

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ
М. ХЕРСОН

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконав: студент 05-215М групи

Спеціальності 106 Географія

Освітньо-професійної програми «Географія»

Щербина Сергій Борисович

Керівник д. геогр. н., проф. Пилипенко І.О.

Рецензент д. б. н., проф. Ходосовцев О.Є.

Херсон – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	6
ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ: ДЖЕРЕЛА ТА МЕХАНІЗМ ШКІДЛИВОЇ ДІЇ	6
1.1. Історія дослідження іонізуючого випромінювання.....	6
1.2. Джерела іонізуючого випромінювання.....	8
1.2.1. Природні джерела.....	9
1.2.2. Техногенні джерела.....	14
1.3. Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми.....	21
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	25
2.1. Прилади для вимірювання рівня іонізуючого випромінювання.....	25
2.2. Методи дослідження рівня радіаційного фону навколишнього середовища....	30
2.2.1. Методи виявлення іонізуючого випромінювання.....	30
2.2.2. Геофізичні методи дослідження радіаційного фону.....	34
2.3. Методи оцінки рівня радіаційного фону навколишнього середовища.....	36
2.4. Характеристика приладу, що використано для дослідження.....	38
2.5. Методика виконання досліджень.....	40
2.6. Статистична обробка результатів.....	42
РОЗДІЛ 3	45
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ТА СЕЛІТЕБНИХ УМОВ М. ХЕРСОНА	45
3.1. Географічне положення та загальна характеристика м. Херсон.....	45
3.2. Особливості геологічної будови території міста.....	47
3.3. Характеристика житлової забудови м. Херсона.....	52
РОЗДІЛ 4	56
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ В М. ХЕРСОН	56
4.1. Об'єкти досліджень (з обґрунтуванням).....	56
4.2. Просторовий аналіз радіаційного фону та його чинники.....	60
4.3. Загальна характеристика радіаційного стану Херсонської області та порівняльна характеристика з іншими регіонами.....	65
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
Додаток А.....	76
Додаток Б.....	88

ВСТУП

Актуальність дослідження. На значення показників радіаційного фону впливає ряд факторів. Серед них – радіоактивний склад ґрунтів, зумовлений наявністю природних радіонуклідів, а також радіоактивні речовини, що надійшли в навколишнє середовище в результаті діяльності людини – зокрема, з викидами теплових електростанцій, що працюють на вугіллі, металургійних підприємств тощо.

Ґрунт є одним з джерел радіоактивних речовин, які спричиняють внутрішнє та зовнішнє опромінення людини. Насамперед, це стосується природного газу радону, який через органи дихання потрапляє в організм і може стати причиною онкологічних хвороб легенів. Особливо радононебезпечними можуть бути підвальні, напівпідвальні приміщення, а також перші поверхи будівель.

В той же час, джерелами радіоактивного фону можуть бути викиди підприємств теплоенергетики, металургійні комбінати, будівельні матеріали, завезені з інших територій, тощо. Тому сьогодні актуальним є визначення провідного фактору, який зумовлює радіоактивний фон в межах населених пунктів, і, зокрема, в межах м. Херсона, та дослідження можливого зв'язку між природним радіоактивним фоном та тектонічною, морфологічною та літологічною будовою території.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика дипломної роботи пов'язана з науковою роботою кафедри географії та екології, а також з науковими програмами зі збереження та відтворення навколишнього середовища Херсонської області.

Об'єктом дослідження є радіаційний фон м. Херсона.

Предметом є природні та техногенні складові радіаційного фону м. Херсона.

Мета дослідження – визначення провідного фактору, що зумовлює рівень радіоактивного фону в м. Херсоні та встановлення можливого зв'язку між особливостями геологічного середовища та радіоактивним фоном окремих мікрорайонів міста.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі **наукові завдання**:

1) систематизувати інформацію стосовно природних та антропогенних джерел радіаційного фону;

2) вивчити вплив радіації на організм людини;

3) шляхом вимірювань (за допомогою портативного дозиметра) отримати інформацію стосовно величини радіаційного фону в різних мікрорайонах м. Херсона (на відкритих природних територіях, у підвальних приміщеннях та перших поверхах будинків панельного або цегляного типів);

4) дослідити геологічне середовище м. Херсона, його особливості та проаналізувати можливість впливу геоморфологічної будови міста на величину радіаційного фону.

Складність досліджуваної теми вимагала застосування ряду методів, кожен з яких дозволяє проаналізувати проблему відповідно до її суті і найбільш ефективним способом:

- метод аналізу літературних джерел (використовувався при вивченні основ радіаційної екології);
- метод польових досліджень (використовувався при дослідженні рівня радіаційного фону у різних частинах м. Херсона (польові дослідження в межах адміністративних районів м. Херсона);
- статистичний метод (використовувався при аналізі рівня радіаційного фону в межах адміністративних одиниць м.

Херсона).

Практичне значення дослідження полягає у виявленні потенційно небезпечних зон у м. Херсоні за рівнем радіаційного фону.

Наукова новизна одержаних результатів – вперше отримані результати, які дозволяють провести кореляцію між особливостями геологічного середовища та радіаційним фоном окремих мікрорайонів м. Херсон.

Апробація результатів роботи. Результати роботи представлені в статті «Просторовий аналіз радіаційного фону м. Херсон та його зв'язок з умовами середовища» у збірнику І-ї Всеукраїнської заочної наукової конференції «Освітні та наукові виміри природничих наук».

РОЗДІЛ 1

ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ: ДЖЕРЕЛА ТА МЕХАНІЗМ ШКІДЛИВОЇ ДІЇ

1.1. Історія дослідження іонізуючого випромінювання

Відкриття Беккерелем випромінювання урану в 1896 році стало першим в ряду відкриттів, які показали постійну присутність в навколишньому світі радіаційного фону, що безперервно впливає на природу Землі. Наступні три десятиліття досліджень дозволили отримати дані про вміст радіонуклідів в земних породах, в атмосферному повітрі, в водах океанів, морів, озер, річок. Важливим було виявлення властивості суб'єктів органічного світу - рослин, тварин і людини - накопичувати в собі радіоактивні речовини. Наявність в метеоритах радіоактивних елементів показало, що явище радіоактивності не обмежується Землею, але притаманне і іншим об'єктам Всесвіту. Після формування Землі як космічного тіла, радіоактивний розпад був причиною розігріву земних надр і дав початок тектонічним і горотворним процесам на нашій планеті, при цьому на поверхні Землі в місцях розломів кори утворювались області з аномально підвищеним рівнем радіації. Встановлено, що первинний рівень радіоактивності на поверхні Землі був в 5-10 разів вище сучасного, потім він поступово знижувався за рахунок розпаду короткоживучих радіонуклідів [21].

Доза опромінення від природних джерел носить назву природного радіаційного фону. Незважаючи на малу величину природного радіаційного фону, інтерес до нього великий і пояснюється він збільшенням областей застосування атомної енергії, радіоактивних ізотопів і джерел іонізуючого випромінювання. Розширення видобутку

мінеральної сировини пов'язано з підйомом на поверхню Землі великої маси гірських порід, в тому числі і з підвищеним рівнем радіоактивності, що супроводжується антропогенним забрудненням природними радіонуклідами великих територій. Усе зазначене є причиною збільшення кола людей (не тільки фахівців, але й населення), що піддаються впливу зростаючих доз радіації, і інтерес до радіаційного фону пов'язаний, насамперед, з вирішенням питання: які дози опромінення є безпечними для людини і які становлять реальну небезпеку. Радіоактивні елементи на Землі виникли задовго до появи на ній живих істот, і, отже, всі живі істоти, включаючи людину, з самого їх зародження безперервно піддавалися впливу природного радіаційного фону і впродовж свого тривалого розвитку зуміли пристосуватися до впливу радіації в певному діапазоні доз [40].

Найбільші відкриття в галузі фізики, які зроблені на рубежі XIX-XX сторіч, пов'язані з вивченням іонізуючого випромінювання і стали початком розвитку нового напрямку в науці. В 1895 році німецький фізик В.К.Рентген, вивчаючи закономірності проходження струму високої напруги через газорозрядну трубку, знайшов новий вид випромінювання, так звані X-промені, згодом названі його ім'ям. Великий внесок в фізичні дослідження, пов'язані з відкриттям рентгенівських променів та електронів, зробили праці видатного українського фізика І.П. Пулюя, який ще в 1880-1882 роках, опублікував цикл з чотирьох статей під загальною назвою «Промениста електродна матерія». І.П. Пулюй з'ясував, що катодні промені - це потік електронів. Вакуумні апарати, які І.П. Пулюй застосовував для отримання рентгенівських знімків, експонувались на Всесвітній електричній виставці в Парижі в 1881 році. В 1919 році англійський фізик Е.Резенфорд вперше здійснив ланцюгову реакцію, а в 1934 році подружжя І.Кюрі і Ф.Жоліо-Кюрі шляхом бомбардування альфа-

частинками ядер елементів отримали інші радіоактивні елементи, тим самим відкривши явище штучної радіоактивності [17].

Проблема радіаційної безпеки людства сьогодні як ніколи актуальна і вимагає до себе підвищеної уваги. В результаті багатогранної діяльності людини, широкого використання джерел іонізуючого випромінювання в народному господарстві радіаційний вплив на всі біологічні об'єкти, у тому числі на людину, став повсякденною реальністю. У зв'язку з цим вчені всього світу продовжують широкомасштабні дослідження в цьому напрямку, особливу увагу надаючи питанням протирадіаційного захисту персоналу, що працює з джерелами випромінювань, і радіаційній безпеці населення. Після аварії на Чорнобильській АЕС значну актуальність набула проблема впливу малих доз радіації на здоров'я людини [44].

1.2. Джерела іонізуючого випромінювання

Всі існуючі джерела іонізуючого випромінювання розділяються на дві групи:

Природні джерела іонізуючого випромінювання, а саме:

- космічні промені;
- природні радіоактивні речовини, що містяться у гірських породах, ґрунті, воді.

Штучні джерела іонізуючого випромінювання (викликають забруднення, що виникає як наслідок діяльності людини), а саме:

- випробування та виробництво ядерної зброї;
- атомні електростанції і аварії на них;
- інші різновиди діяльності людини, пов'язані з використанням ядерних реакторів та прискорювачів часток (підводні човни, кораблі, дефектоскопи з джерелами гама-випромінювання та ін.).

Сукупність усіх джерел іонізуючого випромінювання складає радіаційний фон Землі. Тобто, можна сказати, що радіаційний фон обумовлений природними джерелами іонізуючого випромінювання та радіаційним забрудненням навколишнього випромінювання та радіаційним забрудненням навколишнього середовища, що виникають як результат діяльності людини [44].

1.2.1. Природні джерела

Згідно даним Організації об'єднаних націй, середня доза зовнішнього опромінення мешканців всієї Землі, що одержується завдяки джерелам іонізуючих випромінювань природного походження, дорівнює 700 мкЗв/рік.

Природний радіаційний фон нашої планети складається з космічного випромінювання і радіоактивного випромінювання, що обумовлено природними джерелами Землі:

1. Радіаційний фон, створений **космічними променями**, дає майже половину зовнішнього опромінення людини від природних джерел радіації. Космічні промені здебільшого надходять з глибин Всесвіту, однак певна їхня частина народжується на Сонці під час сонячних спалахів. Космічні промені, досягаючи поверхні Землі та взаємодіючи з атмосферою, утворюють різноманітні космогенні радіонукліди. Космогенні радіонукліди виникають унаслідок ядерної реакції між ядрами хімічних елементів земного походження й частинками космічних променів.

У глибинних товщах земної кори космічні промені швидко поглинаються іншими хімічними елементами, тому найбільше цих природних радіонуклідів міститься в атмосфері, особливо у тропосфері, а також у верхніх земних шарах – ґрунтовому покриві та четвертинних

відкладах. Найбільші концентрації серед радіонуклідів космічного походження мають тритій (^3H) та радіовуглець (^{14}C) [21].

На земній поверхні немає місць, куди не потрапляють космічні промені, проте розподіляються вони на площині дуже нерівномірно. Північний і Південний полюси дістають більше радіації, ніж екваторіальні області, через наявність у земної кулі магнітного поля, що відхиляє заряджені частинки. Рівень космічного випромінювання водночас зростає із збільшенням абсолютної висоти, оскільки з висотою зменшується щільність повітря, яке відіграє роль захисного екрану. В середньому люди, що проживають на рівні моря, отримують у декілька разів меншу дозу, ніж люди, які живуть понад 2000 м від рівня моря [60]. Ще більше опромінення від космічних джерел радіації зазнають екіпаж і пасажери літака.

Радіаційний фон, створений космічними променями, дає майже половину зовнішнього опромінення людини від природних джерел радіації. Шар атмосферного повітря служить природним захисним екраном від радіації та ультрафіолетових променів [14]. У 70-х роках ХХ ст. в атмосфері над Антарктидою з'явилися озонові «дірки», які згодом були виявлені в інших частинах планети, в тому числі над Європою. Їхня поява супроводжується підвищенням ультрафіолетового та іншого іонізуючого випромінювання, що негативно впливає на стан екосистем Землі.

2. Джерела радіоактивного випромінювання, що містяться у земних породах. Згідно даним ООН середня доза зовнішнього опромінення мешканців Землі, яку вони одержують від джерел, що знаходяться у земних породах, дорівнює 270 мкЗв/рік.

Поверхня Землі та її надра складаються з різних гірських порід й хімічних елементів. В природі є ціла низка радіоактивних елементів, що мають природну радіоактивність: такі як $^1\text{H}^3$, $^6\text{C}^{14}$, $^{19}\text{K}^{40}$, $^{20}\text{Ca}^{40}$, $^{37}\text{Rb}^{87}$, $^{57}\text{La}^{150}$, U^{235} та ін.

Серед радіонуклідів земного походження основний внесок у формування радіаційної фонової дози вносять K^{40} , Rb^{82} , U^{235} , U^{238} , Th^{232} , а також Rn^{222} та Ra^{226} , що їх постачають природні вуглець та торф.

Питома радіоактивність природних радіонуклідів у земних породах залежить від активності гірських порід, процесів сорбції радіонуклідів ґрунтами, вилуджування ґрунтовими водами ґрунтів. Середня потужність поглиненої дози, що випромінюють земні джерела, складає $4,6 \cdot 10^{-8}$ Гр/годину.

Основний вид випромінювання земної поверхні – це *гамма-випромінювання*. Створюється воно радіоактивним калієм $^{40}_{19}K$ і продуктами розпаду урану і торію, що містяться у поверхневих шарах Землі.

Ґрунти, що утворилися на кислих породах, містять більше урану, калію і торію, ніж ґрунти, що сформувалися на основних породах. У ґрунтах осадових порід (гіпси, піщаник, вапняк) цих елементів міститься найбільше там, де більше глинозему. В гірській місцевості дія гамма-променів більша, ніж у місцевості з перевагою вапняку (і де відповідно міститься менше калію-40).

В наш час можна налічити біля 60 земних природних джерел, що обумовлюють підвищений радіоактивний фон місцевості. З них: 32 джерела уранієво-радієвої і торієвої групи і 11 джерел груп довгоживучих радіонуклідів – таких як калій-40, рубідій-87 та ін. [44].

Опромінення людини всіма зазначеними природними радіонуклідами може бути *зовнішнім і внутрішнім*.

Зовнішнє гамма-опромінення людини поза приміщеннями (будинками) зумовлене наявністю радіонуклідів у різних природних середовищах (ґрунті, приземному повітрі, гідросфері і біосфері). Якщо людина знаходиться в приміщенні, доза зовнішнього опромінення змінюється під впливом двох протилежно діючих чинників: екранування зовнішнього випромінювання будинком і випромінювання природних

радіонуклідів, що знаходяться в матеріалах, з яких збудовано будинок. Залежно від концентрації ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th у різних будівельних матеріалах потужність дози в будинках значно змінюється.

Якщо за одиницю взяти такий матеріал, як дерево, то мешканці, що проживають у будинках з іншого будівельного матеріалу, одержують річну дозу:

- з вапняку - в 1,3 рази більшу;
- з бетону, цегли - в 3 рази;
- з пемзового каменю - в 10 разів;
- з граніту - в 10-12 разів.

При цьому потужність дози всередині будинків у всіх цих містах перевищує потужність дози поза приміщеннями на 16-46%, виняток складає Севастополь, де потужність цих доз практично однакова.

Пояснюється це просто: у гранітах урану в 2-3 рази, а торію - у 3-10 разів більше, ніж у вапняках.

Внутрішнє опромінення людини створюється радіонуклідами, що потрапляють в організм разом із їжею, повітрям і водою. З них найбільш високий вклад в ефективну еквівалентну дозу вносять ^{40}K , ^{14}C , ^{210}Po , а також радон-222 і радон-220 (торон) [22].

Найвагомішим за вкладом в опромінення людини зі всіх природних джерел радіації є невидимий, без запаху і смаку важкий газ радон. Він відповідає за $\frac{3}{4}$ річної еквівалентної дози опромінення, отриманої людиною від земних джерел радіації і близько половини цієї дози від усіх природних джерел радіації [14]. У природі радон трапляється у двох головних формах: у вигляді радону-222 (^{222}Ra), члена радіоактивного ряду ^{238}U , і у вигляді радону-220 (^{220}Ra), продукту розпаду ^{232}Th .

Радон звільняється із земної кори повсюди, однак його концентрація в атмосферному повітрі у різних частинах земного шару суттєво відрізняється. Основну частину дози опромінення від радону

людина дістає у закритому, погано провітреному приміщенні або під час користування душем.

За результатами радіогеохімічних досліджень **територія України поділена на три уранові провінції**: Український щит, Карпатську і Донецьку. В їхніх межах відкрита значна кількість уранових родовищ, а також родовищ радонових вод. Частина виявлених родовищ розробляється. Крім цього, існують дві потенційні уранові провінції: Волино-Подільська і Кримсько-Причорноморська, в яких проводять пошуки нових природних радіоекологічних аномалій. Південна частина Українського кристалічного щита являє собою головний радононосний й ураноносний район України, понад 50% якого характеризується аномальними концентраціями радону й урану у ґрунтах і підземних водах [1]. У кристалічних породах щита виявлений ряд значних природних аномалій торію.

Населення та екосистеми, розміщені у районах розробки уранових родовищ, додатково зазнають впливу локального прояву природної радіоактивності, зумовленої підвищеними концентраціями урану в кристалічних породах. Тому необхідно проводити детальне радіоекологічне картографування радонових і уранових аномалій у гірських відкладах, ґрунтовому покриві й підземних водах та подальше дослідження ступеня впливу природного опромінення на населення. Отже, оцінюючи екологічну ситуацію на території України, необхідно враховувати природну радіоактивність.

Родовищ радонових мінеральних вод в Україні є дуже багато. Води цього типу зустрічаються на Донбасі, у Криму і Карпатах. Але найбільше вивчені радіоактивні води в межах Українського кристалічного щита. Вперше прояви радонових вод відкриті у 1935 р. в околицях м. Хмільник (Вінницька обл.). В Україні розвідані Житомирське, Шепетівське, Білоцерківське, Звенигородське, Криворізьке, Бердянське та низка інших родовищ. Середня концентрація

радону у радіоактивних мінеральних водах дорівнює 60-100 еман (6-10 нКі/дм³), а в окремих випадках вона досягає 1100 еман [9]. Найперспективнішими для формування радонових вод є гранітні породи, які відзначаються високим вмістом радіоактивних елементів [14].

1.2.2. Техногенні джерела

На початку ХХ ст. до природних джерел радіації долучилися штучні, зумовлені антропогенною діяльністю людини. Дедалі ширше техногенні (антропогенні) джерела іонізуючого випромінювання використовуються у медичній практиці для діагностики й терапії; проводяться випробування ядерної зброї у різних геосферах Землі; розвивається атомна енергетика; активізуються техногенні процеси, в яких застосовують штучні й природні радіонукліди; проводять наукові дослідження, в яких застосовують радіоактивні атоми.

