МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра екології та безпеки життєдіяльності

ДО ЗАХИСТУ ДОПУСКАЄТЬСЯ:

Зав. кафедри, доцент
_____Ольга ВАСИЛЕНКО
«_____» _____2023 р.

МУДРАК
ВІТАЛІЙ СЕРГІЙОВИЧ

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ЕЛЕМЕНТАРНОЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ЕГІС УМАНЬ»

Дипломна робота

на здобуття освітнього рівня «Магістр»
за спеціальністю 101 «Екологія»

Науковий керівник, професор Сонько С.П.

Умань – 2023 року

Уманський національний університет садівництва

Факультет – плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра – екології та безпеки життєдіяльності
Освітній рівень – магістр
Спеціальність – 101 «Екологія»

Завідувач кафедри, канд. с.-г. наук
_____ Ольга ВАСИЛЕНКО.

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

МУДРАКУ ВІТАЛІЮ СЕРГІЙОВИЧУ

1. Тема роботи «Дослідження радіаційного фону за допомогою інструментарію елементарної геоінформаційної системи «ЕГІС Умань»»

керівник роботи професор Сонько С.П.
затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____
20__ року № ___

2. Строк подання студентом роботи
_____

3. Вихідні дані до роботи: теоретичні та експедиційні дані вимірів іонізуючого випромінювання на території міста Умань

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
1. Здійснити аналіз сучасних теоретичних підходів і методик до спостереження і впливу іонізуючого випромінювання на екосистеми і організм людини
2. Дослідити економічну ефективність запобігання наслідків впливу іонізуючого випромінювання.
3. Застосувати можливості «ЕГІС Умань» для дослідження впливу іонізуючого випромінювання.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Опрацювання літератури з теми дослідження	жовтень 2022 р.	
2.	Вивчення сучасних методик вимірів іонізуючого випромінювання	жовтень 2022 р.	
3	Дослідження динаміки радіаційного фону у м.Умань за 10 років	жовтень 2022р.-грудень 2022 р.	
4	Застосування інструментарію «ЕГІС Умань» для дослідження впливу іонізуючого випромінювання	січень 2023 р.-березень 2023 р.	
5	Розрахунок економічного ефекту від запобігання наслідкам впливу іонізуючого випромінювання	квітень 2023 р - червень 2023 р.	
6	Дослідження питань охорони праці в галузі	вересень - жовтень 2023 р.	
7	Оформлення літературних джерел і кваліфікаційної роботи в цілому	листопад 2023 р. - грудень 2023 р.	

Студент _____Мудрак В.С.

Керівник роботи _____ Сонько С. П.

ЗМІСТ

ВСТУП …….. 5

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІОНІЗАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕКОСИСТЕМИ ТА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) 7

1.1. Головні джерела іонізаційного випромінювання 7

1.2. Сучасний досвід дослідження впливу іонізаційного випромінювання на живі організми 9

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 14

2.1. Дослідження впливу іонізаційного випромінювання на причинність захворюваності населення 14

2.2. Застосування «ЕГІС Умань» в якості дослідницького інструменту впливу іонізаційного випромінювання на причинність захворюваності на новоутворення 16

2.3. Охорона праці при вимірюванні іонізаційного випромінювання 19

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ 21

3.1. Потенційні джерела іонізаційного випромінювання на території Уманського району Черкаської області 21

3.2. Динаміка змін радіаційного фону та її вплив на розвиток захворюваності населення міста Умань Черкаської області 23

3.3. Профілактичні заходи щодо зменшення впливу іонізаційного випромінювання 27

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ ЗДОРОВ'ЯМ НАСЕЛЕННЯ ТА ЯКІСТЮ ДОВКІЛЛЯ 31

ВИСНОВКИ …….. 34

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 35

ВСТУП

Актуальність теми. Останніми роками в центрі постійної уваги населення і наукової громадськості знаходиться проблема радіації та її впливу на організм людини. В значній мірі це пов’язано з найважчою в історії атомної промисловості та енергетики аварією на Чорнобильській АЕС, внаслідок якої виникло стійке довготривале радіоактивне забруднення радіонуклідами цезію, стронцію і плутонію територій, повітря, природних вод, рослинного і тваринного світу. Актуальність подібних досліджень визначається також сучасним доволі хитким станом з замінуванням ЗАЕС і пов’язаним з цим ризиком техногенної катастрофи з наступним викидом у довкілля радіонуклідів.

На кафедрі екології та БЖД дослідження пов’язані з вимірами радіаційного фону і його впливу на довкілля і здоров’я людини проводяться з 2012 року. Цього року минуло 10 років з початку систематичних досліджень, відтак було вирішено порівняти сьогоденні значення радіаційного фону зі значеннями 10-річної давнини.

Але крім антропогенних існують природні джерела постійного іонізуючого випромінювання. Це викликало різке зростання інтересу до досліджень природної радіоактивності об’єктів довкілля і середовища життєдіяльності людей. За даними звіту Наукового Комітету з дії атомної радіації Організації Об’єднаних Націй, розрахованими для середніх значень параметрів джерел іонізуючого випромінювання, середньосвітова річна доза опромінення людини від усіх чинників складає 5,2 мЗв·рік. В Україні сумарна доза опромінення населення трохи більша і складає 5,9 мЗв·рік, а внесок природної складової значно вище і досягає 3,5 мЗв·рік.

В зв’язку з цим дуже важливо мати інформацію про основні чинники опромінення населення в окремих регіонах країни для розробки заходів щодо їх зниження. Все викладене зумовило актуальність теми, визначило мету та завдання даних досліджень.

Метою роботи є дослідження динаміки іонізуючого випромінювання у м.Умань за 10 років (2013 – 2023).

Для досягнення поставленої мети роботи необхідно вирішити такі **завдання:**

1. За літературними джерелами вивчити проблему іонізуючого випромінювання та його впливу на природні екосистеми та живі організми;

2. Зробити порівняльний аналіз результатів вимірів радіаційного фону у місті Умань за останні 10 років.

3. Використати методику ЕГІС (елементарних ГІС) для дослідження зв'язку між джерелами іонізуючого випромінювання та осередками розвитку окремих видів захворюваності населення.

Об'єкт дослідження – урбоекосистема міста Умань.

Предмет дослідження – динаміка іонізуючого випромінювання досліджена у часі.

Методи дослідження: літературного пошуку, порівняльний, статистичний, картографічний.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати дослідження відображені у матеріалах конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства». Збірник тез XII Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції. Умань, 12 жовтня 2023 року. / Під ред. д.е.н. О.О.Непочатенко. Ред.-вид.відділ УНУС, Умань, 2023. – 135 с. Результати дослідження обговорювалися на засіданнях кафедри екології та безпеки життєдіяльності та звітних наукових конференціях Уманського національного університету садівництва (2022–2023).

РОЗДІЛ 1
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕКОСИСТЕМИ ТА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Головні джерела іонізуючого випромінювання

Термін «Іонізуюче випромінювання» характеризує будь-яке випромінювання, яке прямо або опосередковано викликає іонізацію навколишнього середовища (утворення позитивно та негативно заряджених іонів).

Особливістю іонізуючих випромінювань є те, що всі вони відзначаються високою енергією і викликають зміни в біологічній структурі клітин, які можуть призвести до їх загибелі. На іонізуючі випромінювання не реагують органи чуття людини, що робить їх особливо небезпечними [17].

Іонізуюче випромінювання існує протягом всього періоду існування Землі, воно розповсюджується в космічному просторі. Перші ж дослідження радіоактивних випромінювань дали змогу встановити їх небезпечні властивості. Про це свідчить те, що понад 300 дослідників, які проводили експерименти з цими матеріалами, померли внаслідок опромінення.

Усі джерела іонізуючого випромінювання поділяються на природні та штучні (антропогенні).

Природними джерелами іонізуючих випромінювань є космічні промені, а також радіоактивні речовини, які знаходяться в земній корі [14].

Штучними джерелами іонізуючих випромінювань є ядерні реактори, прискорювачі заряджених частинок, рентгенівські установки, штучні радіоактивні ізотопи, прилади засобів зв’язку високої напруги тощо. Як природні, так і штучні іонізуючі випромінювання можуть бути електромагнітними (фотонними або квантовими) і корпускулярними. Класифікація іонізуючих випромінювань, яка враховує їх природу, наведена на рис. 1.1.

