МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНОЇФІЗИКИТА ЕНЕРГЕТИКИ
Фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр»

«Вимірювання амбієнтного еквіваленту потужності експозиційної дози неперервного гамма випромінювання на частині території Вознесенівського району міста Запоріжжя»

Виконав студент 6 курсу,
групи НФ-61 Марков І.Є.
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма: Прикладна фізика енергетичних систем
Керівник: д-р фіз.-мат. наук,
професор Пеліхатий М. М.

Харків - 2022 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

ННІ Комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра Фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр

Спеціальність 105 — прикладна фізика та наноматеріали

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____О.П. Кулик

підпис ініціали, прізвище

"____"_____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)
Маркову Іллі Євгеновичу

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Вимірювання амбієнтного еквіваленту потужності експозиційної дози неперервного гамма випромінювання на частині території Вознесенівського району міста Запоріжжя»

керівник роботи____д-р фіз.-мат. наук, професор Пеліхатий М. М._____.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від "___"_____20__року №___

2. Строк подання студентом роботи_____

3. Перелік питань, які потрібно розробити)

4. План роботи

Вимірювання гамма випромінювання Вознесенівського району м. Запоріжжя, створення графіків вимірювань радіаційного фону, розрахунок результатів

№ з/п	Назви етапів роботи
1.	Вибір теми, узгодження, закріплення за кафедрою
2.	Робота над літературою та іншими джерелами
3.	Затвердження теми на кафедрі
4.	Написання вступу до роботи та першого розділу
5.	Написання другого розділу
6.	Написання третього розділу
7.	Завершення написання дипломної роботи (висновки та література)
8.	Подача науковому керівнику, доробка з урахуванням зауважень
9.	Відгук, рецензія, підготовка до захисту
10.	Попередній захист на кафедрі
11.	Захист

5. Дата видачі завдання_____

Студент _____ І.Є. Марков

підпис ініціали, прізвище

Керівник роботи _____ М.М. Пеліхатий

підпис ініціали, прізвище

Реферат

Марков Ілля Євгенович «Вимірювання амбієнтного еквіваленту потужності експозиційної дози неперервного гамма випромінювання на частині території Вознесенівського району міста Запоріжжя»

Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2022.

Склад роботи: вступ, чотири розділи, висновки; включає у себе 26 малюнків та літературні джерела з 11 найменувань.

При написані роботи були зроблені заміри гамма випромінювання і зроблені розрахунки данні яких занесені у таблиці.

Ключові слова: гамма випромінювання, радіація

Abstract

Ilya Yevgenovich Markov "Measurement of the ambient equivalent power of exposure dose of continuous gamma radiation in part of the territory of the Voznesenіv district of the city of Zaporizhzhia"

Kharkiv: KhNU named after V.N. Karazina, 2022.

Composition of the work: introduction, four sections, conclusions; includes 26 pictures and literary sources from 11 titles.

When writing the work, measurements of gamma radiation were made and calculations were made, the data of which are listed in the table.

Key words: gamma radiation, radiation

Зміст

Вступ……7

Мета……..10

Матеріали і методи досліджень……..10

Результати вимірювань…….13

Результати застосування програми та їх обговорення ……..**16**

Висновки…….32

Список використаної літератури……...33

Вступ. Людство вже давно замислюється над екологічним станом довкілля, але попри це майже у кожній сфері життя людей є порушення норм екологічного стану, що неспинно зменшує кількість здорових людей і збільшує кількість анкологічних захворювань на фоні зменшення загального показника імунітету у людей!

Радіація, без заперечень, є невід'ємною частиною сучасного суспільства. Вона дає людству можливість лікувати, діагностувати, акумулювати електроенергію, робити двигуни для крейсерів, підводних човнів ба навіть створювати зброю стратегічного стримання ворога. Через таку широку низку галузей, в яких використовується радіація для блага і захисту, радіація і є вкрай небезпечною, бо в кожній з галузей людина напряму взаємодіє з великою кількістю радіаційних фонів!

На цей час радіація привнесла у історію людства стільки ж не счастя скільки і користі, значно погіршивши екологічний стан довкілля. Одні тільки випробування ядерної зброї на суші і воді чого коштували світовій екології потенційних сотень, а може навіть тисяч років самовідновлення, а ще ж були катастрофи світового масштабу, наслідки яких, людство, буде виправляти ще сторіччя. Такими катастрофами є вибух реактора Чорнобильскої атомної електростанції у 1986, у 1985 у Японському морі, у1979, 1961, 1959 у США, у 1957 у Великій Британії, 1952 Канада, 1957 СРСР, 2011 Фокусіма, Японія і т.д. Це тільки маленька частка того, що вже відбулося, а цей список можна продовжувати дуже довго! Але навіть попри всі ці катастрофи, людство, продовжує додавати собі проблем, не слідкуючи за рівнем радіації належним чином.

Багато людей замислюється над тим, щоб слідкувати за рівнем радіації на побутовому рівні, але мало хто дійсно тямить у цьому. Не так давно, був великий попит на побутові дозиметри і люди самостійно робили вимірювання усього, що потрапляло у поле зору і тим самим завдавали собі шкоди уявним

представленням, що вони перевірили продукт або будівлю і все безпечно. Як тільки вони бачили результат виміру (звичайну цифру) вони одразу ж робили висновки про те, можна вживати цю їжу, або ні, можна будувати будинок з цих будівельних матеріалів чи ні і т.д. І начебто такий підхід здається розумним, але справа була у тому, що побутові дозиметри мають дуже велику похибку і результат вимірювання такими приборами не можна вважати достовірним. Але про це мало хто думав, і як наслідок був дуже великий сплеск отруєнь від вживання у їжу радіоактивно забруднених продуктів або використання одягу, будівництво з забруднених матеріалів і таке інше.

Принцип дії радіації, насправді, дуже простий але дуже результативний, у поганому сенсі! Якщо пояснювати простою мовою, то джерело радіаційного фону, кожну секунду, випускає шалену кількість маленьких іонних «куль» для яких майже немає перепон, вони проходять через будь що і роблять будь яку перепону, через яку пройшли, радіоактивною таким чином перетворюючи і цей об’єкт у джерело радіаційного забруднення але с кожним разом усе меншої потжності. Усе, чого вони торкнулися, залишається тільки знищити, що і робили при кожній техногенній катастрофі. Увесь одяг і техніку місцевих жителів і ліквідаторів аварії на ЧАЕС залишили у зоні відчуження і ці купи речей досі дуже радіоактивні і будуть такими до тих пір, поки їх не знищить час, а люди, які отримали смертельну дозу радіації, у прямому сенсі згорали живцем від радіації і самі ставали джерелом забруднення, саме тому до них нікого не пускали і ніхто не підходив до них ближче ніж на декілька метрів, а після катастрофи 11 березня 2011 року у Фокусиімі, Японія, там знімали увесь верхній шар грунту, що був забруднений радіацією і дизинфікували вулиці спеціальними розчинами, щоб максимально зменшити вплив радіоактивних іонних частинок! Потрапляючи у тіло людини, ці іони руйнують клітини організму і утворюють ракові пухлини. Візьмемо конкретний приклад. Житловий будинок у місті Краматорськ. У період з 1981 по 1989 роки у одній з квартир загадково почали помирати її мешканці. Це можна було б вважати збігом або сказати, що помирають усі, що тут дивного? А дивно те, що

спочатку померла 18-ти річна дівчина, через рік її 16-ти річний брат, а потім їх мати. Усі вони були абсолютно здорові до того, як заселились у квартиру. Потім у 1987 у цій квартирі помирає хлопчик підліток, а його молодший брат дуже сильно починає хворіти. Усі хто помер у цій квартирі помирали від лейкозу (рак крові) і тільки коли батько захворівшого хлопчика звернувся до санепідемстанції, з'ясувалося, що у стіні квартири знаходилася капсула з цезіем-137. Ця капсула була дуже сильним джерелом іонізуючого випромінювання, її загубили на карьері, де видобували сировину для будівельних матеріалів, щоб збудувати житловий будинок, і якщо б до того, як здати будинок у експлуатацію, його б перевірили фахівці з професійною апаратурою, то усіх цих смертей можна було б уникнути.

Наразі немає подібних історій у більш сучасній історії нашої держави, звісно з тих часів багато змінилося на краще, але все одно до питання контролю радіоактивного забруднення відносяться не дуже серйозно! В Україні звичайним вважається радіаційний фон від 10 до 20 мкР/год, нормальним до 30 мкР/год а все що вище 30 вважається підвищеним,а понад 120мкР/год небезпечний рівень це згідно з (НРБУ-97) а у Німеччині, наприклад, показник у 24мкР/год є абсолютно середнім. Як можна побачити, середні норми радіаційного фону в Україні нижчі за німецькі, але статистика захворювань на рак в Україні значно вища, бо підхід до замірів у нашій країні достатньо халатний!

Радіонукліді чекають нас усюди. Сільське господарство, медицина, промисловість, атомна енергетика, техногенні катастрофи і багато чого ще, з чим ми стикаємося кожного дня. Усе це поступово вбиває усіх нас і ми просто зобов'язані слідкувати за ситуацією навколо радіаційного фону! Також не треба забувати і про те, що радіація існує і в природі. Наприклад радіацію випромінює сонце, також є природний газ Радон, який ми кожного дня вихаємо у певній кількості, а він прозорий і без запаху, а також є легкорозчинним у воді, навіть тіло людини, сам по собі, складається з радіоактивних ізотопів калію, цезію і радію. Якщо казати про радіаційний фон певної місцевості, створений

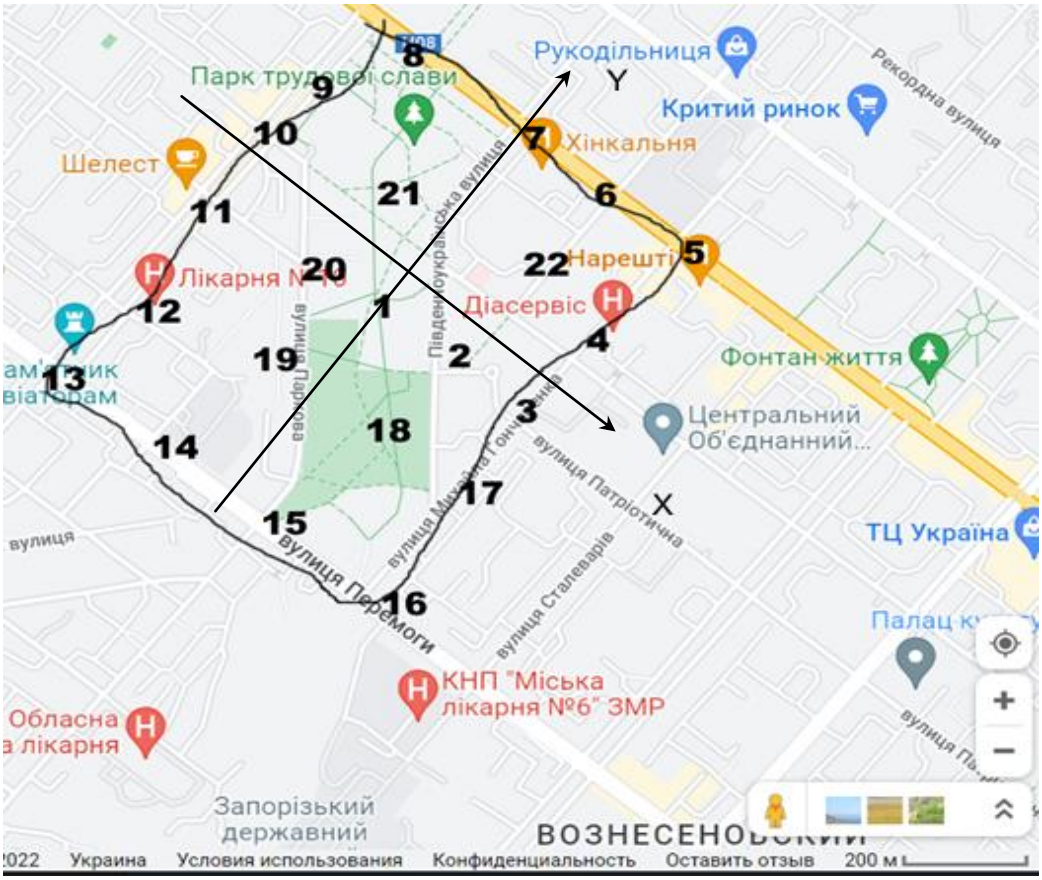
не природніми чинниками, то треба застосувати професійні дозиметри, бо тільки застосування професійної техніки дозволить зробити об'єктивні вимірювання на основі яких можна складати офіційні заключення, знайти джерело забруднення і, по можливості, вилучити його. Якщо такої можливості немає, то слід негайно покинути таку споруду або ділянку, якщо це предмети одягу або продукти то їх необхідно утилізувати і ні в якому разі використовувати! Якщо чинник є природним але все одно перевищує норму, треба також покинути зону впливу радіаційного випромінення!