1. Джерела радіації у медицині. Сьогодні головний вклад у дозу, отриману людиною від техногенних джерел радіації, вносять рентгенодіагностика (загальна й стоматологічна рентгенографія) та методи лікування, пов'язані із застосуванням радіоізотопів при онкологічних та деяких інших важких захворюваннях. Найпоширенішим медичним приладом є рентгенівський апарат.

У розвинених країнах щорічна рентгенодіагностика зумовлює вклад в опромінення людини майже 95% загальної дози від застосування медичної техніки [11]. При цьому рентгенологічні обстеження мають масовий характер (від 300 до 900 обстежень у рік на 1000 чол.), а середня щорічна доза опромінення становить 0,4–1 мЗв. Поширюються нові, складніші діагностичні і лікувальні методи, що спираються на використання радіоактивних елементів. Як не дивно, але одним з головних способів боротьби з раком залишається променева (радіоізотопна) терапія. Опромінення у медицині спрямоване на

лікування хворого, проте часом воно буває невиправдано високим. Незважаючи на те, що медичне використання джерел радіації спричиняє масове опромінення людей, відмова від рентгенодіагностики була б великою помилкою. Виявлення захворювання на ранніх стадіях розвитку дає можливість ефективно лікувати людину.

В недалекому майбутньому передбачається подальше зростання дози опромінення в медичних цілях. Відтак особливої актуальності набуває розробка способів зменшення негативного впливу іонізуючої радіації на людину у медицині.

2. Випробування ядерної зброї. В останнє півстоліття кожен житель планети зазнав опромінення від радіоактивних опадів, що утворилися у результаті ядерних вибухів. Важливим джерелом інформації щодо впливу випробувань ядерної зброї є статистичні дані стосовно стану здоров'я населення країн і регіонів, які постраждали від опромінення в малих дозах. Ці матеріали містять наслідки ядерних випробувань в атмосфері упродовж 1954–1980 рр. Однак через їхню таємність, яка завжди супроводжувала подібні випробування зброї, результати медичної статистики та дозиметрії для територій, що прилягають до місць проведення випробувань у колишньому СРСР (Північний Казахстан, Алтай і Південна Сибір, Оренбурзька і Челябінська області, район Аральського моря, Російська Арктика), США (Невада), на деяких тихоокеанських атолах США, Великобританії і Франції, у Центральній і Південній Азії (Китай, Індія, Пакистан), є неприступними для незалежних експертів. Отже, спираючись на їхні аналізи, доводиться робити висновки на підставі неповних чи уривчастих даних.

Після вибуху нейтронної бомби в атмосферному повітрі частина радіоактивно забрудненого матеріалу випадала поряд з полігонами, а частина піднімалася у тропосферу, де підхоплювалась потоками вітру та переміщувалась на значні відстані, залишаючись приблизно на одній

географічній широті. Радіонукліди, що потрапляли до тропосфери, протягом місяця розносилися і поступово випадали на земну поверхню. Однак існує ще одна частина радіоактивних елементів, яка досягала верхніх шарів стратосфери, де вони зберігалися упродовж багатьох років, поступово розсіюючись по всій поверхні, забруднюючи екосистеми планети ще й сьогодні. Найінтенсивніше забруднені території в межах середніх широт Північної півкулі, найменше – у районах Південної півкулі та біля полюсів [55].

3. Атомна енергетика. Джерелом техногенного опромінення, довкола якого точаться найінтенсивніші суперечки, є *атомні електричні станції (АЕС)*. Незважаючи на те, що при нормальній роботі ядерні реактори викидають у довкілля незначну кількість радіоактивних матеріалів, існує значний ризик екологічної катастрофи в результаті їхнього вибуху. Доза опромінення населення від ядерних реакторів найбільше залежить від режиму їхньої експлуатації, відстані від них і переважаючого напрямку вітру в районі атомної електростанції. В разі нормальної експлуатації АЕС чим далі від неї живе людина, тим меншу дозу вона отримує [26]. Це стосується лише нормально функціонуючих атомних електростанцій. Однак навіть під час безаварійної роботи експлуатація реакторів неодмінно супроводжується викидами у довкілля радіонуклідів, які входять до продуктів розпаду урану і торію або нейтронів. До довгоживучих радіонуклідів, утворених під час експлуатації АЕС, належать кобальт-60 (^{60}Co), ^{14}C , ^3H , ^{137}Cs та інші [11].

Головною проблемою атомної енергетики є значний ризик вибуху ядерного реактора під час його експлуатації. Кількість радіоактивних матеріалів, що надійде у довкілля під час аварії, буде надзвичайно великою і призведе до екологічної катастрофи глобального масштабу. Найбільшими ядерними аваріями, що сталися на об'єктах атомної енергетики, є викиди радіонуклідів на збагачувальному заводі в Уіндскейле (Великобританія, 1957 р.), АЕС в Три-Майл Айленді (США,

1979 р.), Чорнобильській АЕС (СРСР, 1986 р.)

4. Промислові та інші джерела радіації. Є низка промислових техногенних процесів, що призводять до винесення на земну поверхню відкладів, в яких концентрація природних радіоактивних елементів істотно перевищує рівень місцевого фону. До таких процесів передусім належить видобуток й збагачення урану, в ході якого на поверхню потрапляють уранові руди, а після збагачення залишаються ураномісткі тверді відходи і рідкі «хвости», що зберігаються у териконах, відвалах та хвостосховищах [27]. Найбільша радіоекологічна проблема останніх років полягає у захороненні, збереженні та транспортуванні радіоактивних відходів, яких у світі накопичилося вже понад 500 млн т. Ці відходи будуть радіоактивними упродовж багатьох мільйонів років.

Більшість фосфатних родовищ світу збагачені ураном та радієм у високих концентраціях. У процесі видобутку фосфоритів й апатитів виділяється радон. Фосфатні добрива також є радіоактивними, а вміщені в них радіоізотопи потрапляють у ґрунтовий та рослинний покриви.

Кам'яне та буре вугілля також вміщує незначну кількість природних радіоактивних елементів, які під час їхнього видобутку потрапляють на земну поверхню. Під час спалювання вугілля на теплових електростанціях відбувається збільшення опромінення навколишнього населення. Радіоактивні речовини (пил, попел і зола) осідають на поверхні ґрунту довкола теплових електростанцій або накопичуються в золосховищах. З відходів вуглевидобутку, вуглезбагачення і вироблення електроенергії виготовляють різні будівельні матеріали (цеглу, шлакоблоки), цемент і бетон. Це у декілька разів збільшує радіоактивний фон у будівлях, споруджених із цих матеріалів.

Торф також містить радіонукліди у підвищених концентраціях, що зумовлено фільтрацією крізь торф'яні маси поверхневих і ґрунтових вод, збагачених радіоактивними елементами.

Зауважимо, що джерелами опромінення людини є деякі побутові предмети, які вміщують радіоактивні речовини. Найпоширенішими предметами опромінення вважаються телефонні й мобільні слухавки, годинники з підсвіченими циферблатами, компаси. Радіонукліди застосовуються у багатьох електричних приладах і пристроях. Джерелом рентгенівського випромінювання служать телевізори і монітори комп'ютерів, однак від сучасних їхніх моделей при належній експлуатації дози опромінення є незначними [14].

5. Будівельні матеріали

Формування доз опромінювання населення залежить від якості будівлі. Людина знаходиться в будівлі майже 80% часу. Будівля – це екран для зовнішнього поглинання радіації (космічної, техногенної), а з іншого боку, – будинок сам формує дозу радіації за рахунок вмісту радіоактивних матеріалів в конструкціях.

Щодо поглинання радіації дерев'яні і глиняні будинки більш ефективні – стіни поглинають не більше 15 % зовнішнього гамма-випромінювання, а сам матеріал має мінімальну радіоактивність.

Кам'яні будівлі (цегляні, бетонні) поглинають до 85-95 % зовнішнього випромінювання сонячної радіації, що практично робить стіни і перекриття кімнат основним джерелом техногенної радіації [24]. Таким чином, із зростанням частки населення, що живе в кам'яних будинках, доза опромінювання як правило, збільшується.

Тепер про радіоактивні властивості самих будівельних матеріалів. Частина використовуваних матеріалів і їхніх складових має чисто природне походження (будівельний камінь, пісок, гравій, щебінь). Вміст в них урану, торію і калію визначається географічними характеристиками місця видобування, серед яких можуть виявитися як кар'єри із відносно малими концентраціями радіонуклідів, так і родовища гранітних і інших порід з концентраціями, які значно перевищують допустиму величину.

Для отримання цегли, цементу, вапна і ряду інших матеріалів потрібна промислова переробка природної сировини. При цьому починаються позначатися технологічні особливості переробки. Так, концентрація радіонуклідів в готовому цементі виявилася на 36 % вища від концентрації в початковій сировині [24].

Разом з традиційними природними матеріалами сучасна будівельна індустрія, що потребує великої кількості дешевого матеріалу, починає все більше розширювати їхній асортимент і використовувати тверді відходи або побічні продукти вугільної промисловості, теплових електростанцій, металургії і виробництва добрив. Застосування в будівництві панелей зі шлаку доменних печей, шлакоблоків і панелей з фосфогіпсу приводить до збільшення потужності дози в 5-10 раз у порівнянні з такою на відкритій місцевості. Природно, що при великому об'ємі використання будівельних матеріалів з підвищеними концентраціями природних радіонуклідів і враховуючи географію їхніх поставок, що все більш розширяється, дозове навантаження може вирости [13].

Наведемо будівельні матеріали, що мають концентрацію природних радіонуклідів, яка перевищує норматив. Це, передусім:

1. Гірські породи (мармур, граніт, цемент, гранітний щебінь, відсів).
2. Бетон, що містить щебінь з підвищеною радіоактивністю або зроблений з відсіву.
3. Матеріали, що виготовляються з відходів гірничорудної, металургійної, хімічної промисловості шлаки, фосфогіпсу та інші.

Радіоактивність будівельних матеріалів залежить від родовища. Так, наприклад, щебінь Орліковського (Полтавська область), Токовського, Маринського, Усть-Каменського (Дніпропетровська область), Березовського (Житомирська область) кар'єрів має високу радіоактивність і відноситься до III-IV класу будівельних матеріалів

згідно із будівельними і гігієнічними нормативами, тобто їхнє використання заборонено в житловому будівництві [13].

Фосфогіпс – побічний продукт, що утворюється при переробці фосфорних руд, широко використовувався при виготовленні будівельних блоків, сухої штукатурки, перегородок і навіть цементу. Він дешевший природного гіпсу, і його застосування схвалилось захисниками навколишнього середовища, оскільки фосфогіпс відноситься до розряду промислових відходів і, таким чином допомагає зберегти природні ресурси і зменшити забруднення навколишнього середовища. Проте фосфогіпс має набагато більшу питому радіоактивність, ніж природний гіпс, який він покликаний замінити і люди, що живуть в будинках, побудованих з його застосуванням, піддаються опромінюванню на 30% більш інтенсивному, ніж мешканці інших будинків.

Серед деяких промислових відходів з високою радіоактивністю, що застосовувалися в будівництві, потрібно назвати цеглину з червоної глини – відходу виробництва алюмінію, доменний шлак – відходи чорної металургії [59].

Найбільш вагомим з всіх природних джерел радіації є матеріал який є невидимим, він не має смаку і запаху – це важкий газ (в 7,5 раза важчий за повітря) радон.

Радон концентрується у повітрі в середині приміщень лише тоді, коли вони в достатній мірі ізольовані від зовнішнього середовища. Поступаючи всередину приміщення тим чи іншим шляхом (просочуючись через фундамент і підлогу з ґрунту або виходячи з матеріалів, використаних в конструкціях), радон нагромаджується в будинку. В результаті в приміщенні можуть виникати досить високі рівні радіації, особливо якщо будинок стоїть на ґрунті з відносно підвищеним вмістом радіонуклідів або якщо при його зведенні використовували матеріали з підвищеною радіоактивністю. Тому

важливо знати про концентрацію радону в тих приміщеннях (квартира, офіс), де людина знаходиться тривалий час [49].

1.3. Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми

Протягом останніх 100 років людство навчилося використовувати радіонукліди з різною метою: в медицині, для виробництва енергії, для створення ядерної зброї та ін. Це зумовило збільшення дози опромінення як окремих людей, так і населення планети в цілому. При цьому індивідуальні дози, отримані людьми від різних техногенних джерел радіації, надто відрізняються. У більшості випадків такі дози є незначними, проте іноді опромінення від штучних джерел буває в тисячі разів інтенсивніше, ніж за рахунок природних.

Після відкриття явища радіоактивності й упродовж багатьох років головним індикатором впливу на людину як на основний об'єкт радіоекологічних досліджень вважалося почервоніння шкіри. До 50-х років ХХ ст. єдиним чинником безпосереднього впливу радіації на організм людини вважали пряме радіаційне ураження шкіри, кісного мозку, центральної нервової системи, шлункового тракту у результаті дії гострої променевої хвороби [35].

Однак одним з найбільших ефектів опромінення всього живого на планеті, у тому числі й людину, виявилось руйнування молекул білка і утворення нових, нехарактерних для цих організмів молекул. У разі сильної дії радіації на організм людини в її тілі не встигають створюватися антитіла, необхідні для боротьби з чужими білковими утвореннями, і розвивається захворювання, яке називається лейкоз або лейкемія – пухлинне ураження крові.

Іншим небезпечним наслідком опромінення людини під час отримання малих доз радіації є рак – злоякісне новоутворення в її організмі. Найпоширенішими видами ракових хвороб є рак молочної і

щитовидної залоз. Рак інших органів і тканин серед опроміненого населення трапляється значно рідше. Навіть найменша доза збільшує імовірність захворювання раком, а будь-яка додаткова доза опромінення суттєво збільшує таку вірогідність [50].

Найстрашнішим для майбутнього людства вважається свідчення того, що радіаційні порушення (генні, хромосомні і геномні мутації) передаються спадково протягом багатьох наступних поколінь. Близько 10% новонароджених мають всілякі генетичні дефекти, різною мірою спричинені впливом радіоактивного випромінювання. Опромінення прискорює процес старіння людини, а отже, зменшує тривалість її життя.

Перелік наслідків дії іонізуючого випромінювання на людину постійно зростає. Сьогодні до нього входять такі захворювання [57]:

- ураження гострою променевою хворобою;
- розвиток лейкозу, лейкемії та ін. пухлинних хвороб крові;
- виникнення злоякісних новоутворень (раків) будь-яких органів;
- порушення генетичного коду (мутаційні зміни);
- ураження нервової системи, кровоносних та лімфатичних судин;
- пошкодження органів зору, помутніння кришталика ока, розвиток катаракти;
- порушення обміну речовин та ендокринної рівноваги;
- виникнення тимчасової або постійної стерильності та імпотенції;
- розвиток імунодефіциту, підвищення чутливості організму до звичайних захворювань;
- порушення психічного та розумового розвитку;
- прискорення старіння організму.

Доказом того, що ці захворювання значною мірою зумовлені радіацією, присвячені численні публікації [6; 11; 28; 56; 58 та ін.]. Матеріал для такого переліку зібраний на основі результатів аналізу

вивчення наслідків радіаційних аварій (особливо на Чорнобильській АЕС), атомних бомбардувань Хіросіми й Нагасакі у 1945 році, наслідків процесу виробництва та випробування тисяч ядерних бомб, даних рентгенодіагностики і рентгенотерапії та ін.

Під тиском переконливих фактів, отриманих за результатами проведених радіоекологічних досліджень владними структурами і працівниками-атомниками багатьох країн світу, поступово визнається зв'язок з радіацією дедалі більшого кола важких захворювань людини.

Різні радіонукліди мають свої особливості затримання й концентрації в органах та тканинах людини. Отже, окрім зовнішнього опромінення людини, є і внутрішнє опромінення, викликане радіонуклідами, що надійшли до організму з їжею, водою, атмосферним повітрям або через пошкоджену шкіру. Доза внутрішнього та зовнішнього опромінення людини за певних умов радіоактивного забруднення екосистеми відрізняється у сотні разів, притому вищим буває як внутрішнє, так і зовнішнє опромінення.

Вплив будь-якої малої дози опромінення певної екосистеми більший за еволюційно-звичний рівень змінює її внутрішню структуру та взаємовідносини з сусідніми екосистемами. Навіть найменші дози радіації здатні вплинути на функціонування, динаміку і розвиток екосистем [14].

Таким чином, ми визначили, що існування радіаційного фону було відкрито лише у кінці XIX ст., а дослідження його джерел та впливу на екосистеми та організм людини є актуальною проблемою сьогодення. Встановлено, що джерела радіаційного фону можуть бути природними (космічне випромінювання та природні радіоактивні речовини) та штучними (випробування та виробництво ядерної зброї, атомні електростанції та аварії на них, обладнання для медичної діагностики, інші різновиди діяльності людини, пов'язані з використанням ядерних реакторів та прискорювачів часток). Треба

зауважити, що на території України основні джерела природної радіації зосереджені в межах Українського кристалічного щита та меншою мірою на Донбасі й у Карпатах, а до об'єктів підвищеної природної радіоактивності належать торієве й уранове зруденіння у кристалічних породах, уран і радон у ґрунтовому покриві, а також підземних та ґрунтових водах. Також нами було встановлено, що постійне знаходження людини в зоні, де радіаційний фон незначно або набагато перевищує гранично допустимі норми, як і одноразове опромінення великою дозою радіації, може провокувати серйозні захворювання та розлади в різних системах організму людини.

Отримані висновки обумовлюють необхідність дослідження радіаційного фону м. Херсона як на неперетворених природних територіях, так і у житлових домах різних видів для встановлення провідного фактора, що визначає рівень фонові радіації. Це дозволить виявити, які об'єкти дослідження можуть негативно впливати на стан здоров'я людини, та розробити загальні рекомендації щодо охорони здоров'я у випадку можливого опромінення.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1. Прилади для вимірювання рівня іонізуючого випромінювання

Широкомасштабне забруднення довкілля радіоактивними речовинами, яке відбулось в результаті радіаційної катастрофи на Чорнобильській АЕС поставило гостре питання про необхідність здійснення посиленого контролю радіаційної ситуації не тільки санітарно-гігієнічними службами держави, але й безпосередньо самим населенням.

Сьогодні громадяни все більше приділяють увагу якості навколишнього середовища в місцях безпосереднього проживання, праці та відпочинку [42].

Дієвим чинником забезпечення радіаційної безпеки є дозиметричний контроль за рівнями опромінення персоналу та за рівнем радіації в навколишньому середовищі. Оцінка радіаційного стану здійснюється за допомогою приладів, які називаються дозиметри та радіометри [23].

Дозиметр - це пристрій для вимірювання дози або потужності дози іонізуючого випромінювання, отриманої приладом (і тим, хто їм користується) за деякий проміжок часу, наприклад, за період перебування на деякій території або за робочу зміну. Вимірювання вищезгаданих величин називається дозиметрією.

Радіометр - прилад для вимірювання активності радіонукліду в джерелі або зразку (в об'ємі рідини, газу, аерозолі, на забруднених поверхнях) або щільності потоку іонізуючих випромінювань для перевірки на радіоактивність підозрілих предметів і оцінки радіаційного стану в даному місці в даний момент. Вимірювання вищезгаданих величин називається радіометрією. Ренгенометр - різновид радіометра

для вимірювання потужності гама-випромінювання [7].

Побутові прилади, як правило, комбіновані, мають обидва режими роботи з переключенням «дозиметр» - «радіометр», світлову та (або) звукову сигналізацію і дисплей для відліку вимірювань. Маса побутових від 400 до декількох десятків грамів, розмір дозволяє покласти їх до кишені. Деякі сучасні моделі можна надіти на руку, як годинник. Час безперервної роботи від однієї батареї від декількох діб до декількох місяців.

