтегральних оцінки (індикатори). Перший визначається як середньозважена сума:

$$IO_1 = \frac{1}{n} \sum_1^n w_i g \quad (7)$$

Другий індикатор – є коренем із добутку середньозваженої суми і мінімального еквівалента:

$$IO_2 = k \sqrt{\frac{\sum_1^n w_i g}{n} \cdot w g_{min}} \quad (8)$$

де k – коефіцієнт, який коригує зміщення.

Якщо набір показників, що характеризують об'єкт, відносно однорідний, відмінність між оцінками IO_1 та IO_2 буде незначною. Якщо відмінність суттєва, то мінімальний показник і є слабкою ланкою серед характеристик об'єкту. Якщо ж хоча б один із певних показників рівний нулю, то буде рівною нулю і інтегральна оцінка IO_2 , що видно із формули. Значення інтегральних показників переводимо у номінальну шкалу із градаціями: «нормальний», «задовільний», «поганий», «дуже поганий» і «критичний» (відповідає значенню «0»). Аналогічно агрегуючи показники по групі досліджуваних об'єктів, одержуємо загальний інтегральний показник.

На рисунку 1 подано блок-схему алгоритму конструювання інтегрального показника.

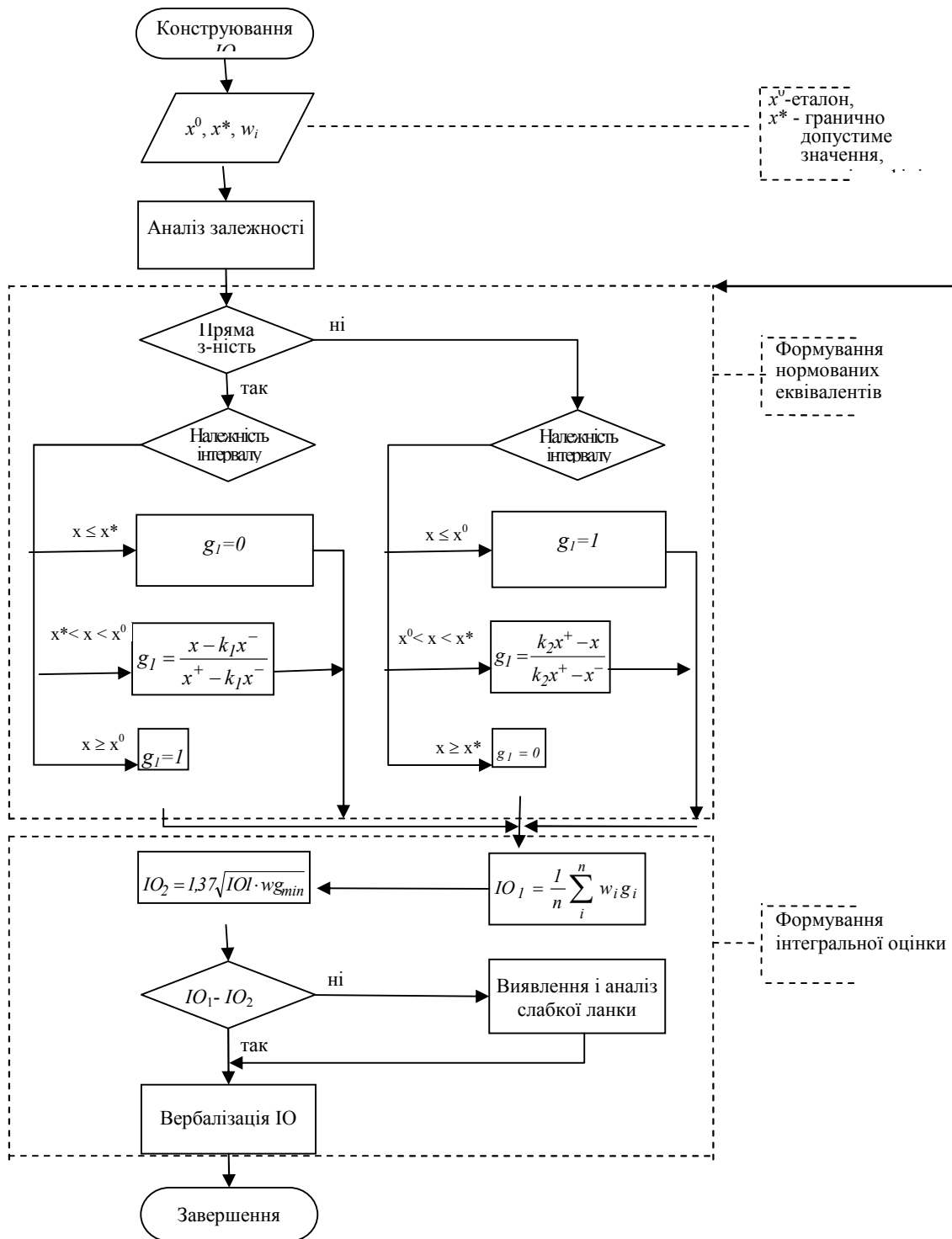


Рисунок 1 - Алгоритм конструювання інтегральної оцінки

Програмне забезпечення розрахунку інтегральної оцінки

Наявні програмні засоби. Сучасні біоінформаційні технології, що дозволяють розробляти на власній основі програмні засоби, використовуються в медичних, гігієнічних та екологічних дослідженнях для створення, структурування та обробки постійно зростаючих, практично необмежено, обсягів різномірних за своєю суттю даних. Відбувається не тільки постійне прискорення нагромадження цих багатовимірних медико-біологічних масивів інформації, які потребують відповідного збільшення темпів їх адекватної статистичної обробки для подальшого аналізу та прийняття рішень згідно з цілями користувача, але й все більш ускладнюються і уточнюються взаємозв'язки між факторами навколишнього середовища, які впливають на здоров'я людини [2, 3].

Інформаційна технологія оцінки індивідуального та популяційного здоров'я має відповідати вимогам сучасних наукових стандартів до методів синтезу та аналізу інформації; базуватися на інтегральних системоутворюючих показниках; використовувати якісні статистичні програмні продукти біоінформаційного аналізу некомерційної спрямованості.

Одним з таких досить специфічних вузько спрямованих продуктів є розроблений групою міжнародних експертів WHO Hand Hygiene Self-Assessment Framework (HNSAF), який призначений для структурованої самооцінки та ситуативного аналізу у гігієні установами охорони здоров'я. Він ґрунтується на п'яти компонентах мультимодальної стратегії WHO (інструменти для зміни системи, інструменти для підготовки/навчання, інструменти для оцінки і зворотного зв'язку, інструменти для використання в якості пам'яток на робочому місці, інструменти для забезпечення безпечних умов на інституційному рівні) та дозволяє за результатами оцінювання 27 показників за бальною шкалою

визначити рівень (БЕЗПЕКИ/НЕБЕЗПЕКИ) об'єкту за класифікацією «недостатній, початковий, середній, високий».

У Голландії на основі Nijmegen Integral Assessment Framework (NIAF) був розроблений Nijmegen Clinical Screening Instrument для детальної оцінки рівня пульмонологічних захворювань (COPD).

Програма Test Organiser за результатами обробки клінічних спостережень та опитувальних анкет визначає градацію по кожному з компонентів за класифікацією «нормальне функціонування – незначні проблеми – клінічно значущі проблеми».

До скринінгових апаратно-програмних комплексів (АПК) з інтегрального оцінювання психофізичних складових здоров'я, що розроблені в Росії та Україні, відносяться зокрема: «Витоки здоров'я» (його прототипом був АПК «Интегральный показатель здоровья») для багаторівневої оцінки функціональних резервів організму за трьома складовими – фізичними, психічними та адаптаційними резервами.

Оригінальний нелінійний алгоритм для обчислення інтегральної оцінки допомагає виявити так звану «слабку ланку» вже в значенні інтегральної оцінки, проте його комерційна спрямованість ускладнює його впровадження в державну сферу охорони здоров'я.