У сумі ми маємо такий підсумок, людина не може жити без радіоактивного забруднення, бо усе природне навколо нас моє це саме забруднення, але людина може і зобов'язана контролювати рівень забруднення від підприємств, будівництва, медицини і техногенних катастроф, бо земля у нас одна і допускати подальшого її знищення, шляхом бездумного застосування радіації неможна, тому тема мого диплому доволі актуальна, навіть не дивлячись на те, що дуже багато людей робили подібні досліди, проте нічого не змінилося, а тому, вражаю, що потрібно і надалі робити заміри професійними приладами, робити обробку даних і тим самим створювати статистику!

Мета. Мета даної роботи у тому, щоб розробити проект методики вимірювання рівня радіаційного забруднення у гама та рентегівському діапазонах, щоб визначити екологічну обстановку за цим фактором, відкрити можливості для будівництва з використанням безпечних матеріалів, уникнення перевищення радіаційного фону у межах Вознесенівського району м. Запоріжжя.

Матеріали і методи досліджень. Процес вимірювання радіаційного фону відбувався у межах парку трудової слави на території Вознесенівського району міста Запоріжжя, місцевість і область вимірювань показана на малюнку 1. Дослід відбувався з 1-го жовтня 2022 року по 31 жовтня 2022 року включно

щодня з 10-ї до 12-ї години ранку в 22-ох контрольних точках, які представлені на карті (мал. 1). Рух починався з точки №1 з координатами (0,0) – центр розташування точок вимірювання. Вісь x була на спрямована на південний схід, а вісь y – на північний схід.



Мал. 1. Маршрут руху при вимірюванні радіаційного фону з нумерацією точок зупинок

Заміри радіаційного фону відбувалися за допомогою дозиметра МКС-1 Е з похибкою 1 мкР/год. Цей дозиметр застосовується для контролю рівня радіоактивного забруднення на промислових підприємствах та земельних ділянках, для екологічних досліджень та для моніторингу радіаційного забруднення житлових приміщень, будівель і споруд, а також територій що знаходяться пору з житловим сектором.

Зовнішній вид представлено на малюнку 2.



Мал. 2. Дозиметр МКС-1 Е

Результати місяцю вимірювань радіаційного фону у діапазонах гамма випромінювання і рентгенівського випромінювання на відведеній ділянці території Вознесенівського району міста Запоріжжя наведені в таблиці 1 Для наочності в несистемних одиницях вимірювання мкР/год. Нагадаємо, що 1 Р = 100 Зв.

Таблиця 1.

Результати вимірювань
у мкР/год

№ точки	Координати, м		Дати проведення вимірювань (жовтень)												
	x	y	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
1	0	0	13	12	13	13	13	13	12	13	13	13	12	13	12
2	190	10	10	11	10	11	11	11	10	11	11	11	11	10	10
3	370	0	9	9	10	9	10	9	10	10	11	11	10	10	9
4	390	200	9	8	10	9	10	9	9	9	10	11	9	8	9
5	410	420	8	8	9	8	10	8	9	8	9	10	9	9	9
6	190	430	10	11	9	10	9	10	10	10	11	11	10	10	9
7	10	440	11	11	10	11	11	10	11	11	10	11	10	11	10
8	-240	430	10	9	9	9	10	9	10	10	11	10	10	10	10
9	-410	310	9	8	8	9	9	8	9	9	10	10	9	10	9
10	-420	200	12	10	11	11	11	10	10	11	11	11	10	11	10
11	-400	0	11	12	10	11	10	10	11	11	10	11	10	10	9
12	-390	-210	10	11	11	10	10	10	11	11	10	10	10	10	11
13	-410	-420	9	8	10	9	8	9	8	9	9	10	9	10	11
14	-170	-400	10	11	9	10	11	10	10	11	11	11	9	10	10
15	100	-400	11	10	9	10	10	11	9	10	11	10	10	11	10
16	400	-400	8	9	9	9	9	8	8	9	10	11	9	10	11
17	380	-200	9	9	10	9	9	10	10	10	11	10	10	11	10
18	190	-190	12	10	11	11	10	11	11	11	11	10	11	11	10
19	-170	-200	9	8	10	10	9	10	9	10	11	10	10	11	10
20	-190	0	13	13	12	13	13	13	12	12	13	13	13	12	12
21	-180	200	10	11	10	11	11	11	11	11	11	11	11	10	11
22	190	220	11	11	10	11	10	10	11	10	10	11	10	10	11

Пролонгація результатів таблиці 1

№ точки	Координати, м		Дати проведення вимірювань (жовтень)												
	x	y	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**
1	0	0	13	13	13	12	13	13	13	12	12	13	13	13	13
2	190	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	11
3	370	0	9	9	10	10	11	11	10	10	10	11	10	11	11
4	390	200	10	10	9	9	10	11	11	10	10	11	10	11	11
5	410	420	9	8	8	8	10	10	10	10	10	11	10	10	10
6	190	430	9	9	9	9	10	9	9	9	9	10	9	9	10
7	10	440	11	10	10	9	10	10	10	9	9	10	9	9	10
8	-240	430	11	11	10	9	10	10	9	9	10	10	10	10	10
9	-410	310	10	11	10	10	11	11	11	10	10	10	11	11	11

10	-420	200	10	10	11	10	11	11	10	11	10	11	10	11	10
11	-400	0	10	10	10	11	10	11	10	11	10	11	11	11	10
12	-390	-210	11	10	11	10	10	11	10	10	10	11	10	10	10
13	-410	-420	11	11	11	10	11	10	11	11	11	11	10	11	10
14	-170	-400	10	10	9	10	11	10	10	10	11	11	11	10	11
15	100	-400	10	11	10	10	11	11	11	10	11	11	10	11	10
16	400	-400	11	11	11	11	11	11	11	10	11	11	10	11	11
17	380	-200	10	10	10	11	10	10	10	11	10	10	11	10	11
18	190	-190	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10	11	10	10
19	-170	-200	10	10	11	10	10	11	11	11	11	10	11	11	11
20	-190	0	12	13	13	12	12	13	12	12	12	12	13	13	13
21	-180	200	11	11	10	10	11	11	11	11	11	11	10	11	11
22	190	220	10	10	10	11	11	10	11	10	11	10	11	11	11

Для обробки даних з таблиці 1 було застосовано програму MS Excel-2019, інструмент «Двохфакторний дисперсійний аналіз без повторень» з урахуванням двох головних факторів: розташування точок на карті і дати у яку було зроблено замір.

Підсумок занесено до таблиці 2.

Таблиця 2.

Підсумок двохфакторного дисперсійного аналізу

Дисперсійний аналіз						
Джерело варіації:	*SS*	*df*	*MS*	*F фактичне*	*P-значення*	*F критичне*
Точки	371,9650	21	17,71262	37,86591	6,35E-91	1,889256
Дати	37,8811	25	1,515245	3,239279	3,42E-07	1,808667
Випадкові	245,5804	525	0,467772			
Разом:	655,4266	571				
Фактори:	Відсотки					
Точки	56,75					
Дати	5,78					
Випадкові	37,47					
Разом:	100,00					

Таблиця 2, показує нам, що радіаційний фон, на території проведення вимірювань, головним чином залежав від розташування точки вимірювання (на 56,75 %); але слабо залежала від часу при зміні дати проведення вимірювань (на 5,78 %); випадкові неконтрольовані фактори впливали на 37,47 %.

Наступний крок, це побудова карти радіаційного фону на області проведення експерименту. Цей етап роботи є найважливішим для відстежування змін радіаційного фону на місцевості, тому що наглядно показує результат проведеної роботи. У цій частині роботи, головним питанням є те, як, використовуючи отриманні дані, отриманні з розкиданих по мапі певної кількості точок, зробити чітке зображення контурів радіаційного забруднення на цій території (рис. 1). Для цього є спосіб, який заснований на принципі побудови функції незалежної величини та коефіцієнту з урахуванням випадкової змінної для радіаційного фону у вигляді многочленів різних ступенів з використанням випадкової точки у області дослідження.

Цей спосіб має низку важливих переваг: використання методу знаходження приблизного розв’язку надлишково визначеної системи дає можливість дати об’єктивну оцінку мірі регресії показника Y відносно показника X; регресивні моделі в цілому є якісними, тому що мають високі значення коефіцієнтів детермінації; вони переважно також значущі за критерієм Фішера; статистична помилка регресії всередині зони спостережень знаходиться в межах декількох відсотків; цей спосіб також дозволяє визначитись з мінімальною необхідною кількістю місць моніторингу. Головний мінус у тому, що цей спосіб дає велику похибку на рівень радіаційного забруднення на віддалені від центру області спостереження. Це пов'язано з тим, що регресія будується за координатами в різних ступенях та їх добутками. Таким чином чим більше координат з великим показником і з відліком від центру тим похибка моделі збільшується.