Діапазон вимірювання побутових радіометрів, як правило, від 10 мікрорентген за годину до 9.999 мілірентген за годину (0.1-99.99 мікрозіверт за годину), похибка вимірювання до $\pm 30\%$

Детектором (чутливим елементом дозиметра або радіометра, що здійснює перетворення явищ, викликаних іонізуючими випромінюваннями в електричний або інший сигнал, легко доступний для вимірювання) може бути іонізаційна камера, лічильник Гейгера, сцинтилятор, напівпровідниковий діод та ін.

1. Іонізаційна камера - це газонаповнений датчик, призначений для вимірювання рівня іонізуючого випромінювання.

Вимірювання рівня випромінювання відбувається шляхом вимірювання рівня іонізації газу в робочому об'ємі камери, який знаходиться між двома електродами. Між електродами створюється різниця потенціалів. При наявності іонів в газі між електродами виникає іонний струм, який може бути виміряний. Струм при інших рівних умовах пропорційний швидкості виникнення іонів і, відповідно, потужності дози опромінення.

В широкому сенсі до іонізаційних камер відносять також пропорційні лічильники і лічильники Гейгера-Мюллера. В цих приладах використовується явище так званого газового підсилення за рахунок вторинної іонізації - в сильному електричному полі електрони, що виникли при прольоті іонізуючої частки, розганяються до енергії,

достатньої, щоб у свою чергу іонізувати молекули газу. У вузькому сенсі іонізаційна камера - це газонаповнений іонізаційний детектор, що працює поза режимом газового підсилення.

Газ, яким заповнюється іонізаційна камера, зазвичай є інертним газом (або їх сумішшю) з додаванням сполуки що легко іонізується (зазвичай вуглеводню, наприклад метану або ацетилену). Відкриті іонізаційні камери (наприклад, іонізаційні детектори диму) заповнені повітрям.

Іонізаційні камери бувають струмовими (інтегруючими) і імпульсними. В останньому випадку на анод камери збираються більш рухливі електрони (за час порядку 1 мкс), тоді як повільно дрейфуючі важкі позитивні іони не встигають за цей час досягти катода. Це дозволяє реєструвати окремі імпульси від кожної частки. В такі камери вводять третій електрод - сітку, розташовану поблизу анода, яка екранує його від позитивних іонів.

2. Лічильник Гейгера, лічильник Гейгера-Мюллера - це газорозрядний прилад для підрахунку кількості потрапивших в нього іонізуючих часток. Являє собою газонаповнений конденсатор, що пробивається при прольоті іонізуючої частки через об'єм газу. Додаткова електронна схема забезпечує лічильник живленням (як правило, не менше 300В), забезпечує, при необхідності, гасіння розряду і підраховує кількість розрядів через лічильник.

Лічильники Гейгера розділяються на ті, що не самогасяться і ті що самогасяться (що не вимагають зовнішньої схеми припинення розряду). Чутливість лічильника визначається складом газу, його об'ємом і матеріалом (і товщиною) його стінок.

В побутових дозиметрах і радіометрах виробництва СРСР і Росії зазвичай застосовуються 400-вольтові лічильники:

- «СБМ-20» (по розмірам - трохи товще олівця),
- СБМ-21 (як цигарковий фільтр, обидва зі сталевим корпусом,

придатним для жорсткого гама- і бета-випромінювань);

- «СИ-8Б» (зі слюдяним вікном в корпусі, придатний для вимірювання м'якого бета-випромінювання).

Широке застосування лічильника Гейгера-Мюллера пояснюється високою чутливістю, можливістю реєструвати різного роду випромінювання, порівняною простотою і дешевизною установки. Лічильник був винайдений у 1908 році Гейгером і вдосконалений Мюллером.

Циліндричний лічильник Гейгера-Мюллера складається з металевої трубки або металізованої зсередини скляної трубки і тонкої металевої нитки, натягнутої по вісі циліндра. Нитка слугує анодом, трубка – катодом. Трубка заповнюється розрідженим газом, в більшості випадків використовують благородні гази аргон і неон. Між катодом і анодом створюється напруга порядку 1500 В.

Робота лічильника основана на ударній іонізації. Гама – кванти, що випромінюються радіоактивним ізотопом, потрапляючи на стінки лічильника, вибивають з нього електрони. Електрони, рухаючись в газі і стикаючись з атомами газу, вибивають з атомів електрони і створюють позитивні іони і вільні електрони. Електричне поле між катодом і анодом прискорює електрони до енергій, при яких починається ударна іонізація. Виникає лавина іонів, і струм через лічильник різко зростає. При цьому на опорі R утворюється імпульс напруги, який подається в реєструючий пристрій. Щоб лічильник зміг реєструвати наступну частку, лавинний заряд слід погасити. Це відбувається автоматично. В момент появи імпульсу струму на опорі R виникає велике падіння напруги, тому напруга між анодом і катодом різко зменшується і настільки, що розряд припинається, і лічильник знову готовий до роботи.

Важливою характеристикою лічильника є його ефективність. Не всі гама-фотони, що потрапили на лічильник, дадуть вторинні електрони

і будуть зареєстровані, так як акти взаємодії гама-променів з речовиною порівняно нечасті, і частина вторинних електронів поглинається в стінках приладу, не досягнувши газоб'єму.

При великій товщині стінки вторинні електрони не пройдуть в робочий об'єм лічильника і виникнення імпульсу струму не відбудеться. Так як гама-випромінювання слабо взаємодіє з речовиною, то зазвичай ефективність гама-лічильників також мала і складає всього 1-2%. Іншим недоліком лічильника Гейгера – Мюлера є те, що він не дає можливість ідентифікувати частинки і визначати їх енергію. Ці недоліки відсутні в сцинтиляційних лічильниках.

3. Сцинтилятори - речовини, що здатні випромінювати світло при поглинанні іонізуючого випромінювання (гама-квантів, електронів, альфа-частинок і т.д.). Як правило, кількість випромінюваних фотонів для даного типу випромінювання приблизно пропорційно поглиненій енергії, що дозволяє отримувати енергетичні спектри випромінювання. Сцинтиляційні детектори ядерних випромінювань - основне застосування сцинтиляторів. В сцинтиляційному детекторі світло, що випромінюється при сцинтиляції, збирається на фотоприймачі (як правило, це фотокатод фотоелектронного помножувача - ФЕП, значно рідше використовуються фотодіоди і інші фотоприймачі), перетворюється в імпульс струму, підсилюється і записується тією чи іншою системою реєстрації [52].

На сьогодні Україна по праву входить до десятки світових лідерів по виробництву різноманітних засобів контролю та моніторингу радіаційного стану навколишнього середовища. Чималий вибір дозиметрів на українському ринку не перешкоджає підприємствам, які займаються їх виготовленням, розробляти нові, більш універсальні моделі, постійно удосконалювати вже існуючі, що зумовлено вимогами сьогодення як в Україні, так і по всьому світі [4].

2.2. Методи дослідження рівня радіаційного фону навколишнього середовища

2.2.1. Методи виявлення іонізуючого випромінювання

Виявлення і вимірювання інтенсивності іонізуючих випромінюваних радіоактивних речовин і джерел випромінювання ґрунтуються на їх здатності іонізувати речовину середовища, в якій це випромінювання поширюється. Іонізація, у свою чергу, є причиною фізичних і хімічних змін у речовині, які можуть бути виявлені і виміряні. До таких змін середовища відносять зміну електропровідності речовин (газів, рідин, твердих матеріалів), люмінесценцію речовин, засвічування фотоплівки, зміну забарвлення, прозорості, опірності електричному струму хімічних розчинів та ін.

Залежно від того, які з цих змін реєструються, використовують такі основні методи:

- іонізаційний (за величиною струму іонізації);
- хімічний (за ступенем зміни кольору індикатора);
- фотографічний (за ступенем почорніння фотошару);
- сцинтиляційний (за ступенем світіння люмінофора).

Іонізаційний метод. Суть методу полягає в тому, що під впливом ІВ в ізолюваному об'ємі відбувається іонізація газу, у результаті чого збільшується його електропровідність (утворюються позитивні і негативні іони). Якщо в цей об'єм помістити два електроди, на які подати сталу напругу, то між ними утвориться електричне поле, під дією якого в іонізованому газі виникне спрямований рух заряджених частинок, тобто через газ проходитиме іонізований електричний струм, величина якого визначається потужністю джерела випромінювання.

Хімічний метод ґрунтується на вимірюванні виходу радіаційно-хімічних реакцій, які відбуваються під впливом іонізуючого

випромінювання. Кількісно результат впливу випромінювання оцінюється за радіаційно-хімічним виходом. Під виходом реакції розуміють кількість характерних перетворень (знову утворених атомів, іонів і т.д.) на 100 еВ поглиненої енергії.

Основним елементом приладу, який використовує даний метод, є хімічний детектор. Хімічні детектори використовують водні розчини (такі детектори прості, але мають низьку чутливість), сполуки на основі хлорзаміщених вуглеводів (більш висока чутливість забезпечується виникненням у речовині детектора ланцюгових реакцій).

Перевага методу полягає в можливості вибору для хімічних детекторів таких речовин, які за реакцією на випромінювання мало відрізняються від тканин людського організму.

Фотографічний метод спирається на властивість ІВ впливати на чутливий шар фотоматеріалів аналогічно видимому світлу. Для цього використовують спеціальні фотоплівки, які являють собою целулоїдну підкладку з нанесеною на неї з одного чи обох боків світлочутливою емульсією. До складу світлочутливої емульсії входить бромисте або хлористе срібло (AgBr , AgCl), рівномірно розподілене в шарі желатину. Якщо фотоплівку, поміщену у світлонепроникну камеру, піддати впливу гамма-променів, а далі проявити, відбувається її почорніння. Густина почорніння пропорційна інтенсивності опромінення. Дозу опромінення, одержану плівкою, визначають, порівнюючи густину почорніння з еталоном.

Перевагою фотографічних детекторів є можливість їх масового застосування для індивідуального контролю доз опромінення з документальною реєстрацією одержаної дози.

Сцинтиляційний метод базується на тому, що під впливом ІВ деякі речовини випускають фотони видимого світла. Спалахи світла, що виникають при цьому, можуть бути зареєстровані. Сцинтиляційний лічильник складається із сцинтилятора - речовини, здатної випускати

видиме випромінювання під дією ІВ, і фотоелектричного множника (ФЕМ), у якому енергія світлових спалахів (сцинтиляцій) через посередництво фотоефекту перетворюється в імпульси електричного струму, які, у свою чергу, надходять у реєструвальний пристрій.

Перевага сцинтиляційних лічильників, які зараз широко використовуються, полягає в можливості реєстрації іонізуючих випромінювань практично всіх видів, високій розрізняльній здатності, високій ефективності реєстрації випромінювання. Недолік - лічильники непридатні для вимірювання великих доз [18].

Нижче наведено основні методи визначення радіаційного стану навколишнього середовища (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Методи визначення радіаційного стану навколишнього середовища [23]

Назва методу	Сутність
Іонізаційна камера	Здатність швидких заряджених часток викликати іонізацію газу.
Сцинтиляційний метод	Реєстрація спалахів світла, які виникають у сцинтиляторі (люмінофорі) під дією іонізуючих випромінювань.
Радіолюмінісцентний (фотолюмінісцентний і термолюмінесцентний) метод	Поглинання і накопичення енергії іонізуючого випромінювання спеціальними люмінесцентними детекторами з подальшим перетворенням її на люмінесцентну, інтенсивність якої пропорційна дозі іонізуючого випромінювання і зареєструвати яку можна при термостимуляції (нагріванні), чи фотостимуляції (опроміненні ультрафіолетовим промінням) спеціальним реєструючим приладом.

Продовження таблиці 2.1

Фотохімічний метод	Здатність випромінювань викликати фотоліз галоїдного бромиду срібла(AgBr).
Хімічний метод	Реєстрація необоротних хімічних змін, вироблюваних випромінюванням в речовині.
Черенковський лічильник	Реєстрація заряджених часток і γ -квантів, у якому використовується випромінювання Черенкова- Вавілова
Трекові детектори: камера Вільсона, бульбашкова камера, іскрові камери.	Візуальне спостереження слідів (треків) часток. В камері Вільсона як робоча речовина використовується (перенасичена) переохолоджена пара. В бульбашкових камерах в якості робочої речовини використовують перегріту рідину, що закипає при різкому зменшенні її тиску.
Калориметричний метод	Вимірювання кількості тепла, що виділяється в детекторі при поглинанні енергії іонізуючого випромінювання і є пропорційним енергії.
Нейтронно- активаційний метод	Вимірювання наведеної радіоактивності слабких потоків нейтронів або при короткочасній дії великих потоків нейтронів, також має застосування в аварійних ситуаціях.
Біологічні методи	Оцінка реакції, яка виникає в деяких тканинах при опроміненні їх певною дозою, наприклад, виникнення еритеми, кількість хромосомних аберацій, рівень летальності експериментальних тварин, ступінь лейкопенії та інші.
Розрахунковий (математичний) метод	Використання у клінічній практиці.

2.2.2. Геофізичні методи дослідження радіаційного фону

Польові геофізичні методи застосовують при проведенні

екологічних експедиційних робіт для вивчення екологічної ситуації в досліджуваному районі з точки зору впливу на людину і навколишнє середовище природних і антропогенних геофізичних факторів і для оцінки придатності території для здійснення на ній тієї чи іншої людської діяльності.

В даний час найбільш поширеними геофізичними методами, що знаходять застосування в польових екологічних дослідженнях, є:

1) Радіаційна зйомка. Включає в себе вимірювання потужності потоків іонізуючих випромінювань (сумарною або роздільно альфа-, бета-і гамма) на досліджуваній площі і складання карт радіаційного фону.

2) Магнітометричні і радіоелектромагнітні дослідження. Включають ряд методів (магнітна зйомка, вивчення високочастотних варіацій геомагнітного поля і т.д.), що дозволяють оцінювати електромагнітно-екологічну ситуацію в районі проведення робіт.

3) Вимірювання сумарної потужності імпульсного електромагнітного поля, що мають першорядне значення з точки зору електромагнітної екології району проведення робіт.

4) Вимірювання ступеня іонізації повітря. Їх виконують у районах значних антропогенних (в основному, промислових) впливів.

Дослідження, вимагають, як правило, використання спеціальної і нерідко дорогої апаратури. У випадках, коли така апаратура недоступна (наприклад, для організаторів польового молодіжного табору), еколого-геофізичні роботи можуть обмежуватися дослідженнями радіаційного фону шляхом прямого вимірювання [36].

Заключним етапом вимірювання та оцінювання радіаційного фону довкілля може бути складання карт радіаційного фону або радіаційного забруднення певних територій [34].

Складання карт радіаційного фону належить до такого порівняно нового проблемного напрямку тематичного картографування як

екологічне картографування. Еколого-географічне картографування (екологічне картографування) – це проблемний напрям у дослідженні територіальних відмінностей в умовах життєдіяльності населення, виявлення закономірностей формування та прояву еколого-географічних проблем і ситуацій шляхом розробки, складання та цілеспрямованого використання карт [48]. Це карти різноманітних зв'язків та відношень суб'єктів та середовища і процесуальних циклів в цілому: потреби, ресурси, умови існування, джерела впливу на систему «суб'єкт-середовище» («суспільство-природа»), зміни, викликані в підсистемі «середовище», наслідки для суб'єкта, викликані цими змінами тощо. При картографуванні небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, а також складанні карт радіаційного фону застосовуються традиційні підходи до екологічного картографування, а саме: компонентний, проблемний, комплексний, регіональний, географічний, екологічний, ландшафтний, генетичний, історичний, типологічний, конструктивний, а також системний підхід, який ґрунтується на синтезі усіх вищеназваних підходів і може бути визначений як основний в екологічному картографуванні [30]. Слід зазначити, що застосування системного підходу у картографії має два аспекти. Перший полягає у використанні системного підходу як основи для розкриття складних географічних систем з урахуванням різних зв'язків між елементами системи, що картографується, а також картографічне відображення системного підходу безпосередньо у процесі розробки та створення карт. Другий аспект полягає власне в розробці системи взаємопов'язаних карт [53].

2.3. Методи оцінки рівня радіаційного фону навколишнього середовища

Для оцінки рівня радіаційного фону навколишнього середовища використовують різні наукові методи. Усі методи можна об'єднати в дві групи:

- логічні;
- формалізовані [51].

До **логічних** належать методи індукції, дедукції, експертних оцінок, аналогії.

Методом індукції встановлюють причинові зв'язки предметів і явищ. Індуктивний метод дослідження, як правило, починають із збору фактичних даних, виявляють ознаки схожості і відмінності між об'єктами і роблять перші спроби узагальнення. *При дедуктивному методі* роблять навпаки – від загального до приватного, тобто, знаючи загальні положення і спираючись на них, доходять висновку. Цей метод допомагає визначити стратегію прогнозних досліджень.

Індуктивний і дедуктивний методи тісно взаємозв'язані. Так, завдяки методу індукції, можна зробити висновок про середній рівень радіаційного фону у залізобетонних домах певного мікрорайону, зробивши заміри у декількох контрольних точках і отримавши схожі результати. Завдяки методу дедукції можна обирати різні типи контрольних точок (паркові зони, цегляні будинки, залізобетонні будинки тощо), орієнтуєчись на теоретично очікувану різницю в показниках радіаційного фону для різних типів поверхні або забудови.

За відсутності достовірних відомостей про об'єкт дослідження і якщо об'єкт не піддається математичному аналізу, використовують *метод експертних оцінок*, суть якого полягає у визначенні майбутнього на підставі думки кваліфікованих фахівців-експертів, яких залучають для винесення оцінки з проблеми. Існують індивідуальна і колективна експертизи. Для прогнозування методом експертних оцінок фахівці використовують статистичні, картографічні та інші матеріали. Так, опрацювавши літературні, картографічні та інші

джерела, або запитавши експерта, можна зробити попередні висновки про теоретично очікувані відмінності у показниках рівня радіаційного фону на різних територіях.

Метод аналогій впливає з того, що закономірності розвитку одного процесу з певними поправками можна перенести на інший процес, для якого потрібно скласти прогноз. Метод аналогій найчастіше застосовують у розробленні локальних прогнозів. Так, у прогнозуванні впливу майбутнього водосховища на довкілля можна використовувати дані щодо вже наявного водосховища, яке має схожі умови.

Формалізовані методи поділяють на статистичний, екстраполяції, моделювання та ін. Для оцінки радіаційного фону можуть бути використані наступні методи:

Статистичний метод спирається на кількісні показники, які дають змогу зробити висновок про темпи розвитку процесу в майбутньому або про сучасний стан певної території. Так, зробивши вимірювання рівня радіаційного фону та обробивши отримані показники, можна зробити висновок про те, як відрізняється радіаційний фон різних об'єктів дослідження.

Метод екстраполяції – це перенесення встановленого характеру розвитку певної території або процесу на майбутній час або на інші території або об'єкти. Так якщо відомо, що такі гірські породи, як мрамур та граніт мають підвищений природний радіаційний фон, то можна очікувати, що при використанні цих порід для будівництва споруди також будуть мати підвищений радіаційний фон.

Отже, нами було встановлено, що для вимірювання радіаційного фону існує дві групи приладів – дозиметри та радіометри – які мають різне призначення та особливості використання. В наш час існують портативні дозиметри, за допомогою яких можна проводити експрес-вимірювання радіаційного фону будь-якого об'єкта в обраний момент часу. Також було досліджено, які види датчиків використовують в

сучасних дозиметрах та радіометрах та завдяки яким методам здійснюють дослідження іонізуючого випромінювання (іонізаційний, хімічний, фотографічний, сцинтиляційний) та безпосередньо радіаційного фону довкілля (радіаційна зйомка, магнітна зйомка, вивчення високочастотних варіацій геомагнітного поля, вимірювання сумарної потужності імпульсного електромагнітного поля, вимірювання ступеня іонізації повітря). Ми опрацювали наукові методи, що можуть використовуватися для оцінки радіаційного фону різних об'єктів (логічні та формалізовані групи) та навели приклади, як саме ці методи було використано у власному дослідженні.