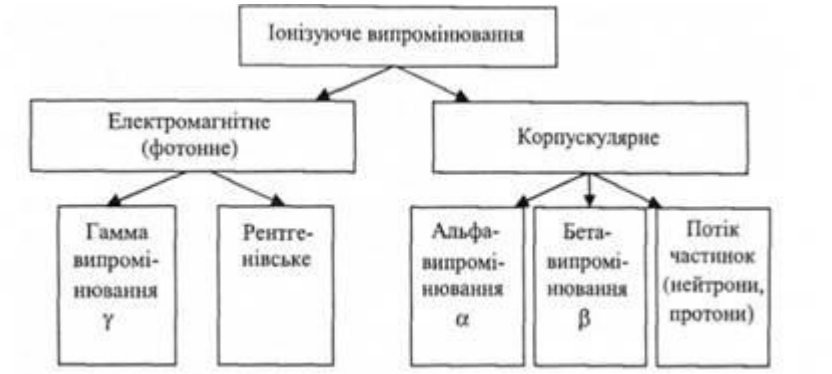


Рис. 1.1. Класифікація іонізуючих випромінювань [24]

Рентгенівське випромінювання виникає в результаті зміни стану енергії електронів, що знаходяться на внутрішніх оболонках атомів, і має довжину хвилі (1000 – 1)-10і 2 м. Це випромінювання є сукупністю гальмівного та характеристичного випромінювання, енергія фотонів котрих не перевищує 1 МеВ.

Характеристичним називають фотонне випромінювання з дискретним спектром, що виникає при зміні енергетичного стану атома.

Гальмівне випромінювання – це фотонне випромінювання з неперервним спектром, котре виникає при зміні кінетичної енергії заряджених частинок.

Рентгенівські промені проходять тканини людини наскрізь. Гамма (у) – випромінювання виникають при збудженні ядер атомів або елементарних частинок. Довжина хвилі (1000 -1)о 10 м.

Джерелом у-випромінювання є ядерні вибухи, розпад ядер радіоактивних речовин, вони утворюються також при проходженні швидких заряджених частинок крізь речовину. Завдяки значній енергії, що знаходиться в межах від 0,001 до 5 МеВ у природних радіоактивних речовин та до 70 МеВ при штучних ядерних реакціях, це випромінювання може іонізувати різні речовини, а також характеризується великою проникаючою здатністю, у-випромінювання проникає крізь великі товщі речовини. Поширюється воно зі швидкістю світла і використовується в медицині для стерилізації приміщень, апаратури, продуктів харчування [15].

Альфа (а)- випромінювання – іонізуюче випромінювання, що складається з а-частинок (ядер гелію), які утворюються при ядерних перетвореннях і

рухаються зі швидкістю близько до 20 000 км/с. Енергія а-частинок – 2-8 МеВ. Вони затримуються аркушем паперу, практично нездатні проникати крізь шкіряний покрив. Тому а-частинки не несуть серйозної небезпеки доти, доки вони не потраплять всередину організму через відкриту рану або через кишково-шлунковий тракт разом із їжею, а-частинки проникають у повітря на 10-11 см від джерела, а в біологічних тканинах на 30-40 мкм.

Бета (ф) – випромінювання – це електронне та позитронне іонізуюче випромінювання з безперервним енергетичним спектром, що виникає при ядерних перетвореннях. Швидкість р-частинок близька до швидкості світла. Вони мають меншу іонізуючу і більшу проникаючу здатність у порівнянні з а-частинками. р-частинки проникають у тканини організму на глибину до 1 -2 см, а в повітрі на декілька метрів. Вони повністю затримуються шаром ґрунту товщиною 3 см.

Потоки нейтронів та протонів виникають при ядерних реакціях, їх дія залежить від енергії цих частинок.

Контакт з іонізуючим випромінюванням являє собою серйозну небезпеку для життя та здоров ‘я людини.

Однак при виконанні певних технічних та організаційних заходів цей вплив можна звести до безпечного.

Енергію частинок іонізуючого випромінювання вимірюють у позасистемних одиницях електрон-вольтах, еВ. 1 еВ = 1,6* 10′ джоуля (Дж).

1.2. Сучасний досвід дослідження впливу іонізуючого випромінювання на живі організми

Основою взаємодії іонізуючих випромінювань з речовиною, в тому числі з речовинами клітин живих організмів є іонізація, під час якої електрони відриваються від атомів, приєднуються до інших атомів і виникає іонізований стан атомів та молекул, наслідком якого є індуціювання різних хімічних та біохімічних реакцій в тканинах і органах [13].

Звичайно виділяють два класи радіобіологічних ефектів — соматичні й генетичні. Соматичними радіобіологічними ефектами є зміни, що відбуваються в організмі протягом його онтогенезу — періоду індивідуального розвитку; генетичними — ушкодження, що передаються нащадкам, тобто реалізуються в наступних поколіннях. Серед соматичних ефектів розрізняють такі 5 основних типів: радіаційна стимуляція, морфологічні зміни, променева хвороба, прискорення старіння і загибель. Генетичні, або мутагенні, ефекти утворюють самостійний клас.

Радіаційна стимуляція — це прискорення росту та розвитку організму при дії на нього іонізуючого випромінювання в дозах, в десятки, а іноді й сотні разів нижчих за ті, що спричинюють гальмування цих процесів. Нині доведено, що в умовах звичайної радіобіологічної лабораторії при наявності якого-небудь джерела іонізуючого випромінювання можна підібрати для насіння, проростків, вегетуючих рослин, мікроорганізмів, комах, лабораторних тварин та інших організмів будь-якого виду дозу, при якій спостерігається ефект радіаційної стимуляції у тій чи іншій формі.

Морфологічні зміни — це зміни під впливом іонізуючого випромінювання зовнішнього вигляду організму, окремих його органів, анатомічної структури — ознак, що відрізняють його від батьківської форми. У вивченні радіобіологічних ефектів у рослин важливе значення має опис різноманітних морфологічних аномалій. Особливо характерні вони для листя: збільшення або зменшення розмірів і кількості, зміна форми, скручуваність зморшкуватість, порушення жилкування, асиметричність, потовщення, зрощення листкових пластинок та розсічення листка на частини, зміна кольору, мозаїчність, утворення пухлин, некротичних плям, втрата листкової пластинки та ін. Багато які з цих ознак можуть виникати і в інших органах — стеблі, корінні, квітках, плодах, насінні, хоча у них через специфіку будови можуть з'являтися й зовсім нові зміни: наприклад, у стебла — порушення філотаксису (порядку розміщення листків), поява аеральних (повітряних) коренів; у кореня —

загибель головного кореня, опушування зони росту, відсутність бічних коренів; у квітів — зменшення або збільшення кількості квіток у суцвітті та ін.

Променева хвороба — це захворювання, що виникає при дії іонізуючих випромінювань на живий організм і характеризується конкретним комплексом ознак свого прояву. Найбільш повно вивчено променеву хворобу одомашнених ссавців, у тому числі й сільськогосподарських тварин і птиці. Розрізняють гостру й хронічну форми променевої хвороби. Гостра променева хвороба тварин виникає звичайно при одноразовому загальному опроміненні. За тяжкістю захворювання розрізняють чотири її ступені: перша — легка, у свиней, наприклад, виникає при дозах опромінення 1—2 Гр; друга — середньої тяжкості, при дозах 2— 4 Гр; третя — тяжка, розвивається при дозах 4—6 Гр, і четверта — дуже тяжка, спостерігається при дозах, вищих за 6 Гр. Для більш радіочутливих видів тварин, наприклад для великої рогатої худоби, ці форми променевої хвороби спостерігаються в діапазоні доз, що зміщений у бік менших величин — 0,5—5 Гр; для більш радіостійких, наприклад кролів, навпаки — у бік більших величин — 6—12 Гр.

Променева хвороба рослин також характеризується відповідним комплексом неспецифічних ознак. Першою ознакою, яка є прямим наслідком затримки поділу клітин, є гальмування росту рослини або окремих її органів під дією випромінювання. Але звичайно, як і інгібування клітинного поділу, гальмування росту є вже вторинною реакцією рослини на опромінення. Вони є наслідком порушення обміну речовин в результаті ушкодження ферментативних систем, порушення регуляторних зв'язків, що визначають підпорядкованість функцій окремих органів [18].

Існує пряма кількісна залежність *між скороченням тривалості життя* і дозою іонізуючого випромінювання. Старіння сільськогосподарських тварин на рівні організму виявляється у послабленні функцій основних фізіологічних систем (нервової, ендокринної, серцево-судинної, травної та ін.), зниженні контролю за їх діяльністю, зміні реактивності щодо дії гормонів, порушення на етапі надходження інформації в нервові центри. Старіння рослин хоч і має

певну специфіку прояву ознак, особливо помітних саме на рівні організму, в цілому також характеризується послабленням функції основних фізіологічних систем (фотосинтезу, дихання, транспортування елементів живлення і метаболітів, водного обміну та ін.), розладом систем регуляції, послабленням реактивності щодо дії специфічних гормонів рослин-фіто-гормонів.