Програмний засіб про стан здоров'я учнів «1С: Кабінет здоров'я освітнього закладу» (розробник – Медичний інформаційно-аналітичний центр РАМН) проводить моніторинг здоров'я вихованців та учнів в освітніх установах за параметрами – антропометрія, серцевий ритм, периферичний кровообіг, регуляція артеріального тиску, система дихання, психомоторна функція, обмін речовин, зір, постава – та класифікує їх за шкалою «добре – норма – погано». Перевагою даного ПЗ є досить невелика ймовірність появи помилок в результатах оцінки стану дітей завдяки автоматизації процесу, зокрема багатопараметричного аналізу

популяції. Проте комерційна спрямованість продукту суттєво обмежує його використання в масовій скринінговій практиці.

Програма «Антропометрія» для експрес-оцінки антропометричних даних та фізичного стану також проводить оцінку рівня фізичного розвитку дітей та підлітків з урахуванням віку і статі, антропометричних особливостей, функціональних резервів нервово-м'язового апарату і системи зовнішнього дихання за такими показниками, як вік, вага, зріст, зріст сидячи, довжина ноги, довжина руки, обхват зап'ястя, обхват грудей, життєва ємність легень, об'єм форсованого видиху за одну секунду, форсована життєва ємність легень, динамометрія, кількість зубів, вторинні статеві ознаки залежно від віку. Проте специфічність вибору оцінюваних параметрів, вузька орієнтованість на відносно здорових пацієнтів не передбачає можливості його широкого впровадження в клінічну практику.

Система «Омега-С» («Омега-Спорт») орієнтована на проведення експрес-контролю фізичного стану спортсменів у тренувальному процесі та в період підготовки до змагань, визначає рівень адаптації спортсмена до фізичних навантажень, його поточний психоемоційний стан, інтегральний показник «індекс спортивної форми». До недоліків системи відноситься велика кількість вихідної інформації, сформованої на основі тільки одного електрокардіографічного обстеження, з подальшим аналізом ЕКГ і аналізом ритму серця методом варіаційної кардіоінтервалометрії [4].

Програмний комплекс (ПК) «Еколог: Питна вода» на базі геоінформаційних систем (ArcInfo, MapInfo, AutoCAD) [5] орієнтований на розрахунок інтегральної оцінки питної води централізованих систем водопостачання за показниками хімічної нешкідливості, розрахунок ризиків у розрізі «простір-час-показник», вартісну оцінку в шкалах «витрати – ефективність», «збиток – рентабельність» і використовується для оцінки ефективності варіантів природоохоронних та профілактичних заходів покращення показників питної води.

Програмна система обробки інформації «середовище – здоров'я» EHIPS – Environmental Health Information Processing System призначена для розрахунку ризиків для здоров'я населення в розгортці за часом, територією, експозиційними групами тощо за розрахованими даними або даними вимірювання, розрахунок інтегрованих індексів небезпеки для факторів з різним типом шкідливої дії, наприклад, канцерогенів і неканцерогенів, інтерпретація оцінок ризику.

Таким чином, наявні програмні засоби мають надто вузьку спеціалізацію, складні в застосуванні, використовують обмежений арсенал методів статистичної обробки даних, комерційну спрямованість. Тобто, нині жоден з вищенаведених продуктів не відповідає всім вимогам, які висуваються до програмного забезпечення, необхідного для проведення якісного та адекватного медико-біологічного та санітарно-гігієнічного моніторингу.

Все це зумовлює необхідність розробки відповідного безкоштовного (НЕКОМЕРЦІЙНОГО) програмного засобу, який дозволить обробляти значні масиви даних в найкоротші терміни, здійснювати інтегральне оцінювання і не вимагатиме додаткових витрат на його придбання та подальший супровід.

Програмна реалізація «Експрес-аналіз». На виконання такого завдання розроблено модульну програмну реалізацію для оперативної обробки і оцінки масиву даних системи «середовище – здоров'я» на основі додатків пакету Microsoft Office MS Excel, які забезпечують можливість здійснення статистичних розрахунків як самостійно, так і в інтеграції з іншими статистичними програмами, зокрема з пакетом STATISTICA. Гнучкість його інтерфейсу, наявність формул і надбудов, можливість створення макросів дозволяють здійснювати експрес-аналіз статистичних даних. При необхідності таблиці Excel легко експортуються у програмний пакет STATISTICA для подальшої більш складної статистичної обробки великих масивів.

Запропонована програмна реалізація «Експрес-аналіз», яка виконана засобами VBA в середовищі Excel, є об'єднанням окремих модулів, призначених

для оперативної попередньої обробки таблиць первинних даних з подальшим конструюванням інтегральної оцінки. Інтерфейс даної розробки зручний у використанні, зрозумілий для користувачів і не потребує додаткового навчання, що підтверджується наступними скриншотами, які представлено на малюнках.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	ПУСК																		
	Райони	Присмак	Кольоровість	Мутність	Осадок	Прозорість	РН	Залишковий хлор	Вільний хлор	Залишковий озон	Окисність	Аміак	Нітрилі	Нітрати	Загальна жорсткість	Сухий залишок	Хлориди	Сульфати	Зализо
1	Березнівський	1,00	24,30	0,73	0,00		7,70				2,20	0,09	0,003	0,10	3,90	284,00	22,30	13,60	0,70
3	Володимирецький	1,06	32,36	1,86		29,40	6,95				4,48	0,04	0,048	96,15	3,84		40,19		
4	Гоцманський		13,00				6,50				2,80	0,12	0,080	15,70	6,90		42,00		
5	Демидівський						6,98				2,55	0,05	0,003	15,20	7,00		22,10		
6	Дубенський	0,00	6,00	0,20	0,00	30,00	6,60				1,24	0,05	0,003	7,60	6,20		42,00		0,10
7	Дубровецький	1,00	22,00	1,46		27,50	6,70					0,13	0,140	8,90	4,20		64,10	23,60	0,14
8	Зарічненський	1,00	10,00	0,35	0,00	12,50	7,00				0,07	0,11	0,033	0,11	4,05		13,00	19,50	0,36
9	Здолбунівський	0,00	10,00	1,02	0,00	30,00	6,91	0,30			2,72	0,12	0,020	19,70	8,20		22,00		0,10
10	Корецький	0,00	10,00	0,32		37,80	7,00				3,60	0,09	0,003	34,00			70,00		0,11
11	Костопільський	0,00	15,00		0,00	30,00	7,10				3,70	0,30	0,030	36,50	5,50		54,70		0,06
12	Млинівський						7,36				2,47	0,06	0,003	17,80	6,90		26,80		
13	Острозький	1,00	5,00	0,35	0,00	30,00	6,90				3,20	0,10	0,020	8,90	6,80		61,80		0,20
14	Радивилівський		11,00				7,71				2,10	0,06		24,40			20,00		
15	Рівненський		5,90	0,95		30,00					1,60	0,05	0,003	55,00			32,00		0,10
16	Рокитнівський	0,00	12,50	0,62	0,00		7,00					0,59	0,029	9,90	4,90		62,00		
17	Сарненський		11,70									0,74	0,013	27,46			36,26		
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			

