Мінестерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр»

на тему: **«Оцінка радіаційного стану території на прикладі Московского району м. Харкова»**

Виконав: студент 4 курсу, групи НФ-41
Павелко Богдан Васильович
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма: прикладна фізика енергетичних систем
Керівник д-р фіз.-мат. наук, професор
Пеліхатий Миколай Михайлович

Харків - 2020 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Навчально-науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Напрям підготовки 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.І.Ткаченко
підпис

"____"_____2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТУ)

Павелко Богдану Васильовичу

1. Тема роботи «Оцінка радіаційного стану території на прикладі Московського району м. Харкова.»

керівник роботи Пеліхатий Микола Михайлович, к.т.н, професор

затверджені наказом по університету від "05" грудня 2019 р. №0210-05/2249

2. Строк подання студентом роботи 12 червня 2020 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

Провести аналітичний огляд літератури з оцінки радіаційного стану території. Вивчити особливості методу оцінки радіаційного стану. Підготувати табличні дані для обробки. Провести обробку за допомогою двохфакторного дисперсійного аналізу. Сформулювати результати дослідження. Оформити та написати бакалаврську роботу.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Методика проведення експерименту
2	Первинна обробка отриманих даних;
3	Результати та обговорення отриманих даних;
4	Визначення залежностей потужності дози в окремих точках від метеоумов та отримання кореляційної матриці та висновок.

5. Дата видачі завдання 10 вересня 2019 р.

Студент _____ Б.В. Павелко

Керівник роботи _____ М. М. Пеліхатий

ЗМІСТ

1. Вступ..... 3
2. Метароботи..... 4
3. Матеріалитаметодидосліджень.....4
4. Результататитаїхобговорення.....4
Висновки.....28
Література.....29

Вступ. Головним нормативно-правовим актом в Україні, який регулює питання ядерної безпеки є Закон «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» [1]. Ним, зокрема, передбачена відповідальність держави за гарантування радіаційної безпеки. З цією метою у країні здійснюються на державному рівні регулювання рівня безпеки під час використання ядерної енергії, облік радіоактивних матеріалів і джерел іонізуючого випромінювання, а також контроль і нагляд за радіаційної обстановкою тощо. Державний контроль і нагляд у галузі радіаційної безпеки здійснюють органи Міністерства енергетики та захисту довкілля України, Міністерства охорони здоров'я України тощо. За порушення законодавства щодо радіаційної безпеки передбачена юридична відповідальність фізичних та юридичних осіб. За Кримінальним кодексом України, до кримінальної відповідальності притягуються у разі приховування чи перекручення відомостей про стан екологіч-ної, зокрема, радіаційної обстановки (ст. 227і).

Таким чином, питання вимірювання рівня радіаційного випромінювання залишається актуальним. І рішення в даній ситуації може дати тільки професійна техніка, що надає точні дані. Одна з переваг професійних вимірювачів радіації в тому, що їх можна застосовувати не тільки в побутових умовах. Крім виміру рівня випромінювання продуктів, техніки, одягу, меблів, і т.д., за допомогою професійних приладів можна отримати дані про радіоактивність земельної ділянки, офісного або промислового приміщення. Це будуть науково коректні точні дані, на основі яких можна складати офіційні документи.

Основне завдання системи спостережень для регіонального радіаційного моніторингу полягає в екологічному районуванні території [2], яке дозволяє виявити і оцінити чинники, що впливають на первинне розповсюдження забруднюючих речовин з подальшою їх міграцією та накопиченням, що є необхідним для обґрунтування вибору об'єктів контролю на площі полігону з урахуванням оптимізації (мінімізації) кількості пунктів спостережень і забезпечення репрезентативності та рівноточність даних вимірювань по всій території зони спостереження. При цьому, число точок спостережень і обсяг даних повинен бути таким, щоб він міг забезпечити кількість моніторингової інформації, достатньої для розробки прогнозів і рекомендацій, оптимізації прийняття рішень, спрямованих на забезпечення екологічної безпеки населення на контрольованій території.

Вирішення цього завдання передбачає розробку програми вимірювань, в рамках якої має бути визначено мінімальну кількість приладів для вимірювання поля радіаційного випромінювання в просторі і в часі. Забезпечення мінімально необхідного числа вимірювань в просторі передбачає визначення необхідного числа пунктів вимірювань, їх раціональний розподіл по території (полігону) для забезпечення: наочності інформації про радіаційне забруднення території; можливості отримання інформації від всіх пунктів вимірювань.

Метою даної роботи є організація та проведення оцінки радіаційного стану на частині Московського району м. Харкова, обробка отриманих результатів та побудови карт радіаційного фону, тобто визначення рівня екологічної безпеки на контрольованій території.

Матеріали та методи досліджень.

Дослідження амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання проводилися на частині території Московського району м. Харкова загальною площею близько 10 кв. км. Вимірювання проводилися з 19-го березня 2020 року по 20 квітня 2020 року включно щоденно з 10-ї до 12-ї години ранку в 20-ти контрольних точках.

Вимірювання амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського і гамма-випромінювання проводилися за допомогою дослідницького дозиметру МКС-05 «ТЕРРА» з абсолютною похибкою відліку 0,01 мкЗв/год, який використовується для дозиметричного і радіометричного контролю на промислових підприємствах; для екологічних досліджень; для контролю радіаційної чистоти житлових приміщень, будівель і споруд, а також прилеглих до них територій. Загальний вигляд приладу показано на рисунку 1.



Рис 1.Дозиметр МКС-05 «ТЕРРА»

Для зменшення статистичної похибки вимірювання проводилися в кожній точці тричі, а їх результати усереднювалися. Карта контрольованої території з позначеними точками спостережень наведена на рисунку 2.

Результати та їх обговорення.

Результати вимірювань амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання з 2-го лютого 2020 року по 29 лютого 2020 р. включно в усіх 20-ти контрольних точках наведені в таблиці 1 в одиницях мкЗв/год.

В останніх рядках таблиці 1 наведені також середньодобові метеоумови під час проведення спостережень, а саме: середня швидкість вітру у м/с та напрямок вітру.



Рис. 2. Карта контрольованої території з позначеними точками спостережень (система координат орентована наступним чином: вісь X – на схід, вісь Y – на північ)

Таблиця 1.

Результати вимірювань амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського та гама-випромінювання

№ точки	Координати		Дати проведення вимірювань												
	X, м	Y, м	19.03	20.03	21.03	22.03	23.03	24.03	25.03	26.03	27.03	28.03	29.03	30.03	31.03
1	148	-400	0,11	0,13	0,14	0,08	0,12	0,11	0,12	0,15	0,17	0,14	0,12	0,14	0,15
2	370	-578	0,09	0,11	0,15	0,11	0,13	0,11	0,13	0,11	0,15	0,12	0,12	0,13	0,16
3	1289	-696	0,11	0,12	0,17	0,09	0,13	0,12	0,12	0,13	0,16	0,14	0,16	0,16	0,14
4	1378	-326	0,12	0,11	0,14	0,11	0,12	0,12	0,14	0,14	0,15	0,13	0,17	0,12	0,17
5	2000	-341	0,12	0,13	0,14	0,09	0,13	0,11	0,15	0,15	0,12	0,15	0,18	0,14	0,13
6	1407	59	0,15	0,15	0,17	0,12	0,14	0,14	0,16	0,12	0,14	0,17	0,17	0,16	0,19
7	1822	193	0,11	0,14	0,18	0,12	0,14	0,15	0,16	0,09	0,11	0,14	0,17	0,13	0,16
8	1970	593	0,15	0,15	0,19	0,13	0,17	0,17	0,14	0,08	0,13	0,11	0,15	0,15	0,17
9	1437	785	0,13	0,15	0,18	0,14	0,15	0,15	0,15	0,11	0,11	0,13	0,16	0,11	0,15
10	844	696	0,08	0,11	0,12	0,16	0,17	0,16	0,12	0,11	0,09	0,15	0,11	0,09	0,13
11	133	622	0,11	0,13	0,19	0,15	0,16	0,14	0,11	0,12	0,12	0,11	0,09	0,11	0,11
12	-1007	756	0,11	0,15	0,19	0,14	0,17	0,13	0,09	0,16	0,11	0,11	0,08	0,08	0,13
13	-1481	459	0,12	0,16	0,17	0,13	0,15	0,11	0,15	0,17	0,11	0,12	0,11	0,11	0,15
14	-1719	252	0,11	0,13	0,15	0,13	0,14	0,12	0,14	0,15	0,12	0,14	0,15	0,14	0,14
15	-1481	44	0,13	0,14	0,12	0,15	0,13	0,11	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,16	0,13
16	-978	-30	0,15	0,11	0,12	0,12	0,14	0,09	0,13	0,16	0,17	0,13	0,16	0,14	0,12
17	-1348	-519	0,16	0,15	0,14	0,11	0,16	0,11	0,16	0,18	0,16	0,17	0,14	0,15	0,14
18	-1007	-770	0,16	0,15	0,11	0,15	0,18	0,11	0,11	0,13	0,14	0,15	0,13	0,13	0,16
19	-400	-533	0,11	0,16	0,09	0,13	0,16	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16	0,15	0,16	0,11
20	-296	-874	0,11	0,17	0,11	0,15	0,12	0,08	0,17	0,15	0,09	0,11	0,14	0,09	0,11

Швидкість вітру, м/с	4	5	2	7	6	5	5	4	5	6	4	2	6
Напрямок вітру	ЮЗ	СЗ	ЮЗ	СВ	С	СВ	СВ	СВ	В	В	ЮВ	СЗ	СЗ

(продовження таблиці 1)