При високих дозах опромінення, коли видужання від променевої хвороби неможливе, настає загибель, або смерть, організму — припинення його життєдіяльності як цільної системи. Смерть теплокровних тварин, якими є сільськогосподарські тварини, зумовлена передусім припиненням дихання і кровообігу. Окремі органи рослин мають автономність, що є однією з принципових властивостей, за якими розрізняють рослинні і тваринні організми. Інакше кажучи, рослини можуть зберігати деякі функції навіть при загибелі систем і органів, що мають високу чутливість до радіації. У них не настає при цьому загибелі усього організму, як при ураженні деяких органів тварин. Тому навіть при високих дозах опромінення, що пригнічують поділ клітин в усіх утворювальних тканинах рослини — меристемах, а відповідно, тих, що повністю інгібують процеси росту та розвитку, опромінені рослини протягом досить тривалого часу (кілька тижнів) можуть зберігати життєдіяльність, виконуючи, як уже зазначалося, функції дихання, фотосинтезу, мінерального і водного обміну та ін. Кінець кінцем вони в'януть і засихають.

Соматичні ефекти, розглянуті вище, виявляють тільки у безпосередньо опроміненому організмі. *Генетичні, або спадкові*, ефекти передаються нащадкам. Вони виникають внаслідок мутацій, тому їх називають ще мутагенними ефектами. *Мутація* — це порушення, що виникають у спадковому матеріалі і призводять до зміни окремих ознак організму або навіть до виникнення нових ознак. Іонізуюче випромінювання на відміну від багатьох інших шкідливих факторів, має здатність зумовлювати порушення у спадковому матеріалі і сприяти виникненню мутацій. Тому генетичні ефекти дуже небезпечні при опроміненні живих організмів. Вони можуть призводити

до появи у наступних поколіннях (за даними дослідів з мікроорганізмами, рослинами, комахами, дрібними лабораторними тваринами — організмами, що мають швидку і високу відтворюваність — до 15—20-го поколінь) нових форм організмів із зміненими властивостями — виродків [21].

Залежно від часу прояву після опромінення радіобіологічні ефекти поділяють на *близькі та віддалені*. До *близьких ефектів* належать ті, які виявляються в перші години, дні, тижні, місяці після опромінення. *Віддалені наслідки* реєструються у більш пізні строки. До близьких наслідків радіаційного ураження відносять радіаційну стимуляцію, яка виявляється одразу після опромінення; більшість морфологічних змін у тканинах і окремих органах, що виникають протягом перших днів, тижнів післярадіаційного періоду; гостру променеву хворобу всіх ступенів тяжкості, що розвивається протягом 1— 1,5 місяця, і загибель. Віддаленими наслідками радіаційного ураження ссавців вважають такі морфологічні зміни, як злоякісні новоутворення — лейкози, ракові пухлини. Типовим віддаленим наслідком морфологічної природи є променева катаракта. До них відносять також нефросклероз — хворобу, що виникає внаслідок морфологічного переродження тканин і судин нирок при ураженні їх радіоактивними речовинами при їх виведенні з організму. Всі ці ефекти морфологічної природи виявляються, як правило, через багато місяців або кілька років після опромінення. Віддаленим наслідком радіаційного ураження вважається один із найбільш спільних для усіх організмів ефект опромінення — скорочення тривалості життя і прискорення старіння, що реалізується, як правило, в останні періоди життя [22].

РОЗДІЛ 2
УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Дослідження впливу іонізуючого випромінювання на причинність захворюваності населення

Джерело іонізуючих випромінювань діє на організм при зовнішньому або внутрішньому опромінюванні (попаданні всередину організму з їжею, палінням і т. ін.). Під дією іонізуючих випромінювань в організмі людини відбувається іонізація молекул і атомів тканини, порушується хімічна структура сполук, утворюються сполуки, не властиві живій клітині, що в свою чергу призводить до її відмирання. Зміни фізичних і біологічних процесів в організмі залежно від дози опромінювання, тобто функції окремих органів і всього організму людини можуть відновлюватись повністю або вести до функціональних порушень організму і виникненню променевої хвороби [19].

Ураження може викликати гостру і хронічну форми променевої хвороби. Гостра форма хвороби виникає при дії великих доз опромінювання за короткий період часу, хронічна — розвивається в результаті тривалої дії малих доз при зовнішньому опромінюванні або при попаданні всередину організму під час приймання їжі, палінні, вдиханні невеликих кількостей радіоактивних речовин. При гострій променевій хворобі спостерігається анемія, слабкість і схильність організму до інфекційних захворювань.

На першій стадії хронічної променевої хвороби спостерігається порушення сну, погіршення апетиту, з'являється головний біль, слабкість і т. ін. На другій стадії ці симптоми загострюються ще більше, порушується обмін речовин, з'являються порушення в роботі серцево-судинної системи і органів травлення. На третій стадії порушується робота кровотворних органів, яка призводить до недокрів'я, лейкемії, відбувається крововилив в серцево-судинній системі, вражаються статеві органи, а також виникають зміни в генетичному апараті живого організму, якщо радіоактивне опромінювання діє на статеві органи і

органи зародкового шляху. Спадкові зміни призводять до нежиттєздатності зародка як в першому, так і в наступних поколіннях. Шкідливі наслідки опромінення проявляються в стерильності потомства, в захворюваннях, які передаються в спадщину від покоління до покоління і призводять до зменшення тривалості життя людини, зниження стійкості проти інфекційних захворювань.

Радіоактивні випромінювання викликають місцеві ураження: захворювання шкіри, злоякісні пухлини, катаракту, з'являється сухість шкіри, ламкість нігтів, випадає волосся. Небезпечність дії радіоактивних випромінювань обумовлюється ще й тим, що людина органами чуттів не відчуває їхньої дії доти, доки не з'явиться та або інша зміна в організмі [12, 15].

Для попередження шкідливої дії іонізуючих випромінювань необхідно усувати всяку можливість опромінювання організму дозами, які перевищують гранично допустимі. Ступінь ураження радіоактивними речовинами організму людини залежить від ряду чинників: виду випромінювання (альфа-, бета-, гамма-промені і т. ін.); кількості ізотопу (активності); його властивостей (енергії частинок в період піврозпаду та ін.); шляхів попадання в організм людини та його індивідуальної чутливості.

Впливу зовнішнього опромінювання організм зазнає тільки під час перебування людини у сфері впливу випромінювання. У випадку зникнення радіації припиняється і зовнішній вплив, а в організмі можуть розвинутись зміни – наслідки опромінювання.

Радіоактивні речовини можуть потрапляти до організму працюючих через легені або шлунково-кишковий тракт, а також через непошкоджену шкіру. Особливо небезпечні у цьому відношенні роботи, пов'язані з розробкою радіоактивних руд. Радіоактивне випромінювання не тільки спричинює іонізацію повітря, а й призводить до аналогічного процесу в тканинах організму, значно змінюючи їх. Потрапляючи до організму, радіоактивні речовини заносяться кров'ю у різні тканини та органи і стають джерелом внутрішнього опромінювання. Особливою загрозою для організму є ізотопи, які

протягом усього життя потерпілого можуть бути джерелами іонізуючого випромінювання.

Впливу іонізуючого випромінювання можуть зазнати працюючі з рентгенівськими та γ-променями під час здійснення γ-дефектоскопії на промислових підприємствах, обслуговуючий персонал прискорювальних установок і ядерних реакторів, а також зайняті розвідкою та добуванням корисних копалин та інше. У теперішній час вирішені основні питання радіаційної безпеки. Однак при порушеннях техніки безпеки або за певних обставин іонізуюче випромінювання може спричинити розвиток променевої хвороби (гострої та хронічної)[18].

При початкових проявах захворювання показано тимчасове усунення від роботи, пов’язаної з впливом іонізуючої радіації, терміном до року. У разі наявності більш виражених проявів хвороби показано направлення хворого на лікарсько-експертну комісію для встановлення ступеня втрати професійної працездатності і трудових рекомендацій. Подальша трудова діяльність в контакті з цим фактором протипоказана [23].

2.2. Застосування «ЕГІС Умань» в якості дослідницького інструменту впливу іонізаційного випромінювання на причинність захворюваності на новоутворення

Відмінною рисою географічних інформаційних систем є наявність у їхньому складі специфічних методів аналізу просторових даних, що у сукупності з засобами вводу, збереження, маніпулювання й подання просторово-координованої інформації і складають основу технології географічних інформаційних систем, або ГІС-технологій [3]. Саме наявність сукупності спроможних генерувати нове знання специфічних методів аналізу з використанням як просторових, так і непросторових атрибутів і визначає головну відмінність ГІС-технології від технологій, наприклад, автоматизованого картографування або систем автоматизованого проектування.

Отже, головною перевагою ГІС є *подання геоінформації в новій якості з умовою приросту знань про досліджувані просторові системи*, що передбачає спроможність виконувати трансформацію, аналіз, моделювання просторових даних, не характерні для інших інформаційних систем»[11].