Рисунок 2 - Стартовий лист з керуючою кнопкою

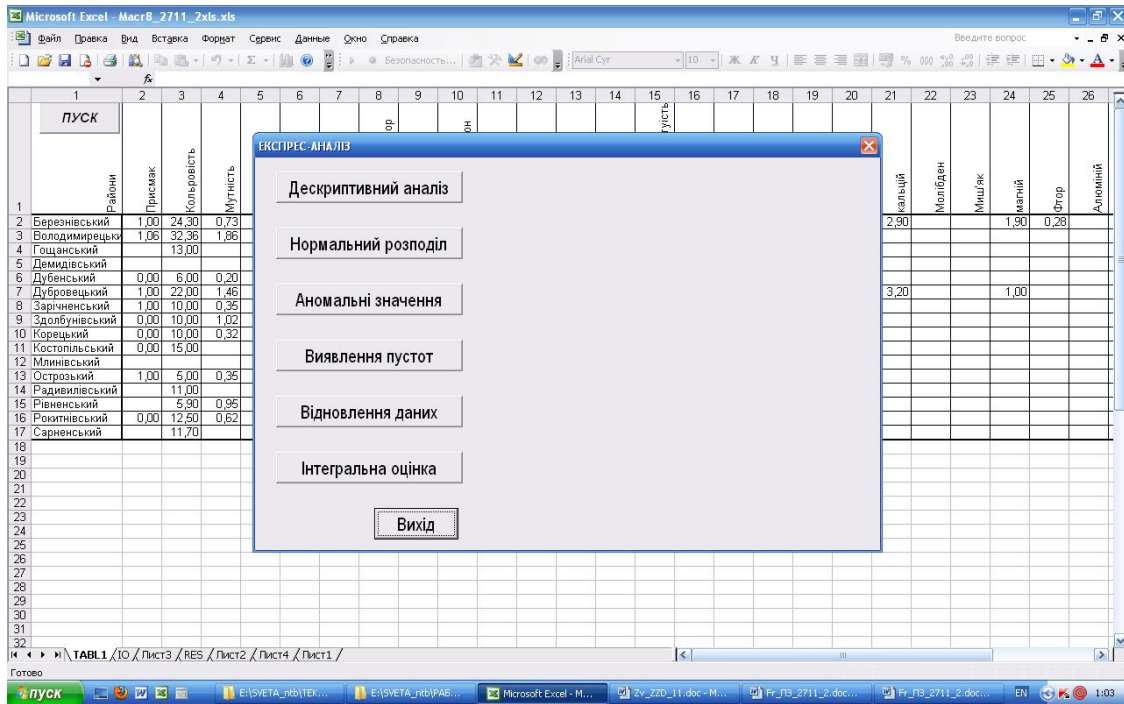


Рисунок 3 - Форма для виконання експрес-аналізу

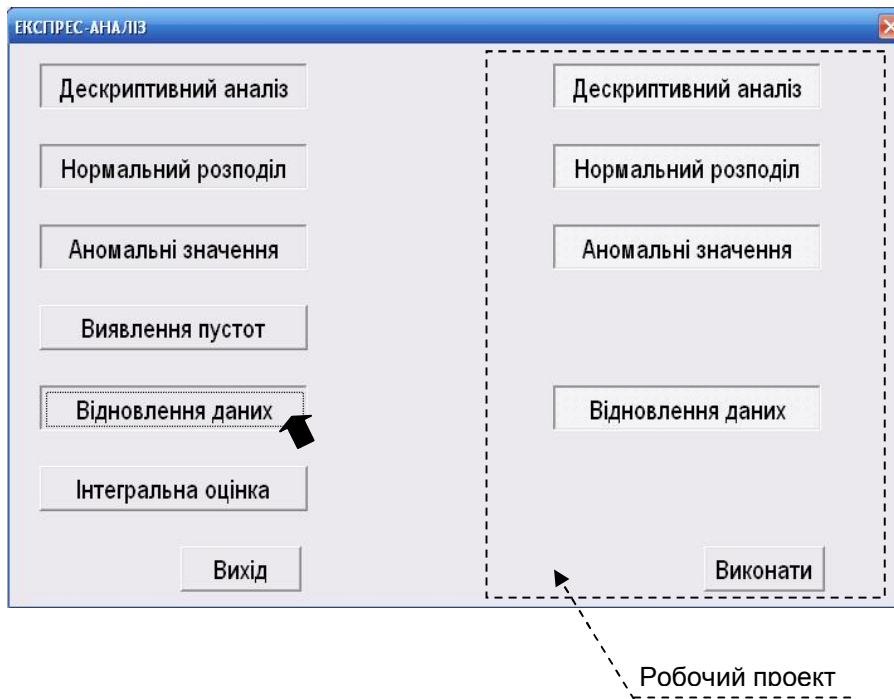


Рисунок 4 - Формування робочого проекту

Алгоритм «Експрес-аналізу» базується на поетапній обробці вихідного масиву даних про стан системи «довкілля-здоров'я» з подальшим конструюванням їх інтегральних оцінок.

На першому етапі проводиться аналіз масиву даних з використанням дескриптивного аналізу. За стандартним відхиленням та коефіцієнтом варіації оцінюється міра розсіювання даних. Коефіцієнт варіації можна розглядати як характеристику однорідності сукупності. Якщо значення коефіцієнта перевищує 33,3%, варіація ознаки вважається сильною. Коефіцієнт ексцесу поряд з коефіцієнтом асиметрії часто використовується для грубої попередньої перевірки на нормальність. Коефіцієнт асиметрії вказує на значне відхилення від нормального розподілу сукупності у випадку перевищення по модулю 0,25. Як вибірковий показник, коефіцієнти асиметрії і ексцесу є випадковими величинами, тобто для їх статистичного опису необхідно використання показників варіабельності. Достовірність зазначених коефіцієнтів визначається за допомогою критерію Стюдента (t). Слід зауважити, що удавана «ненормальність» може бути наслідком сутотехнічних похибок, зокрема, використання некоректної одиниці виміру або неправильне розбиття на групи [6].

Мульти-modalність вибірки свідчить про її неоднорідність. Зручним графічним засобом для аналізу вибірки є гістограми, які дозволяють більш наочно показати структуру розподілу даних. Достовірність коефіцієнтів асиметрії (A_s) і ексцесу (E_x) визначається за допомогою критерію Стюдента (t):

На другому етапі відбувається упорядкування масиву. На етапі детектування спотворень масиву даних визначається варіабельність даних та ступінь заповненості таблиці.

Для виявлення аномальних значень (викидів) зручним і досить потужним є параметричний критерій, що базується на обчисленні нормованого відхилення. Наявність викидів у наборі даних може бути пов'язане із систематичною помилкою та помилками введення, збору даних тощо. Як правило, такі значення

вибраковуюють. Проте в окремих випадках аномальні значення можуть нести позитивну інформацію, і їх не слід автоматично відкидати. Такі сигнали слід зафіксувати та проаналізувати. Корисно провести аналіз даних з викидами і без них та порівняти результати. Після вилучення викидів, розрахунки необхідно повторити за даними скороченої вибірки. Кількість ітерацій залежить від кількості викидів. Слід зауважити, що при відносно малому наборі показників, виключення даних, які вважаються викидами, може помітно вплинути на результати аналізу.

Масив може містити пропущені значення. Поодинокі пропуски не впливають значно на обробку даних. У деяких випадках їх можна зовсім проігнорувати. Якщо ж комірki з відсутніми даними створюють суцільну область, яка до того ж становить значну частину від загального обсягу масиву (або його фрагменту), результати обробки даних можуть зазнати суттєвих спотворень. Такі дефектні зони доводиться вибраковувати. Якщо ж щільність таких зон невисока, дефекти у масиві можна скоригувати методами апроксимацій. Найпростіший, але не найточніший метод - заповнювати пропуски середніми значеннями величин, що є в даному стовпці. Більш складні машинні алгоритми базуються на методі найменших квадратів, регресійному методі, методі головних компонент, покроковій регресії, методі багатовимірної лінійної екстраполяції та ін. Алгоритмічний опис етапу подано на рисунку 5.