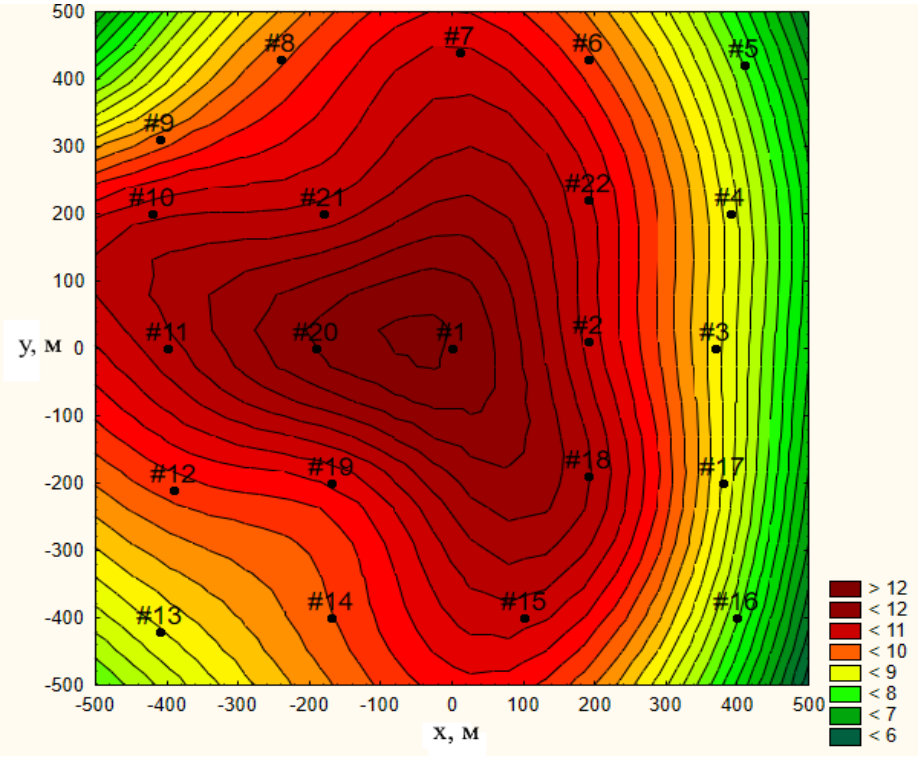
Є модель, яка будує регресію використовуючи не дві точки у області вимірювань, а одну, центральну, і проводить від цієї центральної точки ламану пряму, яка з’єднує одна за одною всі точки у області закінчуючи на

найвіддаленішій від центру. Плюс цього методу у тому, що немає перевищення показників радіаційного забруднення за межами області, так як цей метод обирає раптову точку і поєднуючи показник радіації у цій точці з найближчими до неї створює модель. Звісно у цього метода є і протилежна сторона медалі, через те, що вздовж створеної ламаної, показники змінюються хаотично і не є послідовними, застосування цього методу ускладнюється і створення придатної до використання моделі за допомогою цього методу, стає завданням далеко не з легких!

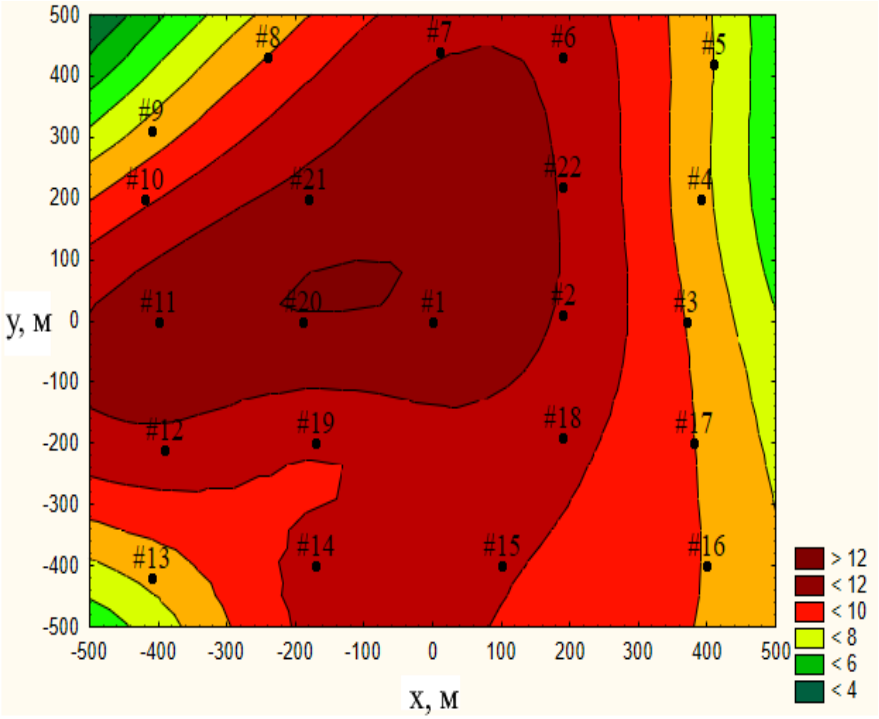
Роблячи висновки з мінусів та плюсів вище перерахованих методів, прийшов до висновку, що найзручнішим і найправильнішим буде такий спосіб, попередньо обробити данні і за допомогою команди «Сортування» в MS Excel сортувати їх за значенням дози радіаційного фону від найменшого до найбільшого і таким чином отримати монотонне збільшення показника радіаційного фону що дозволить скористатись останнім з запропонованих методів позбавивши його головної незручності і по сумсністю єдиного мінуса.

Але в даній роботі ми застосували більш надійний метод адаптивного згладжування даних Брауна. Цей метод був реалізований у вигляді зваженого методу найменших квадратів (Weighted Least Squares) за допомогою програми Statistica-12 (фірми IBM SPSS, US) на основі чисельних значень координат та потужності дози з таблиці 1.

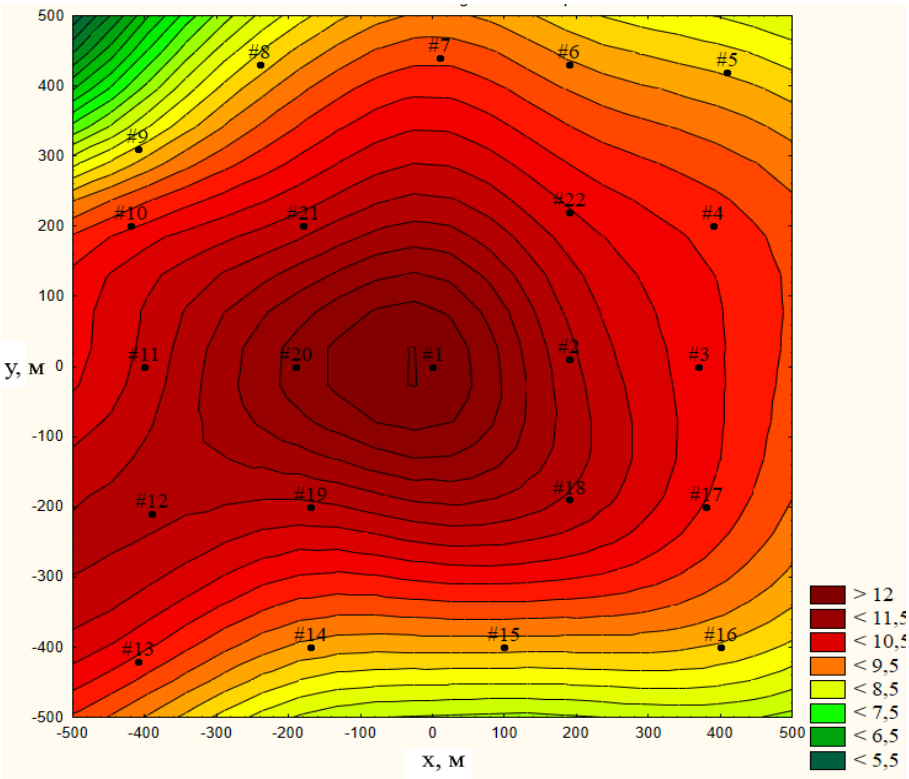
Результати застосування програми та їх обговорення. Побудовані згідно цих алгоритмів карти радіаційного фону на території контрольованої зони на кожен день досліджень наведені на рис. 3 – 28, де показані також всі точки проведення вимірювань.



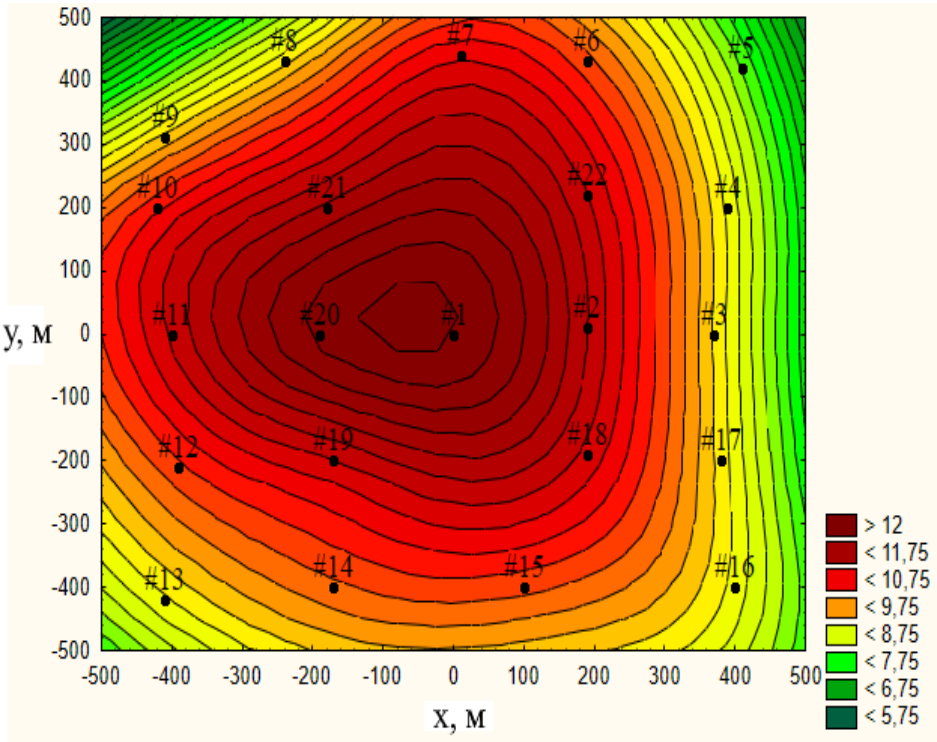
Мал. 3. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 1 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



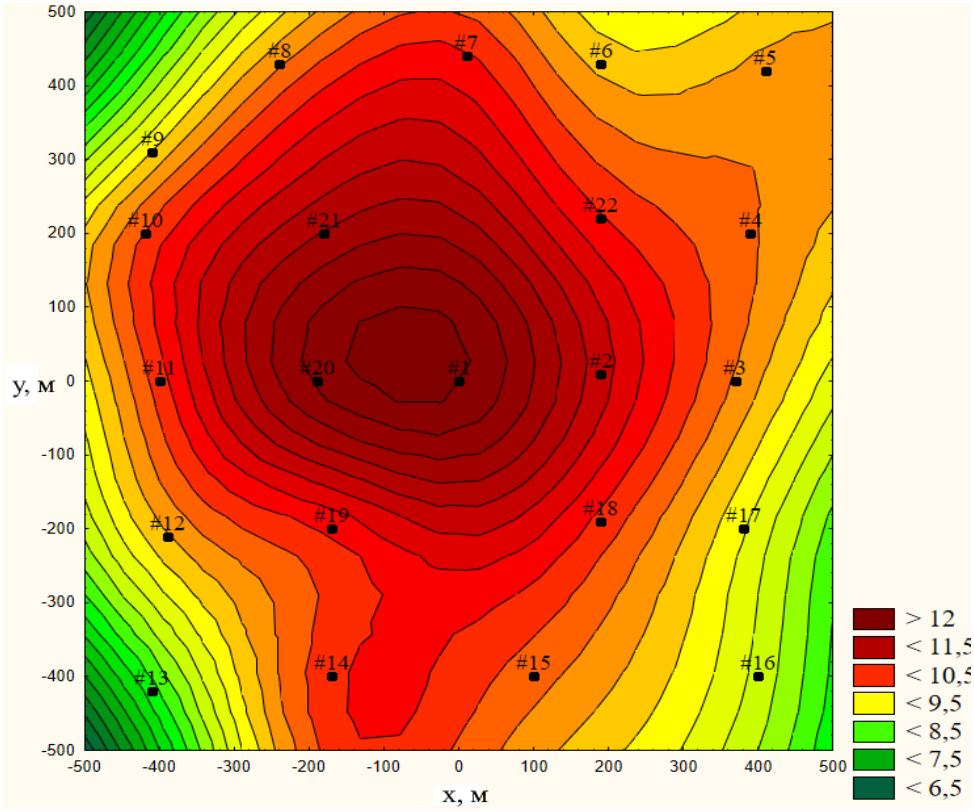
Мал. 4. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 2 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