Дати проведення вимірювань																			
01.04	02.04	03.04	04.04	05.04	06.04	07.04	08.04	09.04	10.04	11.04	12.04	13.04	14.04	15.04	16.04	17.04	18.04	19.04	20.04
0,11	0,13	0,18	0,13	0,14	0,15	0,16	0,14	0,12	0,09	0,11	0,13	0,15	0,12	0,14	0,16	0,15	0,17	0,14	0,12
0,13	0,15	0,19	0,11	0,15	0,14	0,13	0,14	0,15	0,12	0,13	0,16	0,15	0,14	0,12	0,15	0,13	0,14	0,11	0,13
0,14	0,17	0,17	0,15	0,17	0,16	0,15	0,12	0,14	0,13	0,1	0,14	0,16	0,15	0,13	0,14	0,11	0,15	0,13	0,11
0,12	0,15	0,16	0,12	0,18	0,17	0,16	0,13	0,11	0,14	0,11	0,12	0,13	0,16	0,15	0,13	0,11	0,12	0,11	0,13
0,16	0,16	0,14	0,11	0,14	0,15	0,12	0,11	0,13	0,15	0,13	0,14	0,12	0,15	0,14	0,16	0,14	0,13	0,11	0,12
0,15	0,11	0,13	0,12	0,13	0,12	0,14	0,15	0,14	0,12	0,15	0,17	0,14	0,17	0,16	0,14	0,12	0,11	0,12	0,15
0,12	0,14	0,11	0,09	0,11	0,14	0,13	0,16	0,16	0,15	0,14	0,16	0,13	0,11	0,12	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14
0,14	0,11	0,08	0,11	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,16	0,17	0,15	0,12	0,12	0,14	0,16	0,13	0,15	0,14	0,11
0,11	0,09	0,09	0,14	0,12	0,14	0,16	0,14	0,17	0,16	0,13	0,16	0,14	0,13	0,11	0,14	0,11	0,13	0,13	0,15
0,11	0,12	0,07	0,13	0,15	0,12	0,14	0,16	0,18	0,17	0,15	0,14	0,11	0,11	0,11	0,13	0,12	0,11	0,11	0,09
0,13	0,15	0,11	0,15	0,14	0,11	0,11	0,11	0,13	0,14	0,12	0,11	0,11	0,09	0,11	0,08	0,11	0,12	0,13	0,12

0,08	0,11	0,13	0,16	0,13	0,12	0,14	0,15	0,14	0,12	0,11	0,12	0,13	0,11	0,09	0,11	0,13	0,14	0,11	0,11
0,11	0,13	0,14	0,14	0,12	0,11	0,14	0,12	0,11	0,11	0,14	0,15	0,15	0,13	0,11	0,14	0,15	0,13	0,15	0,08
0,13	0,14	0,16	0,13	0,15	0,13	0,12	0,14	0,13	0,11	0,11	0,12	0,13	0,15	0,14	0,16	0,16	0,15	0,13	0,11
0,15	0,16	0,15	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,16	0,14	0,15	0,12	0,11	0,11	0,08	0,11	0,13	0,12	0,11	0,14
0,14	0,17	0,11	0,14	0,11	0,12	0,13	0,16	0,17	0,15	0,13	0,14	0,11	0,13	0,1	0,11	0,12	0,11	0,13	0,15
0,12	0,14	0,13	0,15	0,12	0,11	0,14	0,12	0,15	0,13	0,11	0,14	0,11	0,12	0,15	0,16	0,14	0,12	0,11	0,11
0,11	0,11	0,14	0,15	0,13	0,13	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,11	0,13	0,11	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,08
0,11	0,13	0,12	0,16	0,14	0,15	0,13	0,14	0,16	0,13	0,15	0,13	0,14	0,16	0,13	0,15	0,17	0,14	0,16	0,13
0,13	0,14	0,15	0,15	0,12	0,11	0,15	0,13	0,12	0,14	0,11	0,14	0,16	0,13	0,15	0,12	0,14	0,11	0,13	0,16
6	6	5	4	7	6	3	8	1	5	7	5	6	7	8	9	8	6	4	5
СЗ	З	ЮЗ	СЗ	СЗ	СЗ	С	ЮЗ	С	ЮЗ	СЗ	СЗ	ЮЗ	Ю	З	З	З	СЗ	З	С

Необхідно зазначити, що за даними моніторингових досліджень, які були проведені фахівцями ДУ «Харківський ОЛЦ МОЗ України» [3], станом на 20.03.2020 середній рівень зовнішнього гамма-випромінювання по м. Харкову складав 0,12-0,15 мкЗв/год; станом на 27.03.2020 – 0,11-0,16 мкЗв/год; станом на 03.04.2020 – 0,11-0,16 мкЗв/год, станом на 10.04.2020 – 0,10-0,12 мкЗв/год, станом на 17.04.2020 – 0,11-0,15 мкЗв/год, що не перевищувало значень природного радіаційного фону, характерного для території Харківської області, та санітарних норм (0,30 мкЗв/год [4]). Ці офіційні дані по м. Харкову цілком узгоджуються з результатами проведених нами вимірювань (таблиця 1).

Попередня обробка результатів вимірювань була проведена із застосуванням двохфакторного дисперсійного аналізу для визначення мінливості потужності дози при варіюванні двох визначаючих факторів: 1) місця розташування точок вимірювань і 2) дати проведення вимірювань. Всі розрахунки були виконані на основі даних таблиці 1 із застосуванням інструменту «Двохфакторний дисперсійний аналіз без повторень» з пакету «Аналіз даних» програми MS Excel. Результати наведено в таблиці 2.

Таблиця 2.

Результати застосування двохфакторного дисперсійного аналізу до первинної обробки даних таблиці 1

Дисперсійний аналіз						
Джерело варіації	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-Значення*	*F критичне*
Контрольні точки	0,01964	19	0,00103	2,26551	0,00168	1,60367
Дати	0,03034	32	0,00095	2,07763	0,00055	1,46275
Випадковість	0,27744	608	0,00046			
Разом:	0,32742	659				
Сила впливу, %						
Контрольні точки	6,0					
Дати	9,3					
Випадковість	84,7					

Дані цієї таблиці свідчить про те, що потужність дози неперервного рентгенівського і гамма-випромінювання на контрольованій території практично не залежала від дати вимірювань (6,0 %), та при зміні точки вимірювання (9,3 %), але визначальними чинниками були випадкові неконтрольовані фактори, які мали вплив на 84,7 %.

Побудова поля радіаційного фону на місцевості є найважливішим завданням радіаційного моніторингу довкілля. Виникає питання, як на підставі вимірювань, що були проведені в певній кількості розпорошених точок, відновити неперервну картину розподілу радіації на всій площі контрольованої території (рис. 1). Існує підхід, якій заснований на побудові

регресійних моделей для поля радіації у вигляді поліномів різних ступенів за значеннями поточних координат довільної точки всередині зони спостережень [5–8]. Даний підхід має ряд безсумнівних переваг: застосування методу найменших квадратів дозволяє достовірно оцінити значення коефіцієнтів регресії; 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; модель дозволяє також визначити мінімальну кількість датчиків (або точок спостереження), яка потрібна для забезпечення необхідної точності вимірювань. Основним недоліком даного класу моделей є суттєве завищення значень радіаційного фону на великій відстані від центру контрольованої зони. Це пов'язане з тим, що регресія будується за координатами в різних великих ступенях та за їх добутками. Тому, чим більше значення координат (відлік яких ведеться від центру зони) – тим більше помилка моделі. Існує також модель [9], в якій регресія будується не за двома координатами точки M (x , y) всередині контрольованої зони, а за однією – відстанню від цієї точки до найближчої до неї i-ої контрольної точки спостережень, яка лежить на деякій ламаній лінії, що послідовно з'єднує усі точки спостережень (від центральної до найдальшої зовнішньої). Перевагою цієї моделі є те, що завищення рівня радіаційного фону біля границі і за межами контрольованої зони відсутнє. Але застосування даного алгоритму для обробки отриманих даних ускладнено тим, що побудова рівняння нелінійної регресії за цими даними є дуже складним завданням.

Тому в даній роботі для побудови карт радіаційного фону був застосований метод адаптивного вирівнювання (або зважений метод найменших квадратів: *Weighted Least Squares* [10, 11]). Для цього використовувалася програма “Statistica-11” (фірми SPS, US, 2013). Результати наведені на рисунках 3 – 32. На цих рисунках у правому нижньому куті показана шкала потужності дози в одиницях мкЗв/год.; білими кружками відзначені всі 16 контрольних точок спостережень.

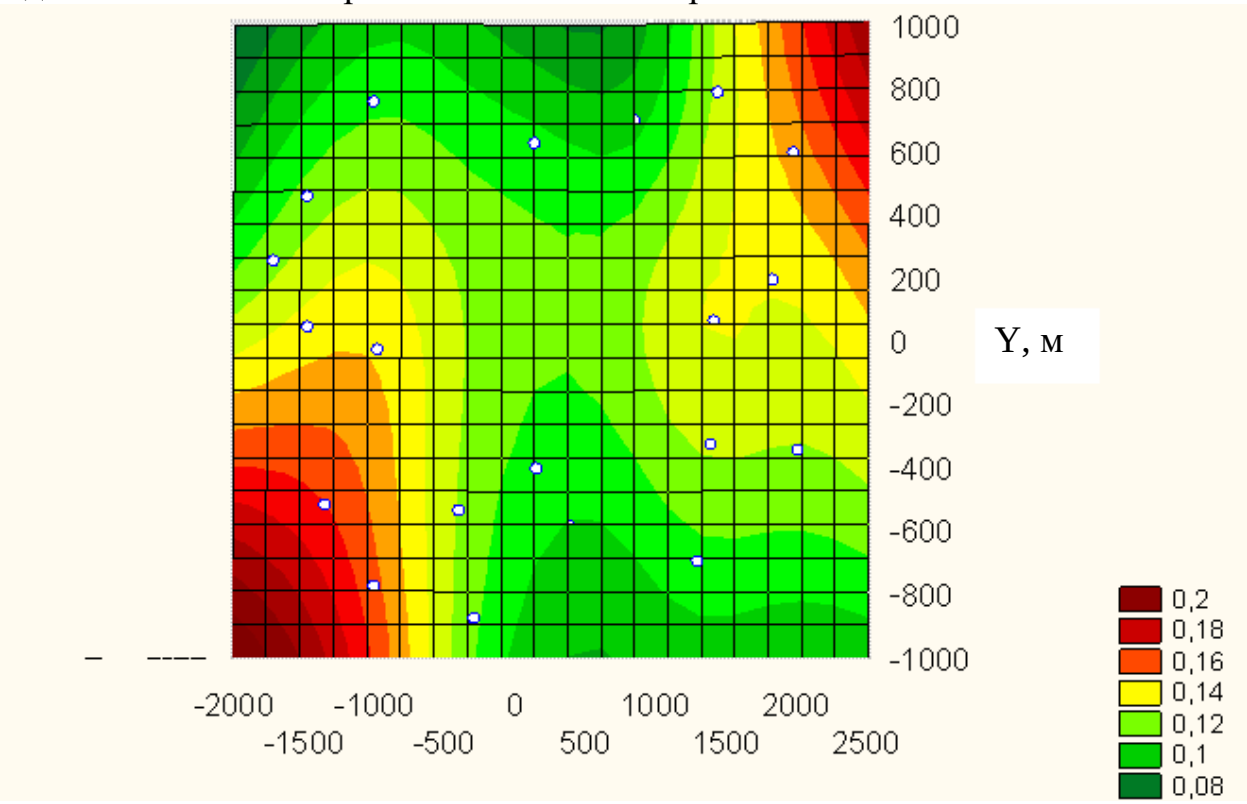


Рис. 3. Радіаційний фон станом на 19.03.2020 р.