З суто географічних позицій ГІС переробляють географічні потоки, що формуються в межах географічної оболонки і являють собою інформаційне відображення системи об'єктів географічного вивчення. Аналізуючи ці визначення доходим висновку, що переваги географічно прив’язаної інформації вже були відмічені раніше (М.М.Баранський) і карта, взагалі є тим джерелом «нового знання», яке дає «третій вимір» у сприйнятті цієї інформації [2].

Обмежившись можливостями картографічного виводу і аналізу інформації з використанням засобів пошарового її зображення сформуємо уявлення про *елементарну геоінформаційну систему*[7]. Це така система, яка лише частково використовує функції традиційних ГІС. В нашому випадку відсутня координатна (географічні координати) прив’язка даних, оскільки картографічні зображення будуються згідно з «вбудованими» параметрами настроювання «Параметри сторінки». Головна ж перевага ГІСів порівняно з паперовими картами в пропонованій елементарній ГІС залишається, а саме, можливість оперативного доступу і візуалізації просторово прив’язаної інформації.

Елементарна геоінформаційна система створюється в декілька етапів. Перший – вибір спрямованості (тематики), завдань, території та ієрархічних рівнів зображення. Другий - створення географічної (картографічної) основи. Третій – створення інформаційної (атрибутивної) бази даних. Четвертий – прив’язка інформації до географічної основи [9].

Спочатку за допомогою сканера (або цифрової фотокамери) переноситься растрове зображення і зберігається окремим файлом з розширенням Tiff або JPG (тобто тим, яке сприймає конвертор при вставці малюнку в поле Word). Потім після вставки растрового зображення за допомогою графічного редактору Word векторизуються окремі шари і зберігаються окремими файлами але вже з розширенням doc. При роботі над шарами активно використовуються

графічні можливості, особливо розбивка вузлів і їх видозміна. Приблизно таким же чином і в такій же послідовності здійснюється векторизація растрових зображень «власноруч» в таких ГІС як MapInfo, ArcView та ін.

Послідовність інструментальних операцій в «ЕГІС Умань» наступна:

- векторизація з детальної растрової карти (Google Maps) території міста Умань (масштаб навмисно не вказано, оскільки інструментарій Google Maps дозволяє використовувати практично необмежені можливості масштабування в обох напрямках);

- нанесення точок вимірювання радіаційного фону (за результатами попередніх досліджень);

- створення бази даних з присвоєнням ідентифікатора для кожної точки;

- створення пошуково-довідкової системи за допомогою засобу «MS Word» «підказка»;

- порівняльний аналіз поточних вимірювань з попередніми (10 років тому).

Картографічною основою дослідження стала карта медичних дільниць міста Умань, яких налічується 38.(рис.2.1.). Відповідно до вимог, за кожною з медичних дільниць закріплено близько 2 тис. жителів, здоров'ям яких опікуються дільничні лікарі. Власне, такий зв’язок з медичними дільницями став основою для більш легкої формалізації інформації в базі [4].

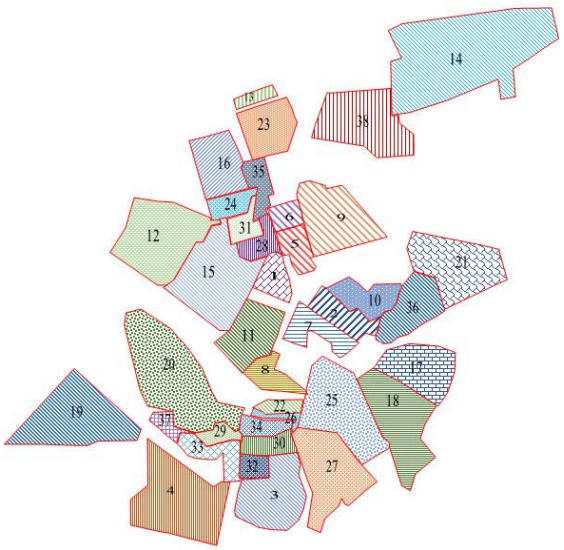


Рис. 2.1. Межі лікарських дільниць м. Умань (станом на 2013-2014 рр.)

2.3. Охорона праці при вимірюванні іонізуючого випромінювання

Захист працівника від негативного впливу джерела зовнішнього іонізуючого випромінювання:

1) зменшення потужності джерел («захист кількістю»);

2) скорочення часу роботи з джерелом («захист часом»);

3) збільшення відстані від джерел («захист відстанню»);

4) екранування джерел випромінювання матеріалами, що поглинають іонізуюче випромінювання («захист екраном»).

Захист від *внутрішнього опромінення* досягається шляхом виключення безпосереднього контакту з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді та запобігання потраплянню їх у повітря робочої зони.

При роботі з радіоактивними речовинами застосовують засоби *індивідуального захисту,* які запобігають потраплянню радіоактивних забруднень на шкіру та всередину організму, а також захищають від а- та, по можливості, від β-випромінювання.

До засобів індивідуального захисту від випромінювання належать: халати, костюми, капелюшки, рукавички, капці, бахіли, засоби захисту органів дихання. У разі виконання аварійних робіт застосовуються засоби індивідуального захисту – ізолювальні костюми шлангові чи з автономним джерелом подавання повітря до органів дихання, захисні скафандри. Вони мають просвинцьоване захисне покриття [16].

Контроль щодо опромінення людей виконується груповими та індивідуальними методами.

Груповий контроль щодо опромінення застосовується для груп людей, які спільно діють в однакових умовах радіоактивного ураження, з метою отримання даних про працездатність. Індивідуальний контроль щодо опромінення проводиться з метою отримання даних про дози опромінення кожної людини.

Згідно декларації МКРЗ обмеження опромінення повинно базуватися на середній річній дозі протягом життя рівній 1 мЗв. Українські санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами і джерелами іонізуючих випромінювань встановлюють граничну річну дозу опромінення 5 мЗв (0,5 бер).

Допустимим є одноразове аварійне випромінювання – 0,1 Зв.

Потужність експозиційної дози *до 25 мкР/год в* Україні вважається допустимою [8].

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Потенційні джерела іонізаційного випромінювання на території Уманського району Черкаської області

За оцінками спеціалістів департаменту екології та природних ресурсів Черкаської облдержадміністрації до головних забруднювачів довкілля на території області належать [8]:

- КП «Уманьтепло-комуненерго», м. Умань (постачання пари, гарячої води та кондиційованого повітря);

- ПП «АРСЕНАЛ-Т-07» Острівецька ГЕС, с. Острівець, Уманський район (виробництво електроенергії);

- ПП «АРСЕНАЛ-Т-07» Дубівська ГЕС, с. Дубова, Уманський район (виробництво електроенергії);

- ВАТ «Старобабанський гранітний кар'єр», с. Старі Бабани, Уманський район (добування декоративного та будівельного каменю, вапняку, гіпсу, крейди та глинистого сланцю);

- ТОВ «Уманський гранкар'єр», с. Піковець, Уманський район (добування піску, гравію, глин і каоліну);

- ПАТ «Київський завод «Граніт», с. Танське, Уманський район (різання, оброблення та оздоблення декоративного та будівельного каменю);

- ПАТ «Уманський Завод «Мегомметр», м. Умань (виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації);

- ПАТ «Уманьферммаш», м. Умань (виробництво машин і устаткування для сільського та лісового господарства);

- ТОВ «СерНік і Ко», м. Умань (виробництво цегли, черепиці та інших будівельних виробів із випаленої глини);

- ПП «Уманський завод залізобетонних виробів», м. Умань (виробництво залізобетонних виробів);

- АБЗ філії «Уманський РАД» ДП «Черкаський облавтодор» ВАТ «Державна Акціонерна компанія «Автомобільні дороги України», м. Умань (будівництво доріг і автострад);

- ПрАТ «Уманський «Агрошляхбуд», с. Піківець, Уманський район (будівництво доріг і автострад);

- ВАТ «Уманьавтодор», м. Умань (будівництво доріг і автострад);

- ПрАТ «Технолог», м. Умань (виробництво основних фармацевтичних продуктів);

- ПАТ «Вітаміни», м. Умань (виробництво основних фармацевтичних продуктів);

- Корпорація «Співдружність». Уманська дільниця утилізації боєприпасів, с. Собківка, с. Гереженівка, Уманський район (виробництво зброї та боєприпасів);

На території міста Умань і Уманського району також працюють 28 АЗС, які здійснюють торгівлю твердим, рідким, газоподібним паливом і подібними продуктами

Із перелічених господарських об’єктів можливий небезпечний влив на територію Уманського НУС можуть чинити:

- ВАТ «Старобабанський гранітний кар'єр», с. Старі Бабани, Уманський район (добування декоративного та будівельного каменю, вапняку, гіпсу, крейди та глинистого сланцю);

- ТОВ «Уманський гранкар'єр», с. Піківець, Уманський район (добування піску, гравію, глин і каоліну);

- ПАТ «Київський завод «Граніт», с. Танське, Уманський район (різання, оброблення та оздоблення декоративного та будівельного каменю);

Їхній вплив відбувається переважно через продукцію, яка використовується у благоустрої міста Умань і яка має трохи перевищений радіаційний фон (23-28 МЗв) [10].