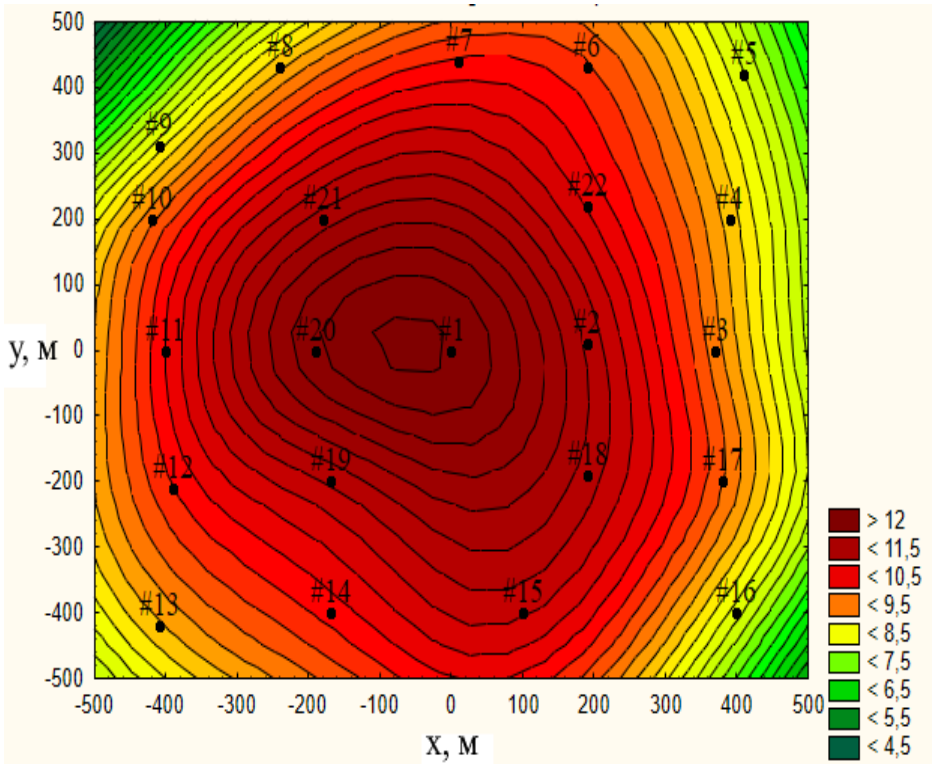
Мал. 5. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 3 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



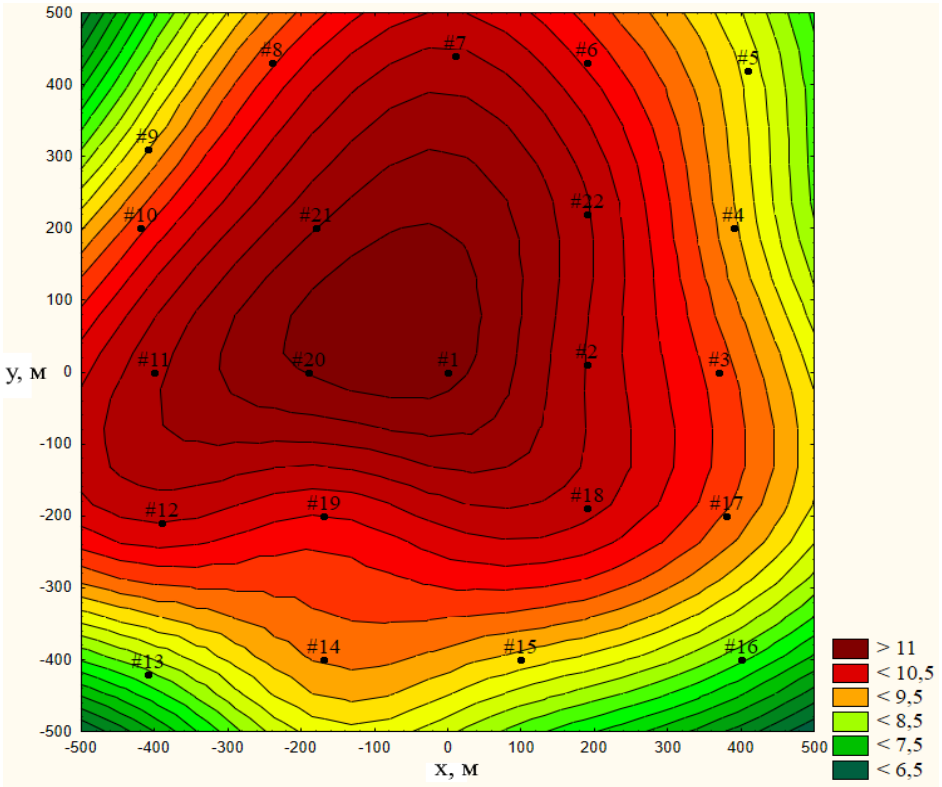
Мал. 6. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 4 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



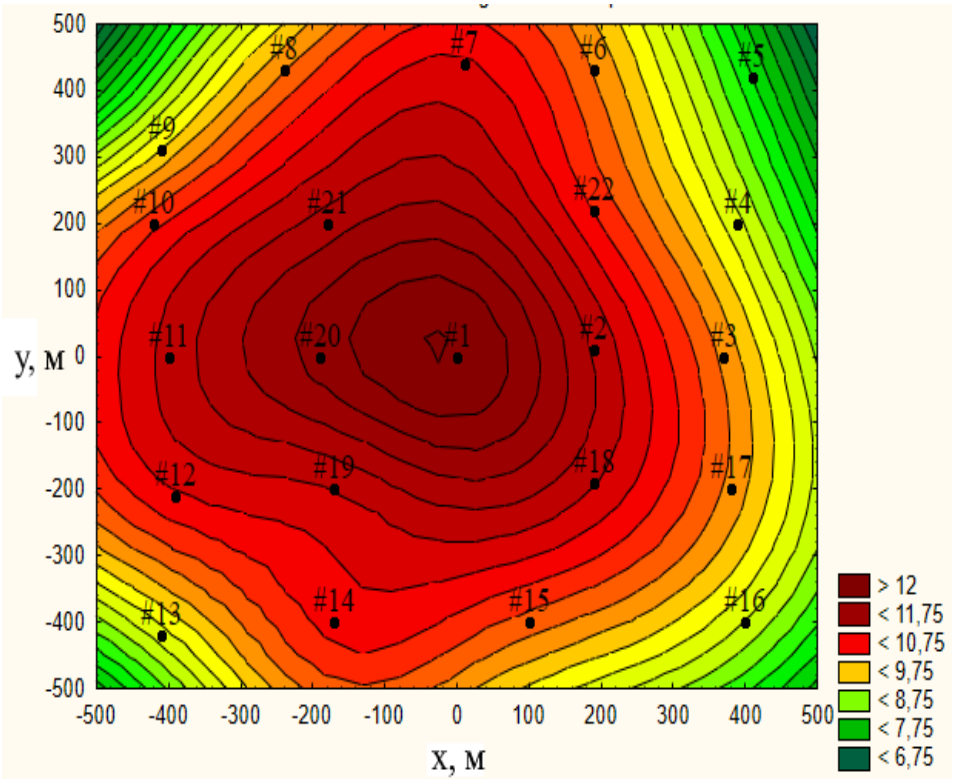
Мал. 7. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 5 жовтня 2022 р. (шкала у мкР/год)



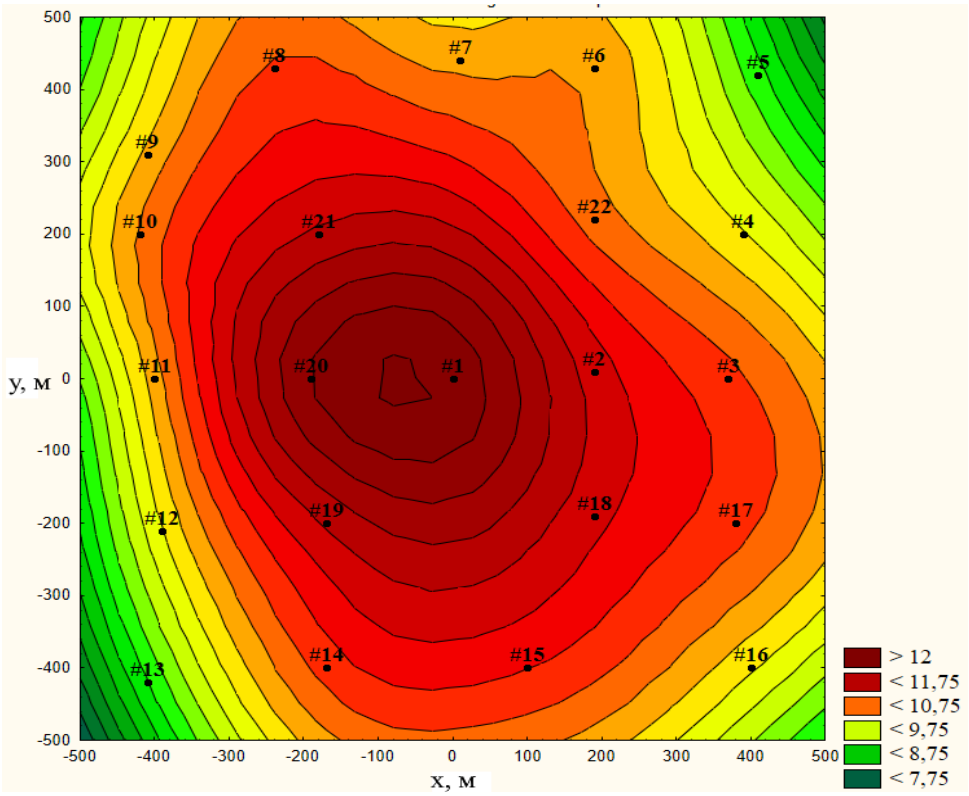
Мал. 8. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 6 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