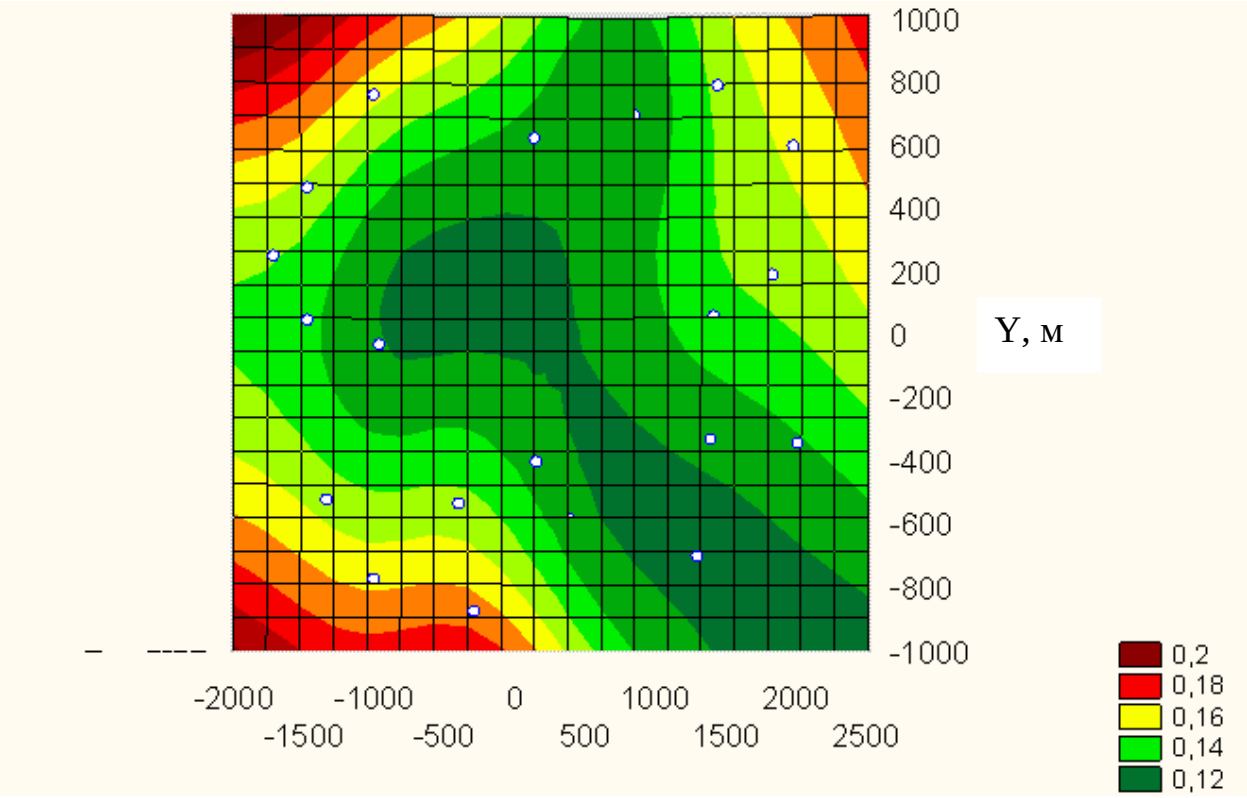


Рис. 4. Радіаційний фон станом на 20.03.2020 р.

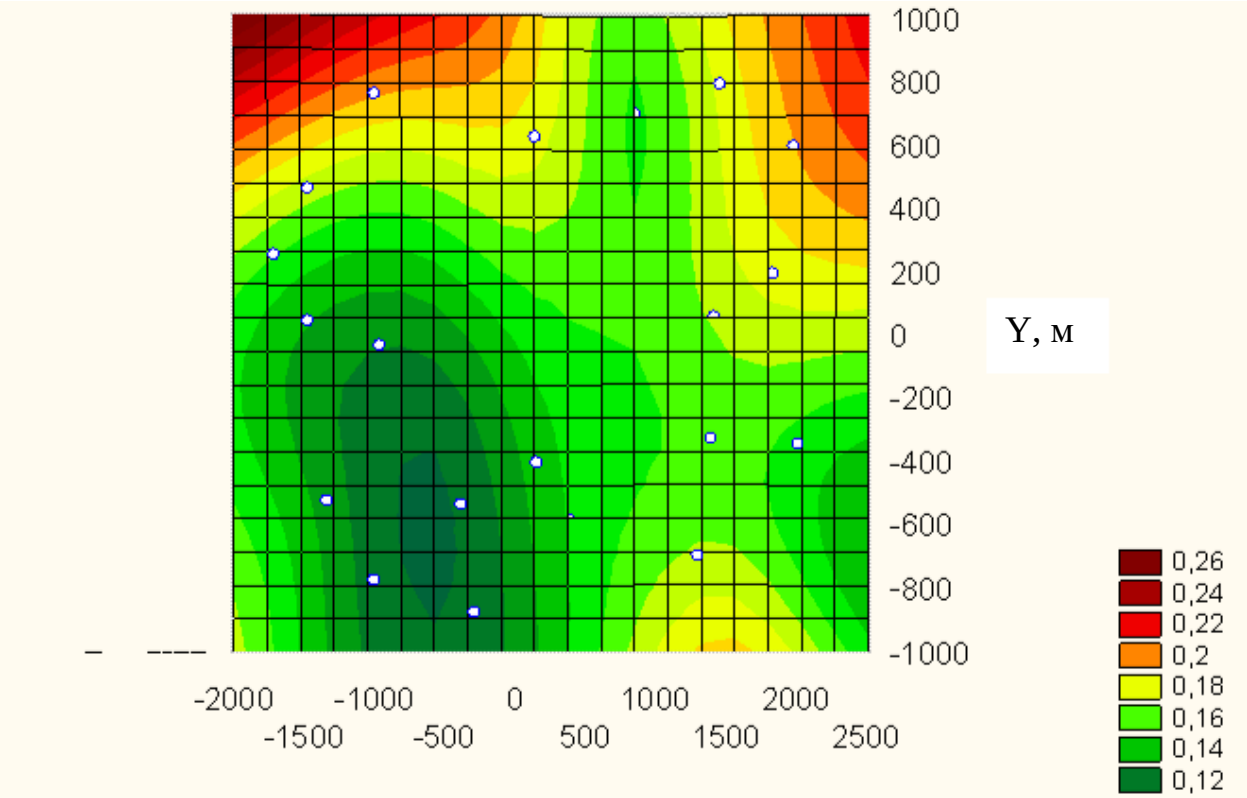


Рис. 5. Радіаційний фон станом на 21.03.2020 р.

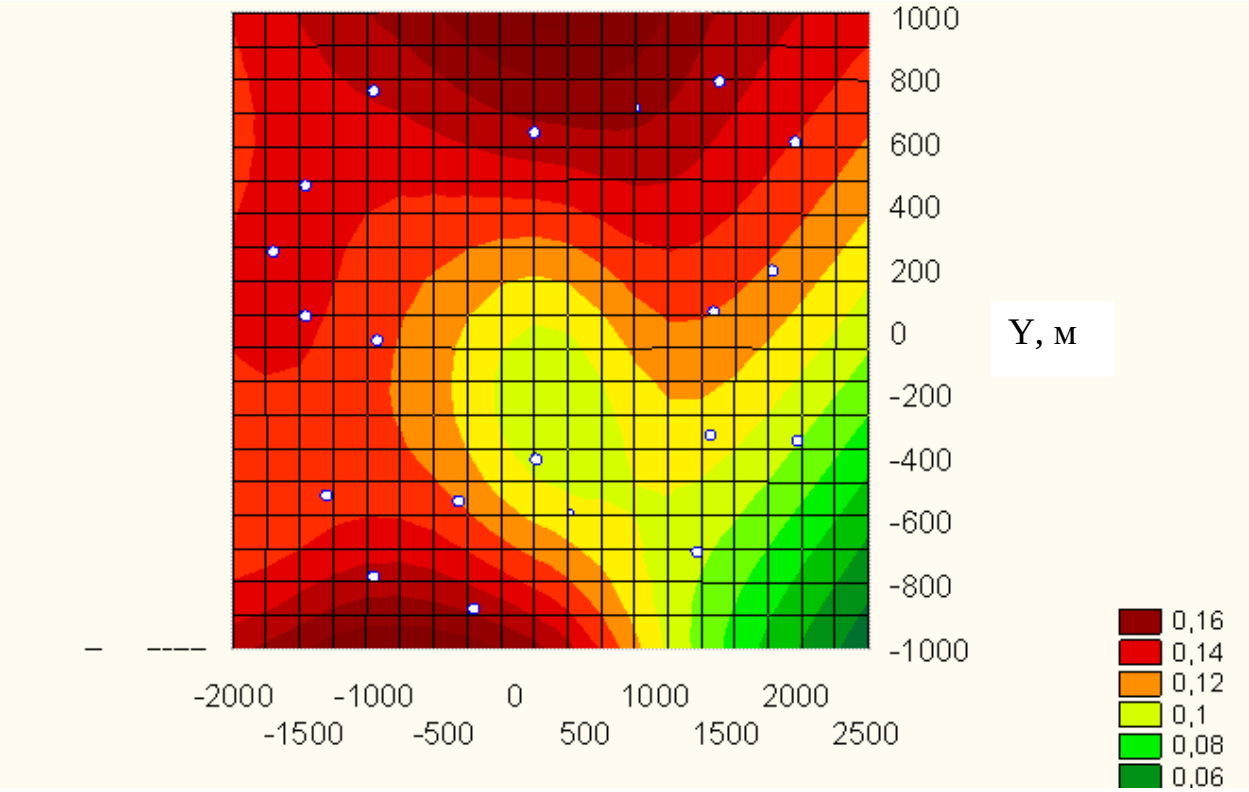


Рис. 6. Радіаційний фон станом на 22.03.2020 р.