2.4. Характеристика приладу, що використано для дослідження

Електронний дозиметр "SMG-2" проводить оцінку радіаційного фону і вимірює накопичену дозу за величиною потужності іонізуючого випромінювання (потіку бета-частинок і гамма-випромінювання з урахуванням рентгенівського), а потім виводить отриманий результат на екран. В його основу покладено сучасний газорозрядний лічильник типу "СБМ 20-1", розроблений на базі технології Гейгера-Мюллера, який забезпечує високу швидкість і точність вимірювань. Дозиметр "SMG-2" може вимірювати як потужність випромінювання в конкретній точці, так і накопичену дозу радіації.

Дослідження в 70-80-х рр. показали, що радіація небезпечна не тільки у високих дозах - при тривалому опроміненні малі дози можуть виявитися більш небезпечними, ніж високі дози короткострокового опромінення. Радіація має властивість накопичуватися в організмі, що негативно позначається на здоров'ї і провокує розвиток небезпечних захворювань, зрештою приводячи до незворотних змін тканин і органів.

Дозиметр "SMG-2" вимірює як фактичну, так і накопичену дозу радіації, що дозволяє оцінити загрозу для людського життя і здоров'я. Це значно розширює сферу застосування приладу, адже з його допомогою

можна точно визначити рівень небезпеки перебування на тій чи іншій території. Дозиметр зберігає всі виміряні значення протягом 2-х років.

Список параметрів і даних, які можна побачити на екрані "SMG-2":

- поточна температура, заряд акумулятора, час та ін .;
- поточний рівень радіації, середній радіаційний фон за останню годину і середній радіаційний фон довкілля;
- графік надходження частинок;
- індикатор накопичення результату;
- накопичена доза за останні дні і місяці (у вигляді текстових звітів і діаграм) [12].

Таблиця 2.4

Технічні характеристики приладу, що використано для дослідження

Параметри:	Значення:
Детектор	газорозрядний лічильник СБМ 20-1, технологія Гейгера-Мюллера
Тривалість вимірювання	20, 40, 60 секунд (обирає користувач)
Діапазон вимірювання рівня радіаційного фону	0,01...999 мкЗв/год
Похибка при довірчій ймовірності 95%, %	15+6/потужність дози в мкЗв/год
Звукова сигналізація	при підвищеній радіації (за умовчанням 0,3 мкЗв); при високій радіації (за умовчанням 1,2 мкЗв)
Індикація вимірювання	Безперервна
Відображення результатів	<ul style="list-style-type: none"> • числове • графічне
Доступна інформація	<ul style="list-style-type: none"> • поточний рівень радіаційного фону • середній фон за останню годину • накопичена доза радіації за останню добу по

	годинам (текст) <ul style="list-style-type: none"> • накопичена доза радіації за останній місяць за днями (графік)
Додаткові опції	<ul style="list-style-type: none"> • годинник • термометр (вимірювання температури)
Вбудована пам'ять	на 17 520 вимірювань (приблизно 2 роки статистики)
Підключення до ПК	через USB
Час безперервної роботи, макс.	450 годин
Елементи живлення	літій-йонний акумулятор BL-8N 3,7 В 850 мАч
Зарядка акумулятора	<ul style="list-style-type: none"> • мережевий адаптер 220 В (в комплекті) • USB-порт персонального комп'ютера (USB-шнур у комплекті)
Дісплей	кольоровий TFT-дісплей, діагональ 2 дюйми, роздільна здатність 240x320 пикс.
Робочий температурний діапазон	від -10 до +50 °С
Габаріти	111x46x19 мм

2.5. Методика виконання досліджень

Для виконання дослідження нами було проаналізовано існуючі методики вимірювання радіаційного фону для різних об'єктів та систематизовано у власну. Визначення радіаційного фону в обраних пунктах радіометричного контролю включало в себе наступні етапи:

1. Підготовка до роботи приладу SMG-2:

1) натиснути центральну кнопку пристрою (вмикнути прилад), на екрані мають з'явитися цифри «0,00». Після кількох секунд прилад починає вимірювання, яке супроводжується звуковим сигналом;

2) встановити необхідну періодичність вимірювання (в нашому дослідженні – 60 секунд, що дозволяло отримати максимальну точність

вимірювання).

2. Проведення вимірювання радіаційного фону

1) для проведення вимірювання радіаційного фону на відкритих ділянках та у житлових забудовах, прилад тримали на висоті 1 м від поверхні. Для дослідження радіаційного фону паркових територій та зелених насаджень обиралися точка на відстані не менше ніж за 30 м до найближчої будівлі або автошляху, паркану тощо. Для дослідження радіаційного фону у об'єктах житлової забудови, вимірювання фону проводилось у підвальних приміщеннях або на першому поверсі, за відсутності протягу.

2) для вимірювання радіаційного фону на відкритих ділянках додатково проводилися заміри біля поверхні Землі - прилад підносили боковою стороною, де розташовано сприймаючий пристрій, на відстань 1-2 см від поверхні і спостерігали за показаннями;

3) після 5-6 хвилин від початку вимірювань у конкретній точці записували перші 5 показань дозиметра.

3. Математична обробка результатів

1) для обробки результатів ми знаходили середнє арифметичне між 5-ма показниками радіаційного фону, отриманих за допомогою дозиметра.

2) за існуючими формулами рахували величину вибіркового середнього квадратичного відхилення [4].

2.6. Статистична обробка результатів

Обґрунтованою та ефективною оцінкою математичного сподівання є вибіркоче середнє результатів спостереження x , що визначається як відношення суми вимірювань рівнозважених (визначених з однаковою достовірністю) (x_i) на кількість вимірювань (n) :

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (2.4.1.)$$

де: n – об'єм вибірки (кількість вимірювань), S_i – результат кожного вимірювання

Мірою відхилення результату окремого вимірювання S_i від істинного значення Θ є величина, що має назву *вибіркове середнє квадратичне відхилення*: Цю величину вважають абсолютною випадковою погрішністю визначення величини S_i , як оцінки істинного значення Θ .

Похибку середньо-арифметичних значень для нормального розподілення ми рахували за формулою 2.2, далі за формулою 2.3 ми визначали середнє значення рівня радіаційного фону для кожного окремого вимірювання:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (S_{cp} - S_i)^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (2.4.2);$$

$$S = S_{cp} \pm S_x \cdot t_{st} \quad (2.4.3).$$

де: S_{cp} - середнє арифметичне значення показника, що вимірювали; $S_x \cdot t_{st}$ – похибка середнього арифметичного значення; t_{st} - критерій Стьюдента (визначається за таблицею); n – об'єм виборки (кількість вимірювань); S_i – значення показника для i -об'єкта.

Значення показника критерія Стьюдента визначається за таблицею (таблиця 4.1). Для роботи з таблицею необхідно знати величину K – кількість ступеней свободи.

$$K = n - 1;$$

$$K = 5-1 = 4.$$

Таблиця 2.4

Критичні точки t-критерію Стьюдента при різних рівнях значущості α .

число ступенів свободи k	$\alpha, \%$			число ступенів свободи k	$\alpha, \%$		
	5	1	0,1		5	1	0,1
1	12,71	63,66	64,60	18	2,10	2,88	3,92
2	4,30	0,92	31,60	19	2,09	2,86	3,88
3	3,18	5,84	12,92	20	2,09	2,85	3,85
4	2,78	4,60	8,61	21	2,08	2,83	3,82
5	2,57	4,03	6,87	22	2,07	2,82	3,79
6	2,45	3,71	5,96	23	2,07	2,81	3,77
7	2,37	3,50	5,41	24	2,06	2,80	3,75
8	2,31	3,36	5,04	25	2,06	2,79	3,73
9	2,26	3,25	4,78	26	2,06	2,78	3,71
10	2,23	3,17	4,59	27	2,05	2,77	3,69
11	2,20	3,11	4,44	28	2,05	2,76	3,67
12	2,18	3,05	4,32	29	2,05	2,76	3,66
13	2,16	3,01	4,22	30	2,04	2,75	3,65
14	2,14	2,98	4,14	40	2,02	2,70	3,55
15	2,13	2,95	4,07	60	2,00	2,66	3,16
16	2,12	2,92	4,02	120	1,98	2,62	3,37
17	2,11	2,90	3,97	∞	1,96	2,58	3,29
P	0,05	0,01	0,001	—	0,05	0,01	0,001

Таким чином визначаємо, що значення критерія Стьюдента (t_{st}) дорівнює 2,78.

Для отримання висновків статистичної обробки отриманих даних потрібно розрахувати достовірність отриманих відмінностей. Достовірність відмінностей між даними для нормальних розподілень розраховували за наступною формулою:

$$\frac{|S_{cp1} - S_{cp2}|}{\sqrt{S_{x12} + S_{x22}}} = t \quad (2.4.4)$$

де: S_1, S_2 – середні значення показника для нормального розподілення; S_{x1}^2, S_{x2}^2 – похибки середніх значень; t_{st} = критерій Стьюдента (визначається за таблицею).

Якщо отриманий показник перевищує критерій Стьюдента,

обраний для розрахунків, можна казати, що відмінності достовірні [38].

За такою методикою нами були оброблені усі отримані результати вимірювань. На основі отриманих розрахунків було зроблено висновок про наявність чи відсутність достовірних відмінностей між кожною з груп досліджуваних об'єктів.

Таким чином, нами було обрано типи об'єктів, що використано у дослідженні (контрольні точки на природних територіях та у зонах житлової забудови різних типів), розглянуто та проаналізовано детальну характеристику приладу, що використовувався у дослідженні, апробовано на систематизовано власну методику дослідження радіаційного фону у різних складових частинах міста та міської урбоекосистеми та зазначено принципи та методику статистичної обробки отриманих даних. Дослідження були проведені в ідентичних погодних умовах (температура повітря, швидкість вітру, вологість атмосферного повітря) в однаковий проміжок доби для отримання максимально точних та достовірних даних. Вимірювання радіаційного фону проводились протягом серпня 2020 року.

Для того, щоб отримати коректні результати, нами було проведено перевод одиниць вимірювання з мкЗв/год у мкР/год. Для цього показник, отриманий за допомогою дозиметра (у мкЗв/год) було домножено на 100. Отримані результати було занесено у таблицю та порівняно з нормативами.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ТА СЕЛІТЕБНИХ УМОВ М. ХЕРСОНА

3.1. Географічне положення та загальна характеристика м. Херсон

Місто Херсон – адміністративний, індустріальний і культурний центр Херсонської області, розташований на Півдні України, на правому березі Дніпра в 26 км від Дніпровського лиману та в 90 км від Чорного моря. Загальна площа міста складає 65 кв. км. Територія, що входить до юрисдикції Херсонської міської ради, становить 42286,5 га, у т.ч. земель сільськогосподарського призначення – 19875,8 га. До складу міської територіальної громади входять, крім мешканців м. Херсона, мешканці 4 селищ міського типу (Антонівка, Зеленівка, Комишани, Наддніпрянське), 6 селищ та 3 сіл, які об'єднані у 3 районні у міській раді, 4 селищні та 1 сільську ради [39].

Основним транзитним водотоком є річка Дніпро, де розташовано Херсонський морський торговельний порт, флот якого здійснює перевезення з країн Середземного моря; та Херсонський річковий порт. Ширина річкової долини Дніпра – 4-6 км. Правий берег – високий, лівий – пологий, низинний. На підході до міста Дніпро вступає в низинну піщану долину, в заплаві якої розташовані херсонські плавні шириною до 10 км, представлені системою островів, розділених протоками і рукавами. Русло Дніпра дуже розгалужене. Фарватер річки проходить за декількома рукавами. Глибини в межах 5-7 м. Швидкість течії – 0,6-0,7 м/с. Поверхневі води міста представлені акваторіями Дніпра, Кошової та Вільовчиної [47].

У відповідності до міжнародної Ромсарської угоди (Іран, 1917 рік) заплавна частина Дніпра (26 тис. га) віднесена до водно-болотних угідь міжнародного значення як середовище існування водоплавних птахів [5].

Сучасний Херсон – це місто з розвиненою промисловістю, розгалуженою транспортною та соціальною інфраструктурою. Місто поділяється на три райони: Суворовський, Дніпровський і Корабельний.

Промисловий комплекс міста включає в себе 96 провідних підприємств, які здійснюють діяльність у 12 галузях.

Місто має досить вигідне географічне положення. Через нього проходять важливі залізничні, річкові та повітряні шляхи, які сполучають економічні райони України з багатьма зарубіжними країнами [5].

Місто розташоване на перетині державних і міжнародних морських шляхів Азовсько-чорноморського басейну. Його причорноморське положення сприяє розвитку портового та рекреаційного господарства.

3.2. Особливості геологічної будови території міста

Територія міста Херсон розташована в центральній частині Причорноморської низовини, яка в геоструктурному відношенні відповідає структурі II порядку - Причорноморській западині.

Відповідна геоструктура розділена розломами субширотного та субмеридионального напрямків на окремі тектонічні блоки. Територія міста розташована на поверхні двох відповідних структур: Бузько-Дніпровського блоку та Дніпровсько-Каркінітського.

Перший блок розташований на правому березі Дніпра, в межах нього протягом четвертинної історії панували знакозмінні тектонічні рухи, другим блок розташований на лівобережжі розвивається в умовах

панування негативних тектонічних рухів. Кордоном між блоками являється система верхньокорових розколин, яка в рельєфі представлена долиною Дніпра.

В геологічному відношенні обидва блоки складені вапняками неогенового віку (Сарматський ярус), які зверху перекриті еолово-делювіальними та алювіальними породами четвертинного віку.

Різний напрямок неотектонічних рухів притаманний даним блокам зумовлює їх геологічні відмінності. Бузько-Дніпровський блок на поверхні представлений лесами, лесовидними суглинками та похованими ґрунтами. Дніпровсько-Каркінітський блок на поверхні складений алювіальними відкладами серед яких панують піщані та супіщані породи.

Різні неотектонічні умови розвитку зумовлюють здійснення першого блоку відносно другого, внаслідок чого над долиною Дніпра підвищується тераса здійснення, в межах якої на денну поверхню виходять породи неогенового віку.

Певні тектонічні відмінності мають своє відображення в межах Бузько-Дніпровського блоку. Відповідні відмінності зумовлені різними швидкостями неотектонічних рухів, так в південній частині міста вони дорівнюють 0 мм/рік, а в північно-східній +1 мм/рік. В результаті відповідної ситуації, поверхня блоку вигинається та в його межах з'являються розривні порушення верхньої осадової товщі. Саме з відповідними порушеннями в межах даного блоку пов'язана існуюча система балок міста Херсон.

Літологічна будова блоків зумовлює також різноманітні інженерно-геологічні умови в межах міста. Так в межах східної частини міста глибина залягання першого водоносного від поверхні горизонту складає 5 – 10 м, в межах західної частини від 0 до 5 м. Відповідна ситуація впливає на розвиток процесу підтоплення та супутніх з ним явищ.

В геоморфологічному відношенні територія міста також не

однорідна. На поверхні Бузько-Дніпровського блоку панують денудаційні морфоструктури, представлені субгоризонтальними плоскими рівнинами на неогенових відкладах. Поверхня Дніпровсько-Каркінітського блоку представлена різноманітними флювіально-дельтовими морфоструктурами, а безпосередньо в межах міста вони представлені плоскими рівнинами.

Відповідна ситуація пояснює виділення в межах міста двох геоморфологічних районів, Бузько-Дніпровського та Нижньодніпровського. Повна назва першого району – Бузько-Дніпровська акумулятивно-денудаційна плоска, слабо розчленована низовина, відображає специфіку поверхні більшої частини міста, яка розташована на правому березі. Повна назва другого району – Нижньодніпровська дельтова плоска та хвиляста низовина, розташована на лівому березі [39].

Херсон розташований у межах Причорноморського артезіанського басейну – гідрогеологічної структури на півдні України. Природними чинниками формування підземних вод є інфільтрація атмосферних опадів та поверхневих вод в межах басейну і надходження підземних вод з Українського кристалічного щита. Загальний напрямок руху підземних вод – на південь, в цьому ж напрямку збільшується мінералізація води [8].

На території міста поширені водоносні комплекси антропогенних, неогенових і палеогенових відкладів, що складаються з численних гідравлічно зв'язаних між собою водоносних горизонтів. Антропогенні водоносні горизонти містяться в алювіальних, лиманно-морських і еолових пісках і покривних суглинках на вододілах і річкових терасах. Водоносний комплекс неогенових відкладів на глибині 1,5-240 м складається з гідравлічно зв'язаних між собою водоносних пісків та вапняків, розділених водостійкими породами. До водоносного комплексу палеогенових відкладів належать водоносні горизонти в

пісках, потрісканих мергелях і вапняках на глибині 10-1000 м [41].

Причорноморська западина, в межах якої лежить місто Херсон, є порівняно молодою великою геологічною структурою. Осади, які її заповнюють лягають на різномірні і різновікові структурні елементи: докембрійський і епігерцинської блоки Руської платформи, розділені смугою грабеноподібних депресій, де складчастий фундамент опущений на глибину до 10 км (Рис. 2.2) [39].

Червоно-бурі глини є першим від поверхні регіональним витриманим водоупором, що поряд з іншими чинниками визначає умови формування і режим ґрунтових вод в вищерозміщеній лесовій товщі. Поширення червоно-бурих глин в північно-західній частині межиріччя Південний Буг-Дністер на локальних ділянках обумовлює фільтрацію атмосферних вод в більш глибоко занурену глинисто-піщану товщу балтської свити і є однією з причин спорадичного розвитку тут ґрунтових вод у породах лесово-суглинистого покриву.

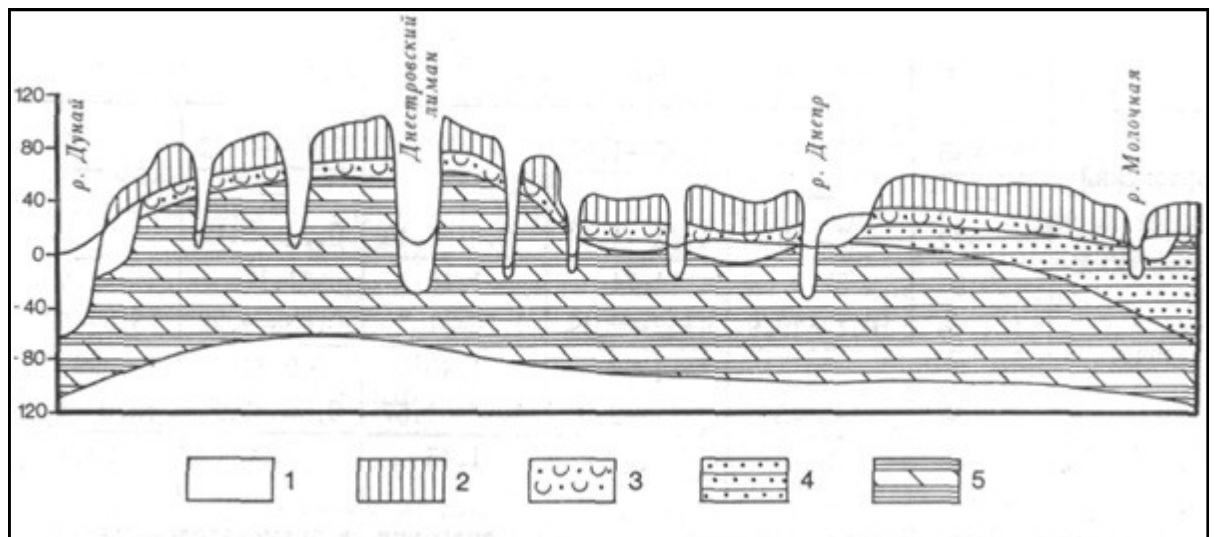


Рис. 2.2. Схематичний геологічний розріз Причорноморської западини: 1 – алювіальні відклади плейстоцену і голоцену ($a I - IV$); 2 – лесові породи плейстоцену ($L I - III$); 3 – червоно-бурі глини пізнього пліоцену і раннього плейстоцену ($N_2 - Q_1$); 4 – морські піщано-глинисті киммерійсько-куяльницькі відклади ($N_2k - kl$); 5 – теригенно-карбонатні відклади неогену (N) [39].