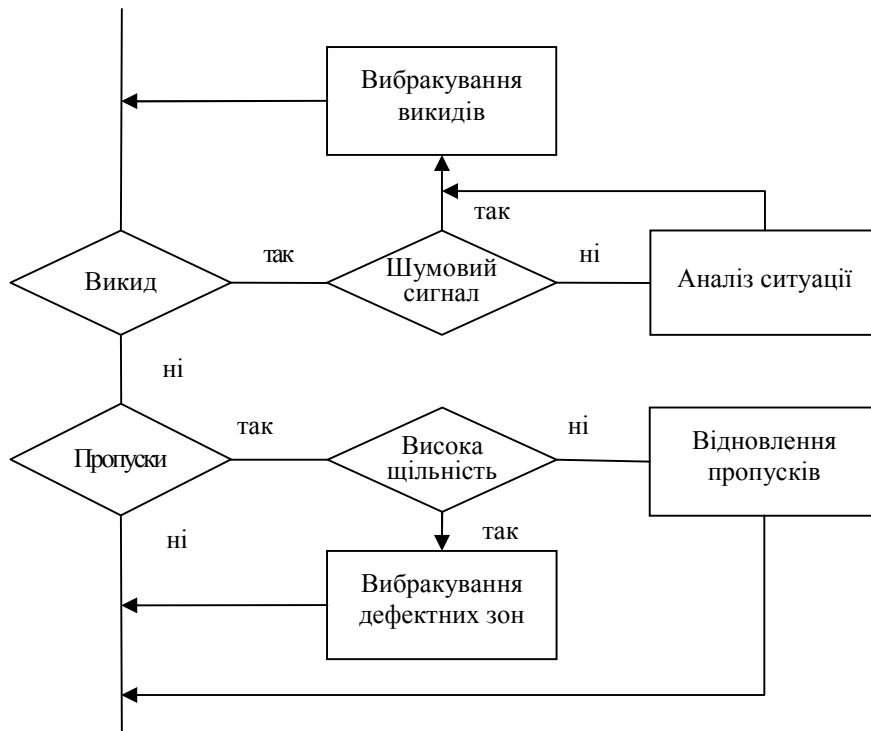


Рисунок 5 - Фрагмент алгоритму упорядкування масиву даних

Третій етап. Стиснення вибірки (зменшення кількості показників). В упорядкованому масиві даних сформуємо перелік початкових показників. Першим кроком проведемо логічний аналіз, який у першому наближенні дасть уявлення про надлишкову розмірність масиву. Дослідник при візуальному огляді масиву може виявити стовпці з відсутніми даними, або ж з усіма однаковими значеннями. Таблиці можуть містити стовпці з проміжними змінними, що не будуть використовуватися у подальшій обробці, або ж допоміжними значеннями, потрібними лише для обчислення інших характеристик. Таким чином, значна частина показників може бути вилучена вже на цьому етапі.

Виявлення зв'язку між змінними. Наступний крок – застосування методів обробки статистичних даних, за допомогою яких визначається, наскільки тісний зв'язок між двома та більше змінними. У першу чергу, це парна кореляція, що визначає зв'язок між двома показниками, один з яких є факторним, інший – результативним. При взаємодії кількох факторів з результативним показником

маємо множинну кореляцію, яку можна розглядати як розширення парної (двовимірної). Канонічна кореляція дозволяє дослідити залежність між двома множинами змінних.

Надалі доцільно звернутися до таких методів багатовимірної статистики, як факторний та кластерний аналізи. Факторний аналіз виявляє взаємозв'язки між змінними, що дозволить об'єднати в один фактор змінні із сильною взаємною кореляцією і, таким чином, скоротити кількість характеристик, необхідних для опису даних. За допомогою кластерного аналізу можна здійснити класифікацію об'єктів з урахуванням великого числа ознак, зниження обсягу вибірки шляхом ототожнення кожного класу об'єктів з його типовим представником.

Наступним кроком здійснюємо *відбір інформативних характеристик*. Для визначення ступеня значущості параметрів доцільно звернутись до методу експертної оцінки, яка проводиться в тому випадку, коли не можна використовувати для вирішення питання більш об'єктивні методи.

На рисунку 6 зображено фрагмент алгоритму виконання вищеприписаного етапу.

Конструювання інтегральних показників. Інформативність, точність та достовірність інтегрального показника залежить від правильного вибору методу обробки даних на певному етапі, залежно від загальної постановки задачі. Досить часто один і той же статистичний метод в залежності від кількості показників, що аналізуються, може бути одно-, дво- та багатовимірним.

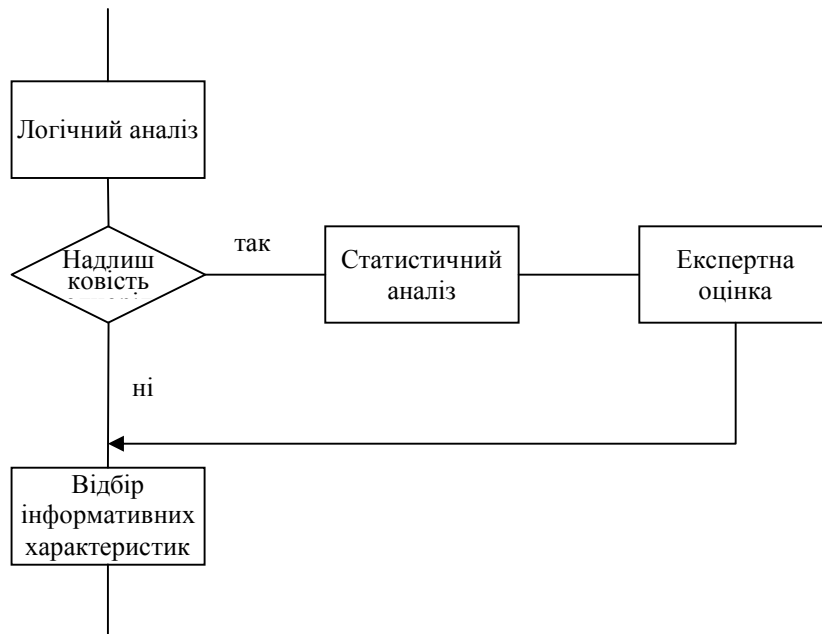


Рисунок 6 - Фрагмент алгоритму стиснення масиву даних

Переважає більшість одновимірних методик, призначених для обробки кількісних змінних, передбачає вибір норми, позбавлення показників одиниць виміру, нормування значень з урахуванням спрямованості дії змінних, визначення вагових коефіцієнтів показників. Найбільш простий варіант вибору норми полягає в розрахунку середнього арифметичного значення в масиві вихідних даних. У випадках, коли розподіл досліджуваної ознаки не має нормального розподілу, або вибірка містить певну кількість викидів, які тим не менш важливі для подальшого аналізу, доцільно розраховувати моду або медіану.

У двомірній статистиці ми спочатку розраховуємо індекси. Як норму використовуємо загальноприйняті еталони. Далі, як і в одновимірній статистиці, вилучаємо одиниці виміру, нормуємо та об'єднуємо в інтегральні показники.

У багатовимірному просторі визначаємо норму як деяке типове, стандартне або середньостатистичне значення. Вузловим моментом дослідження, від якого в значній мірі залежить склад і кількість сформованих класів, а також ступінь подібності об'єктів усередині класів, є вибір метрики, або міри близькості. У кожному конкретному випадку цей вибір повинен проводитися по-своєму, в

залежності від цілей дослідження, фізичної і статистичної природи спостережень, апріорних відомостей про характер імовірнісного розподілу.