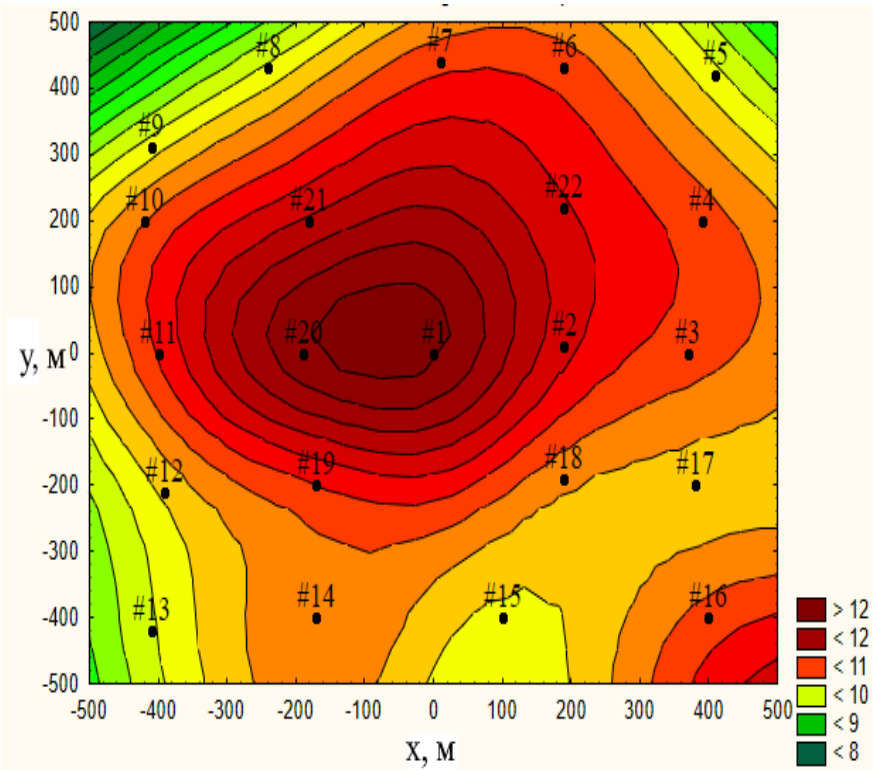
Мал. 9. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 7 жовтня 2022 р. (шкала у мкР/год)



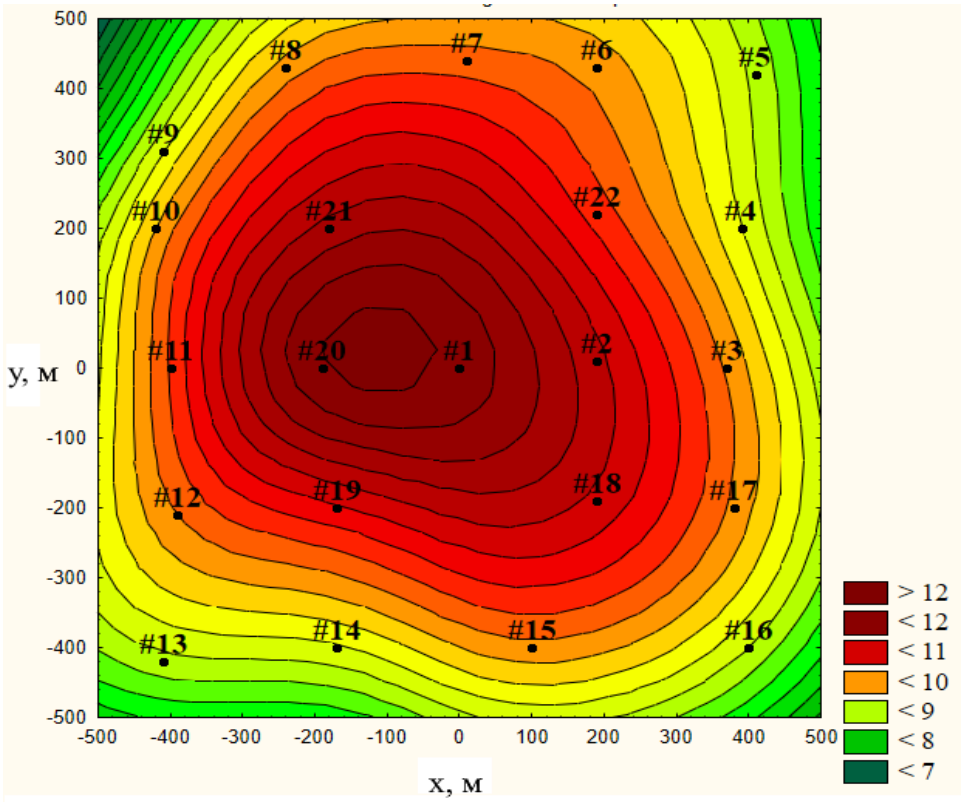
Мал. 10 . Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 8 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



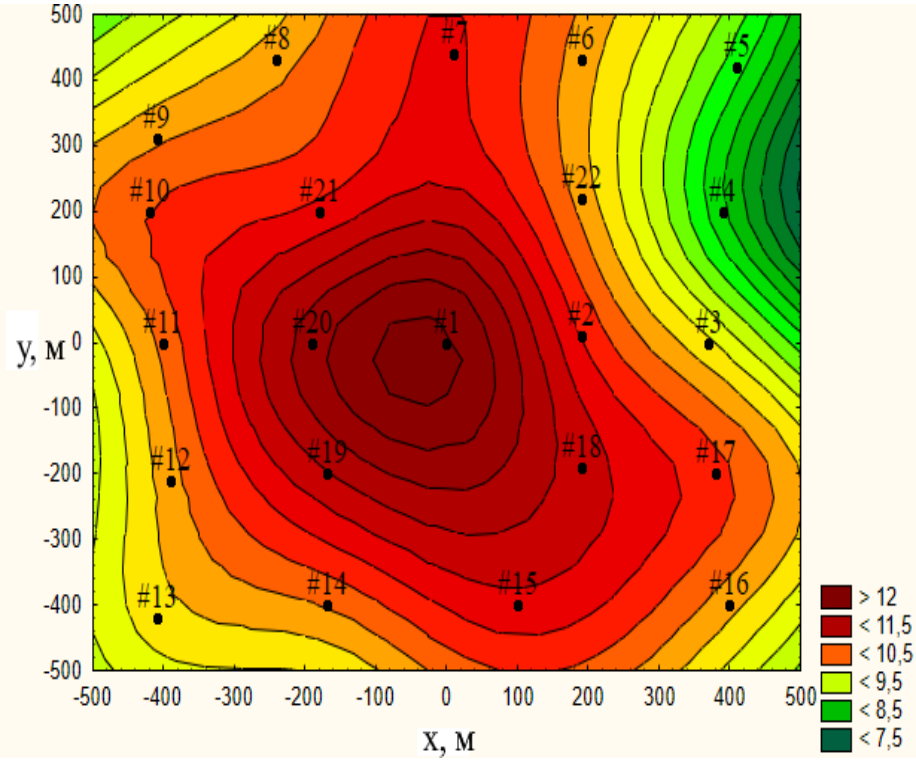
Мал. 11. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 9 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



Мал. 12. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 10 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)

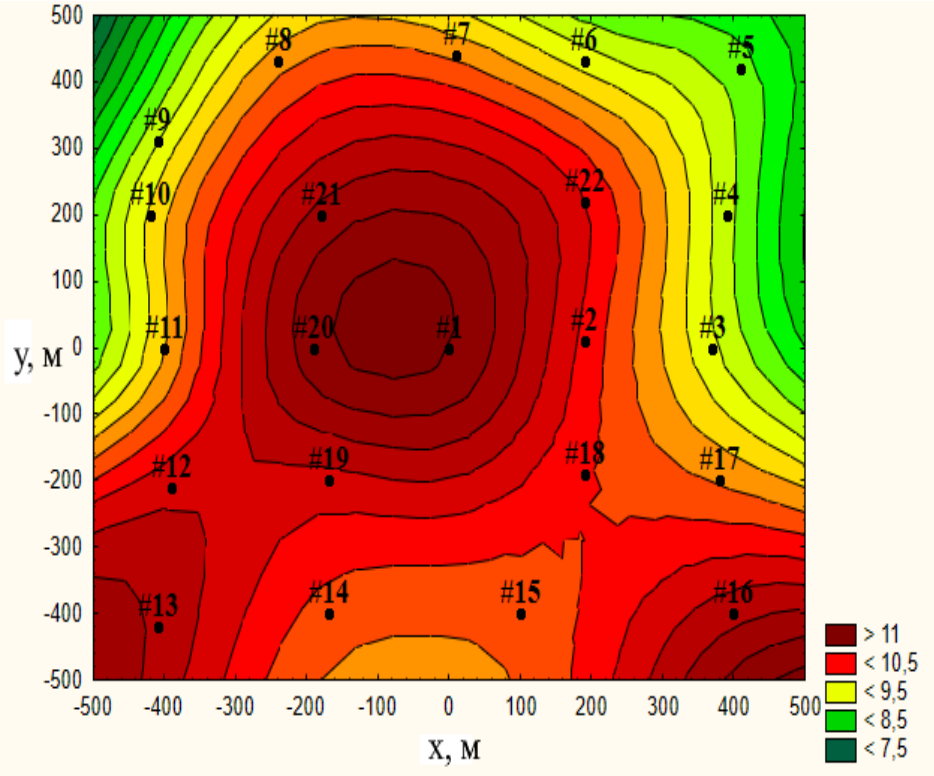


Мал. 13. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 11 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)

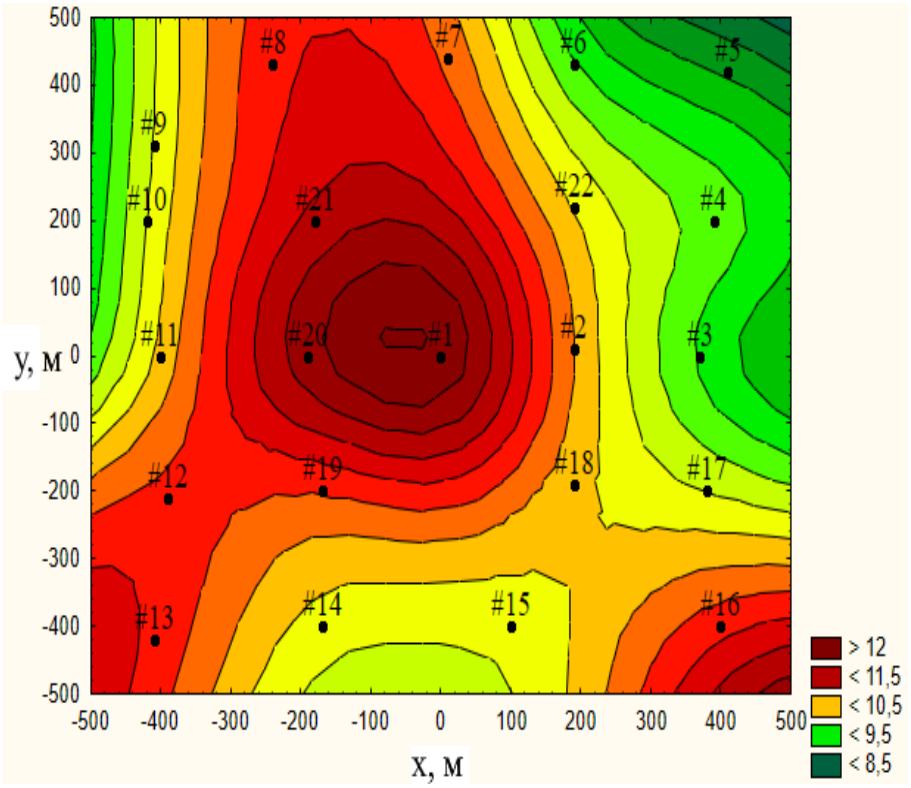


Мал. 14. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 12 жовтня 2022 р.