Алювіальні відклади заповнюють річкові долини, формуючи тераси пліоценового і четвертинного віку. Пліоценові тераси розвинені в долинах найбільших річок: Дніпра, Дунаю, Дністра і Південного Бугу. Вони займають великі простори на лівобережжі Дніпра, в межиріччі низин Південного Бугу і Дніпра, на лівобережжі Інгулу, на правобережжі у пониженнях Південного Бугу, по берегах приморської частини Дніпровського лиману і на лівобережжі Дністра. Алювій пліоценових терас представлено в основному пісками і піщано-суглинними відкладеннями, рідше в ньому зустрічаються прошарки галечників (долина Дністра). Потужність його коливається від перших метрів до 20 м і більше. Повсюдно він перекритий червоно-бурими глинами і лесовидними суглинками сумарною потужністю до 50 м [20].

Найбільш поширеними серед четвертинних відкладень є лесові породи, формування яких відбувалося протягом усього плейстоцену. Вони плащеподібно покривають вододільні рівнини і давні річкові тераси. Відсутні ці відкладення лише в ярах та балках, на заплавах і річкових терасах, де піщаний алювій залягає з поверхні. На більшій частині території потужність лесового покриву зазвичай 20-25 м. Максимальні його значення (30-45 м) спостерігаються на пліоценових річкових терасах, а мінімальні (1,5-2,5 м) – в межах верхньоплейстоценових річкових терас.

Серед лесових порід виділяють еолово-делювіальні, елювіально-делювіальні і алювіальні генетичні типи. Найбільш широко поширені лесові породи еолово-делювіального генетичного типу. Лесова товща складена трьома або чотирма ритмами, кожен з яких складається з викопного ґрунту, подгоризонтів лесу і лесовидних суглинків [5].

Геологічна будова четвертинних відкладів розглянутого району тісно пов'язана з формуванням геологічних структур, а розвиток сучасних форм рельєфу обумовлений характером і спрямованістю новітніх тектонічних рухів, екзогенних процесів і кліматичними змінами

четвертинного періоду – чергуванням льодовикових епох і міжльодовикових.

3.3. Характеристика житлової забудови м. Херсона

Забудова міста історично формувалась на правому березі Дніпра на території, що знаходиться на відмітках 40 – 50 м з пониженням у балках до 3 – 15 м і загальним ухилом місцевості до заплави Дніпра. Правий берег крутий, місцями обривистий з висотою обриву 15 – 20 м. Лівий берег – пологий, заболочений, з заростями очерету та верби. До території міста входять намівні території на Карантинному острові [37].

Перший проектний план міста, за яким велось будівництво, був датований 10 жовтня 1778 р. і підписаний Ганнібалом і Германом. Його основу склали фортеця і адміралтейство, оточені ровами і валами, в середині котрих розташовувались казарми, різноманітні будівлі військового відомства, торгівельні, громадсько-адміністративні споруди, лікувальні та просвітницькі заклади, культові та інженерно-комунальні споруди і, нарешті, житлові будинки [29].

За межами фортечної еспланади були передбачені території для будівництва двох військових форштадтів – на сході та заході від фортеці.

Протягом останнього десятиріччя XVIII ст. створюється кілька планів Херсона, що дозволяють з достатньою точністю реконструювати вигляд міста в цей час. Так, досить щільно забудовується Грецький форштадт. Значні роботи проводяться в військовому форштадті – практично повністю завершено формування першої частини передмістя, розташованого за фортечною еспланадою. Освоюється Карантинний острів, де, окрім власне карантинних споруд та, будують подовжені в плані складські споруди. Наприкінці цього періоду Грецький форштадт впритул наблизився до Балки й місто перейшло на інший її бік.

Почалося формування нового Забалківського передмістя на захід від центру [46].

Введення в квітні 1871 р. нового міського положення дозволило дещо поліпшити стан бюджету міста. За рахунок цього більше асигнувань йде на благоустрій міських територій. Тому виникла необхідність складення нового генерального плану, який з'явився у 1874 р. Він став першим проектним документом, в якому було закладено об'єднання в єдине ціле всіх районів міста: Фортеці, Грецького та Військового форштадтів, Забалки, Сухарного і Млинів.

При цьому найважливішою сполучною віссю міста ставала магістраль, що йшла в меридіональному напрямку – нині проспект Ушакова (колишня Поштова, Говардівська вулиця) [29]. Нажаль проект 1874 р. не зберігся. Але, імовірно, його наслідував відомий план С. І. Щелкунова 1894 р., який не змінювався вже до самої Революції, а лише доповнювався. Таких доповнень було досить багато. Наприкінці ХІХ ст. міські території почали зростати за рахунок будівництва цілого ряду промислових підприємств. Поступово забудовувалася територія між Говардівською та фортецею, Ярмаркова площа (нині її частину займає площа Свободи).

25 червня 1946 р. з урахуванням зауважень експертної комісії, очолюваної архітектором В.С. Зубиличевим, генеральний план Херсона був затверджений. У перспективі місто Херсон розглядалося як адміністративно-промисловий центр області з великим морським і річковим портом союзного значення. Чисельність населення до кінця 1957 р. передбачалася в 145 000 чоловік [15].

З початку 1950-х рр. місто почало змінюватись. В 1951 р. дав першу продукцію суднобудівний завод на Карантинному острові. В 1952 р. відкривається новий автомобільний міст на острів. В 1953 р. почав будуватися один з найбільших в Україні Бавовняний комбінат. Оновлюється головна магістраль міста – проспект Ушакова. Виразними

класицистичними будинками зафіксовані основні перехрестя: ріг вул. Суворова – житлові будинки, 1953 р. арх. Трудлера, ріг вул. Комсомольської – гуртожиток студентів морехідного училища, 1951 р. арх. Г. Скалозубов, ріг Перекопської – новий будинок Морехідного училища, 1953 р. арх. Г. Скалозубов, ріг вулиці Пугачова. У ці роки з'являється ряд тимчасових селищ із будинків барачного типу: Жилмасив, Жилпоселок, селище Нафтовиків, селище заводу Склотари. Розроблено різноманітні типи одно-двох-поверхових будинків-гуртожитків з різноманітними об'ємно-композиційними рішеннями фасадів де обігравалися балкони, еркери, ризаліти, широкі навіси та інші архітектурні засоби. Для цих районів характерна дрібна сітка вулиць із прямокутними кварталами.

Більші ділянки були відведені під індивідуальну забудову з регламентованими типовими проектами одноповерхових будинків. Так з'являються селища: Північне, Західне, Східне, Текстильників, селище на балці Фонтанці [33].

У 1960 р. розпочато масове житлове будівництво й виробництво залізобетонних елементів згідно постанови ЦК КПРС та Ради міністрів СРСР «Про розвиток житлового будівництва в СРСР», який було прийнято у 1957 р.

1960 р. покладено початок будівництва мікрорайону Бавовняного комбінату з 5-ти-поверховою забудовою. У 1965 р. починається будівництво Шуменського мікрорайону, а в Україні з'являються перші 9-ти-поверхові будинки зі стандартних залізобетонних елементів. У 1967 р., за ініціативою директора суднобудівного заводу В.Ф. Заботіна розпочато будівництво мікрорайону «Корабел» на Карантинному острові.

У 1980-х рр. назріла крайня необхідність у створенні нового генерального плану міста. В 1986 р. за ініціативи Головного управління архітектури та містобудування Херсонської області Київський науково-

дослідний інститут теорії та історії архітектури і містобудування провів у 1987–1988 рр. передпроектні дослідження до генплану міста, склав опорний історико-архітектурний план, де намічені шляхи виправлення помилок забудови історичного центру. Невдовзі розпочалася робота над генпланом, яку так і не вдалося завершити. З нездійснених проектів того часу лишились: будівництво прямої магістралі до аеропорту, другого шляхопроводу між районом ХБК та районом-гігантом Таврійським, що розбудовується з 1980 р., будівництво вулиці Залаегерсег, нового мосту через Дніпро до центру м. Цюрупинська та інші [10].

Таким чином, ми встановили, що територія м. Херсон розділена на дві великі геоструктури – Бузько-Дніпровський та Дніпровсько-Каркінітський блоки. Кордоном між блоками в рельєфі є долина Дніпра. Обидва блоки складені вапняками неогенового віку, що перекриті породами четвертинного віку. Проте блоки мають тектонічні, літологічні та геоморфологічні відмінності, що призводить до формування в межах міста двох геоморфологічних районів – Бузько-Дніпровського та Нижньодніпровського. Ми можемо очікувати, що через вищезгаданні відмінності геологічної будови показники природного радіаційного фону на неперетворених територіях будуть відрізнятися між собою.

Також нами було проаналізовано історію та особливості житлової забудови м. Херсон, визначено основні етапи забудови міста.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ В М. ХЕРСОН

4.1. Об'єкти досліджень (з обґрунтуванням)

Геологічним середовищем називають частину земної кори (гірські породи, ґрунти, донні відклади, підземні води тощо), яка взаємодіє з елементами ландшафту, атмосферою та поверхневими водами і може зазнавати техногенної діяльності [25]. Геологічне середовище є важливою частиною навколишнього середовища, з ним щільно пов'язані інші природні компоненти глобальної соціоекосистеми. Від складу та будови приповерхневої товщі гірських порід і рухів земної кори залежать особливості рельєфу земної поверхні. Гірські породи безпосередньо впливають на ґрунти і рослинний покрив, які на них розвиваються, а посередньо – також і на тваринний світ, клімат, тощо. З другого боку, рельєф, клімат та інші фізико-географічні умови впливають на стан геологічного середовища. Палеогеографічні умови, в яких відбувалося формування тієї чи іншої осадової породи, відобразились на її будові та механічному, мінералогічному і фазовому складі, від чого значною мірою залежать міцність та деформативність породи, тобто ті її властивості, які мають особливо важливе значення для інженерно-господарського освоєння геологічного середовища [16].

Для того, щоб з'ясувати, чи існує взаємозв'язок між особливостями геологічного середовища та змінами рівня радіаційного фону, нами було досліджено об'єкти як на природних, неперетворених територіях, так і житлові будинки, для будівництва яких використовувалися гірські породи, які також є компонентами геологічного середовища (у межах їх видобутку).

Дослідження, що були проведені на протязі останніх років,

показали, що мешканці міст, особливо великих, як правило, в цілому завжди отримують дози більші, ніж мешканці сільської місцевості.

Встановлено, що оселі, де живуть і працюють люди, з одного боку, захищають їх від зовнішнього радіаційного опромінювання, а з іншого боку, збільшують загальну дозу їх опромінювання за рахунок радіонуклідів, що є в будівельних матеріалах, і радону усередині приміщень.

Починаючи з деякого часу, коли масштаби будівництва значно виросли, з'явилася необхідність в нових, економічно більш вигідних будівельних матеріалах. Розпочалося успішне використання у будівництві побічних відходів різних виробництв: шлаків теплоелектростанцій, шлаків чорної і кольорової металургії, золи, фосфатних шлаків хімічної промисловості. Ці відходи стали використовувати для виготовлення і цементу, і теплоізоляційних плит, а також як легкі заповнювачі для бетону.

Проте, в більшості випадків такого сорту будівельні матеріали містять підвищену кількість природних радіонуклідів (ПРН), бо в процесі спалювання, збагачування, хімічної переробки відбувається концентрування природних радіонуклідів, особливо радію-226, що є продуктом розпаду урану-238 [2].

Радіаційна оцінка родовищ будівельних матеріалів дана у "Тимчасових методичних вказівках по радіаційно-гігієнічній оцінці корисних копалин при здійсненні геологорозвідувальних робіт на родовищах будівельних матеріалів". Там вказано, що ефективна питома активність будівельних матеріалів не повинна перевищувати нормативне значення, що дорівнює 92,5 Беккерель на кілограм (Бк/кг).

Територія України розташована на кристалічному щиті (так званому Українському щиті), що тягнеться з Півночі на Південь майже посередині країни і займає біля 30% усієї української території. Цей щит складається з ряду великих родовищ нерудних матеріалів (це червоні і

сірі граніти, лабрадорити, що є магматичною гірською породою, мрамур, вапняки та інші кристалічні породи, що мають підвищену радіоактивність). Як раз в містах знаходження цих родовищ розгорнуто виробництво будівельних матеріалів, що створює умови для виносу значної кількості природних радіонуклідів на земну поверхню а також для підвищення потужності гама-випромінювання в районах цих розробок. Український науковий центр радіаційної медицини стверджує, що близько 70% дози опромінення мешканців України від усіх джерел природної радіоактивності припадає на радон. Головним винуватцем у цьому вважається названий Український щит [44].

Таблиця 4.1

Питома радіоактивність будівельних матеріалів [54]

Будівельний матеріал	^{226}Ra і ^{232}Th , Бк/кг
Дерево	1,1
Зола (дерева)	241
Цемент	менше 45
Цегла червона	126
Цегла звичайна	30
Граніт	270
Пісок і гравій	34
Природний гіпс	29

На території м. Херсон використовувались різні за своєю структурою та походженням будівельні матеріали.

В історичній частині м. Херсон в якості основних будівельних матеріалів використано природні екологічно безпечні матеріали, такі як:

- ракушняк у рваному та пиленому вигляді, глиняна цегла та саман на глиняному або вапняно-глиняному розчинах – для мурування стін, зведення арочних перемичок та перекриттів;
- для влаштування фундаментів та стін підвалів переважно використано міцний бутовий (здебільшого рваний) камінь на глиняному або цементно-піщаному розчині;
- для перекриття використано дерев'яні балки, сходи –

металеві, дерев'яні або залізобетонні, дах – із глиняної черепиці або оцинкованих сталевих листів, вікна та двері – дерев'яні.

У післявоєнні роки у світі набувають широкої популярності штучні будівельні матеріали, які вже непотрібно випилювати та шліфувати під необхідні форми. Широка доступність цих виробів не минула й Херсонську область. В місті починають вестись активні архітектурно-будівельні роботи. Основними будівельними матеріалами стають цегла керамічна та силікатна, а також трохи згодом – бетон та залізобетон.

Упродовж майже півстоліття спостерігається справжній будівельний бум. Споруджуються мости, заводи, фабрики та підприємства, громадські будівлі, житлові будинки та цілі мікрорайони. В 1952-1953 роках почалось будівництво нового житлового масиву для суднобудівників по проспекту Ушакова. На початку 50-х років – текстильний комбінат, а також жилий масив ХБК. 60-ті роки: кінотеатри «Україна», «Спутник», стадіон «Кристал», ХНПЗ, школи, дитячі садки та багато інших об'єктів. Місто розбудовується швидкими темпами до початку 90-х років ХХ століття.

Широкої розповсюженості 80-ті роки набули крупнопанельні збірні залізобетонні будівлі. Не менш активно використовувалась цегла. Штучне каміння майже цілковито замінило природне. В якості основного будівельного матеріалу бетон та залізобетон переважна кількість фірм та підприємств використовує й донині. В склад бетонних та залізобетонних конструкцій в якості крупного заповнювача частіше за все може входити щебінь або гравій із підвищеним радіаційним фоном.

Таким чином, для того, щоб з'ясувати, як саме впливає геологічне середовище м. Херсона та який чинник – природний чи антропогенний – впливає на рівень радіаційного фону сильніше, нами було проведено вимірювання радіаційного фону за допомогою портативного дозиметра

у контрольних точках, розміщених на територіях різних мікрорайонів міста. Було обстежено природні території – парки, сквери, береги річок та поверхня над водою, балки та пустирі всередині житлових дворів. Це дозволило зробити висновок, як саме геогічна будова території впливає на рівень радіаційного фону та як змінюється радіаційний фон у різних мікрорайонах міста. Також були досліджені об'єкти житлової забудови різних типів застройки та з різних будівельних матеріалів – цегла, бут, бетонні блоки та шлакоблоки (панельні будинки). Завдяки цьому ми можемо простежити, як залежить рівень радіаційного фону у приміщеннях від типу будівельної сировини, що може містити природні радіонукліди.

Отримані результати дослідження наведені у таблиці (Додаток А).

4.2. Просторовий аналіз радіаційного фону та його чинники

В результаті виконання дослідження ми розрахували радіаційний фон в контрольних точках, що знаходяться у різних мікрорайонах м. Херсона, та отримали дані, що наведені у додатках А та Б. Середні показники радіаційного фону для різних типів територій у трьох районах міста наведено у табл. 4.2.1., детальні показники радіаційного фону для кожної з груп об'єктів у різних мікрорайонах – у таблиці 4.2.2.

Таблиця 4.2.1

Середні показники радіаційного фону у м. Херсон

Район	Корабельний (мкР/год)	Дніпровський (мкР/год)	Суворовський (мкР/год)
Об'єкт			
Природні території	11,7 ± 1,7	11,9 ± 1,3	13 ± 1,3
Будинки з ракушняка, каміння	10 ± 1,55	-	12 ± 1
Цегляні будинки	15,6 ± 2,2	17,4 ± 1,4 *	18,5 ± 2 *

Панельні будинки	$32,9 \pm 2,7 *$	$40 \pm 2,9 *$	$37,5 \pm 2,8 *$
------------------	------------------	----------------	------------------

Примітка – «» - достовірні відмінності між природним та антропогенним фонами (виявлено в результаті статистичної обробки отриманої інформації).*

Таблиця 4.2.2

Середні показники радіаційного фону у м. Херсон (детальні дані)

Район	Корабельний (мкР/год)			Дніпровський (мкР/год)			Суворовський (мкР/год)		
	Корабел	Сухарне Забалка Житлосел.	Шумен. Західний	ХБК Склотара	Військове Слобідка	Східний	Північ- ний	Таврій- ський	Центр
Природні території	11 ± 2,1	11,8 ± 1,25	12,3 ± 1,8	15 ± 1,5	8,7 ± 1,3	12 ± 1,2	12 ± 1,2	14 ± 1,6	13 ± 1,2
Будинки з ракушняка, каміння	13 ± 2,3	7 ± 0,8	-	-	-	-	-	-	12 ± 1
Цегляні будинки	16 ± 1,8	13,3 ± 2,2	17,4 ± 2,6	15,8 ± 1,5	-	19 ± 1,3	18 ± 2,4	18 ± 2,2	19,5 ± 1,6
Панельні будинки	27,7 ± 1,7	42 ± 3,7	29 ± 2,7	40 ± 2,9	-	-	37 ± 2,2	34,4 ± 3	41 ± 3,3
Середній фон	16,9 ± 2	18,5 ± 2	19,6 ± 2,4	23,6 ± 2	8,7 ± 1,3	15,5 ± 1,3	33,5 ± 2	22,1 ± 2,3	21,4 ± 1,8

На території м. Херсон здійснюється щоденний моніторинг природного радіаційного фону [43]. За багато років встановився сталий природний радіаційний фон на рівні в середньому 9-12 мкР/год. Такий рівень природної радіації є безпечним для населення. Проте, особливості коливань показників радіаційного фону мають територіальну диференціацію.

В результаті дослідження ми виявили, що показники рівня природного радіаційного фону корелюють з особливостями геологічного середовища, які теоретично сприяють підвищенню фону. Так, на територіях можливого підтоплення, де неглибокого залягають ґрунтові води [45] (мікрорайони Таврійський, ХБК, історичний центр міста), радіаційний фон вище (13-15 мкР/год), ніж на територіях, що не зазнають підтоплення (8-12 мкР/год у мікрорайонах Корабел, Сухарне, Забалка, Житлоселище, Військове, Слобідка). У зонах зсувів спостерігається наступна залежність – рівень радіаційного фону на дні балки чи оврагу вище (15 мкР/год), ніж на поверхні (8 мкР/год) (балка по вул. Овражній, абразія у районі Слобідки). Також можна простежити незначну зміну рівня радіаційного фону зі збільшенням висоти – на вершинах пагорбів фон вище (15 мкР/год), ніж на підніжжі (13 мкР/год) (на прикладі пагорбів у міському парку ім. Шевченка). Найнижчий радіаційний фон спостерігається на акумулятивних територіях – узбережжях сел. Нафтогавань, Гідропарку (7-13 мкР/год).