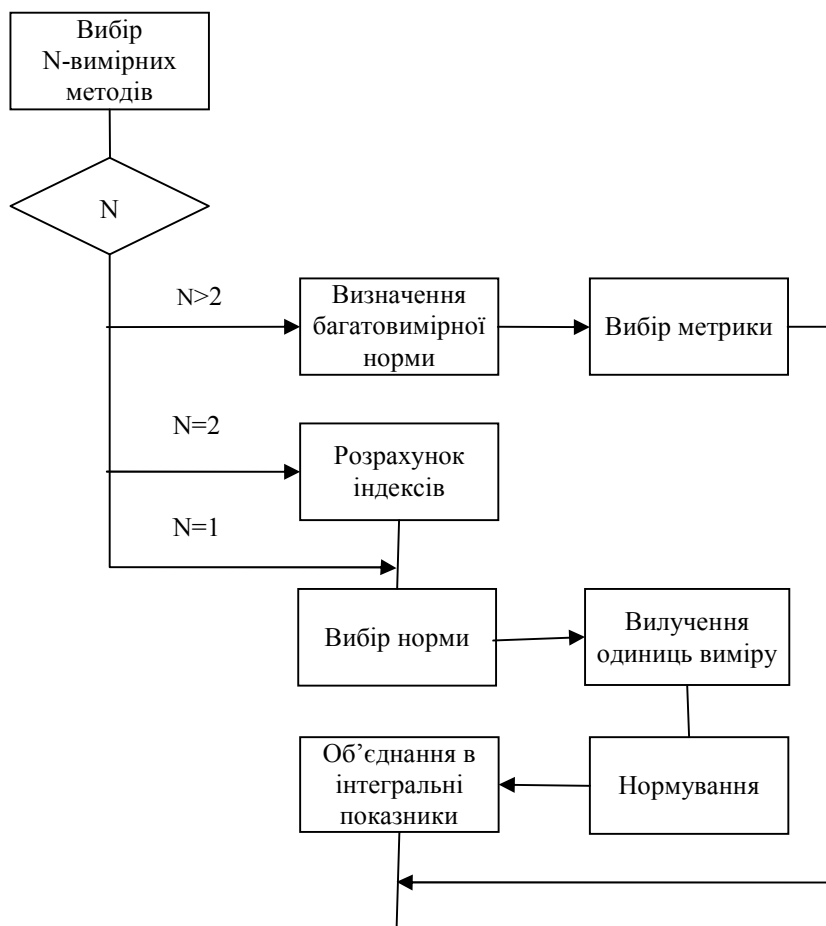


Рисунок 7 - Фрагмент алгоритму конструювання інтегральних показників

Найбільш уживаними для визначення відстані у багатовимірному просторі є метрики Евкліда і Махаланобіса. Кожна з цих метрик має свої переваги та недоліки. Метрика Евкліда використовується для визначення відстані між двома точками і не враховує розподіл точок у класі. Метрика Махаланобіса є мірою відстані між векторами. Вона узагальнює поняття евклідової відстані, проте відрізняється від останньої тим, що враховує кореляції між змінними та інваріантна до масштабу. Метрику Махаланобіса, однак, не можна застосувати, якщо вибіркова дисперсія принаймні одного з параметрів дорівнює нулю. На рисунку 7 показано фрагмент алгоритму конструювання інтегральних показників. Заключний крок – *вербалізація результатів і верифікація*, яка здійснюється за зовнішніми (експертними) критеріями. Для проведення експертної перевірки не існує стандартних методів або підходів, процедура перевірки залежить від конкретних умов.

Ефективна експертна оцінка часто вимагає визначення ключових організацій, які мають спеціалістів відповідної категорії. Бажано, щоб експерти могли брати участь у роботі з самого початку і були залучені до розробки та перевірки методів та отримання даних.

Загальна блок-схема алгоритму поетапного конструювання інтегральних оцінок наведена на рисунку 8.