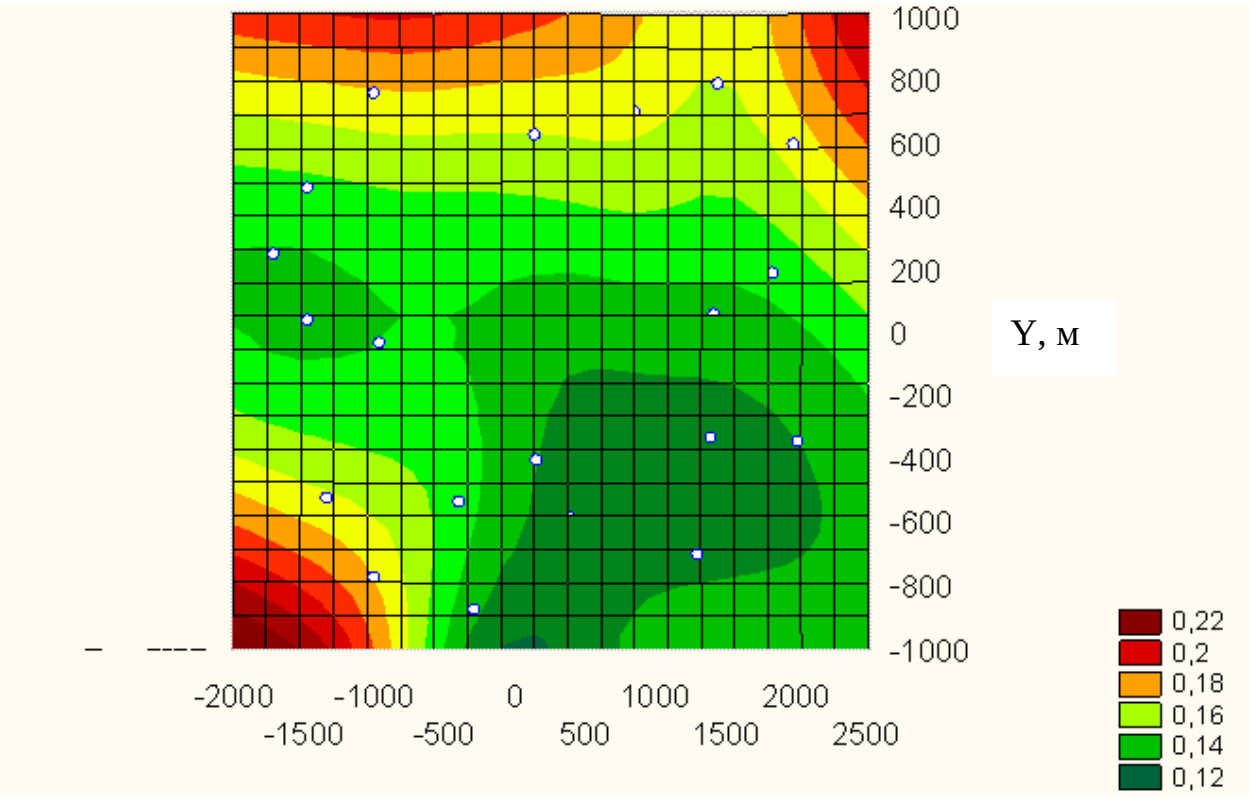


Рис. 7. Радіаційний фон станом на 23.03.2020 р.

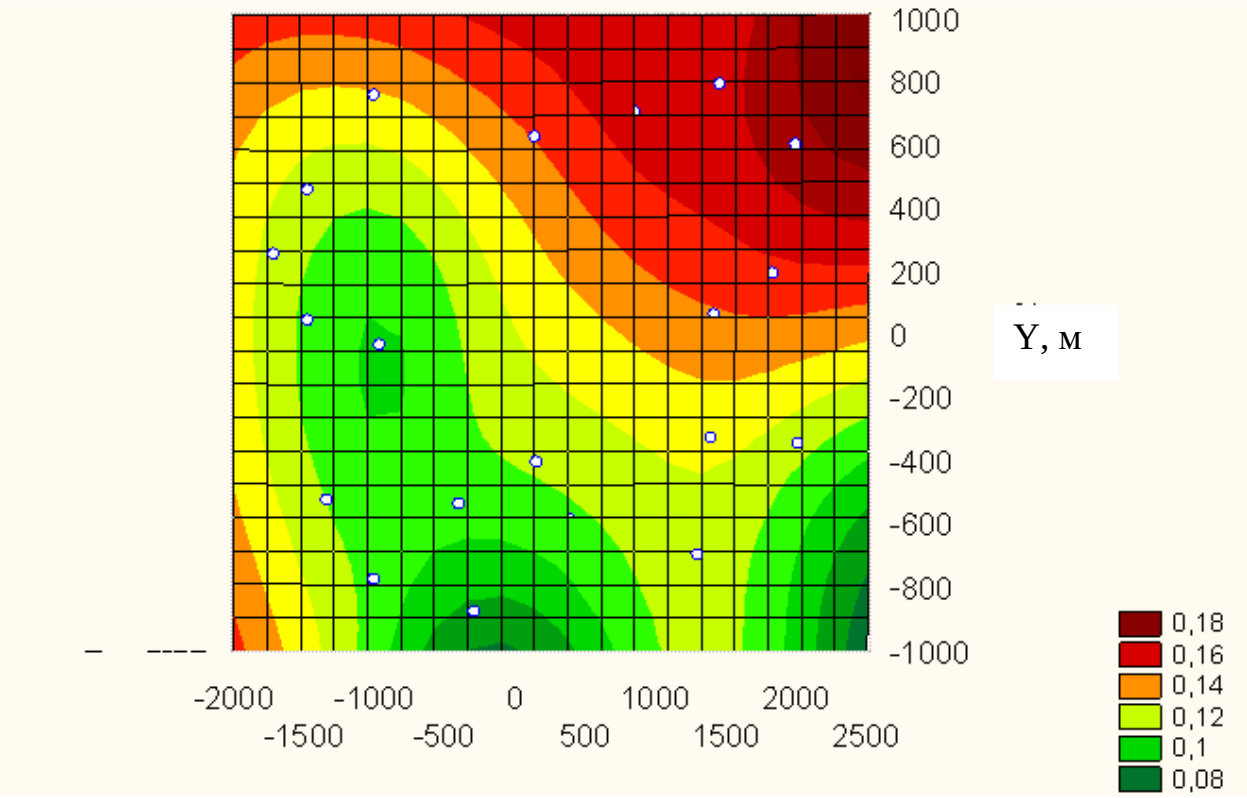


Рис. 8. Радіаційний фон станом на 24.03.2020 р.

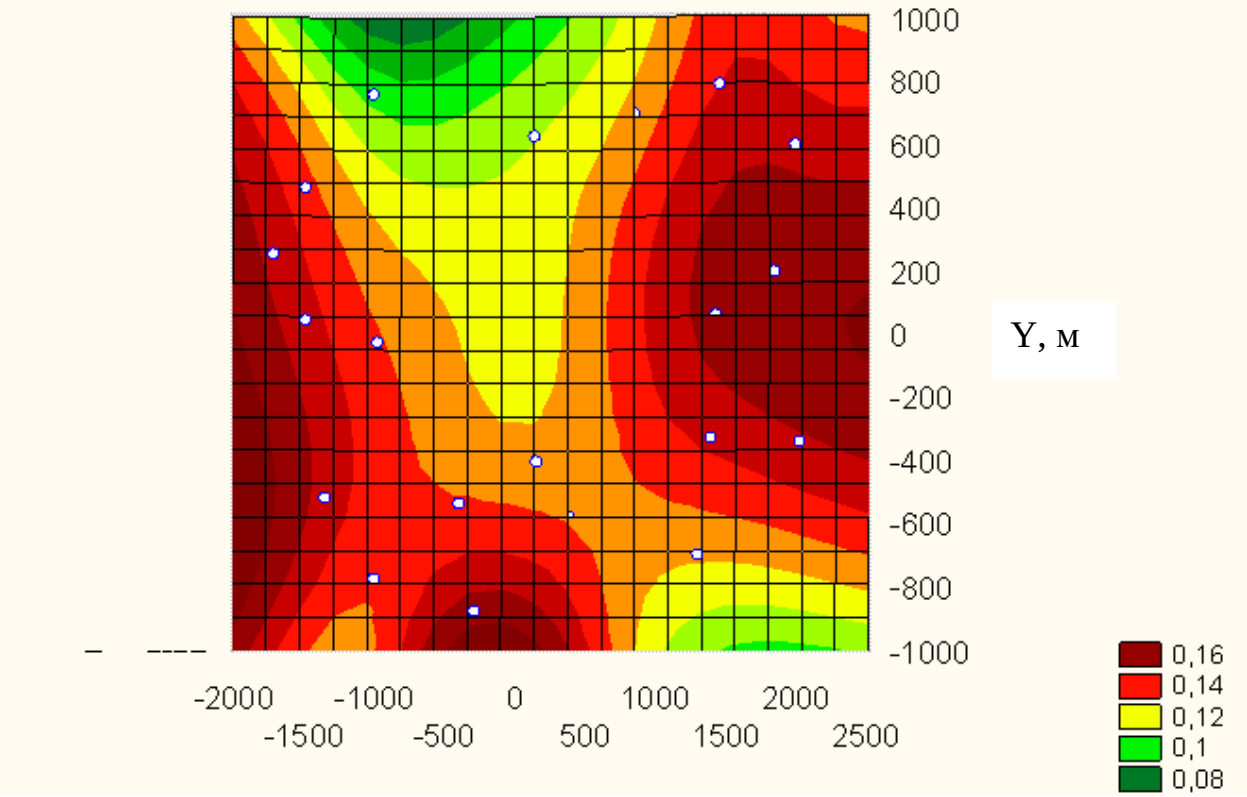


Рис. 9. Радіаційний фон станом на 25.03.2020 р.