На території Уманського району функціонують 17 зареєстрованих сміттєзвалищ. Можливий шкідливий вплив на територію університетського

містечка Уманського НУС може чинити сміттєзвалище Родниківської сільської ради Уманського району та сміттєзвалище Уманського комунального підприємства «Комунальник» (Нова Умань).

На території Уманського району працюють підприємства, які здійснюють скид відпрацьованої води у річки району. Це:

- КП «Уманьводоканал» об'єм скидання зворотніх вод у річку Уманка у 2016 році 2538,0 тис $м^3$/рік, в тому числі кількість забруднюючих речовин, що скидаються разом із зворотними водами, 885,774 т/рік;

- ТОВ «Уманський гранкар'єр» об'єм скидання зворотніх вод у річку Уманка у 2016 році 31,0 тис $м^3$/рік, в тому числі кількість забруднюючих речовин, що скидаються разом із зворотними водами 5,01 т/рік;

- Старобабанівська виправна колонія № 92 об'єм скидання зворотніх вод у річку Ревуха у 2016 році 189,0 тис $м^3$/рік, в тому числі кількість забруднюючих речовин, що скидаються разом із зворотними водами, 3,37 т/рік

Із перелічених об'єктів жоден не здатен чинити прямого імпактного впливу на територію університетського містечка УНУС.

В Уманському районі знаходиться 6 паспортизованих і 11 непаспортизованих місць видалення відходів категорії В (небезпечні)[8]. За попередніми даними жоден з них не знаходиться на близькій відстані від об'єкту дослідження і не може чинити імпактний вплив на довкілля.

3.2. Динаміка змін радіаційного фону та її вплив на розвиток захворюваності населення міста Умань Черкаської області

Динаміка зміни радіаційного фону міста Умань була для нас цікава тому, що подібні дослідження проводились на кафедрі екології та безпеки життєдіяльності Уманського НУС 10 років тому. І тоді було встановлено досить значний внесок антропогенної складової у величину радіаційного фону [20]. Власне, у більшості людей місто Умань асоціюється з дендропарком «Софіївка» і тим самим викликає асоціації екологічно безпечної території.

Водночас на території згаданого дендропарку та навколо нього є відслонення та виходи на денну поверхню докембрійських гранітів, які мають досить значний природний радіаційний фон. У попередніх дослідженнях несподіваною виявилася тісна залежність між значеннями природного радіаційного фону та динамікою захворюваності населення на новоутворення. Тому, знаючи значення радіаційного фону, локалізовані за певною адресною прив'язкою, стає можливим робити певні прогнози динаміки захворюваності на конкретних територіях. Розв'язання таких проблем лежить у сфері багатьох наук про Землю - екології, фізичної географії, медичної географії.

Дослідження радіаційного фону проводились нами безпосередньо вздовж шляхів сполучення, але в межах міста Умань. Результати цих досліджень ми плануємо використовувати як методичний прийом при обстеженні більших територій (Черкаська область).

Відповідно до загальноприйнятої методики моніторингу на місцевому рівні [1], пости спостереження розташовують на перехрестях вулиць з інтенсивним рухом транспорту, на регулярних магістралях, на різній відстані від потужних промислових підприємств або промислових об’єктів відповідно до переважного напрямку вітру. Пости також розміщуються в житлових масивах різної забудови, в зонах масового відпочинку, на територіях шкіл і дитячих садків, на рельєфі (пагорби і западини), в районі метеостанції. Обрані пункти слід розташовувати максимально рівномірно по місту на майданчиках з безпиловим режимом або в провітрюваних місцях. Для виявлення впливу міста на прилеглу територію також доцільно встановити один стаціонарний пост на відстані 1-3 км від міста з навітряного боку за напрямом переважного вітру і на відстані 2-5 км. Саме цих вимог дотримувалися автори досліджень, проведених у 2013-2014 роках. Зокрема, на території міста Умань визначено понад 300 точок вимірювання радіаційного фону (рис. 3.1.). Вимірювання проводили двома приладами «БЕЛЛА» та «ТЕРРА-П» (для зменшення похибки вимірювання).

Для полегшення подальшого порівняння даних за 2013 та 2023 роки ми розробили відповідну базу даних у вигляді таблиць (рис. 3.2.). Координати точок та їх висоту над рівнем моря визначали за допомогою інструментів популярної та загальнодоступної програми «Google Earth». Зокрема, ми свідомо включили в базу значення висоти над рівнем моря через те, що в попередніх дослідженнях нахил місцевості міг впливати на геохімічні процеси в міському ландшафті.

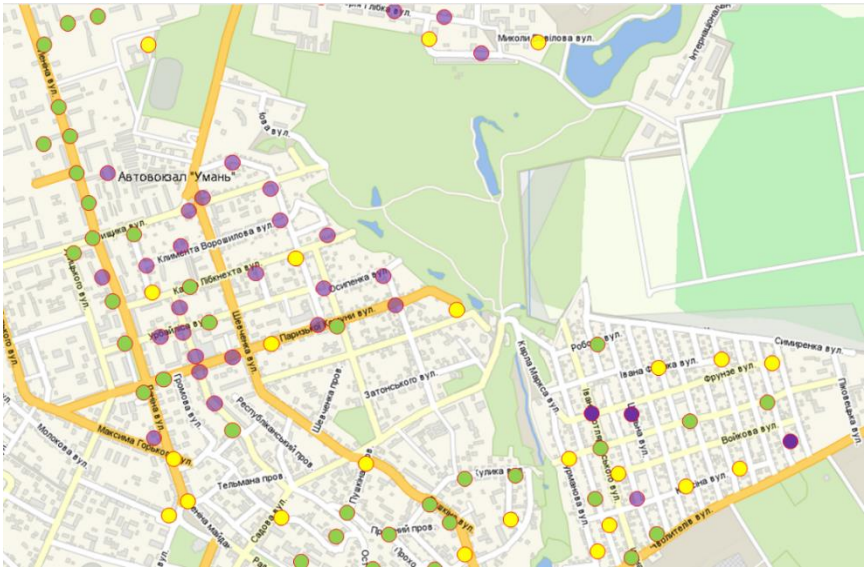
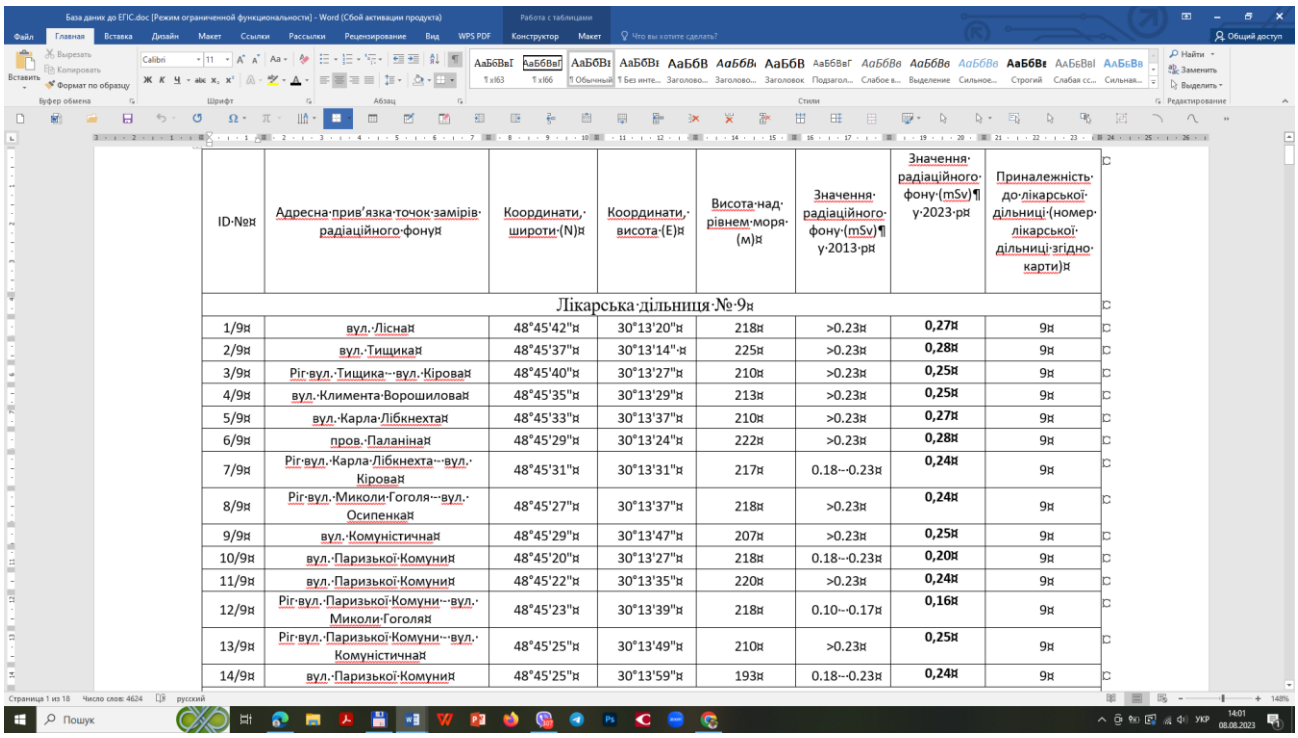