Алгоритм конструювання інтегральних оцінок

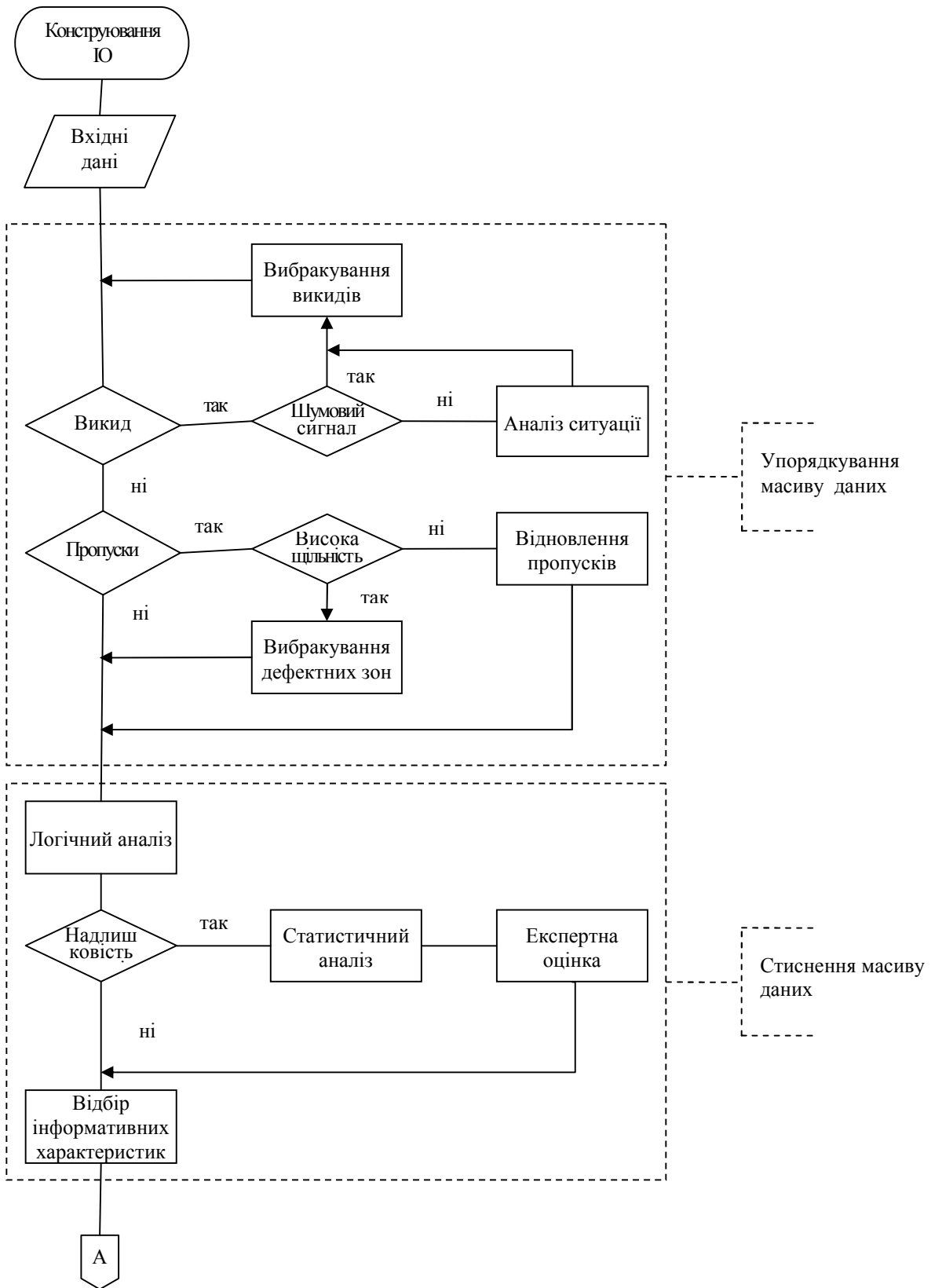


Рисунок 8 - Блок-схема алгоритму конструювання інтегральних оцінок

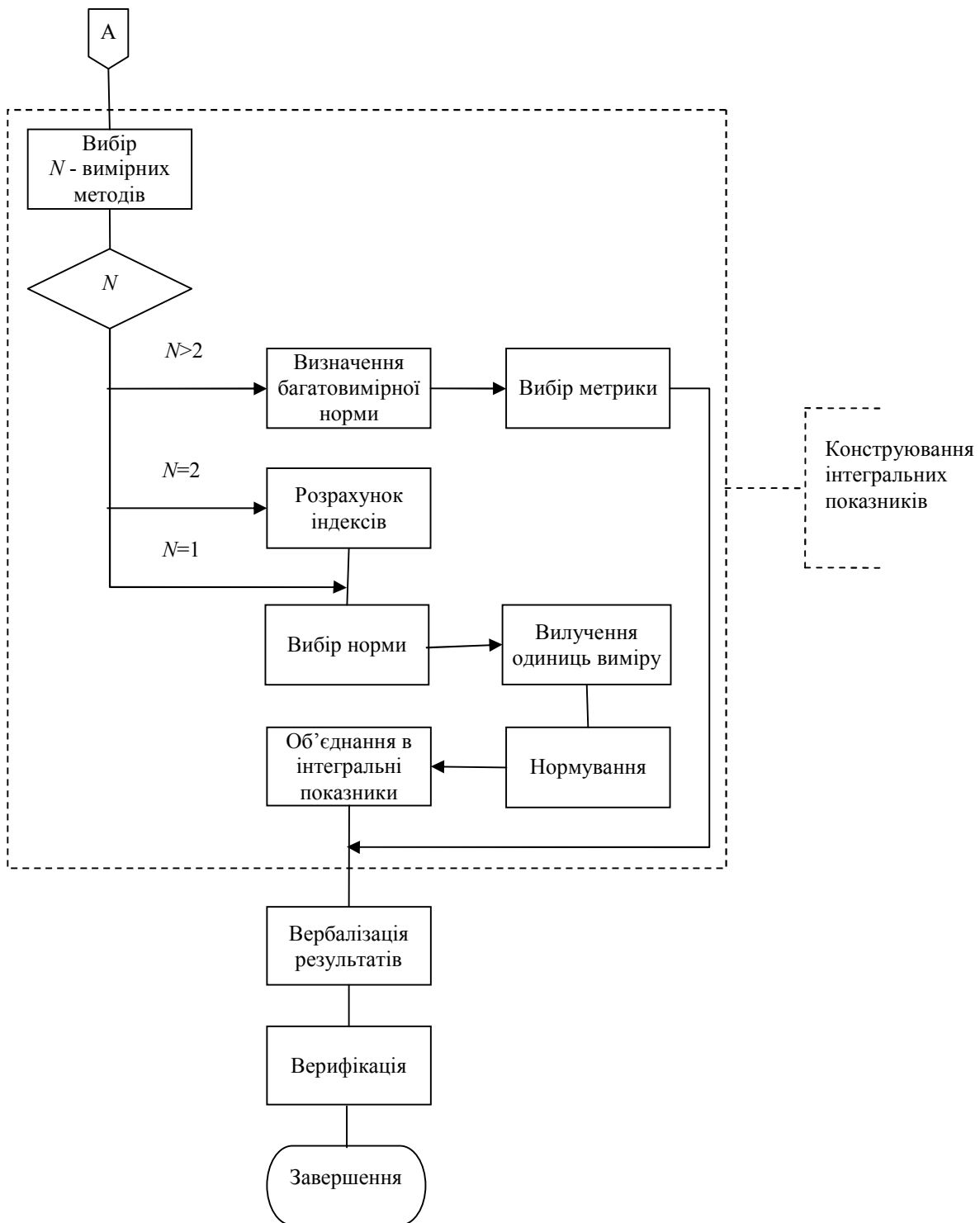


Рисунок 8, лист 2

Апробація програмної реалізації «Експрес-аналіз»

З використанням програмної реалізації «Експрес-аналіз» проведено розрахунок інтегрального показника стану довкілля та рівня здоров'я, зокрема Рівненської області у цілому та по кожному району.

Окремі фрагменти автоматизованого покрокового процесу оцінки рівня забруднення питної води за програмою «Експрес-аналіз» представлено на рисунках.

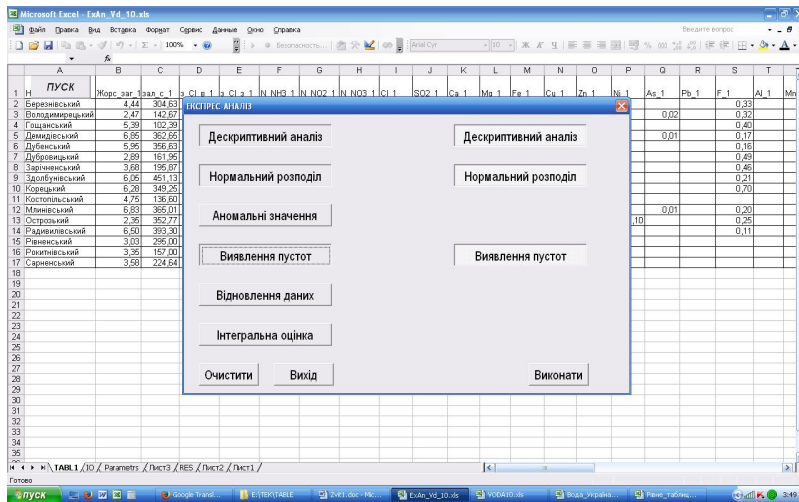


Рисунок 9 - Форма для реалізації експрес-аналізу

Після проведення дескриптивного аналізу та видалення некомплектних фрагментів таблиці виявляються та вибраковуюються аномальні значення (рис. 10).

ПУСК	Жорс. заг.	зал. с. 1	Cl-1	N.NH3-1	N.NO2-1	N.NO3-1	Cl-1	SO2-1	Ca-1	Mg-1	Fe-1	Cu-1	F-1	Mn-1	O2-1	pH-1	
1	Назва району	Жорс. заг.	зал. с. 1	N.NH3-1	N.NO2-1	N.NO3-1	Cl-1	SO2-1	Ca-1	Mg-1	Fe-1	Cu-1	F-1	Mn-1	O2-1	pH-1	
2	Бережанський	4.44	304.63	0.13	0.00	0.10	11.92	21.49	56.57	18.21	1.42	0.04	0.33	0.03	1.28	7.33	
3	Воладимирецький	2.47	142.67	0.05	0.00	0.10	10.80	3.40	41.20	5.07	0.65	0.08	0.32	0.05	1.87	7.28	
4	Гощанський	5.39	102.39	0.87	0.03	1.75	23.74	25.13	3.40	0.60	1.99	0.40	0.17	0.00	2.08	6.85	
5	Демидівський	6.85	362.65					21.57	26.71	5.33	1.50	0.11	0.02	0.17	0.00	1.06	
6	Дубенський	5.95	356.63			4.37	14.64	27.26	4.61	1.42	0.84	2.95	0.18	1.00	7.11		
7	Дубровицький	2.89	161.95	0.05	0.00	0.10	13.45	10.65	1.94	0.95	0.50	0.02	0.49	0.01	1.76	6.65	
8	Зарічненський	3.88	195.87	0.10	0.03	0.70	4.00	23.62	46.29	17.61	0.18	0.10	0.48		0.34	6.95	
9	Здолбунівський	6.05	451.13	0.19	0.02	5.90	27.73	0.93	3.53	1.33	0.18	0.08	0.21	0.07	1.68	7.20	
10	Корецький	6.28	349.25	0.11	0.00	0.21	39.79						0.70	0.08	2.37	6.60	
11	Костопільський	4.75	136.60	0.05	0.00	9.82	20.70								1.48	6.80	
12	Млинівський	6.83	365.01			19.74								0.20	0.00	1.03	
13	Острозький	2.35	352.77	0.29	0.01	0.65	34.80							0.25	0.01	1.88	7.70
14	Радинівський	6.80	363.30	0.07	0.02	28.24	43.40							0.11	0.01	1.52	7.49
15	Рівненський	3.03	295.00	0.05	0.00	0.50	12.50									1.04	
16	Рошнівський	3.35	157.00	0.17	0.05	1.18	20.00	29.20	1.90	1.20	0.23					6.75	
17	Сарненський	3.58	224.64			3.62	28.45	11.14				1.09	0.02				7.30
18																	
19		16	16	12	12	14	16	16	15	15	16	12	12	9	12	15	
20	max	6.85	451.13	0.87	0.05	28.34	43.40	43.80	64.10	18.21	1.88	2.95	0.70	0.08	2.37	7.70	
21	min	2.35	102.39	0.05	0.00	0.10	4.00	0.93	1.80	0.37	0.07	0.02	0.11	0.00	0.34	6.80	
22	M	4.65	271.97	0.18	0.01	4.10	21.46	18.85	17.07	4.54	0.54	0.33	0.32	0.03	1.52	7.09	
23	S	1.62	110.19	0.23	0.01	7.53	10.53	11.20	22.72	6.44	0.53	0.94	0.17	0.03	0.54	6.31	
24	m	0.41	27.55	0.07	0.00	2.01	2.83	2.80	5.87	1.68	0.13	0.24	0.05	0.01	0.16	0.08	
25																	
26	Розподіл нормальний	ні	ні	ні	ні	ні	ні	так	ні	ні	ні	ні	так	ні	так	так	
27	по Вестергауду	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
28	по Колмогорову	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
29																	
30																	