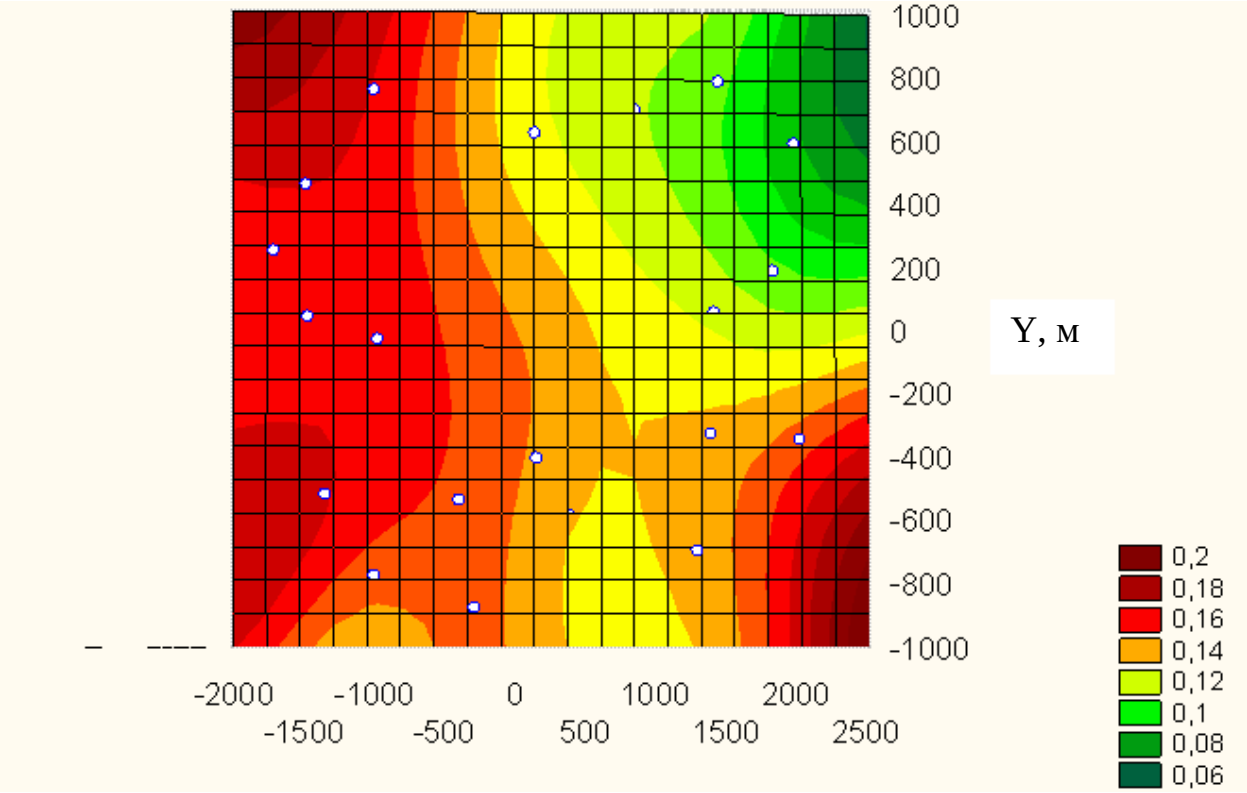


Рис. 10. Радіаційний фон станом на 26.03.2020 р.

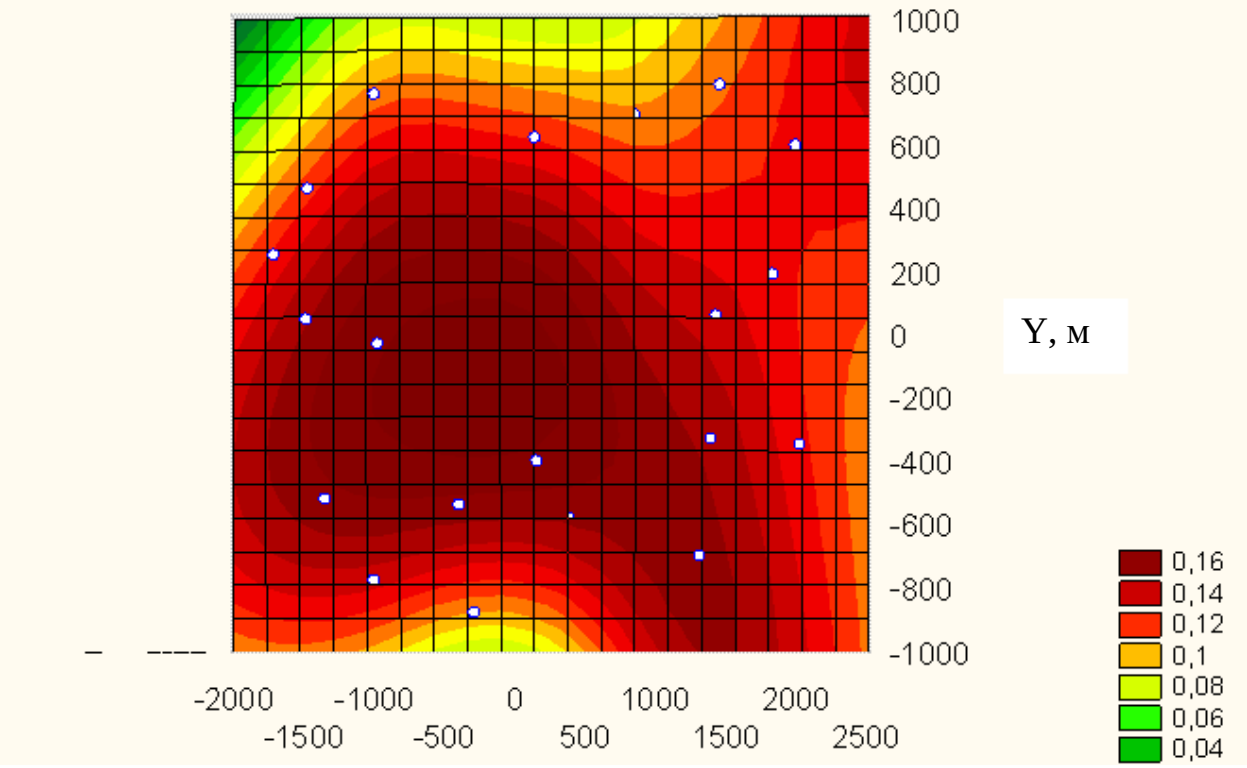


Рис. 11. Радіаційний фон станом на 27.03.2020 р.

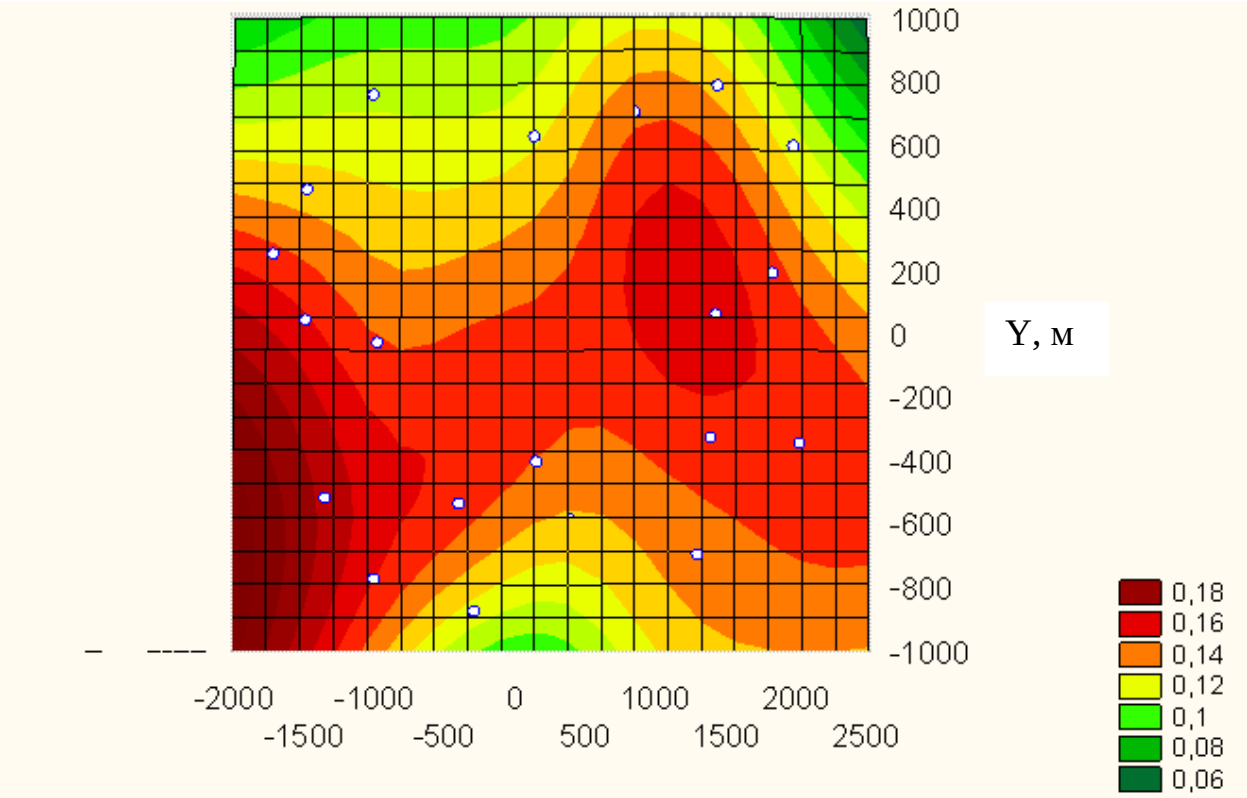


Рис. 12. Радіаційний фон станом на 28.03.2020 р.