Рис. 3.1. Точки вимірювання радіаційного фону на території міста Умань

Наприклад, у роботі [4] до помірно небезпечних ділянок віднесено ділянки № 6, 23, 29, 33 та 37, де показники знаходяться в межах 0,16-0,22 (від рівня захворюваності) та 0,19-0,22 мкЗв/год (від рівня радіаційного фону). Причини такого радіаційного фону на об’єктах № 33 та № 37 полягають у тому, що вони розташовані поблизу зони розвантаження сипучих вантажів залізничної станції Умань, яка експлуатується більше 40 років (вугілля, гранітна крихта, мінеральна сировина). добрива тощо). За цей час на поверхні ґрунту накопичуються різні радіоактивні частинки, які можуть спричинити підвищення радіоактивного фону. Підвищений радіаційний фон на об’єкті № 29 пояснюється тим, що похилий рельєф цієї частини міста сприяє біогеохімічній міграції радіоактивних і токсичних речовин внаслідок зливових дощів, коли вода стікає з об’єктів № 33 та № 2. 37 на ділянку №29.



ID·№¤	Адресна·прив'язка·точок·замірів·радіаційного·фону¤	Координати,·широти·(N)¤	Координати,·висота·(E)¤	Висота·над·рівнем·моря·(м)¤	Значення·радіаційного·фону·(mSv)·¶у·2013·рк	Значення·радіаційного·фону·(mSv)·¶у·2023·рк	Приналежність·до·лікарської·дільниці·(номер·лікарської·дільниці·згідно·карти)¤
Лікарська·дільниця·№·9¤							
1/9¤	вул.·Лісна¤	48°45'42"¤	30°13'20"¤	218¤	>0.23¤	**0,27¤**	9¤
2/9¤	вул.·Тищика¤	48°45'37"¤	30°13'14"·¤	225¤	>0.23¤	**0,28¤**	9¤
3/9¤	Ріг·вул.·Тищика···вул.·Кірова¤	48°45'40"¤	30°13'27"¤	210¤	>0.23¤	**0,25¤**	9¤
4/9¤	вул.·Климента·Ворошилова¤	48°45'35"¤	30°13'29"¤	213¤	>0.23¤	**0,25¤**	9¤
5/9¤	вул.·Карла·Лібкнехта¤	48°45'33"¤	30°13'37"¤	210¤	>0.23¤	**0,27¤**	9¤
6/9¤	пров.·Паланінаа¤	48°45'29"¤	30°13'24"¤	222¤	>0.23¤	**0,28¤**	9¤
7/9¤	Ріг·вул.·Карла·Лібкнехта···вул.·Кірова¤	48°45'31"¤	30°13'31"¤	217¤	0.18···0.23¤	**0,24¤**	9¤
8/9¤	Ріг·вул.·Миколи·Гоголя···вул.·Осипенка¤	48°45'27"¤	30°13'37"¤	218¤	>0.23¤	**0,24¤**	9¤
9/9¤	вул.·Комуністична¤	48°45'29"¤	30°13'47"¤	207¤	>0.23¤	**0,25¤**	9¤
10/9¤	вул.·Паризької·Комуни¤	48°45'20"¤	30°13'27"¤	218¤	0.18···0.23¤	**0,20¤**	9¤
11/9¤	вул.·Паризької·Комуни¤	48°45'22"¤	30°13'35"¤	220¤	>0.23¤	**0,24¤**	9¤
12/9¤	Ріг·вул.·Паризької·Комуни···вул.·Миколи·Гоголя¤	48°45'23"¤	30°13'39"¤	218¤	0.10···0.17¤	**0,16¤**	9¤
13/9¤	Ріг·вул.·Паризької·Комуни···вул.·Комуністична¤	48°45'25"¤	30°13'49"¤	210¤	>0.23¤	**0,25¤**	9¤
14/9¤	вул.·Паризької·Комуни¤	48°45'25"¤	30°13'59"¤	193¤	0.18···0.23¤	**0,24¤**	9¤

Рис. 3.2. База даних для проведення порівняльного аналізу значень радіаційного фону (фрагмент)

З точки зору моніторингу шляхів сполучення, вимірювання радіаційного фону, що проводяться на цих шляхах, фокусують увагу спостерігача як би на джерелах, пов'язаних з автомобільним транспортом. Проте не можна виключати й інших шляхів поступового підвищення радіаційного фону. Так, за результатами попередніх досліджень у межах медичних дільниць №№ 5,9 відзначено значення радіаційного фону більше 0,22 мкЗв/год. Згідно з цими дослідженнями, причиною цього також є потужні виходи докембрійських гранітів у Софіївському дендропарку. До категорії середньої небезпеки віднесено дільниці № 6, 23, 29, 33 та 37, де показники рівня радіаційного фону становили 0,19-0,22 мкЗв/год. Причини такого радіаційного фону на об'єктах № 33 та № 37 полягають у тому, що вони розташовані поблизу зони розвантаження сипучих вантажів залізничної станції Умань, яка експлуатується більше 40 років (вугілля, гранітна крихта, мінеральна сировина). добрива тощо). За цей час на поверхні ґрунту накопичуються різні радіоактивні частинки, які можуть спричинити підвищення радіоактивного фону. Підвищений радіаційний фон на об'єкті № 29 пояснюється тим, що похилий рельєф цієї частини міста сприяє біогеохімічній міграції радіоактивних і

токсичних речовин внаслідок зливових дощів, коли вода стікає з об'єктів № 33 та № 2. 37 на ділянку N°29.

Поповнення бази новою інформацією, а також їх порівняння за допомогою засобів ЕГІС дозволили виявити певні закономірності у зміні значень радіаційного фону за останні 10 років. У більшості медичних центрів, які знаходяться або в зоні приватної забудови, або далеко від жвавих магістралей, загальна картина значень радіаційного фону не змінилася. Нижче зупинимося більш детально на тих дільницях, де в 2013-2014 рр. спостерігалося перевищення радіаційного фону [20].

- На дільниці № 9 значення фону залишилися на рівні 10-річної давнини - 0,22-0,25 мкЗв/год. (вул.: Лісна, Тищика, Гоголя, пар. Комуни та ін.) з 14 точок відбору. У чотирьох точках значення досягали 0,25-0,27 мкЗв/год (ID: 1/9,2/9,5/9,6/9). І лише в одній точці (ID12/9) спостерігалося незначне зниження значень радіаційного фону (0,16 мкЗв/год).

- На медичній дільниці № 5 (вул.: Республіканська, Урбайліса, пр. Садовий та ін.) з 10 точок відбору залишилось 4 точки на рівні 10-річної давності (0,22-0,25 мкЗв/год) (ID: 1/5,5/5,75,9/5). У двох точках значення досягали 0,26-0,27 мкЗв/год (ID: 2/5,3/5). А в чотирьох точках (ID: 4/5, 6/5, 8/5, 10/5) виявлено незначне зниження значень радіаційного фону (0,15 - 0,19 мкЗв/год).

- На медичній дільниці № 6 (вул. Тищика, Ворошилова, Р. Люксембург та ін.) з 6 точок відбору на рівні 10-річної давності (0,21-0,23 мкЗв/год) залишилось 2 точки (ID: 2/6, 3/6). У двох точках (ID: 4/6, 5/6) значення досягали 0,21 мкЗв/год. А в двох точках (ID: 1/6, 6/6) виявлено незначне зниження значень радіаційного фону (0,12 - 0,13 мкЗв/год).