Рисунок 10- Виявлення аномальних значень

Пропуски відновлюються розрахунковими даними. На упорядкованому таким чином масиві даних формується інтегральна кількісна оцінка і визначається її місце в критеріальній шкалі в термінах «критичний – поганий – задовільний» (рисунок 11).

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	ПУСК	Жорс_заг_1	зал_с_1	N_NH3_1	N_NO2_1	N_NO3_1	Cl_1	SO2_1	Ca_1	Mg_1	Fe_1	Cu_1	F_1	Mn_1	O2_1	pH_1	IO	Стан	
2	Березнівський	4,44	304,63	0,13	0,00	0,10	11,92	21,49	68,57	18,21	1,42	0,04	0,33	0,03	1,29	7,33	0,0000	критичний!	
3	Володимирецький	2,47	142,67	0,05	0,00	0,10	10,90	3,40	41,20	5,07	0,66	0,06	0,32	0,05	1,87	7,28	0,0000	критичний!	
4	Гоцанський	5,39	102,39	0,05	0,03	1,75	23,74	26,13	3,40	0,80	1,89	0,04	0,40	0,02	2,03	6,85	0,0000	критичний!	
5	Демидівський	6,85	362,65	0,05	0,02	3,06	21,57	26,71	5,33	1,50	0,11	0,02	0,17	0,00	1,52	7,06	0,5725	задовільний	
6	Дубенський	5,95	356,63	0,05	0,01	4,37	14,64	27,26	4,61	1,42	0,64	0,02	0,16	0,01	1,00	7,11	0,0000	критичний!	
7	Дубровицький	2,89	161,95	0,05	0,00	0,10	13,45	10,65	1,94	0,95	0,50	0,02	0,49	0,01	1,75	6,65	0,0000	критичний!	
8	Зарічненський	3,68	195,67	0,10	0,03	0,70	4,00	23,62	46,29	17,61	0,18	0,10	0,46	0,04	0,34	6,95	0,3751	поганий	
9	Здолбунівський	6,05	461,13	0,19	0,02	5,90	27,73	0,93	3,53	1,33	0,16	0,06	0,21	0,07	1,89	7,20	0,4578	поганий	
10	Корецький	6,28	349,25	0,11	0,00	0,21	35,78	7,52	7,13	1,71	0,90	0,04	0,70	0,08	2,37	6,60	0,0000	критичний!	
11	Костопільський	4,75	136,60	0,05	0,00	9,82	20,70	21,98	4,20	0,37	0,25	0,03	0,45	0,04	1,49	6,90	0,4136	поганий	
12	Млинівський	6,83	365,01	0,17	0,01	5,23	19,74	24,46	5,29	1,55	0,07	0,02	0,20	0,00	1,66	7,03	0,5603	задовільний	
13	Острозький	2,35	352,77	0,29	0,01	0,65	34,80	14,00	3,20	0,88	0,16	0,03	0,25	0,01	1,83	7,70	0,4285	поганий	
14	Радивилівський	6,50	393,30	0,07	0,02	0,57	43,40	43,80	5,48	1,12	0,34	0,02	0,11	0,01	1,52	7,49	0,0000	критичний!	
15	Рівненський	3,03	295,00	0,05	0,00	0,50	12,50	10,37	64,10	14,33	0,10	0,02	0,18	0,02	1,04	7,12	0,5828	задовільний	
16	Рокитнівський	3,35	157,00	0,17	0,05	1,18	20,00	29,20	1,80	1,50	0,23	0,02	0,25	0,02	1,28	6,75	0,4280	поганий	
17	Сарненський	3,58	224,64	0,11	0,01	3,62	28,45	11,14	17,07	4,54	1,09	0,02	0,32	0,03	1,52	7,30	0,0000	критичний!	

Рисунок 11 - Розрахунок інтегральної оцінки

Можливе проведення аналізу одержаного результату на вкладці з нормованими еквівалентами, за якими розраховувалась інтегральна оцінка (рисунок 12).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
	Жорс_заг_1	зал_с_1	N_NH3_1	N_NO2_1	N_NO3_1	Cl_1	SO2_1	Ca_1	Mg_1	Fe_1	Cu_1	F_1	Mn_1	O2_1	pH_1	IO ₁					IO ₂		
Березнівський	0,81	0,66	0,84	1,00	1,00	0,93	0,66	0,43	0,36	0,00	0,91	0,79	0,82	0,60	0,86	0,74	3	стан задовільний	0,00	0	критичний!		
Володимирецький	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	0,95	0,99	0,67	0,93	0,00	0,66	0,80	0,67	0,27	0,90	0,77	4	стан нормальний	0,00	0	критичний!		
Гоцанський	0,64	1,00	1,00	0,48	0,96	0,64	0,56	1,00	1,00	0,00	0,90	0,65	0,88	0,20	0,97	0,70	3	стан задовільний	0,00	0	критичний!		
Демидівський	0,38	0,50	1,00	0,71	0,87	0,71	0,52	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	0,45	0,99	0,86	4	стан задовільний	0,57	3	задовільний	0,57	3	
Дубенський	0,54	0,51	1,00	0,90	0,75	0,88	0,50	1,00	1,00	0,00	1,00	0,99	0,99	0,78	0,98	0,80	4	стан нормальний	0,00	0	критичний!		
Дубровицький	0,99	0,96	1,00	1,00	1,00	0,90	0,91	1,00	1,00	0,00	1,00	0,47	0,97	0,32	0,84	0,80	4	стан нормальний	0,00	0	критичний!		
Зарічненський	0,92	0,91	0,93	0,63	0,99	1,00	0,60	0,60	0,38	0,99	0,20	0,53	0,70	1,00	1,00	0,72	3	стан задовільний	0,38	2	поганий	0,38	2
Здолбунівський	0,52	0,29	0,60	0,82	0,58	0,53	1,00	1,00	1,00	0,71	0,95	0,36	0,35	0,94	0,73	3	стан задовільний	0,46	2	поганий	0,46	2	
Корецький	0,48	0,53	0,90	1,00	1,00	0,32	0,96	0,99	0,99	0,00	0,86	0,17	0,23	0,10	0,80	0,62	3	стан задовільний	0,00	0	критичний!		
Костопільський	0,76	0,99	1,00	1,00	0,22	0,73	0,64	1,00	1,00	0,99	0,96	0,55	0,70	0,47	0,99	0,78	4	стан нормальний	0,41	2	поганий	0,41	2
Млинівський	0,39	0,49	0,69	0,98	0,65	0,76	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	0,37	1,00	0,84	4	стан нормальний	0,56	3	задовільний	0,56	3
Острозький	1,00	0,52	0,22	0,95	1,00	0,34	0,84	1,00	1,00	1,00	0,98	0,91	0,99	0,28	0,51	0,82	4	стан нормальний	0,43	2	поганий	0,43	2
Радивилівський	0,44	0,42	0,99	0,70	1,00	0,17	0,16	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,98	0,45	0,71	0,73	3	стан задовільний	0,00	0	критичний!		
Рівненський	0,98	0,68	1,00	1,00	1,00	0,92	0,92	0,37	0,53	1,00	1,00	0,98	0,94	0,76	0,98	0,93	4	стан нормальний	0,58	3	задовільний	0,58	3
Рокитнівський	0,95	0,97	0,70	0,23	0,98	0,75	0,45	1,00	1,00	0,99	1,00	0,91	0,90	0,60	0,92	0,79	4	стан нормальний	0,43	2	поганий	0,43	2
Сарненський	0,93	0,86	0,90	0,88	0,82	0,51	0,90	0,94	0,95	0,00	1,00	0,80	0,84	0,45	0,88	0,77	4	стан нормальний	0,00	0	критичний!		