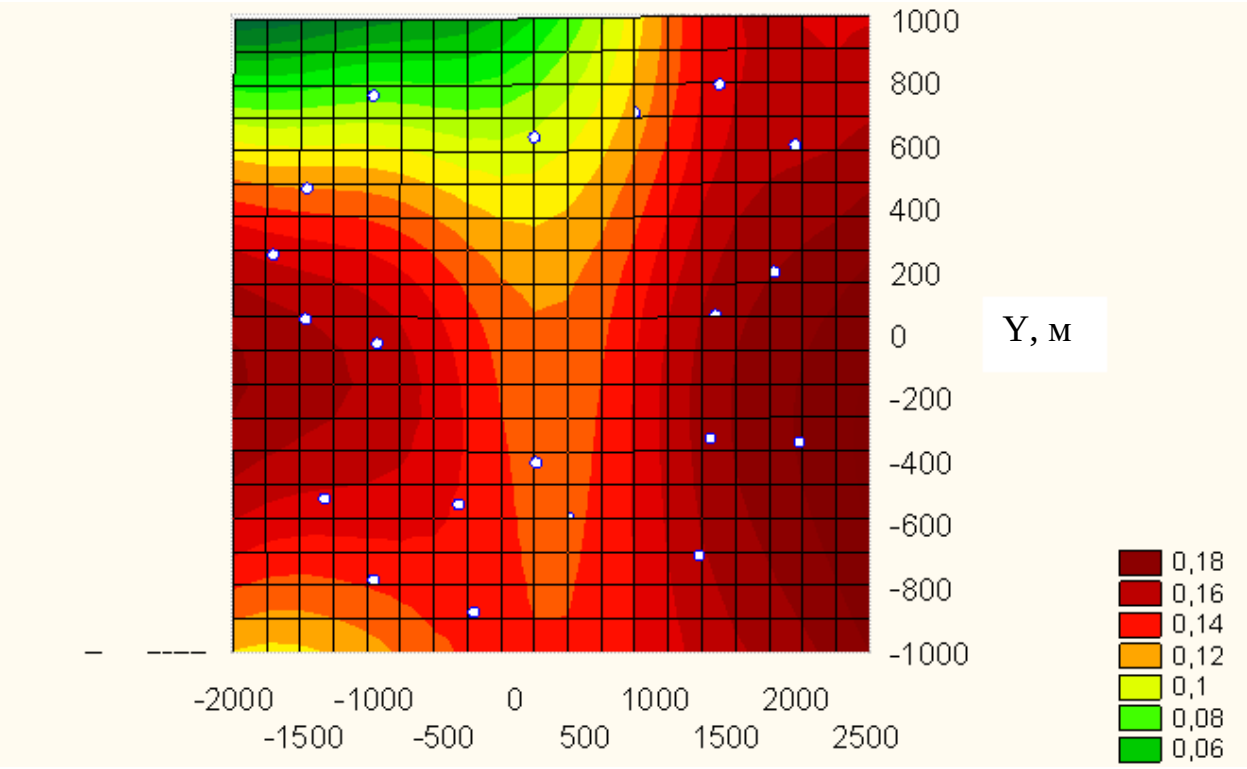


Рис. 13. Радіаційний фон станом на 29.03.2020 р.

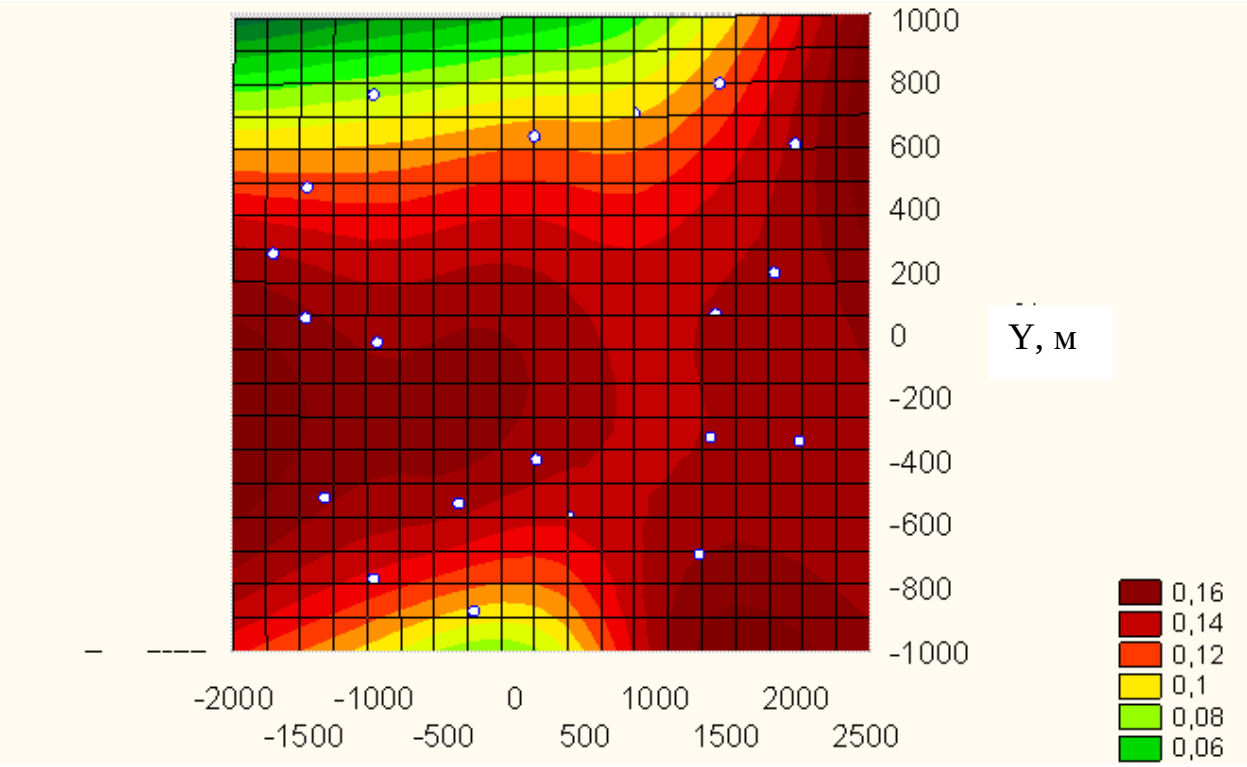


Рис. 14. Радіаційний фон станом на 30.03.2020 р.

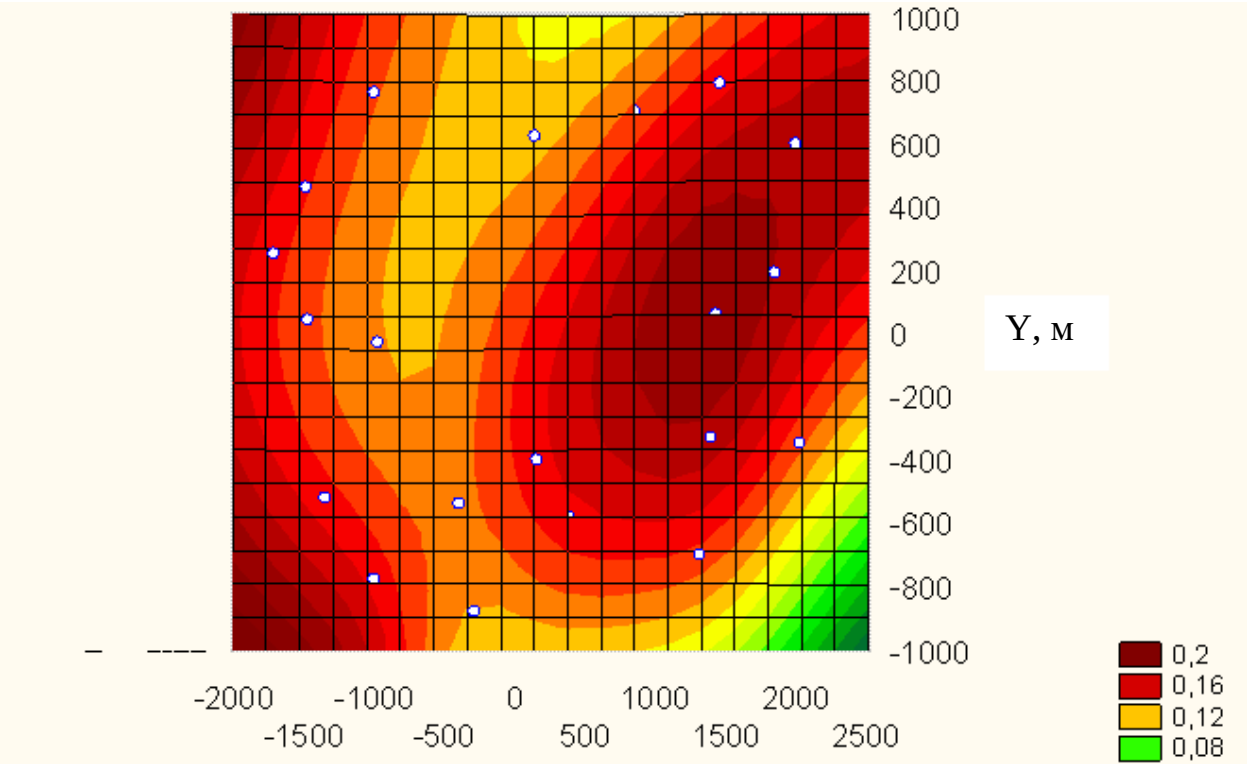


Рис. 15. Радіаційний фон станом на 31.03.2020 р.