Аналіз радіаційного фону у житлових будинках виявив наступну динаміку – найбільший рівень радіаційного фону мають залізобетонні панельні будинки, максимальна кількість яких розташована у відносно молодих мікрорайонах міста – Таврійський (34,4 мкР/год), Північний (Безроднього) (27 мкР/год), окремі частини ХБК (до 52 мкР/год), Шуменського мікрорайонів (до 36 мкР/год), Житлоселища (до 42 мкР/год). Менший радіаційний вплив мають старі панельні будинки (23-25 мкР/год), цегляні будинки (13,3-19,5 мкР/год). Мінімальний рівень

радіаційного фону спостерігається в історичному центрі міста, де знаходяться будинки з ракушняка та каміння (середній фон для району – 21,4 мкР/год, показники для будинків з ракушняка – 12 ± 1 мкР/год).

Для мікрорайону Корабел характерний відносно невисокий рівень радіаційного забруднення від панельних будинків ($27 \pm 1,7$ мкР/год). Це пояснюється тим, що у мікрорайоні більшу частину території складають природні території або будинки з ракушняку та цегли, що пом'якшують фон. В межах мікрорайонів Сухарного, Забалки та Житлоселища спостерігається низький радіаційний фон на природних неперетворених територіях ($11,8 \pm 1,25$ мкР/год), та високий рівень фону через у залізобетонних панельних будинках (зокрема, частина з яких знаходиться в аварійному стані) ($42 \pm 3,7$ мкР/год, переважаюча кількість таких будинків – у мікрорайоні Житлоселище). Відносно вищий рівень природного фону у мікрорайонах Шуменський та Західний ($12,3 \pm 1,8$ мкР/год) можна пояснити поширеністю процесів просідання ґрунту, що може сприяти вивільненню з підземних пустот радіоактивного газу радону. Переважає у мікрорайоні цегляна та стара панельна забудова. На території мікрорайонів ХБК та Склотара спостерігається відносно вищий рівень радіаційного фону ($15 \pm 1,5$ мкР/год) через близьке залягання ґрунтових вод, що можуть містити радіонукліди, та як наслідок – поширення підтоплень. З житлової забудови у мікрорайонах переважає цегляна та стара панельна забудова, залізобетонних панельних будинків менше, проте рівень радіаційного фону в цих будинках перевищують встановлені нормативи (до 50 мкР/год. для житлових приміщень з постійним перебуванням людей згідно НРБУ-97). У мікрорайонах Військове, Слобідка рівень радіаційного фону низький (до 10 мкР/год) через велику кількість природних територій та ракушнякової та цегляної забудови. Східний мікрорайон характеризується переважно цегляною забудовою і також має порівняно невисокий рівень радіаційного фону ($15,5 \pm 1,3$ мкР/год). Для

мікрорайонів Північний та Таврійський спостерігається високий рівень радіаційного фону від залізобетонних панельних будинків (34,4 - 37 мкР/год), що складають переважачу (мкр-н Таврійський) або одну з основних складових (мкр-н Північний) частин житлового фонду. Для центральної частини міста спостерігається низький рівень радіаційного фону від ракушнякових будинків старого фонду. Панельні будинки поширені не переважно, але в існуючих залізобетонних будинках рівень фону також перевищує допустимий.

Отримані нами дані дозволяють також зробити висновок про те, що радіаційний фон двох складових геоморфологічних районів - Бузько-Дніпровського та Нижньодніпровського блоків – не є однаковим та має відмінності, що зумовлені особливостями геологічної будови цих блоків.

Отже, нами було встановлено, що найбільший рівень радіаційного фону спостерігається у залізобетонних панельних домах та прилеглих до них територіях, старих панельних домах, нижче рівень радіаційного фону у цегляних та ракушнякових будинках. Рівень радіаційного фону на природних територіях залежить від багатьох факторів одразу, проте можна простежити кореляцію між значенням радіаційного фону та особливостями геологічного середовища території.

4.3. Загальна характеристика радіаційного стану Херсонської області та порівняльна характеристика з іншими регіонами

Радіоекологічний стан Херсонської області є безпечним. На території області відсутні радіаційно-небезпечні об'єкти та території з радіоактивним забрудненням внаслідок Чорнобильської катастрофи. Природний радіаційний фон знаходиться в межах 13 – 15 мкР/год. На території Херсонської області розташовано 10 організацій та установ, які використовують джерела іонізуючого випромінювання. Основне

призначення ДІВ на підприємствах та відомствах області - застосування в контрольно-вимірювальних приладах (дефектоскопах, рівнемірах) і медичному обладнанні. Здійснення контролю за обліком та збереженням ДІВ покладено на обласну санітарно-епідеміологічну станцію, а також Одеську Південну державну інспекцію Держатомрегулювання України. Найбільш небезпечним об'єктом з питань радіаційної безпеки для області є Запорізька АЕС, у разі аварії на якій у 50-км зону попадають двадцять три населених пункти Херсонської області.

Радіаційний фон не є однаковим на всій території України. Істотно високі рівні фону спостерігаються на територіях, які зазнали радіоактивного забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС. Це території Київської та Житомирської областей. Відносно високі рівні радіаційного фону в центральних областях України - Кіровоградській і Дніпропетровській областях. У цих областях в ґрунтах природний рівень радіоактивних речовин дуже високий. Значні рівні радіаційного фону в Донецькій області пояснюються значним техногенним забрудненням. Науковий термін цього процесу - техногенно-посилений радіаційний фон.

Періодично спостерігаються збільшення значень природного фону з 8-16 мкР/год до 18 мкР/год (у Харківській та Івано-Франківській областях) і до 19 мкР/год у Закарпатській, Хмельницькій і Кіровоградській областях. Ці зміни пов'язані зі статистичними характером самої величини експозиційної дози гамма-випромінювання [19].

За даними 182 пунктів спостережень мережі гідрометслужби України, потужність експозиційної дози гамма-випромінювання на більшій частині території України знаходиться у межах 5-23 мкР/год. На пунктах контролю, розташованих на території країни, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, рівень гамма-

випромінювання складав 7-27 мкР/год, максимальні рівні зафіксовані у м. Чорнобиль [3].

В районах розташування діючих атомних електростанцій рівень рівень радіаційного фону знаходиться в межах: Запорізька АЕС – 6-19 мкР/год, Південно-Українська АЕС- 7-18 мкР/год, Рівненська АЕС – 8-17 мкР/год, Хмельницька АЕС – 8-18 мкР/год.

У Києві рівень природного гамма-випромінювання протягом року коливався в межах 7-19 мкР/год , при середньому значенні 11 мкР/год.

Таким чином, ми проаналізували територіальну диференціацію та локалізацію коливань радіаційного фону міста Херсона та виявили основні чинники, що впливають на рівень фонові радіації – космічне випромінювання, особливості літологічного та морфологічного складу ґрунтів і наявність в ньому радіонуклідів, випромінювання від будівельних матеріалів та вихід в атмосферу або ґрунтові води радону. Нами було встановлено, що між показниками радіаційного фону та геологічним середовищем міста існує кореляційний зв'язок. Ми з'ясували, що рівень радіаційного фону у приміщеннях постійного перебування людей відповідає вимогам НРБУ-97. Також нами було встановлено, що рівень природного радіаційного фону міста та Херсонської області знаходиться у межах норми та є невисоким у порівнянні з радіаційним фоном в інших регіонах країни.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дослідження нами було зроблено наступні висновки:

1) Всі існуючі джерела іонізуючого випромінювання розділяються на дві групи: природні (космічні промені, радіоактивні речовини, що містяться у гірських породах, ґрунті, воді) та штучні (випробування та виробництво ядерної зброї, атомні електростанції і аварії на них, медичне обладнання, будівельні матеріали, інші різновиди діяльності людини, пов'язані з використанням ядерних реакторів та прискорювачів часток). На території України основні джерела природної радіації зосереджені в межах Українського кристалічного щита та меншою мірою на Донбасі й у Карпатах. До об'єктів підвищеної природної радіоактивності належать: торієве й уранове зруденіння у кристалічних породах, уран і радон у ґрунтовому покриві, а також в підземних та ґрунтових водах.

2) Іонізуюче випромінювання викликає у живих організмах різноманітні зворотні та незворотні біологічні зміни. Ці зміни діляться на дві категорії – соматичні, які виникають безпосередньо у живого організма, і генетичні, що проявляються у нащадків. Ступінь негативного впливу радіації на організм людини залежить від того, як відбувається цей вплив – відразу чи порціями. Більшість органів встигає відновитися, тому вони краще переносять серію короткочасних доз, в порівнянні з тією ж сумарною дозою опромінення за один раз. Реакція різних органів на радіацію не однакова – найбільш вразливими є червоний кістковий мозок та органи кровотворної системи, репродуктивні органи та органи зору. Діти та люди похилого віку є більш чутливими до дії радіації порівняно з дорослою людиною. Більшість органів дорослої людини є більш стійкими до впливу радіації – це нирки, печінка, сечовий міхур, хрящові тканини. Дотримання норм

радіаційної безпеки дозволяє уникнути шкідливого впливу іонізуючого випромінювання.

3) Для того, щоб з'ясувати, чи існує взаємозв'язок між особливостями геологічного середовища та змінами рівня радіаційного фону, нами було досліджено об'єкти як на природних, неперетворених територіях, так і житлові будинки, для будівництва яких використовувалися будівельні матеріали з гірських порід, які також є компонентами геологічного середовища (у межах їх видобутку). Вимірювання проводилися у трьох районах міста.

Природний фон виявився найнижчим на акумулятивній формі рельєфу – о. Малий Потьомкінський ($12 \pm 1,9$ мкР/год), узбережжя сел. Нафтогавань (9-13 мкР/год), Гідропарку (7-13 мкР/год), а також у мікрорайоні Військове (до 10 мкР/год).

Аналіз радіаційного фону у житлових будинках виявив наступну динаміку – найбільший рівень радіаційного фону мають залізобетонні панельні будинки (32-52 мкР/год), максимальна кількість яких розташована у відносно молодих мікрорайонах міста – Таврійський, Північний (Безроднього), окремі частини ХБК, Шуменського мікрорайонів, Житлоселища. Менший радіаційний вплив мають старі панельні будинки (23-25 мкР/год), цегляні будинки (13,3-19,5 мкР/год). Мінімальний рівень радіаційного фону спостерігається в історичному центрі міста, де знаходяться будинки з ракушняка та каміння (до 13 мкР/год).

4) В результаті дослідження нами було виявлено, що показники рівня природного радіаційного фону в межах м. Херсона корелюють з особливостями геологічного середовища території міста. Так, на територіях неглибокого залягання ґрунтових вод (мікрорайони Таврійський, ХБК, історичний центр міста), радіаційний фон достовірно вище (13-15 мкР/год), ніж на територіях, що не зазнають підтоплення (8,7-12,3 мкР/год). У зонах зсувів рівень радіаційного фону на дні балки

чи оврагу є достовірно вищим ($15 \pm 1,1$ мкР/год) порівняно з поверхнею ($8 \pm 1,5$ мкР/год, балка по вул. Овражній, абразія у районі Слобідки).

Проаналізував територіальну диференціацію показників рівня радіаційного фону та особливості геологічного середовища міста Херсон, ми зробили висновок, що між цими характеристиками існує кореляційний взаємозв'язок.

В цілому, аналіз даних дозволяє зробити висновок про провідну роль техногенного компонента в стровенні радіаційного фону м. Херсона.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас Геологія і корисні копалини України [Карти]: / Головне управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України. К., 2001. 168 с.
2. Бакка М.Т. Екологія гірничого виробництва. Навчальний посібник. Житомир: ЖДТУ, 2004. 307с.
3. Барановська Н. П. Суспільний вимір Чорнобильської катастрофи / Н. П. Барановська // *Український історичний журнал*. 2006. №6 . С. 129–145.
4. Безпека життєдіяльності: Метод. вказівки до викон. практич. робіт для студ. усіх спец. денної форми навчання / уклад.: О.П. Слободян. К.: НУХТ, 2008. 13 с.
5. Бойко М. Ф. Екологія Херсонщини. Херсон: Вид-во ПО «Терра», 2001. 156 с.
6. Бочков Н.П. Хромосомы человека и облучение. М.: Атомиздат, 1996. 162 с.
7. Василенко, О.И. Радиационная екологія. М.: Медицина, 2004. 216 с.
8. Гидрогеология СССР. М.: Недра, 1986. Т. I. С. 423.
9. Гидроэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС / Под ред. акад. Д.М. Гродзинского. К.: Наук. думка, 1992. 267 с.
10. Глазков В.Н. Новый облик Херсона // *Строительство и архитектура*. 2002. №8. С.2–6.
11. Гродзинський Д.М. Радіобіологія: Підручник. К .: Либідь, 2000. 448 с.
12. Дозиметр SMG 2.URL: http://liderprice.com.ua/list_goods.php?cid=31&id=3461

13. Друкований О. М. Вплив карбонатної добавки на міцність цементних розчинів. К: КНУБА. 2009. 146 с.
14. Іванов Є.А. Радіоекологічні дослідження: Навч. Посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 149 с.
15. Історико–архітектурний опорний план, межі і режими використання зон охорони пам'яток та історичних ареалів м.Херсона. Т.2 / Відпов. викон. Вара О.А. К. : НДПД, 2012. 210 с.
16. Ковалева Т.Н. Основы радиозологии и безопасной жизнедеятельности. М: Тонпик, 2008. 366 с.
17. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. М.: Энергоатомиздат, 1991. 352 с.
18. Константинов М.П., Радіаційна безпека: Навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 151с.
19. Контроль радиационного фона в Украине // *Екологічний портал «Екомир»*. URL: <http://a-portal.moreprom.ru/news%2Bview%2B62.html>
20. Костюченко М.М. Гідрогеологія та інженерна геологія: Підручник. К.: Видавничо–поліграфічний центр «Київський університет», 2005. 144 с.
21. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли. М.: Наука, 1991. 115 с.
22. Кутлахмедов Ю.О. Основы радиоекології. К. : Вища школа, 2003. 319 с.
23. Луц Т.Є. Методи та засоби радіаційного стану навколишнього середовища. URL : <http://op.iee.kpi.ua/1/%D1%80.59-63.pdf>
24. Лысенко Е. И. Некоторые особенности известняка–ракушечника как заполнителя для цементных бетонов. Ростов–на–Дону : изд–во Ростовского ун–та. 2006. 143 с.
25. Мала гірнича енциклопедія, у 3–х т. Т. 2 / За редакцією В.С. Білецького. Донецьк: Донбас, 2007. 652 с.

26. Маргулис У.Я. Атомная энергетика и радиационная безопасность. М.: Энергоатомиздат, 2000. 220 с.
27. Машкович В. П. Основы радиационной безопасности: учеб. пособ. М. : Энергоатомиздат, 1990. 176 с.
28. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений. М.: Медицина, 1991. 464 с.
29. Наседкин Ю.К. Херсон. Из истории образования города // *Строительство и архитектура*. 1974. №9. С. 30–33.
30. Наукові основи прогнозування природно–техногенної (екологічної) безпеки: Монографія. К.: Лекс Дім, 2004. 552 с.
31. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ–97). К., 1997. 121с.
32. Основы охраны труда: Підручник. 5–е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. К.: Каравела, 2011. 384 с.
33. Панченко Т.Ф. Містобудівна типологія приморських територій та міст // *Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.–техн. зб. / Київ. нац. ун–т буд–ва і архіт.* К.: КНУБА, 2009. Вип. 22. С. 209–219.
34. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи: Монографія. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. 242 с.
35. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 240 с.
36. Платов А.В. Простейшие эколого–геофизические измерения. Методика Измерений радиационного фона // *Объединение Космопоиск [сайт]*. URL: http://kosmopoisk.org/articles/metodical/metodika_izmereniy_radiatsionnogo_fona_1474.html
37. Пояснительная записка к генеральному плану г. Херсона 2010 г. // *Херсонский городской совет*. Херсон, 2010. 145 с.

38. Практикум з радіобіології та радіоекології / за ред. В.А. Гайченко. К. : НУБПУ, 2009. 253 с.
39. Природа Херсонської області. Фізико–географічний нарис / Відп. ред. М.Ф. Бойко. К.: Фітосоціоцентр, 1998. 120 с.
40. Природный радиационный фон / ред. М.Н. Левин. Воронеж. : ИПЦ ВГУ, 2008. 52 с.
41. Просенков В.И. Влияние градопромышленного комплекса на процессы формирования подземных вод // *Гидрологический аспект урбанизации*. М.: МФГО СССР, 1990. С. 42–51.
42. Радиоактивность почв и методы ее определения. / Под ред. И.Н. Антипова–Каратчева. М.: Наука, 2005. 203 с.
43. Радіаційний фон у м.Херсоні безпечний для населення // *РІА ХЕРСОНЩИНА: Офіційний сайт Херсонської обласної державної адміністрації*. URL: <http://www.khoda.gov.ua/ua/socialno-gumanitarnaya-sfera-oblasti/radiacionnyjj-fon-v-g-hersone-bezopasnyjj-dlya-naseleniya?print>
44. Радіоекологія / ред. О.І. Бондар. Харків.: Планета–Прінт. 2005. 92 с.
45. Развитие процессов подтопления г. Херсона и их экологические последствия. URL: <http://www.srw.ksu.ks.ua/digest/.pdf>.
46. Ратнер И.Д. Древности Херсонщины: краткий справочник. Симферополь: Таврия, 1989. 110 с.
47. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області у 2011 році / Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Херсонській області. Херсон, 2012. 336 с.
48. Руденко Л.Г. Концептуальні основи еколого – географічних досліджень та еколого–географічного картографування // *Український географічний журнал*. 1995. №3. С.56–62.

49. Савин Е. С. К вопросу использования песка–ракушечника как заполнителя для растворов и бетонов. Тр.РИСИ. 2000. Вып. 21. с. 128–131.
50. Смирнов, С.Н. Радиационная экология. Физика ионизирующих излучений. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 326 с.
51. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ–ДАНА, 2001. 703 с.
52. Тимофеева, Т.А. Радиоэкология: практическое руководство для студентов специальности «Геоэкология». Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2012. 48 с.
53. Тітова С.В. Системний підхід у картографічних дослідженнях екологічного стану компонентів природи та радіологічної ситуації в Україні // *Вісник геодезії та картографії*. 2001. №4. С. 43–47.
54. Томілін Ю.А. Практикум з дисципліни «Радіоекологія». Миколаїв: Вид–во Мдгу ім. Петра Могили, 2007. 55 с.
55. Часников И.Я. Эхо ядерных взрывов. Алматы, 1996. 98 с.
56. Шубик В.М. Ионизирующие излучения и иммунитет. М.: Атомиздат, 2001. 148 с.
57. Яблоков А.В. Миф о безопасности малых доз радиации: Атомная мифология. М.: 2002. 145 с.
58. Яблоков А.В. Миф об экологической чистоте атомной энергетики: Атомная мифология. М.: 2001. 136 с.
59. Якубович М. А. Бетон и железобетон на ракушечниках и известняках Украины. К.: Госстройиздат. УССР. 1990. 18 с.
60. Ярмоленко С.П. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа, 2002. 424 с.