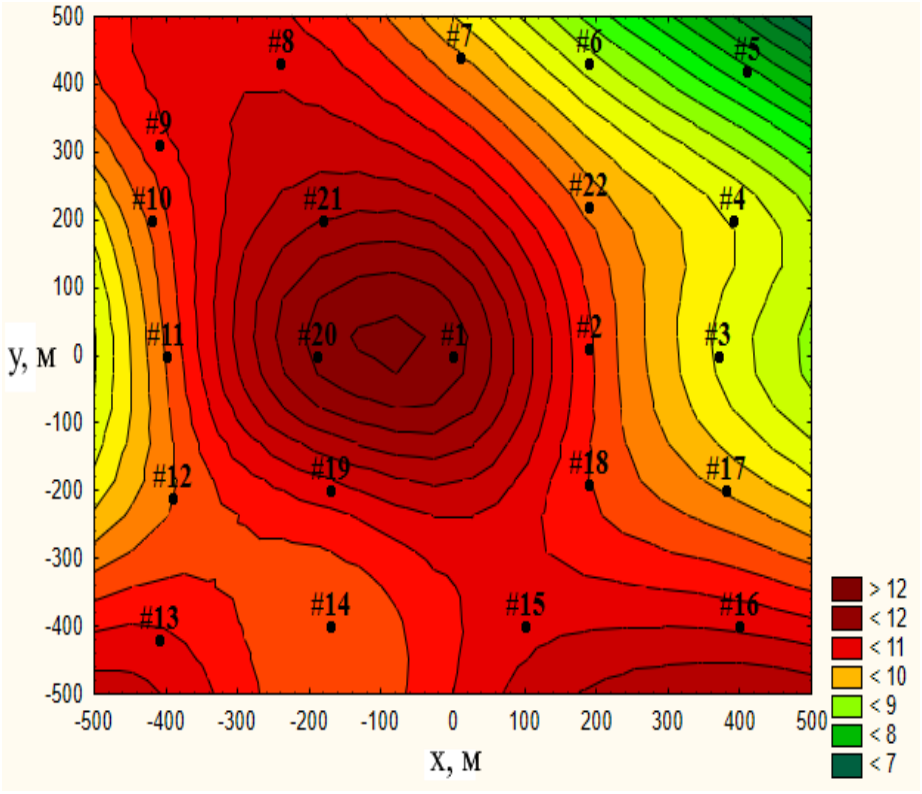
(шкала у мкР/год)



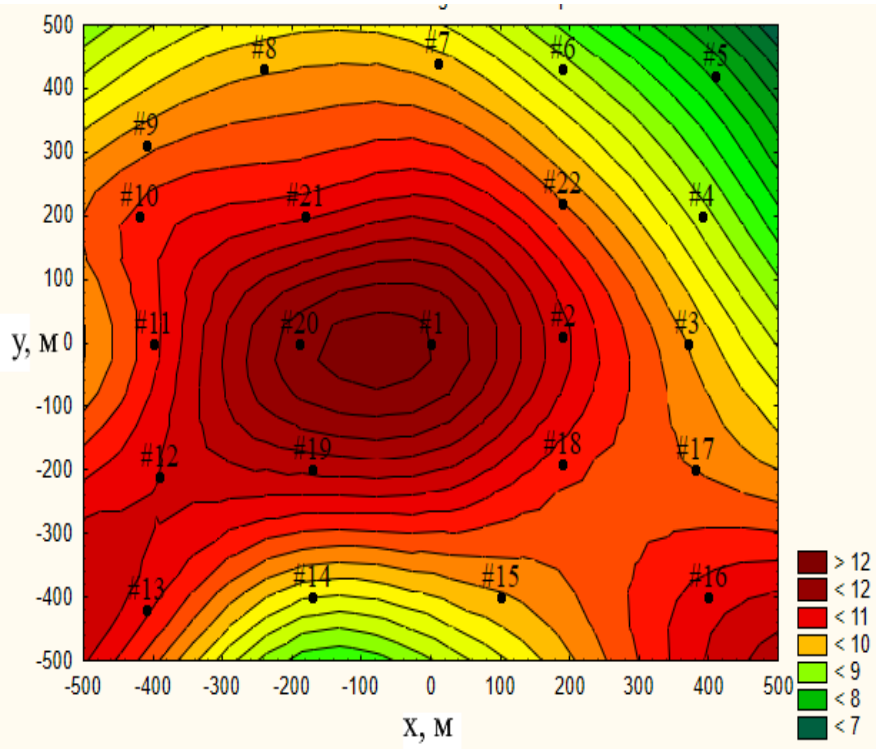
Мал. 15. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 13 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



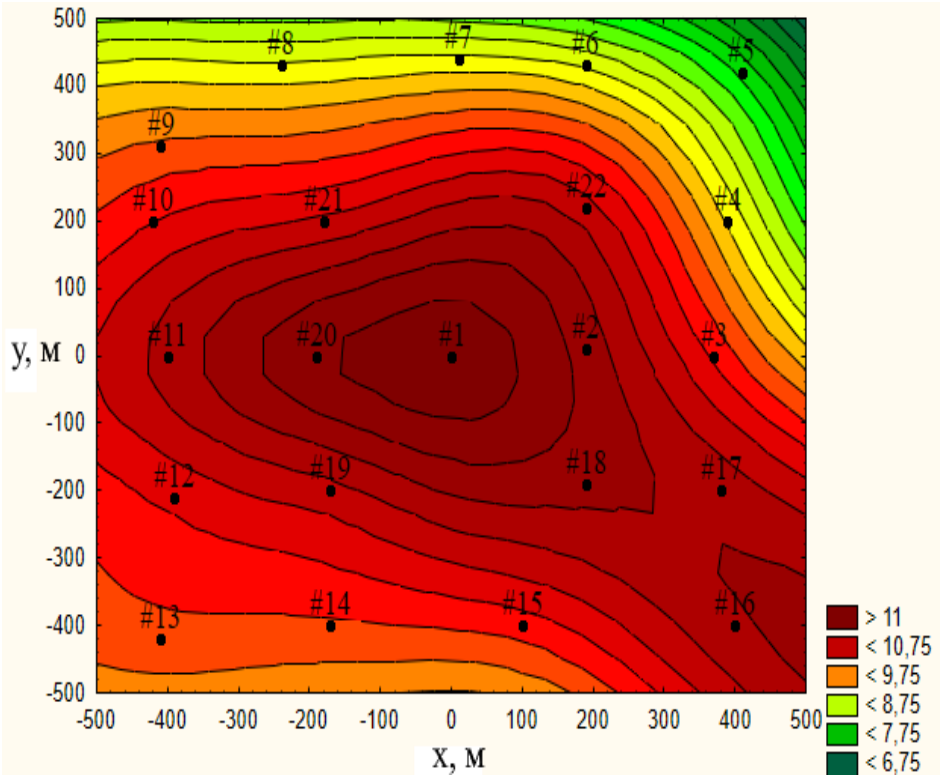
Мал. 16. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 14 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



Мал. 17. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 15 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)

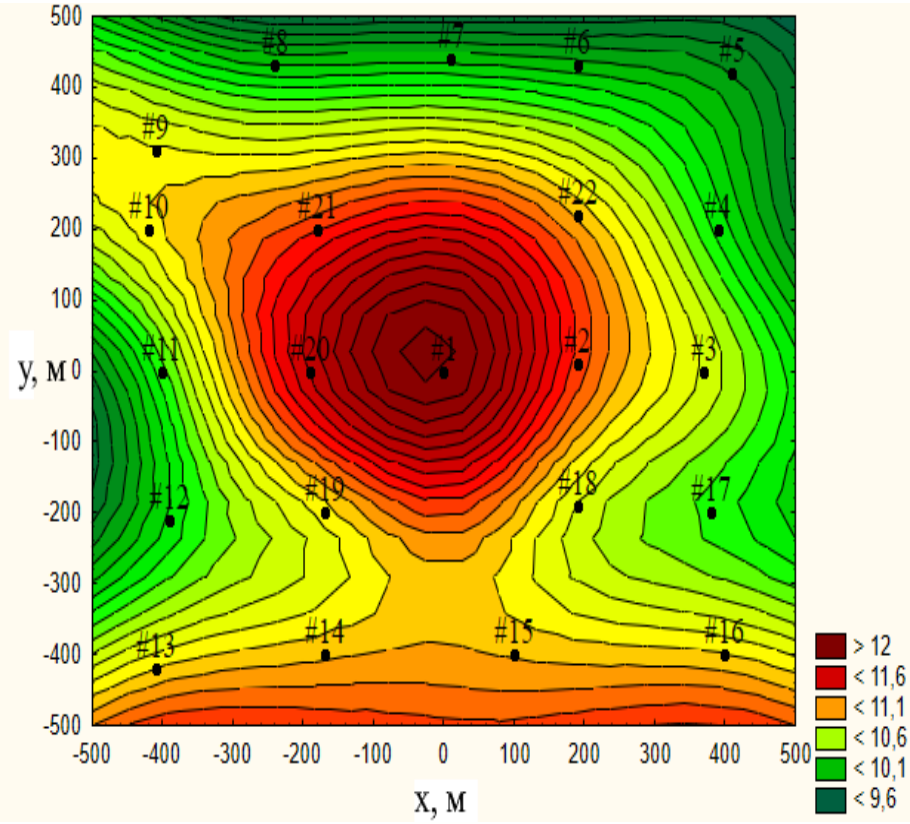


Мал. 18. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 16 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)

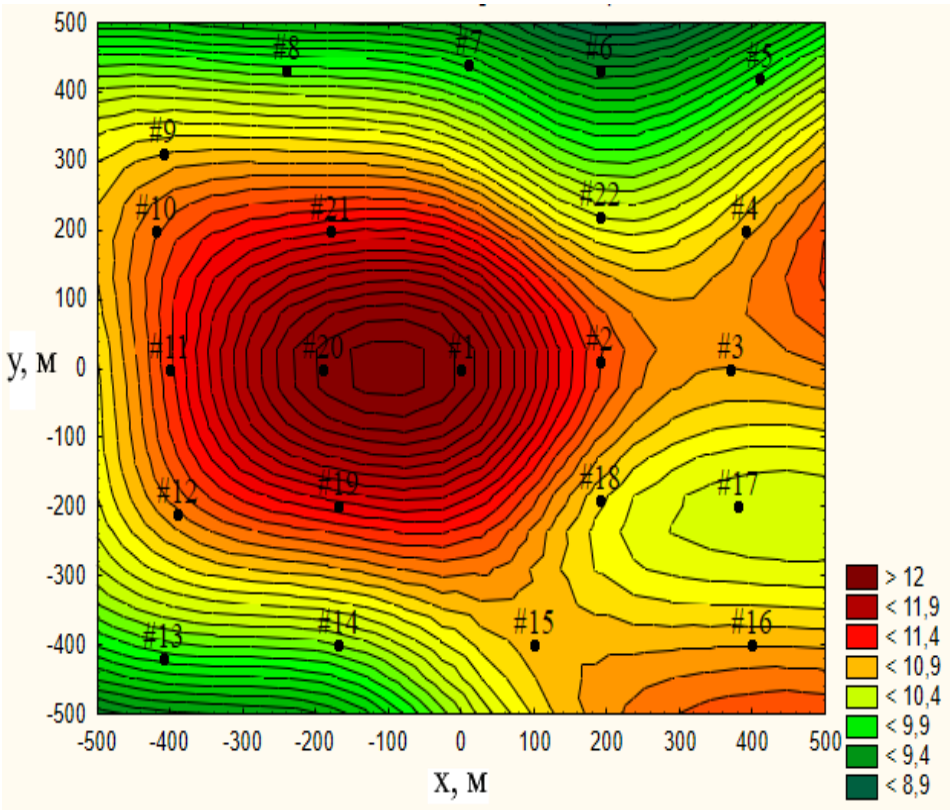


Мал. 19. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 17 жовтня 2022 р.