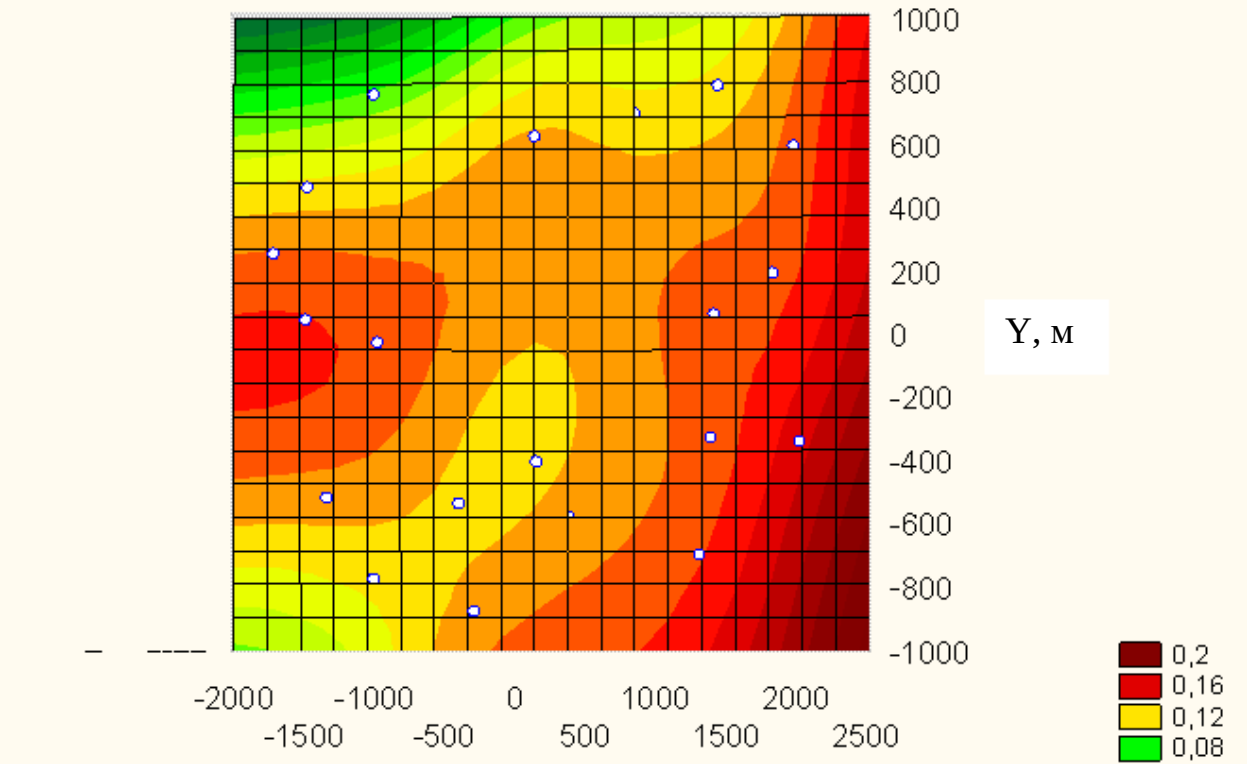


Рис. 16. Радіаційний фон станом на 01.04.2020 р.

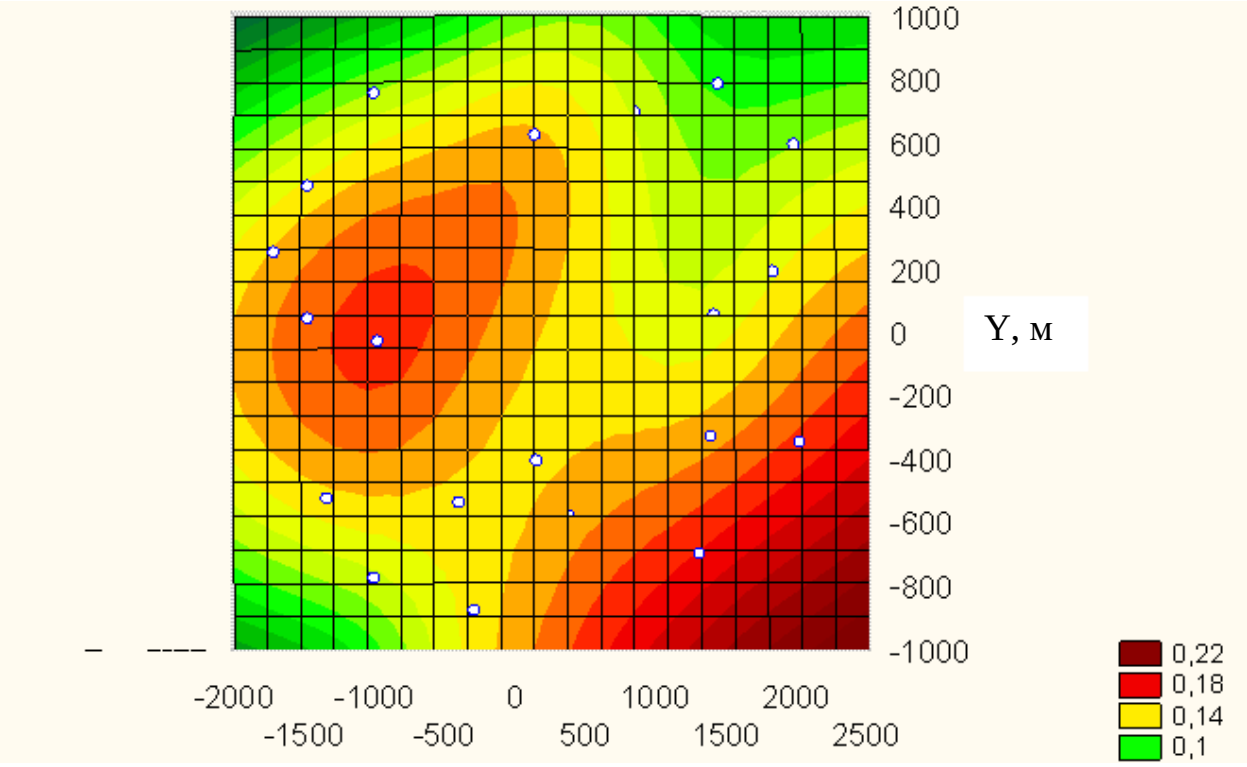


Рис. 17. Радіаційний фон станом на 02.04.2020 р.

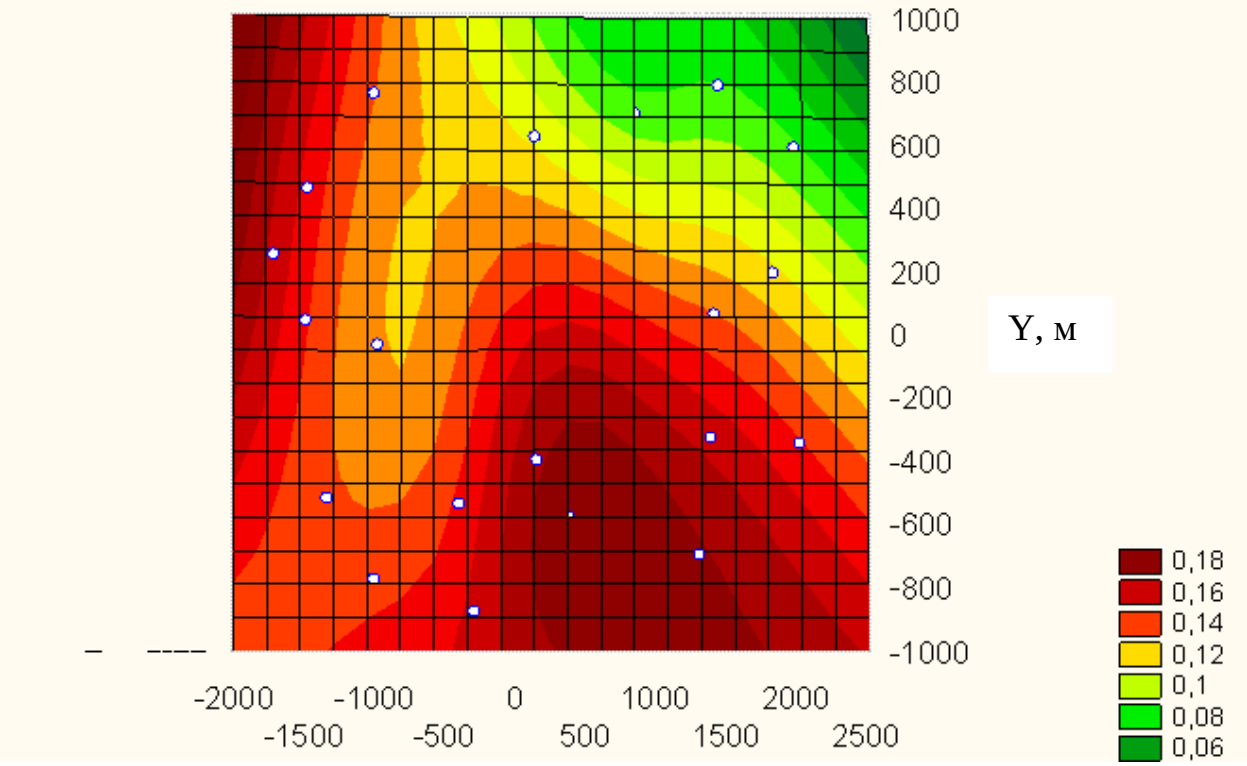


Рис. 18. Радіаційний фон станом на 03.04.2020 р.