3.3. Профілактичні заходи щодо зменшення впливу іонізаційного випромінювання

Для зменшення впливу на організм радіоактивних речовин необхідно:

• максимально обмежити перебування на відкритій місцевості,

• при виході з приміщення використовувати засоби індивідуального захисту (респіратор, протигаз, ватно-марлева пов'язка, плащ, чоботи);

• перед тим, як увійти в приміщення, миють взуття, одяг чистять;

• в усіх приміщеннях щоденно проводити вологе прибирання;

• приймати їжу тільки у закритих приміщеннях, перед вживанням їжі ретельно мити руки і полоскати рот розчином питної соди;

• воду вживати тільки з перевірених джерел, а продукти харчування – після їх ретельної перевірки;

• сільськогосподарські продукти (молоко, зелень, овочі та фрукти) вживати тільки після їх перевірки;

• не купатися у відкритих водоймах;

• не збирати у лісі ягоди, гриби і квіти.

В закладах та установах України передбачений *регулярний контроль за радіаційним фоном* на території закладу. Керівник закладу забезпечує проведення дозиметричного контролю, відповідно до нормативних актів, з *обов'язковою реєстрацією в спеціальному журналі.*

Для зменшення радіонуклідів, які надходять з їжею, необхідно систематично приймати *радіопротектори* – речовини, які зв'язують радіонукліди та підвищують стійкість організму до радіоактивного впливу [5].

При допомозі приладів для вимірювання рівня іонізуючих випромінювань можна оцінити ступінь забруднення території та продуктів харчування за їх зовнішнім випромінюванням.

В Україні допустимі рівні опромінення регламентувалися Санітарними правилами роботи з радіоактивними речовинами і джерелами іонізуючих випромінювань СП-333-60 [6].

Умови безпеки при використанні радіоактивних ізотопів у промисловості передбачают *розробку захисних заходів та засобів* не лише стосовно осіб, які безпосередньо працюють з радіоактивними речовинами, але й тих, хто знаходиться у суміжних приміщеннях, а також населення, що проживає поруч з небезпечним об'єктом.

Методи та засоби захисту персоналу від іонізуючого випромінювання у виробничих умовах: *організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні.*

Організаційні заходи передбачають забезпечення виконання вимог норм радіаційної безпеки. Приміщення, які призначені для роботи з радіоактивними ізотопами повинні бути ізольовані від інших і мати спеціально оброблені стіни, стелі, підлоги. Відкриті джерела випромінювання повинні знаходитись в обмеженій зоні, перебування в якій дозволяється персоналу у виняткових випадках. На контейнери, устаткування, двері приміщень та інші об'єкти наноситься попереджувальний знак радіаційної небезпеки.

На підприємствах складаються інструкції з охорони праці (правила безпечного виконання робіт). Для проведення робіт необхідно обирати якнайменшу кількість ізотопів («захист кількістю»). Застосування приладів більшої точності дає можливість використовувати ізотопи з меншою активністю («захист якістю»). Необхідно організувати дозиметричний контроль та своєчасне збирання і видалення радіоактивних відходів із приміщень у спеціальних контейнерах [24].

До *технічних заходів та засобів* захисту від іонізуючого випромінювання належать: застосування автоматизованого устаткування з дистанційним керуванням; використання витяжних шаф, камер, боксів, що оснащені спеціальними маніпуляторами, які копіюють рухи рук людини; встановлення захисних екранів.

Санітарно-гігієнічні заходи передбачають: забезпечення чистоти приміщень, включаючи щоденне вологе прибирання; улаштування припливно-витяжної вентиляції з щонайменше п'ятиразовим повітрообміном; дотримання норм особистої гігієни, застосування засобів індивідуального захисту.

Радіонукліди потрапляють в організм людини: або у вигляді розчинних сполук за схемою ґрунт–рослина–людина; або через повітря або забруднені продукти харчування.

Дотримання *санітарних правил* на забруднених територіях дозволяє практично усунути шляхи надходження в організм радіонуклідів. Джерела проникнення радіоактивних речовин у житлові приміщення: атмосферне повітря, дрова, що використовують для опалення, попіл від їх спалювання; побутові предмети, що вносяться з вулиці; брудне взуття або одежа; забруднені продукти харчування.

Для безпеки проживання населення в умовах радіоактивного забруднення території при постійному вживанні в їжу місцевих продуктів харчування необхідно дотримуватись певних правил.

Миття у проточній воді фруктів, очищення овочів, зрізання головок коренеплодів, зривання верхніх листків знижує радіоактивне забруднення продуктів у десятки разів. Соління та маринування зменшує вміст радіоактивних елементів у продуктах.

Зменшення забруднення досягають, дотримуючись *санітарних вимог:* у приміщеннях роблять вологе прибирання, робочу одежу і взуття залишають поза кімнатами, предмети перед тим, як внести в приміщення, протирають. Істотно знижують надходження радіоактивних речовин з пилом за допомогою насадження дерев і кущів біля будинків. Особливо бажані такі посадки уздовж проїзних частин доріг.

До *лікувально-профілактичних* заходів належать: попередній та періодичні медогляди осіб, які працюють з радіоактивними речовинами; встановлення раціональних режимів праці; використання радіопротекторів – хімічних речовин, що підвищують стійкість організму до іонізуючого опромінення [24].

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ ЗДОРОВ'ЯМ НАСЕЛЕННЯ ТА ЯКІСТЮ ДОВКІЛЛЯ

Складність проведення еколого-економічного моделювання стану здоров'я населення полягає в тому, що виникнення хвороб залежить від ряду факторів, в тому числі суб'єктивних, які важко піддаються кількісній оцінці. Зокрема, психологічний та духовний стан людини напряму визначають здоров'я населення, але кількісно їх оцінити та ще й в межах конкретного регіону чи міста майже не можливо. При визначенні факторів впливу на стан здоров'я населення в розрізі окремих регіонів, не враховуються і згладжуються індивідуальні особливості людини, в тому числі генетичні схильності до конкретних видів хвороб, спосіб життя, харчування та багато ін. Незважаючи на вказані недоліки, в даній роботі пропонується розгляд підходів, що дозволяють апроксимувати індивідуальні особливості та працювати з агрегованими даними на регіональному рівні [6]. При цьому доцільно використовувати ряд лінійних залежностей, наступного виду:

$$З = k \cdot M + \mathrm{N} \cdot \mathrm{b}$$

де k - показник, що визначає кількість випадків захворювань при рівнях забруднення довкілля по населеному пункту, який відповідає одиничному значенню;

M - показник, що визначає кількість випадків захворювань, який відповідає фоновому рівню в розрахунку на 10 тис. осіб;

N - чисельність населення населеного пункту, десятків тис. осіб;

b - фактичний рівень забруднення навколишнього середовища, розраховується за допомогою наступної формули:

$$M = f_j \cdot \sigma_j \sum_{i=1}^{n} (m_i \cdot A_i)$$

F_j - показник, що характеризує метеокліматичні умови населеного пункту;

Q_j - показник, що характеризує соціально-економічну значимість території, яка сприймає техногенне навантаження;

m_i - маса викидів забруднюючих речовин, тонн/рік;

A_i - коефіцієнт приведення.

Таблиця 4.1.

Результати кореляційно-регресійного аналізу факторів виникнення генетичних (хромосомних) порушень на регіональному рівні

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Ген. поруш.	Ген. поруш.	Ген. поруш.	Ген. поруш.	Ген. поруш.
Лісні засадження	7.93e-06 (0.009)***				
Доступ до моря	0.0000992 (0.364)	0.0000117 (0.913)	0.0000343 (0.670)		-0.0000295 (0.721)
Насел. на одного лікаря	-3.74e-07 (0.756)	-8.77e-07 (0.474)	-1.04e-06 (0.346)	-1.05e-06 (0.247)	
Загальне забруднення	2.01e-07 (0.296)	3.21e-08 (0.864)	7.68e-08 (0.532)		8.97e-08 (0.626)
Реальна зарплата	3.39e-08 (0.974)	3.44e-07 (0.750)			7.98e-07 (0.405)
Cs137 (цезій)	2.79e-06 (0.183)	5.70e-06 (0.002)***	5.78e-06 (0.001)***	5.27e-06 (0.000)***	
Опром. щитовидної залози					4.12e-06 (0.000)***
Річні змінні	2000-2006	…	…	…	…
константа	0.001 (0.003)***	0.001 (0.000)***	0.001 (0.000)***	0.001 (0.000)***	0.001 (0.000)***

В таблиці 4.1. представлено п’ять різних специфікаційних форм рівнянь залежностей для виявлення факторів, що спричиняють хромосомні порушення. Варто зазначити, що середня по Україні частота хромосомних порушень складає 0.0011 (1 особа на 1000 нас.), тобто зростання дози радіації на 100 кБк/м^2 в середньому збільшує кількість хромосомних порушень на 5% [15].

Після проведеного кореляційно-регресійного аналізу отримано наступні результати.

Хромосомні (генетичні) порушення. Зростання дози радіації на 100 кБк/м^2 по регіонам України, в середньому збільшує кількість хромосомних порушень

на 5%. Інші фактори – заробітна плата, загальне забруднення повітря, кількість лікарів та річні змінні виявилися статистично не значимими.