Додаток А

Результати вимірювань радіаційного фону природних та антропогенних територій м. Херсон

№ пор	Район вимірювання	Показання приладу, мкР/год					Середнє значення, мкР/год	Похибка середньо арифмет. значення, мкР/год	Примітка
		перше	друге	третє	четверте	п'яте			
1.	Узбережжя, Нафтогавань, №1	11	11	8	6	8	9	2,9	піщаний пляж, озеро Погоріле-2
2.	Узбережжя, Нафтогавань, №2	13	14	12	14	13	13	1,1	над поверхнею води, озеро Погоріле-2
3.	Пустир у районі нафтобази	12	12	18	12	16	14	3,5	
4.	Дитячий садок №15	12	10	12	13	12	12	1,4	Цегла
5.	Сел.Нафтогавань № 3	16	11	12	13	13	13	2,3	двоповерховий, ракушняк
6.	Сел.Нафтогавань № 16	28	22	26	24	28	26	3,3	Цегла
7.	Вул. М.Фортус № 8	21	22	20	23	21	21	1,5	Цегла
8.	Узбережжя Нафтогавань, точка №3	9	8	10	9	11	9	1,5	піщаний пляж, Дніпро

9.	Гідропарк, правий берег №1	8	6	7	6	6	7	1,3	глибинна частина берегу
10.	Гідропарк, правий берег №2	10	13	14	12	14	13	2,1	піщаний пляж, замір біля кромки води
11.	Гідропарк, лівий берег	9	12	13	12	12	12	1,9	піщаний пляж, замір у глибинній частині острову
12.	Вул. Дорофєєва, № 4А	26	28	26	29	30	28	2,2	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
13.	Вул. Патона, №7	28	27	27	28	30	28	1,5	залізобетонна панель
14.	Проїзд Береговий, №3	27	30	28	26	28	28	1,9	поліклініка, цегла, відділка граніт. крихтою (замір зовнішньої стіни)
15.	Вул. Патона, №4	9	10	9	9	10	9	0,8	цегла, п'ятиповерховий
16.	Вул. Дорофєєва, №6	14	15	14	13	15	14	0,8	цегла, дев'ятиповерховий
17.	Вул. Патона, №13	14	13	14	14	13	14	2,9	цегла, п'ятиповерховий
18.	Вул. Патона, №21/15	18	20	20	19	18	19	1,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
19.	Вул. Шенгелія, №13	34	37	35	38	37	36	1,9	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
20.	Вул.Фестивальна, №1/12	12	14	15	13	17	14	2,5	цегла, триповерховий
21.	Вул.Фестивальна, №5	14	12	13	14	16	14	1,9	цегла, триповерховий
22.	Вул. Івана Богуна, №56	16	16	18	17	18	17	1,3	Цегла

23.	Вул. Івана Богуна, №58	20	23	25	24	22	23	2,5	стара панель, п'ятиповерховий
24.	Просп.Будівельників, №14А	32	34	36	40	38	36	3,9	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий, 1989 р.
25.	Шуменський парк	12	12	14	12	13	13	1,3	район просп. Будівельників
26.	Шуменський парк	14	13	15	15	16	15	1,5	район вул. Лавреньова
27.	Вул. Лавреньова, №16	28	30	30	29	28	29	1,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
28.	Вул. Лавреньова, №21	26	25	28	29	29	27	2,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
29.	Вул. Лавреньова, № 17	14	14	14	16	18	15	2,2	цегла, десятиповерховий
30.	Русло річки Вірьовчина	10	11	9	7	8	9	1,9	район Лавреньова, 28
31.	Просп. Святих Кирила та Мефодія, №15	24	25	28	30	34	28	5	цегла, дев'ятиповерховий
32.	Вул. Івана Вазова, № 1а	19	20	18	20	23	20	2,3	цегла, 14-поверховий
33.	Вул. Святих Кирила та Мефодія., № 10	14	16	15	14	12	14	1,4	цегла, п'ятиповерховий
34.	Вул. Куліша,	34	35	28	34	29	32	4,5	залізобетонна панель,

	№1а								дев'ятиповерховий
35.	Вул. Куліша, №3	26	27	28	29	29	28	1,7	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
36.	Вихід до річки Вірвовчиної	13	12	14	10	12	12	2,5	очерет
37.	Вул.Котляревсько го, №78	16	14	14	14	12	14	1,7	цегла, п'ятиповерховий
38.	Вул. Василя Стуса, №15	11	12	12	14	16	13	2,5	цегла, п'ятиповерховий, аварійний дім (просадження ґрунту, 2010 р.)
39.	Вул. Стрітенська, №26	38	40	42	44	46	42	3,9	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
40.	Вул. Стрітенська, №28	38	42	44	42	46	42	3,6	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
41.	Пров. Кошовий	10	11	12	12	11	11	1,1	зелена ділянка біля часного сектора
42.	Вул.Запорожська/ Овражна, балка	7	8	9	8	10	8	1,5	на прилеглий до балки території
43.	Вул.Запорожська/ Овражна, балка	14	15	14	15	16	15	1,1	на дні балки, глибина балки – 4 м
44.	Вул. Пушкінська	14	14	12	13	14	13	1,3	зелена ділянка біля дому №78
45.	Пров. Чкалова, №13	7	7	6	6	6	7	0,8	ракушняк, двоповерховий
46.	Бериславське шосе, №6 А	13	14	12	14	14	13	1,3	цегла, дев'ятиповерховий
47.	Бериславське шосе, №12	35	40	42	44	42	41	4,2	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
48.	Бериславське шосе, №10 В	12	11	11	10	11	11	0,8	цегла, дев'ятиповерховий

49.	Стадіон школи № 53	17	18	16	15	16	16	1,5	зелена діляка
50.	Вул.Шовкуненка №82	17	16	17	15	14	16	1,7	цегла
51.	Вул. І. Куліка, №133 В	19	20	20	21	22	20	1,5	цегла, п'ятиповерховий
52.	Вул. І. Куліка, №114 Е	49	51	50	52	56	52	3,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
53.	Вул.Чорноморська №32	19	20	18	16	16	18	2,2	цегла, п'ятиповерховий
54.	Вул.Чорноморська №29	32	34	30	31	34	32	2,2	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
55.	Придніпровський парк, вул. Тиха	9	9	10	11	10	10	1,1	
56.	Вул. 2 Слободка	9	10	11	8	9	9	1,5	вихід до р. Дніпро
57.	Сквер по вул.Залаегерсег	13	14	12	14	15	14	1,7	напроти тролейбусного депо
58.	Сквер по вул. Перекопська	6	6	8	7	8	7	1,3	район перехрестя вулиць Перекопська та Придніпровського пров.
59.	Вул. Залаегерсег, №5	18	16	18	17	21	18	2,3	цегла, дев'ятиповерховий
60.	Вул. 28 Армії, №2	16	17	14	15	16	16	1,5	цегла, п'ятиповерховий
61.	Вул. 28 Армії, №2 А	35	40	38	37	38	38	2,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий

62.	Вул. Перекопська, №171	14	13	14	16	18	15	2,5	цегла, п'ятиповерховий
63.	Вул. Перекопська, 177/2	17	17	17	16	15	16	1,3	цегла, десятиповерховий
64.	Вул. Перекопська, №181 А	34	36	39	38	36	37	2,5	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
65.	Плавні, Східний №1	11	12	10	11	12	11	1,1	
66.	Плавні, Східний, №2	12	10	10	10	11	11	1,3	
67.	Кіндійське шосе, №30	18	20	19	18	18	19	1,3	цегла, десятиповерховий
68.	Східний, поле	13	14	14	15	15	14	1,1	
69.	Авторинок	12	11	12	13	11	12	1,1	зелена ділянка, кінцева зупинка маршруту № 49
70.	Вул. Ракетна	11	13	12	13	12	12	1,1	зелена ділянка біля часного сектора
71.	Вул. Серафимовича	12	10	11	10	12	11	1,3	зелена ділянка біля часного сектора
72.	Вул. Некрасова, №132	14	13	14	16	17	15	1,9	цегла, триповерховий
73.	Вул. Некрасова, №228	9	8	10	11	13	10	2,5	цегла, двоповерховий
74.	Вул. Бойка,	19	20	17	16	17	18	1,9	цегла, п'ятиповерховий

	№187								
75.	Вул. Генерала Алмазова, № 43	38	36	34	38	36	36	2,9	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
76.	Вул. Генерала Алмазова, № 39	38	39	40	41	42	40	1,9	залізобетонна панель, десятиповерховий
77.	Вул. Генерала Алмазова, № 35	34	34	35	36	37	35	1,7	залізобетонна панель, десятиповерховий
78.	Вул. 49 ХГД, №71	25	24	21	20	19	22	2,9	новобудова, цегла, дев'ятиповерховий
79.	Поле Тарле	10	11	10	12	11	11	1,1	
80.	Вул. 49 ХГД, №51	24	26	26	26	25	25	1,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
81.	Вул. 49 ХГД, №49	18	19	21	22	23	21	2,5	цегла, дев'ятиповерховий
82.	Вул. Тарле, №4	43	45	46	49	50	47	3,6	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
83.	Вул. Покришева, №55	33	32	36	40	38	36	4,2	залізобетонна панель, 9- поверховий
84.	Вул. Покришева, №49	37	38	40	42	41	40	2,6	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
85.	Ландшафтний парк «Таврійський»	16	18	16	14	13	15	2,5	поле за гіпермаркетом «Таврія В»
86.	Вул. 200 років Херсона, №40	16	18	16	13	14	15	2,5	цегла, п'ятиповерховий, новобудова

87.	Вул. 200 років Херсона, №38/5	14	12	14	16	17	15	3	цегла, дев'ятиповерховий, новобудова
88.	Район супермаркету «АТБ»	14	18	19	17	15	17	2,5	зелена ділянка за супермаркетом
89.	Вул. 49 ХГД, №18	30	30	29	26	27	28	2,3	залізобетонна панель, десятиповерховий
90.	Район вул. 49 ХГД, №18	16	14	13	14	14	14	1,4	зелена ділянка у дворі багатоповерхового дома
91.	Вул. Сенявіна, № 152/1	19	20	19	22	21	20	1,7	залізобетонна панель, п'ятиповерховий
92.	Вул. Карбишева, №12	36	38	40	42	44	40	3,9	залізобетонна панель, десятиповерховий
93.	Вул.200 років Херсона, №30	15	16	18	19	18	17	1,9	цегла, дев'ятиповерховий
94.	Стадіон школи №56	11	12	10	12	11	11	1,1	зелена ділянка
95.	Район Карбишева, №10	17	16	16	15	17	16	1,1	зелена ділянка у дворі багатоповерхового дома
96.	Вул. Карбишева, № 22	37	38	39	37	34	37	2,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
97.	Вул. 200 років Херсона, №33	16	18	20	19	18	18	1,9	цегла, 16-поверховий
98.	Вул. 200 років Херсона, №41 А	20	22	23	23	20	22	1,9	цегла, дев'ятиповерховий
99.	Вул. 200 років	19	16	19	20	19	19	1,9	цегла, п'ятиповерховий

	Херсона, №27								
100.	Вул. Покришева, №14	32	36	38	40	40	37	4,2	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
101.	Вул. 200 років Херсона, №12	16	19	17	17	18	17	1,7	цегла, 14-поверховий
102.	Парк Ювілейний	12	12	13	14	12	13	1,3	«дубки», район Автовокзала
103.	Вул. Ярослава Мудрого, № 60	16	13	13	12	11	13	2,3	цегла, п'ятиповерховий
104.	Вул. Ярослава Мудрого, №28	14	14	13	14	12	13	1,3	ракушняк, двоповерховий
105.	Вул. Пилипа Орлика, №30	11	12	12	13	11	12	1,1	ракушняк, старий фонд
106.	Вул. Театральна, № 22	12	11	12	13	12	12	1,1	ракушняк, старий фонд
107.	Покровський сквер	9	10	12	13	11	11	1,9	зелена ділянка
108.	Вул. Старообрядницька, №18	16	16	16	15	14	15	1,3	архітектурна пам'ятка («Доходний дім»), ракушняк, цегла
109.	Успенський пров. №19	12	12	11	12	13	12	0,8	ракушняк, старий фонд
110.	Сквер на Соборній	12	12	13	12	11	12	0,8	зелена ділянка
111.	Вул. Грецька, №10	11	12	11	11	12	11	0,8	двоповерховий, ракушняк, старий фонд
112.	Площа Тутушкіна	11	13	12	14	13	13	1,5	набережна, зелена ділянка

113.	Шевченківськи парк	14	12	10	11	12	12	1,9	
114.	Парк Слави	14	13	14	14	14	14	0,6	
115.	Шевченківськи парк	18	17	18	17	18	18	0,8	зі сторони Перекопської вул.
116.	Шевченківськи парк	12	11	10	11	10	11	1,1	центральна частина парку
117.	Шевченківськи парк	12	14	12	12	14	13	1,4	район Петербурзьких ворот
118.	Парк ім. Шумського	16	16	16	15	14	15	1,3	
119.	Вул. Гагаріна, 34	22	20	21	18	17	20	2,6	цегла, дев'ятиповерховий
120.	Вул. Степана Разіна, №73	38	38	42	44	42	41	3,3	залізобетонна панель, дев'ятиповерховий
121.	Вул. Молодіжна, №7	16	18	16	17	18	17	1,3	цегла, дев'ятиповерховий
122.	Вул.295 Стрілкової див., № 35	22	24	24	23	24	23	1,3	цегла, дев'ятиповерховий
123.	Вул. Рішельєвська, № 9	9	10	11	9	10	10	1,1	ракушняк, двоповерховий
124.	Комбайновий	18	17	18	19	17	18	1,1	цегла, п'ятиповерховий

	пров., №11 А								
125.	Вул. Потьомкінська, №104	12	11	13	12	11	12	1,1	двоповерховий, ракушняк, каміння

Додаток Б

Розрахунок середнього значення радіаційного фону для кожної точки вимірювання та середнього квадратичного відхилення для кожного вимірювання

№ точки вимірювання	Середнє значення, мкР/год $S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$	Середнє квадратичне відхилення $S_x = \sqrt{\frac{\sum (S_{cp} - S_i)^2}{n \cdot (n-1)}}$	Похибка середньоарифметичного значення $\sigma = S_x \cdot t_{st}$
1.	$S = \frac{11+11+8+6+8}{5} = 9$	$S_x = \sqrt{\frac{(9-11)^2+(9-11)^2+(9-8)^2+(9-6)^2+(9-8)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,1} = 1,05$	$\sigma = 1,05 \cdot 2,78 = 2,9$
2.	$S = \frac{13+14+12+14+13}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-13)^2+(13-14)^2+(13-12)^2+(13-14)^2+(13-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 \cdot 2,78 = 1,1$
3.	$S = \frac{12+12+18+12+16}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-12)^2+(14-12)^2+(14-18)^2+(14-12)^2+(14-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,6} = 1,26$	$\sigma = 1,26 \cdot 2,78 = 3,5$
4.	$S = \frac{12+10+12+13+12}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-12)^2+(12-10)^2+(12-12)^2+(12-13)^2+(12-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,25} = 0,5$	$\sigma = 0,5 \cdot 2,78 = 1,4$

5.	$S = \frac{16+11+12+13+13}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-16)^2+(13-11)^2+(13-12)^2+(13-13)^2+(13-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$
6.	$S = \frac{28+22+26+24+28}{5} = 26$	$S_x = \sqrt{\frac{(26-28)^2+(26-22)^2+(26-26)^2+(26-24)^2+(26-28)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,4} = 1,18$	$\sigma = 1,18 * 2,78 = 3,3$
7.	$S = \frac{21+22+20+23+21}{5} = 21$	$S_x = \sqrt{\frac{(21-21)^2+(21-22)^2+(21-20)^2+(21-23)^2+(21-21)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
8.	$S = \frac{9+8+10+9+11}{5} = 9$	$S_x = \sqrt{\frac{(9-9)^2+(9-8)^2+(9-10)^2+(9-9)^2+(9-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
9.	$S = \frac{8+6+7+6+6}{5} = 7$	$S_x = \sqrt{\frac{(7-8)^2+(7-6)^2+(7-7)^2+(7-6)^2+(7-6)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
10.	$S = \frac{10+13+14+12+14}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-10)^2+(13-13)^2+(13-14)^2+(13-12)^2+(13-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,6} = 0,77$	$\sigma = 0,77 * 2,78 = 2,1$
11.	$S = \frac{9+12+13+12+12}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-9)^2+(12-12)^2+(12-13)^2+(12-12)^2+(12-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,5} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
12.	$S = \frac{26+28+26+29+30}{5} = 28$	$S_x = \sqrt{\frac{(28-26)^2+(28-28)^2+(28-26)^2+(28-29)^2+(28-30)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,65} = 0,8$	$\sigma = 0,8 * 2,78 = 2,2$

13.	$S = \frac{28+27+27+28+30}{5} = 28$	$S_x = \sqrt{\frac{(28-28)^2+(28-27)^2+(28-27)^2+(28-28)^2+(28-30)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
14.	$S = \frac{27+30+28+26+28}{5} = 28$	$S_x = \sqrt{\frac{(28-27)^2+(28-30)^2+(28-28)^2+(28-26)^2+(28-28)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,45} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
15.	$S = \frac{9+10+9+9+10}{5} = 9$	$S_x = \sqrt{\frac{(9-9)^2+(9-10)^2+(9-9)^2+(9-9)^2+(9-10)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
16.	$S = \frac{14+15+14+13+15}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-14)^2+(14-15)^2+(14-14)^2+(14-13)^2+(14-15)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
17.	$S = \frac{14+13+14+14+13}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-14)^2+(14-13)^2+(14-14)^2+(14-14)^2+(14-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,1} = 1,05$	$\sigma = 1,05 * 2,78 = 2,9$
18.	$S = \frac{18+20+20+19+18}{5} = 19$	$S_x = \sqrt{\frac{(19-18)^2+(19-20)^2+(19-20)^2+(19-19)^2+(19-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
19.	$S = \frac{34+37+35+38+37}{5} = 36$	$S_x = \sqrt{\frac{(36-34)^2+(36-37)^2+(36-35)^2+(36-38)^2+(36-37)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,55} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
20.	$S = \frac{12+14+15+13+17}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-12)^2+(14-14)^2+(14-15)^2+(14-13)^2+(14-17)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,75} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$

21.	$S = \frac{14+12+13+14+16}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-14)^2+(14-12)^2+(14-13)^2+(14-14)^2+(14-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,45} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
22.	$S = \frac{16+16+18+17+18}{5} = 17$	$S_x = \sqrt{\frac{(17-16)^2+(17-16)^2+(17-18)^2+(17-17)^2+(17-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
23.	$S = \frac{20+23+25+24+22}{5} = 23$	$S_x = \sqrt{\frac{(23-20)^2+(23-23)^2+(23-25)^2+(23-24)^2+(23-22)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,75} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
24.	$S = \frac{32+34+36+40+38}{5} = 36$	$S_x = \sqrt{\frac{(36-32)^2+(36-34)^2+(36-36)^2+(36-40)^2+(36-38)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{2} = 1,4$	$\sigma = 1,4 * 2,78 = 3,9$
25.	$S = \frac{12+12+14+12+13}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-12)^2+(13-12)^2+(13-14)^2+(13-12)^2+(13-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
26.	$S = \frac{14+13+15+15+16}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-14)^2+(15-13)^2+(15-15)^2+(15-15)^2+(15-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
27.	$S = \frac{28+30+30+29+28}{5} = 29$	$S_x = \sqrt{\frac{(29-28)^2+(29-30)^2+(29-30)^2+(29-29)^2+(29-28)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
28.	$S = \frac{26+25+28+29+29}{5} = 27$	$S_x = \sqrt{\frac{(27-26)^2+(27-25)^2+(27-28)^2+(27-29)^2+(27-29)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$