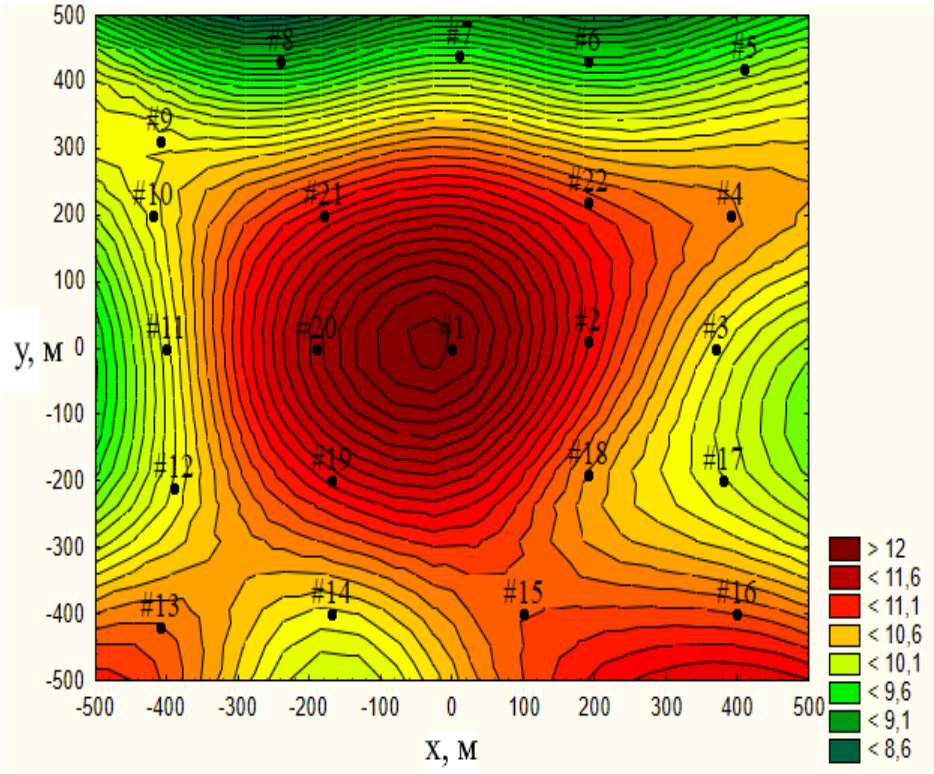
(шкала у мкР/год)



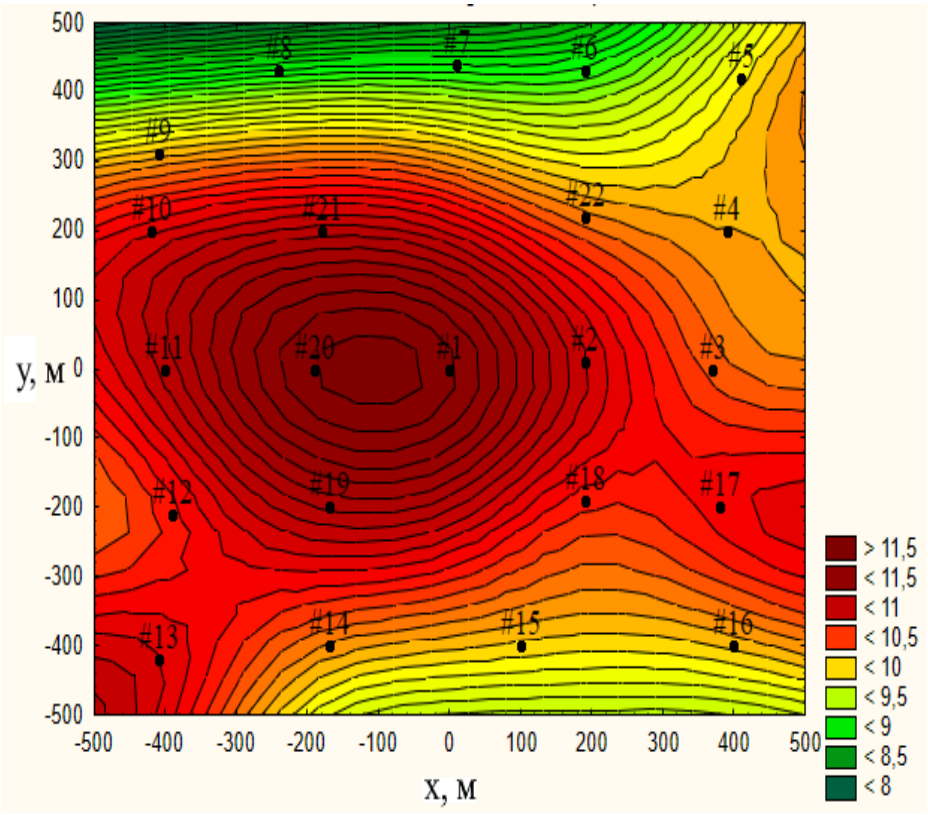
Мал. 20. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 18 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



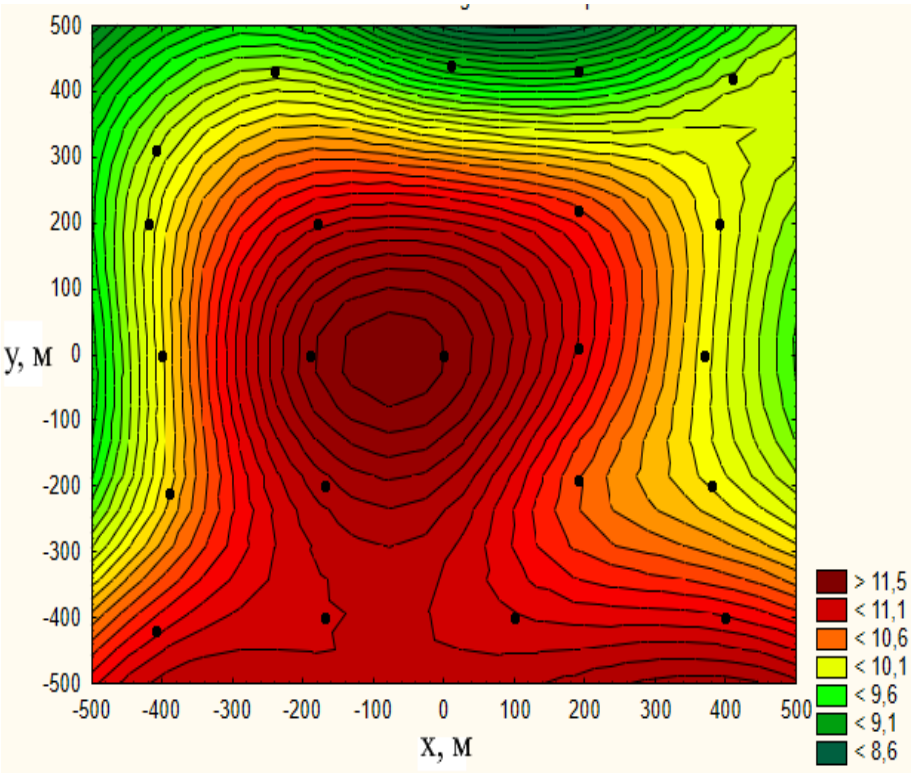
Мал. 21. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 19 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



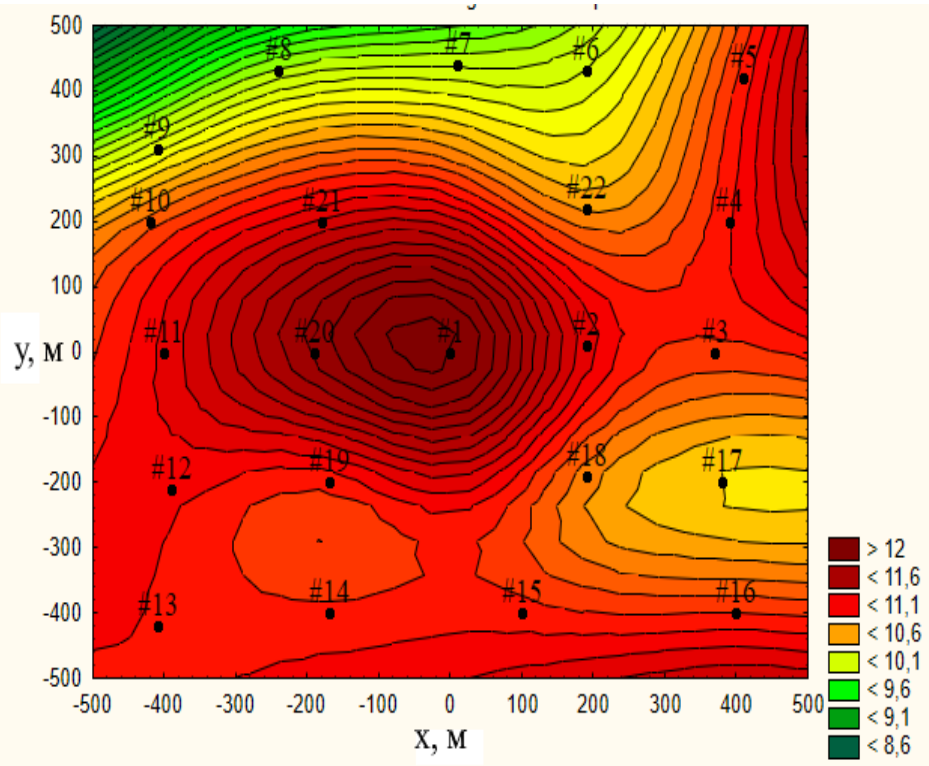
Мал. 22. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 20 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