Дихальні хвороби. Доступ регіонів до моря зменшує кількість захворювань дихальної системи в середньому на 14%. Економічні показники у вигляді реальної заробітної плати виявилися статистично значущими і в регіонах з більшими доходами, рівень захворюваності на дихальні хвороби менша. Загальні викиди шкідливих речовин в повітря негативно впливають на стан дихальної системи населення. При збільшенні кількості викидів в атмосферу на 100 тис. тон. імовірність зростання захворювань дихальної системи зростає на 3%. Радіоактивне забруднення та дози опромінення щитовидної залози в населення виявилися статистично не значущими

Захворювання ендокринної системи. Збільшення кількості опромінення щитовидної залози на 30 сГр викликає в середньому, збільшення кількості випадків захворювання ендокринної системи людини на 30%. Викиди шкідливих речовин позитивно впливають на кількість захворювань ендокринної системи: зі зростанням забруднення – зростає захворюваність. Відносно багатші регіони страждають на захворювання ендокринної системи менше, ніж в середньому економічно слабші регіони. Найскоріше, це відбувається тому, що північні регіони (менш економічно розвинені) більше постраждали від аварії на ЧАЕС і тому кількість захворювань там більша [6].

ВИСНОВКИ

1. В результаті вивчення літературних джерел з’ясовано, що джерела іонізуючого випромінювання поділяються на дві великі групи: ті, що існують у природі, як результат багатомільйоннорічних планетотворних процесів і ті, у виникненні яких відчувається активна роль людини.

2. В процесі дослідження радіоактивного фону в місті Умань, було встановлено, що місця виходу гранітів українського кристалічного щита є головним джерелом, де спостерігається підвищений рівень радіації.

3. Визначені «ареали» підвищеного та нормального радіаційного фону в місті та рівень радіаційного фону по окремих лікарських дільницях міста.

4. Після аналізу побудованих геопросторових карт за допомогою ЕГІС, виявлена залежність радіаційного фону як від природного фактору (виходів докембрійських гранітів українського кристалічного щита), так і від деяких антропогенних впливів (район ставу Осташівки).

5. Після проведених аналізів картографічного матеріалу ми визначили певну залежність між радіаційним фоном та кількістю випадків захворюваності на онкологічні хвороби.

Як рекомендації для покращеного стану можна порадити для людей котрі проживають на дільницях з підвищеним радіаційним фоном:

– проходити своєчасний медичний огляд;

– якомога частіше вживати продукти харчування які вважаються радіопротекторами, такі як – яблучний сік, яблучне пюре, мед, обліпиха, морква, столовий буряк, петрушку, кріп.

– вести здоровий спосіб життя, та намагатися уникати місць з надзвичайно високим радіоактивним фоном.

Отримані дані під час дослідження, можуть бути використані в роботі міністерства охорони здоров’я в місті. Внаслідок чого лікарі зможуть приділити особливу увагу саме небезпечним дільницям міста, проводити профілактику та попередження захворювання на тих же дільницях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Віталій Мудрак, Сергій Сонько, Назар Віхренко, Богдан Кушнерик. Дослідження радіаційного фону за допомогою інструментарію елементарної геоінформаційної системи «ЕГІС УМАНЬ». / Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства. Збірник тез XII Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції. Умань, 12 жовтня 2023 року. / Під ред. д.е.н. О.О.Непочатенко. Ред.-вид.відділ УНУС, Умань, 2023. – 135 с. - С.С.50-54.

2. Географічні карти та картографічний метод дослідження (1 том - Географічні карти) (2 том — Картографічний метод дослідження) / Т. В. Дудун, С. В. Тітова.// упоряд. С. В. Тітова. – К., 2017. – 150 с.

3. ГІС карти: види та застосування цифрової картографії/ https://eos.com/uk/blog/gis-karty/ (2022)

4. Драч А.В., Сонько С.П. Розвиток захворюваності населення міста Умань за можливою дією патогенних факторів середовища. / Охорона довкілля. Матеріали X Всеукраїнських наукових Таліївських читань 17-18 квітня 2014 р.- Харків, ХНУ ім.Каразіна. - С.62-66.

5. Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути: тези доп. II Міжнародної науково-практичної інтернетконференції, 4-5 лютого 2021 р. – Дніпро, Україна, 2021. – Т.1. – 502 с.

6. Кубатко О. В. Економічна оцінка залежностей між здоров’ям населення та забрудненням довкілля. Ефективна економіка № 2, 2009. – С.С.33-40

7. Лета В.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 014.07 Середня освіта (Географія) з дисципліни «Картографія і ГІС». Ужгород, 2021 р. 30 с.

8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2021 році. / Управління екології та природних ресурсів Черкаської обласної державної адміністрації. Електронний ресурсс. Режим доступу: https://docs.google.com/document/d/1Ph3-6L340rNxBGbvV9ymczAaJ7YqAoCV/edit?pli=1.

9. Сонько С.П. Досвід використання елементарних ГІС в екологічних дослідженнях. / Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної та екологічної науки: матеріали міжнародної наук.-практ. конф. присвяченої 25-річчю відкриття спеціальності «Екологія» у Тернопільському національному педагогічному університеті ім. В. Гнатюка (7-8 травня 2019 р.) // наук. ред. Л.П. Царик, М.Я. Сивий, А.В. Кузишин, Я.О. Мариняк. – Тернопіль: СМП «Тайп», 2019. – 208 с.- С.С. 53-59. http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/6855

10. Суханова І.П., Василенко О.В., та ін. Оцінка залежностей між вмістом важких металів в ґрунтах урбоекосистем та рівнем онкозахворювань населення (на прикладі м. Умань Черкаської області). / Ukrainian Journal of Ecology, 2020, 10(6). - 1-5, doi: 10.15421/2020_249

11. Тітова С.В., Дудун Т.В. Картографічний метод дослідження: від ментальності та практики до наукових досліджень. Modern scientific researches. 2018. Part 3. С. 111-126.

12. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS [Текст] : навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т.Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. — 228 с. — ISBN 978-617-7746-79-8

13. Шиян Д.В. Медико-географічне дослідження впливу малих доз радіаційного випромінювання на організм людини./ The 1 st International scientific and practical conference «Science, innovations and education: problems and prospects» (August 18-20, 2021). CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2021. 607 p. - P.P. 485-490. http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8961

14. Abdi Goushbolagh N, Abedi Firouzjah R, Ebrahimnejad Gorji K, Khosravanipour M, Moradi S, Banaei A, et al. Estimation of radiation dose-reduction factor for cerium oxide nanoparticles in MRC-5 human lung fibroblastic cells and MCF-7 breast-cancer cells. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*. 2018;**46**(sup3):S1215-25. [PubMed ID: 30481078]. https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1536062.

15. Akbari, A., Jelodar, G., Nazifi, S., Afsar, T., & Nasiri, K. (2019). Oxidative stress as the underlying biomechanism of detrimental outcomes of ionizing and non-

ionizing radiation on human health: antioxidant protective strategies. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, *21*(4).

16. Andreo, P., Burns, D. T., Nahum, A. E., Seuntjens, J., & Attix, F. H. (2017). *Fundamentals of ionizing radiation dosimetry*. John Wiley & Sons.

17. Bagheri M , Fouladi M R , Abedi-Firouzjah R . An Investigation of Natural Background Radiation and Health Risk Assessment in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province, Iran. Ann Mil Health Sci Res. 2020;18(4):e106801. https://doi.org/10.5812/amh.106801.

18. Bakar, Nurul Fathihah Abu, et al. "Effect of ionizing radiation towards human health: A review." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 268. No. 1. IOP Publishing, 2019.

19. Daria Shiyan, Olena Lakomova. Dynamics of Oncological Morbidity in Kryvyi Rih Environment. / Advances in Economics, Business and Management Research, volume 129 III International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence 2020 (ISC-SAI 2020).- p.p. 15-22. **DOI** https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200318.003.

20. Ogilko S.P. Monitoring of the radiation background of the city of Uman: after 10 years. / Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Сучасні географічні та екологічні дослідження довкілля. – 2023.вип 38. - Харків: Видавництво ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2023. – С.71-81.

21. Tong, Jian, and Tom K. Hei. "Aging and age-related health effects of ionizing radiation." *Radiation Medicine and Protection* 1.1 (2020): 15-23.

22. Vepsäläinen, A. P., Karamlou, A. H., Orrell, J. L., Dogra, A. S., Loer, B., Vasconcelos, F., ... & Oliver, W. D. (2020). Impact of ionizing radiation on superconducting qubit coherence. *Nature*, *584*(7822), 551-556.

23. https://novokalynivska-gromada.gov.ua/news/1635408122/

24. https://pidru4niki.com/92793/bzhd/ionizuyuche_viprominyuvannya