29.	$S = \frac{14+14+14+16+18}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-14)^2+(15-14)^2+(15-14)^2+(15-16)^2+(15-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,65} = 0,8$	$\sigma = 0,8 * 2,78 = 2,2$
30.	$S = \frac{10+11+9+7+8}{5} = 9$	$S_x = \sqrt{\frac{(9-10)^2+(9-11)^2+(9-9)^2+(9-7)^2+(9-8)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,5} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
31.	$S = \frac{24+25+28+30+34}{5} = 28$	$S_x = \sqrt{\frac{(28-24)^2+(28-25)^2+(28-28)^2+(28-30)^2+(28-34)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{3,25} = 1,8$	$\sigma = 1,8 * 2,78 = 5$
32.	$S = \frac{19+20+18+20+23}{5} = 20$	$S_x = \sqrt{\frac{(20-19)^2+(20-20)^2+(20-18)^2+(20-20)^2+(20-23)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$
33.	$S = \frac{14+16+15+14+12}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-14)^2+(14-16)^2+(14-15)^2+(14-14)^2+(14-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,25} = 0,5$	$\sigma = 0,5 * 2,78 = 1,4$
34.	$S = \frac{34+35+28+34+29}{5} = 32$	$S_x = \sqrt{\frac{(32-34)^2+(32-35)^2+(32-28)^2+(32-34)^2+(32-29)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{2,55} = 1,6$	$\sigma = 1,6 * 2,78 = 4,5$
35.	$S = \frac{26+27+28+29+29}{5} = 28$	$S_x = \sqrt{\frac{(28-26)^2+(28-27)^2+(28-28)^2+(28-29)^2+(28-29)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,35} = 0,6$	$\sigma = 0,6 * 2,78 = 1,7$
36.	$S = \frac{13+12+14+10+12}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-13)^2+(12-12)^2+(12-14)^2+(13-10)^2+(13-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,75} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$

37.	$S = \frac{16+14+14+14+12}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-16)^2+(14-14)^2+(14-14)^2+(14-14)^2+(14-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,4} = 0,6$	$\sigma = 0,6 * 2,78 = 1,7$
38.	$S = \frac{11+12+12+14+16}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-11)^2+(13-12)^2+(13-12)^2+(13-14)^2+(13-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,8} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
39.	$S = \frac{38+40+42+44+46}{5} = 42$	$S_x = \sqrt{\frac{(42-38)^2+(42-40)^2+(42-42)^2+(42-44)^2+(42-46)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{2} = 1,4$	$\sigma = 1,4 * 2,78 = 3,9$
40.	$S = \frac{38+42+44+42+46}{5} = 42$	$S_x = \sqrt{\frac{(42-38)^2+(42-42)^2+(42-44)^2+(42-42)^2+(42-46)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,8} = 1,3$	$\sigma = 1,3 * 2,78 = 3,6$
41.	$S = \frac{10+11+12+12+11}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-10)^2+(11-11)^2+(11-12)^2+(11-12)^2+(11-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
42.	$S = \frac{7+8+9+8+10}{5} = 8$	$S_x = \sqrt{\frac{(8-7)^2+(8-8)^2+(8-9)^2+(8-8)^2+(8-10)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
43.	$S = \frac{14+15+14+15+16}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-14)^2+(15-15)^2+(15-14)^2+(15-15)^2+(15-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
44.	$S = \frac{14+14+12+13+14}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-14)^2+(13-14)^2+(13-12)^2+(13-13)^2+(13-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$

45.	$S = \frac{7+7+7+6+6}{5} = 7$	$S_x = \sqrt{\frac{(7-7)^2+(7-7)^2+(7-7)^2+(7-6)^2+(7-6)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
46.	$S = \frac{13+14+12+14+14}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-13)^2+(13-14)^2+(13-12)^2+(13-14)^2+(13-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
47.	$S = \frac{35+40+42+44+42}{5} = 41$	$S_x = \sqrt{\frac{(41-35)^2+(41-40)^2+(41-42)^2+(41-44)^2+(41-42)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{2,4} = 1,5$	$\sigma = 1,5 * 2,78 = 4,2$
48.	$S = \frac{12+11+11+10+11}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-12)^2+(11-11)^2+(11-11)^2+(11-10)^2+(11-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
49.	$S = \frac{17+18+16+15+16}{5} = 16$	$S_x = \sqrt{\frac{(16-17)^2+(16-18)^2+(16-16)^2+(16-15)^2+(16-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
50.	$S = \frac{17+16+17+15+14}{5} = 16$	$S_x = \sqrt{\frac{(16-17)^2+(16-16)^2+(16-17)^2+(16-15)^2+(16-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,35} = 0,6$	$\sigma = 0,6 * 2,78 = 1,7$
51.	$S = \frac{19+20+20+21+22}{5} = 20$	$S_x = \sqrt{\frac{(20-19)^2+(20-20)^2+(20-20)^2+(20-21)^2+(20-22)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
52.	$S = \frac{49+51+50+52+56}{5} = 52$	$S_x = \sqrt{\frac{(52-49)^2+(52-51)^2+(52-50)^2+(52-52)^2+(52-56)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,5} = 1,2$	$\sigma = 1,2 * 2,78 = 3,3$

53.	$S = \frac{19+20+18+16+16}{5} = 18$	$S_x = \sqrt{\frac{(18-19)^2+(18-20)^2+(18-18)^2+(18-16)^2+(18-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,65} = 0,8$	$\sigma = 0,8 * 2,78 = 2,2$
54.	$S = \frac{32+34+30+31+34}{5} = 32$	$S_x = \sqrt{\frac{(32-32)^2+(32-34)^2+(32-30)^2+(32-31)^2+(32-34)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,65} = 0,8$	$\sigma = 0,8 * 2,78 = 2,2$
55.	$S = \frac{9+9+10+11+10}{5} = 10$	$S_x = \sqrt{\frac{(10-9)^2+(10-9)^2+(10-10)^2+(10-11)^2+(10-10)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
56.	$S = \frac{9+10+11+8+9}{5} = 9$	$S_x = \sqrt{\frac{(9-9)^2+(9-10)^2+(9-11)^2+(9-8)^2+(9-9)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
57.	$S = \frac{13+14+12+14+15}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-13)^2+(14-14)^2+(14-12)^2+(14-14)^2+(14-15)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,35} = 0,6$	$\sigma = 0,6 * 2,78 = 1,7$
58.	$S = \frac{6+6+8+7+8}{5} = 7$	$S_x = \sqrt{\frac{(7-6)^2+(7-6)^2+(7-8)^2+(7-7)^2+(7-8)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
59.	$S = \frac{18+16+18+17+21}{5} = 18$	$S_x = \sqrt{\frac{(18-18)^2+(18-16)^2+(18-18)^2+(18-17)^2+(18-21)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$
60.	$S = \frac{16+17+14+15+16}{5} = 16$	$S_x = \sqrt{\frac{(16-16)^2+(16-17)^2+(16-14)^2+(16-15)^2+(16-16)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$

61.	$S = \frac{35+40+38+37+38}{5} = 38$	$S_x = \sqrt{\frac{(38-35)^2+(38-40)^2+(38-38)^2+(38-37)^2+(38-38)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$
62.	$S = \frac{14+13+14+16+18}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-14)^2+(15-13)^2+(15-14)^2+(15-16)^2+(15-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,8} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
63.	$S = \frac{17+17+17+16+15}{5} = 16$	$S_x = \sqrt{\frac{(16-17)^2+(16-17)^2+(16-17)^2+(16-16)^2+(16-15)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
64.	$S = \frac{34+36+39+38+36}{5} = 37$	$S_x = \sqrt{\frac{(37-34)^2+(37-36)^2+(37-39)^2+(37-38)^2+(37-36)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,8} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
65.	$S = \frac{11+12+10+11+12}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-11)^2+(11-12)^2+(11-10)^2+(11-11)^2+(11-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
66.	$S = \frac{12+10+10+10+11}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-12)^2+(11-10)^2+(11-10)^2+(11-10)^2+(11-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
67.	$S = \frac{18+20+19+18+18}{5} = 19$	$S_x = \sqrt{\frac{(19-18)^2+(19-20)^2+(19-19)^2+(19-18)^2+(19-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
68.	$S = \frac{13+14+14+15+15}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-13)^2+(14-14)^2+(14-14)^2+(14-15)^2+(14-15)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$

69.	$S = \frac{12+11+12+13+11}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-12)^2+(12-11)^2+(12-12)^2+(12-13)^2+(12-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
70.	$S = \frac{11+13+12+13+12}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-11)^2+(12-13)^2+(12-12)^2+(12-13)^2+(12-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
71.	$S = \frac{12+10+11+10+12}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-12)^2+(11-10)^2+(11-11)^2+(11-10)^2+(11-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
72.	$S = \frac{14+13+14+16+17}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-14)^2+(15-13)^2+(15-14)^2+(15-16)^2+(15-17)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,55} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
73.	$S = \frac{9+8+10+11+13}{5} = 10$	$S_x = \sqrt{\frac{(10-9)^2+(10-8)^2+(10-10)^2+(10-11)^2+(10-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,75} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
74.	$S = \frac{19+20+17+16+17}{5} = 18$	$S_x = \sqrt{\frac{(18-19)^2+(18-20)^2+(18-17)^2+(18-16)^2+(18-17)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,55} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
75.	$S = \frac{38+36+34+38+36}{5} = 36$	$S_x = \sqrt{\frac{(36-38)^2+(36-36)^2+(36-34)^2+(36-38)^2+(36-36)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,6} = 0,77$	$\sigma = 0,77 * 2,78 = 2,9$
76.	$S = \frac{38+39+40+41+42}{5} = 40$	$S_x = \sqrt{\frac{(40-38)^2+(40-39)^2+(40-40)^2+(40-41)^2+(40-42)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,5} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$

77.	$S = \frac{34+34+35+36+37}{5} = 35$	$S_x = \sqrt{\frac{(35-34)^2+(35-34)^2+(35-35)^2+(35-36)^2+(35-37)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,35} = 0,6$	$\sigma = 0,6 * 2,78 = 1,7$
78.	$S = \frac{25+24+21+20+19}{5} = 22$	$S_x = \sqrt{\frac{(22-25)^2+(22-24)^2+(22-21)^2+(22-20)^2+(22-19)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,35} = 1,2$	$\sigma = 1,05 * 2,78 = 2,9$
79.	$S = \frac{10+11+10+12+11}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-10)^2+(11-11)^2+(11-10)^2+(11-12)^2+(11-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
80.	$S = \frac{24+26+26+26+25}{5} = 25$	$S_x = \sqrt{\frac{(25-24)^2+(25-26)^2+(25-26)^2+(25-26)^2+(25-25)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
81.	$S = \frac{18+19+21+22+23}{5} = 21$	$S_x = \sqrt{\frac{(21-18)^2+(21-19)^2+(21-21)^2+(21-22)^2+(21-23)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,8} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
82.	$S = \frac{43+45+46+49+50}{5} = 47$	$S_x = \sqrt{\frac{(47-43)^2+(47-45)^2+(47-46)^2+(47-49)^2+(47-50)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,7} = 1,3$	$\sigma = 1,3 * 2,78 = 3,6$
83.	$S = \frac{33+32+36+40+38}{5} = 36$	$S_x = \sqrt{\frac{(36-33)^2+(36-32)^2+(36-36)^2+(36-40)^2+(36-38)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{2,25} = 1,5$	$\sigma = 1,5 * 2,78 = 4,2$
84.	$S = \frac{37+38+40+42+41}{5} = 40$	$S_x = \sqrt{\frac{(40-37)^2+(40-38)^2+(40-40)^2+(40-42)^2+(40-41)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,9} = 0,95$	$\sigma = 0,95 * 2,78 = 2,6$

85.	$S = \frac{16+18+16+14+13}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-16)^2+(15-18)^2+(15-16)^2+(15-14)^2+(15-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,8} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
86.	$S = \frac{16+18+16+13+14}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-16)^2+(15-18)^2+(15-16)^2+(15-13)^2+(15-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,8} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
87.	$S = \frac{14+12+14+16+17}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-12)^2+(15-12)^2+(15-14)^2+(15-16)^2+(15-17)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,2} = 1,1$	$\sigma = 1,1 * 2,78 = 3$
88.	$S = \frac{14+18+19+17+15}{5} = 17$	$S_x = \sqrt{\frac{(17-14)^2+(17-18)^2+(17-19)^2+(17-17)^2+(17-15)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,8} = 0,9$	$\sigma = 0,9 * 2,78 = 2,5$
89.	$S = \frac{30+30+29+26+27}{5} = 28$	$S_x = \sqrt{\frac{(28-30)^2+(28-30)^2+(28-29)^2+(28-26)^2+(28-27)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$
90.	$S = \frac{16+14+13+14+14}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-16)^2+(14-14)^2+(14-13)^2+(14-14)^2+(14-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,25} = 0,5$	$\sigma = 0,5 * 2,78 = 1,4$
91.	$S = \frac{19+20+19+22+21}{5} = 20$	$S_x = \sqrt{\frac{(20-19)^2+(20-20)^2+(20-19)^2+(20-22)^2+(20-21)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,35} = 0,6$	$\sigma = 0,6 * 2,78 = 1,7$
92.	$S = \frac{36+38+40+42+44}{5} = 40$	$S_x = \sqrt{\frac{(40-36)^2+(40-38)^2+(40-40)^2+(40-42)^2+(40-44)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{2} = 1,4$	$\sigma = 1,4 * 2,78 = 3,9$

93.	$S = \frac{15+16+18+19+18}{5} = 17$	$S_x = \sqrt{\frac{(17-15)^2+(17-16)^2+(17-18)^2+(17-19)^2+(17-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,55} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
94.	$S = \frac{11+12+10+12+11}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-11)^2+(11-12)^2+(11-10)^2+(11-12)^2+(11-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
95.	$S = \frac{17+16+16+15+17}{5} = 16$	$S_x = \sqrt{\frac{(16-17)^2+(16-16)^2+(16-16)^2+(16-15)^2+(16-17)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
96.	$S = \frac{37+38+39+37+34}{5} = 37$	$S_x = \sqrt{\frac{(37-37)^2+(37-38)^2+(37-39)^2+(37-37)^2+(37-34)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$
97.	$S = \frac{16+18+20+19+18}{5} = 18$	$S_x = \sqrt{\frac{(18-16)^2+(18-18)^2+(18-20)^2+(18-19)^2+(18-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,45} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
98.	$S = \frac{20+22+23+23+20}{5} = 22$	$S_x = \sqrt{\frac{(22-20)^2+(22-22)^2+(22-23)^2+(22-23)^2+(22-20)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,5} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
99.	$S = \frac{19+16+19+20+19}{5} = 19$	$S_x = \sqrt{\frac{(19-19)^2+(19-16)^2+(19-19)^2+(19-20)^2+(19-19)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,5} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
100.	$S = \frac{32+36+38+40+40}{5} = 37$	$S_x = \sqrt{\frac{(37-32)^2+(37-36)^2+(37-38)^2+(37-40)^2+(37-40)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{2,25} = 1,5$	$\sigma = 1,5 * 2,78 = 4,2$

101.	$S = \frac{16+19+17+17+18}{5} = 17$	$S_x = \sqrt{\frac{(17-16)^2+(17-19)^2+(17-17)^2+(17-17)^2+(17-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,35} = 0,6$	$\sigma = 0,6 * 2,78 = 1,7$
102.	$S = \frac{12+12+13+14+12}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-12)^2+(13-12)^2+(13-13)^2+(13-14)^2+(13-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
103.	$S = \frac{16+13+13+12+11}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-16)^2+(13-13)^2+(13-13)^2+(13-12)^2+(13-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,7} = 0,84$	$\sigma = 0,84 * 2,78 = 2,3$
104.	$S = \frac{14+14+13+14+12}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-14)^2+(13-14)^2+(13-13)^2+(13-14)^2+(13-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
105.	$S = \frac{11+12+12+13+11}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-11)^2+(12-12)^2+(12-12)^2+(12-13)^2+(12-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
106.	$S = \frac{12+11+12+13+12}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-11)^2+(12-11)^2+(12-12)^2+(12-13)^2+(12-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
107.	$S = \frac{9+10+12+13+11}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-9)^2+(11-10)^2+(11-12)^2+(11-13)^2+(11-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,5} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
108.	$S = \frac{16+16+16+15+14}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-16)^2+(15-16)^2+(15-16)^2+(15-15)^2+(15-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$

109.	$S = \frac{12+12+11+12+13}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-12)^2+(12-12)^2+(12-11)^2+(12-12)^2+(12-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
110.	$S = \frac{12+12+13+12+11}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-12)^2+(12-12)^2+(12-13)^2+(12-12)^2+(12-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
111.	$S = \frac{11+12+11+11+12}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-11)^2+(11-12)^2+(11-11)^2+(11-11)^2+(11-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
112.	$S = \frac{11+13+12+14+13}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-11)^2+(13-13)^2+(13-12)^2+(13-14)^2+(13-13)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,3} = 0,55$	$\sigma = 0,55 * 2,78 = 1,5$
113.	$S = \frac{14+12+10+11+12}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-14)^2+(12-12)^2+(12-10)^2+(12-11)^2+(12-12)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,45} = 0,7$	$\sigma = 0,7 * 2,78 = 1,9$
114.	$S = \frac{14+13+14+14+14}{5} = 14$	$S_x = \sqrt{\frac{(14-14)^2+(14-13)^2+(14-14)^2+(14-14)^2+(14-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,05} = 0,2$	$\sigma = 0,2 * 2,78 = 0,6$
115.	$S = \frac{18+17+18+17+18}{5} = 18$	$S_x = \sqrt{\frac{(18-18)^2+(18-17)^2+(18-18)^2+(18-17)^2+(18-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,1} = 0,3$	$\sigma = 0,3 * 2,78 = 0,8$
116.	$S = \frac{12+11+10+11+10}{5} = 11$	$S_x = \sqrt{\frac{(11-12)^2+(11-11)^2+(11-10)^2+(11-11)^2+(11-10)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$

117.	$S = \frac{12+14+12+12+14}{5} = 13$	$S_x = \sqrt{\frac{(13-12)^2+(13-14)^2+(13-12)^2+(13-12)^2+(13-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,25} = 0,5$	$\sigma = 0,5 * 2,78 = 1,4$
118.	$S = \frac{16+16+16+15+14}{5} = 15$	$S_x = \sqrt{\frac{(15-16)^2+(15-16)^2+(15-16)^2+(15-15)^2+(15-14)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
119.	$S = \frac{22+20+21+18+17}{5} = 20$	$S_x = \sqrt{\frac{(20-22)^2+(20-20)^2+(20-21)^2+(20-18)^2+(20-17)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,9} = 0,95$	$\sigma = 0,95 * 2,78 = 2,6$
120.	$S = \frac{38+38+42+44+42}{5} = 41$	$S_x = \sqrt{\frac{(41-38)^2+(41-38)^2+(41-42)^2+(41-44)^2+(41-42)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{1,45} = 1,2$	$\sigma = 1,2 * 2,78 = 3,3$
121.	$S = \frac{16+18+16+17+18}{5} = 17$	$S_x = \sqrt{\frac{(17-16)^2+(17-18)^2+(17-16)^2+(17-17)^2+(17-18)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
122.	$S = \frac{22+24+24+23+24}{5} = 23$	$S_x = \sqrt{\frac{(23-22)^2+(23-24)^2+(23-24)^2+(23-23)^2+(23-24)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,2} = 0,45$	$\sigma = 0,45 * 2,78 = 1,3$
123.	$S = \frac{9+10+11+9+10}{5} = 10$	$S_x = \sqrt{\frac{(10-9)^2+(10-10)^2+(10-11)^2+(10-9)^2+(10-10)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
124.	$S = \frac{18+17+18+19+17}{5} = 18$	$S_x = \sqrt{\frac{(18-18)^2+(18-17)^2+(18-18)^2+(18-19)^2+(18-17)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$

125.	$S = \frac{12+11+13+12+11}{5} = 12$	$S_x = \sqrt{\frac{(12-12)^2+(12-11)^2+(12-13)^2+(12-12)^2+(12-11)^2}{5(5-1)}} = \sqrt{0,15} = 0,4$	$\sigma = 0,4 * 2,78 = 1,1$
------	-------------------------------------	---	-----------------------------