Рисунок 12 - Нормовані еквіваленти початкових показників

Зміщена інтегральна оцінка (IO₂) на нульовому рівні сигналізує про наявність забруднюючої речовини у воді, концентрація якої перевищує гранично допустиму. Еквівалент показника такої речовини також рівний нулю. У даному

випадку – це вміст у воді заліза, що перевищує гранично допустиму концентрацію у районах, стан яких зазначений як критичний. Інтегральна оцінка (IO_1), розрахована як адитивна згортка, не вказує на наявність низьких (у тому числі й нульових) значень одних показників, компенсуючи їх достатньо великими значеннями інших.

Погіршення рангу Рівненського, Дубровицького та Володимирецького районів вказує на незадовільні показники вмісту у воді кальцію у Рівненському районі та підвищену окисність у Дубровицькому і Володимирецькому районах.

Аналогічним чином за програмою «Експрес-аналіз» проведено розрахунки інтегральних оцінок стану атмосферного повітря, захворюваності населення, узагальненої комплексної оцінки системи «довкілля-здоров'я» Рівненської області. Деякі результати розрахунку графічно представлено на рисунку 13.



Умовні позначки: □– найкращий стан; ■– найгірший стан

Рисунок 13 - Графічна ілюстрація результатів роботи програми «Експрес-аналіз»

Верифікація даної методики розрахунку інтегральних показників системи «довкілля-здоров'я» за визначеними критеріями достовірності (ранги, коефіцієнти кореляції Пірсона) та за допомогою експертного аналізу доводить її ефективність та доцільність використання на практиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айвазян С.А. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) / С.А. Айвазян, В.С. Степанов, М.И. Козлова // Прикладная эконометрика. – 2006. – № 2. – С. 18 – 84.
2. Гергет О.М. Использование энергетических и информационных показателей в оценке состояния функционирования медицинских систем / О.М. Гергет, А.И. Кочегуров // Известия ТПУ. – 2012. – № 5. – С. 117 – 120.
3. Гергет О.М. Исследования состояния биосистем на основе нейросетевых технологий / О.М. Гергет, О.Г. Берестнева, К.Ю. Глот // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 14 – 22.
4. Диагностический комплекс «Омега-спорт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://dinamikatech.dyn.ru/>
5. Программный комплекс «Эколог: Питьевая вода» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://integral.ru/shop/cargo/232.html>
6. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М.Ю. Антомонов. – Киев, 2006. – 558 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
СОЦІАЛЬНІ ВТРАТИ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ, ОБУМОВЛЕНІ ПРОМИСЛОВИМ ЗАБРУДНЕННЯМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	8
<i>Турос О.І., Давиденко Г.М., Петросян А.А., Близнюк В.В., Брезіцька Н.В., Михіна Л.І., Кобзаренко І.В., Ананьєва О.В., Маремуха Т.П., Сухачов Д.С., Сидоренко О.О., Моргульова В.В., Слаутенко Є.Г., Черненко Л.М., Картавцев О.М., Звінчук О.В.</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ГЕНДЕРОРІЄНТОВАНИХ ПІДХОДІВ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я І ПРОФІЛАКТИКИ ЗАХВОРИВАНЬ У ДІТЕЙ ТА МОЛОДІ.....	35
<i>Бердник О. В., Полька Н. С., Добрянська О. В., Скочко Т. П., Рудницька О. П., Шевчук К. В.</i>	
ВПЛИВ ПРОЦЕСІВ ДОБОРУ НА ВІДТВОРЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В УКРАЇНІ.....	69
<i>Тимченко О.І., Линчак О.В., Поканєвич Т.М., Микитенко Д.О., Процюк О.В., Омельченко Е.М., Педан Л.Р., Полька О.О., Качко Г.О.</i>	
ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ СУЧАСНОЮ КОМП'ЮТЕРНОЮ ТЕХНІКОЮ.....	111
<i>Думанський В.Ю., Біткін С.В., Думанський Ю.Д., Нікітіна Н.Г., Сердюк Е.А., Полька Н.С., Безверха А.П., Платонова А.Г., Галак С.С., Томашевська Л.А., Зотов С.В., Дідик Н.В., Лемешко Л.П.</i>	
РОЗРОБКА НАУКОВО ОБГРУНТОВАНИХ ГІГІЄНІЧНИХ ВИМОГ ДО ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ПОРТАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ У НАВЧАЛЬНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ.....	160
<i>Полька Н.С., Платонова А.Г., Яцковська Н.Я., Джурінська С.М., Шкарбан К.С., Саєнко Г.М.</i>	
ГІГІЄНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ ЗАСОБАМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА НАДВОДНОЮ ОБСТАНОВКОЮ	201
<i>Сердюк Є.А., Думанський В.Ю., Біткін С.В.</i>	

ВДОСКОНАЛЕННЯ ГІГІЄНІЧНОЇ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ240

Турос О. І., Ананьєва О. В., Петросян А. А., Михіна Л. І., Маремуха Т. П., Сухачов Д. С., Ліхобицький І. В., Кобзаренко І. В., Брезіцька Н. В., Парсаданян К. Г., Моргульова В. В.

УДОСКОНАЛЕННЯ КРИТЕРІЇВ ГІГІЄНІЧНОЇ ОЦІНКИ ПРІОРИТЕТНИХ ФАКТОРІВ ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЖИТЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ276

Акіменко В.Я., Семашко П.В., Яригін А.В., Козуля С.В., Стеблій Н.М., Харченко С.О.

ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ПОВЕРХНЕВО-РЕЧОВИН ТА РОЗРОБКА ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ НА ОРГАНІЗМ309

Голіченков О.М., Раєцька О.В., Яловенко О.І., Ляшенко В.І., Майстренко З.Ю., Бабій В.Ф., Кондратенко О.Є., Томашевська Л.А., Дідик Н.В., Лемешко Л.П., Винарська О.І., Григоренко Л.Є., Спаська Ю.А.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТОЗІВ У НАСЕЛЕННЯ ПІВНІЧНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ335

Корзун В.Н., Петренко О.Д., Котикович Ю.С., Болохнова Т.В., Деркач А.В., Гайдук М.В.

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ НАНОМАТЕРІАЛІВ У КОМПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМАХ357

Сурмашева О.В., Корчак Г.І., Ніконова Н.О., Міхієнкова А.І., Олійник З.А., Романенко Л.І., Журба А.І., Березовчук С.М., Вулах Н.О., Шенцова М.О.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ОЦІНОК В ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ГІГІЄНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ391

Антомонов М.Ю., Русакова Л.Т., Пашинська С.Л., Волощук О.В.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

(результати наукових розробок 2014 р.)

За редакцією

академіка НАМН України Сердюка Андрія Михайловича

Підписано до друку 31.07.2015. Формат 60×84/16. Ум.друк.арк.

Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Тираж 300 прим.. Зам.№ ____.

Видавництво: «Рекламне агентство TR Studio», 01019, м.Київ, а/с – 164

тел.: (044) 408-41-45, e-mail: info.trstudio@gmail.com