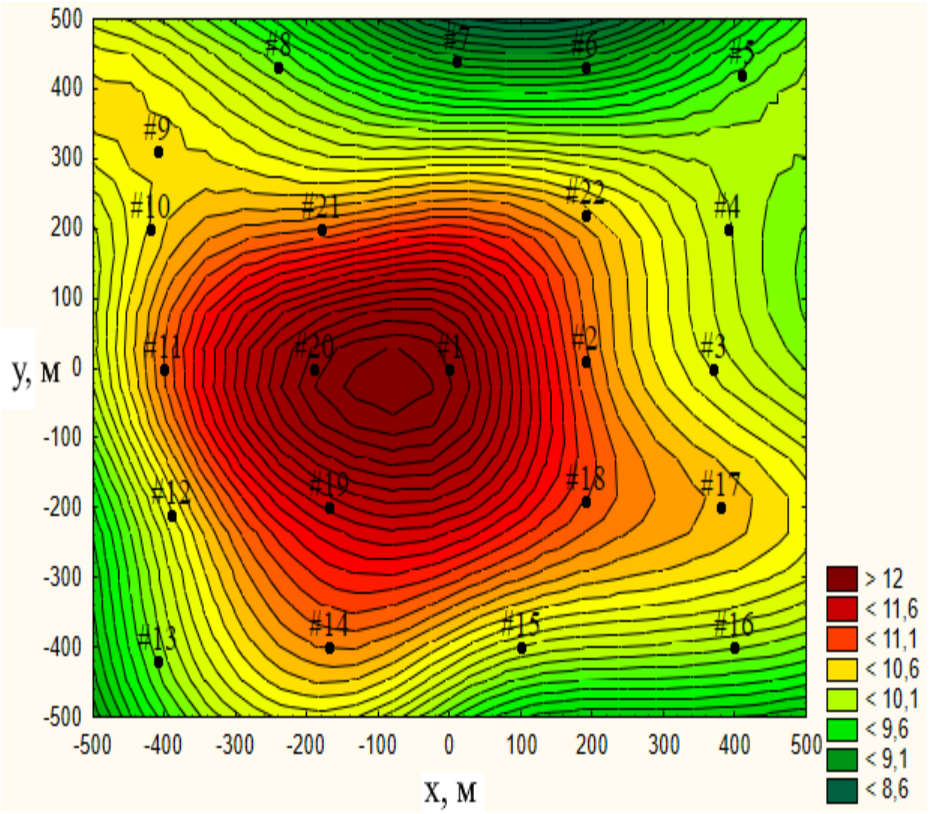
Мал. 23. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 21 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



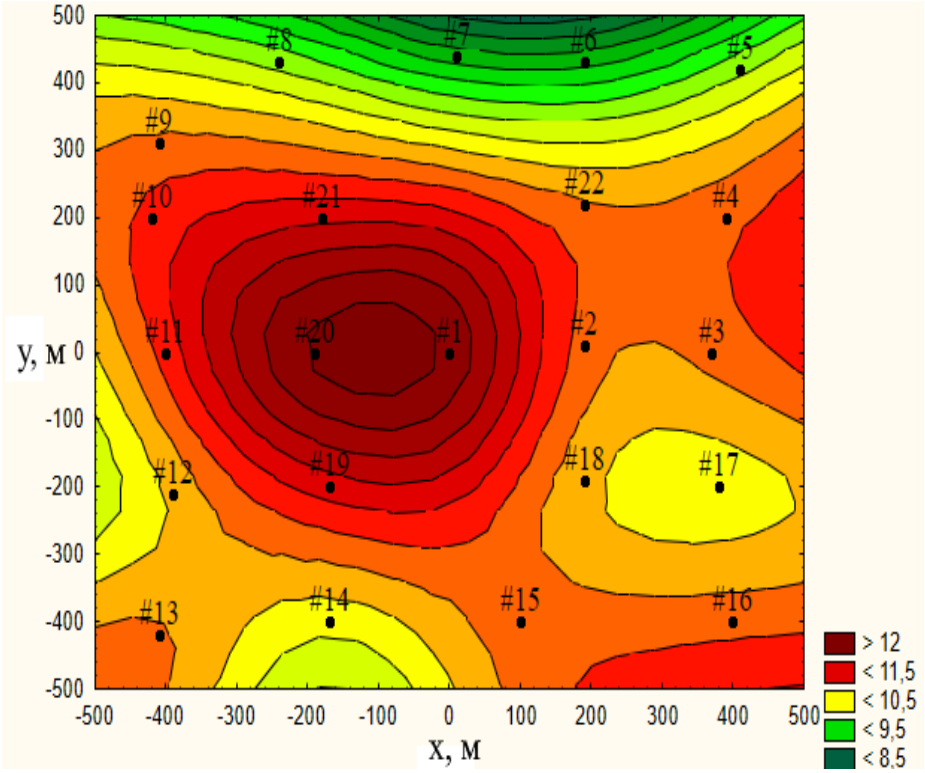
Мал. 24. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 22 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



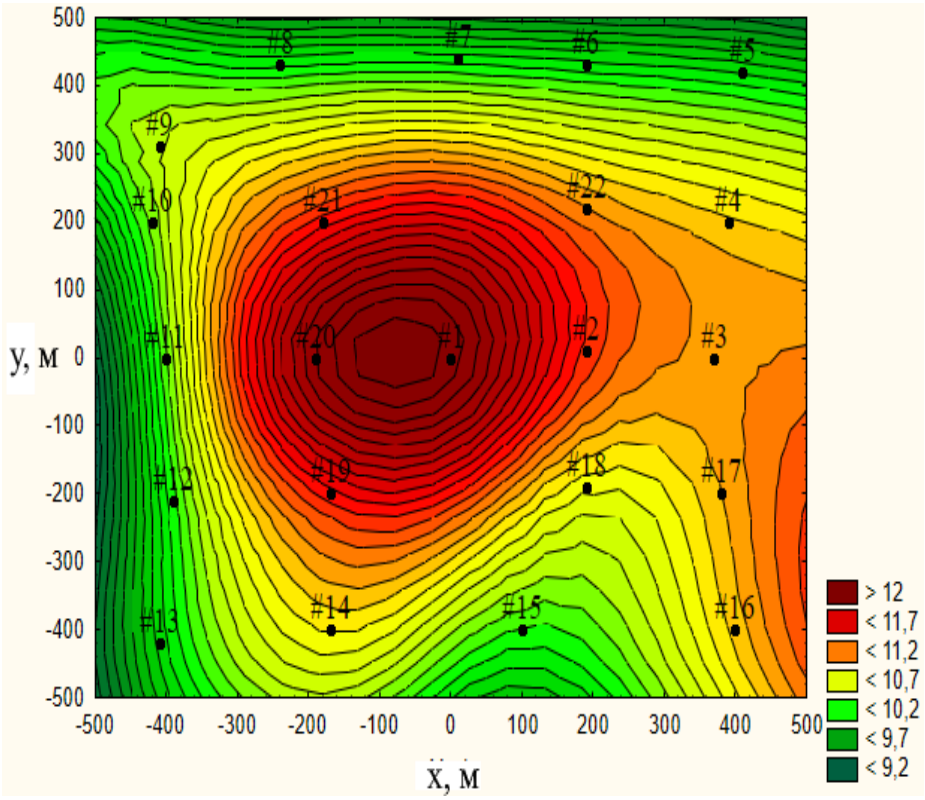
Мал. 25. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 23 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



Мал. 26. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 24 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



Мал. 27. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 25 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)



Мал. 28. Мапа рентгенівського і гамма-випромінювання станом на 26 жовтня 2022 р.
(шкала у мкР/год)

Тут ми бачимо монотонне зменшення рівня радіаційного фону від центра області до її кордонів. Ці карти показують нам, що значення радіаційного забруднення на даній ділянці місцевості слабо змінювалися на протязі всього періоду спостережень, що підтверджує попередні висновки дисперсійного аналізу (табл. 2), і практично не перевищували 13 мкР/год або 0,13 мкЗв/год, тобто були більше ніж у 2 рази нижче за норму встановлену державою згідно з (НРБУ-97) у значені 30 мкР/год. Спостерігалася тенденція декілька збільшених значень потужності дози у центрі зони (біля точок 1 і 20) і зменшення на її периферії, але усе в межах норми.

Висновки

На підставі виконаної роботи і отриманих даних зроблені таки заключення:

1. Упродовж 1 жовтня – 26 жовтня 2022 року були зроблені заміри амбієнтного еквіваленту потужності радіаційного забруднення у рентгенівському і гама діапазонах випромінювань на частині території Вознесенівського району міста Запоріжжя.

2. Проведений двохфакторний дисперсійний аналіз отриманих даних вказує на відносно стабільний характер поля радіаційного фону всередині контрольованої території (на 56,75 %). Залежність даних від часу проведення вимірювання була слабкою (5,78 %). При цьому випадкові неконтрольовані фактори впливали на результати в межах 37,47 %.

3. Для забезпечення аналізу заміряних показників і побудови карт радіаційного фону було реалізовано сучасний метод адаптивного згладжування даних Брауна у вигляді зваженого методу найменших квадратів в рамках програми Statistica-12. За допомогою цього за стосунку були створені карти за всі 26 діб вимірювань.

4. Був зроблений висновок, що рівень амбієнтного еквіваленту радіаційного забруднення у гамма та рентгенівському діапазонах практично у два рази нижче за санітарну норму яку встановила влада України згідно з (НРБУ-97) що має показник 30 мкР/год, а у дослідженні показник не перевищував значення 13 мкР/год.

.

Література

1. Семиноженко В. П. Энергия. Экология. Будущее / В. П. Семиноженко, П. М. Канило, В. Н. Остапчук , А. И. Ровенский. – Харьков : «Прапор», 2003. – 462 с.
2. Коваленко Г. Д. Основырадиационнойэкологии / Г. Д.Коваленко, В. С. Волошин. – Мариуполь : «Рената», 2009. – 297 с.
3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) / МОЗ України. – К., 1997. – 127 с.
4. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист / М. І. Стеблюк. – К. : Знання–Прес, 2007. – 438 с.
5. Некос В.Ю., Пеліхатий М.М., Юшманова І.П. Методи і алгоритми визначення радіаційного стану довкілля / Журнал наукових праць: Людина і довкілля. Проблеми неоекології, № 1–2, Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. – с. 90 – 98.
6. Некос В.Е., Гетманец О.М., Пелихатый Н.М., Чуенко А.В., Дроздов А.А., Кривицкая И.А. Алгоритмырадиационногомониторингаместности в режиме реального времени / Журнал наукових праць: Людина і довкілля. Проблеми неоекології, № 2 (13) , Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. – С. 7 – 13.
7. Спосіб радіаційного моніторингу місцевості у режимі реального часу / Патент України на корисну модель № 50154 / Гетманець О.М., Гордієнко В.Г., Дроздов О.О., Пеліхатий М.М. / Заявл.11.12.2009; опубл. 25.05.2010. Бюл. № 10. – 4 с.
8. Гетманец О.М., Пелихатый Н.М., Дроздов А.А., Некос В.Е., Кучеров К.И. Алгоритмырадиационногомониторингаместности в режиме реального времени./ Журнал наукових праць: Людина і довкілля. Проблеми

неоекології. – Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – № 2 (15). – С. 31 – 33.

9. Гетманец О.М., Пелихатый Н.М. Разработкаалгоритмапостроения поля радиационногофона / Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія : Екологія, вип. 14, Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2016. – С. 41 – 45.
10. Гетманець О.М., Іванова К.Ю., Пеліхатий М.М. Модель побудови поля радіаційного фону / Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія : Екологія, вип. 17, Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2017. – С. 99 – 105.
11. Neter, J., Wasserman, W., Kutner, M. H. Applied linear statistical models. 5th ed. New York, 2005: Ed. byMcGraw-Hill/R. D. Irwin. – 1396 p.