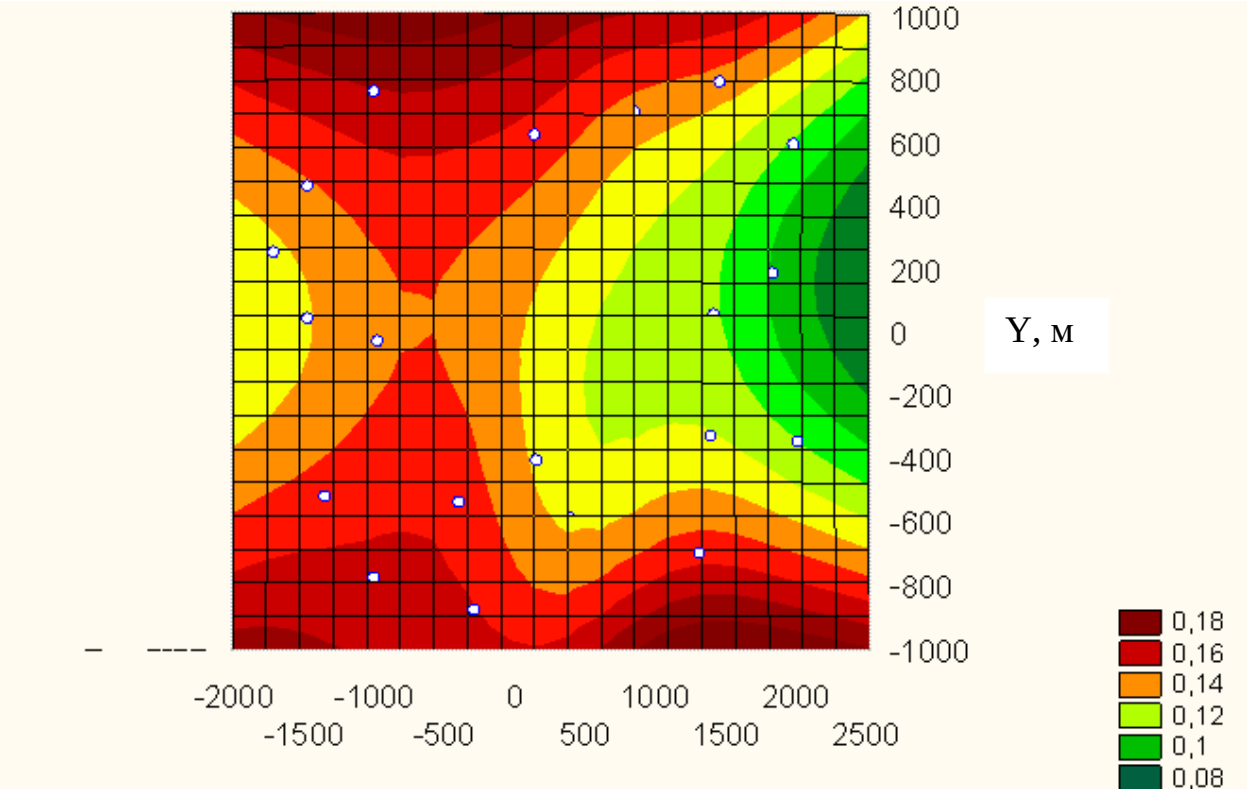
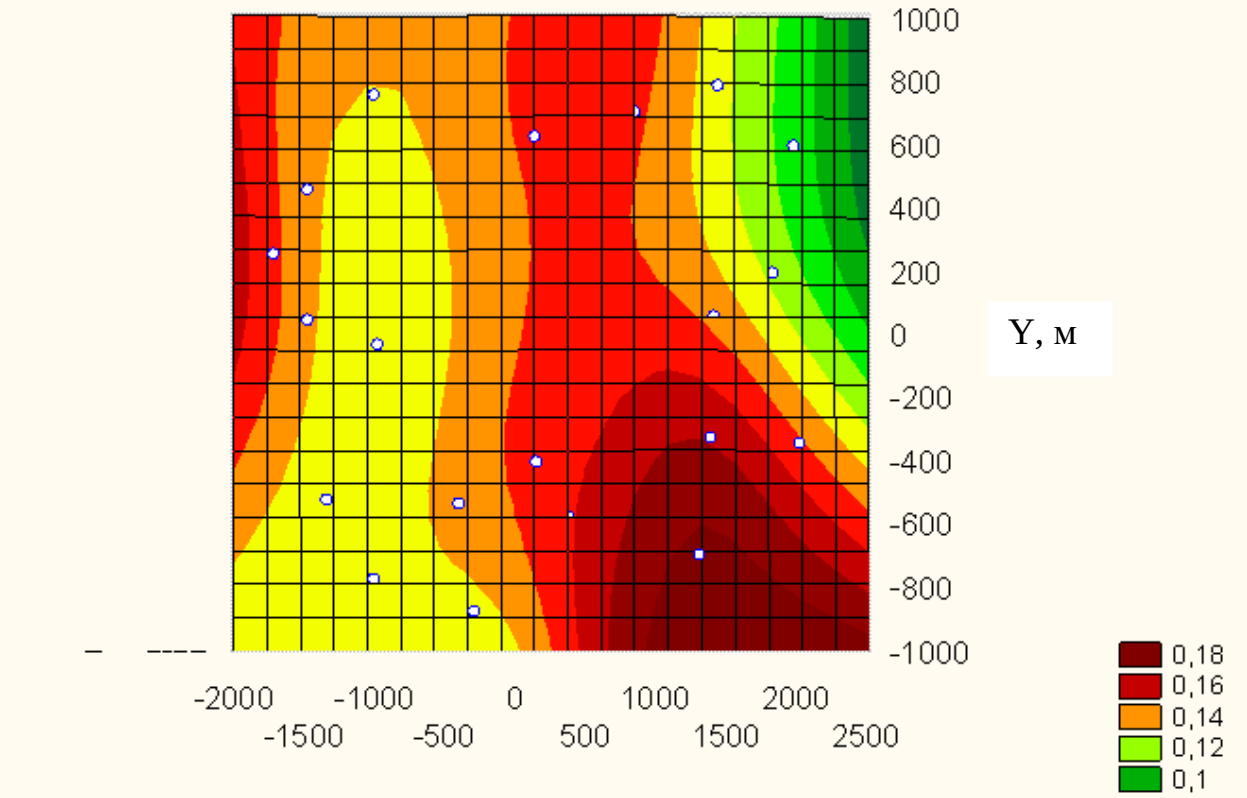
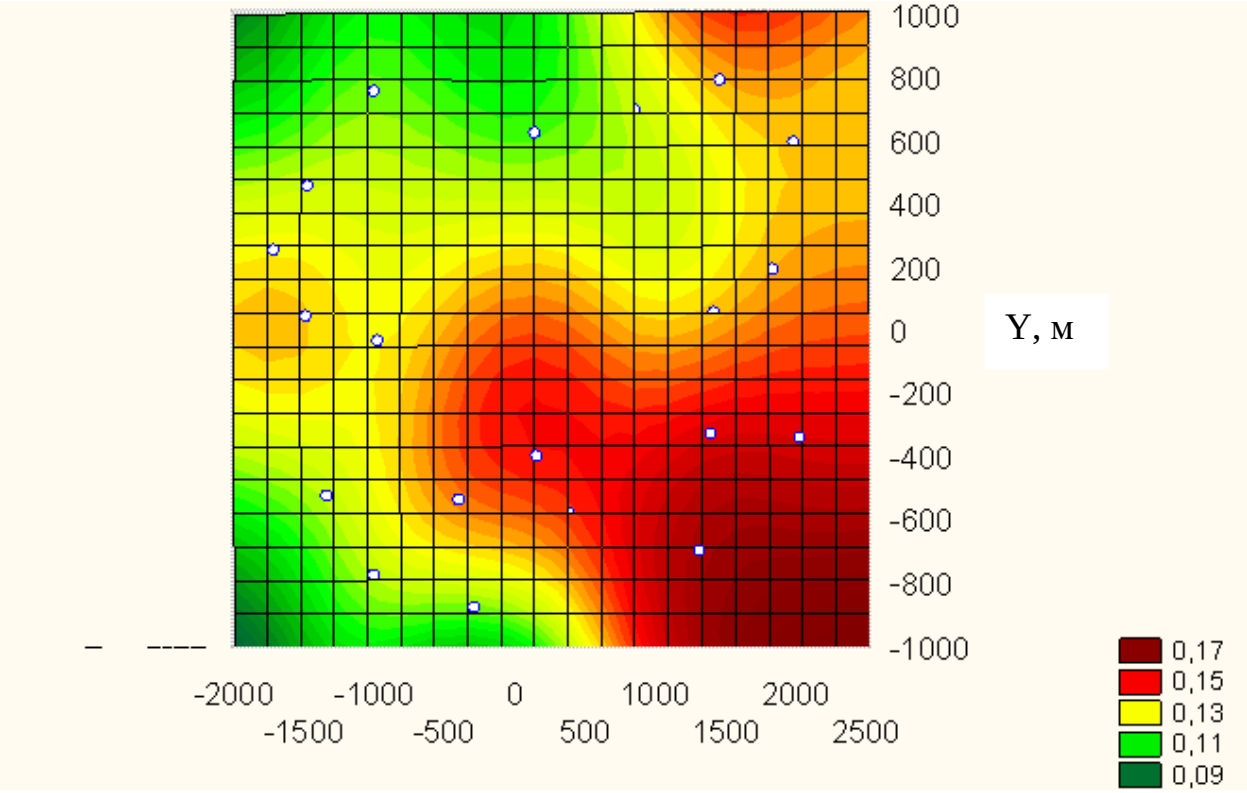


Рис. 19. Радіаційний фон станом на 04.04.2020 р.



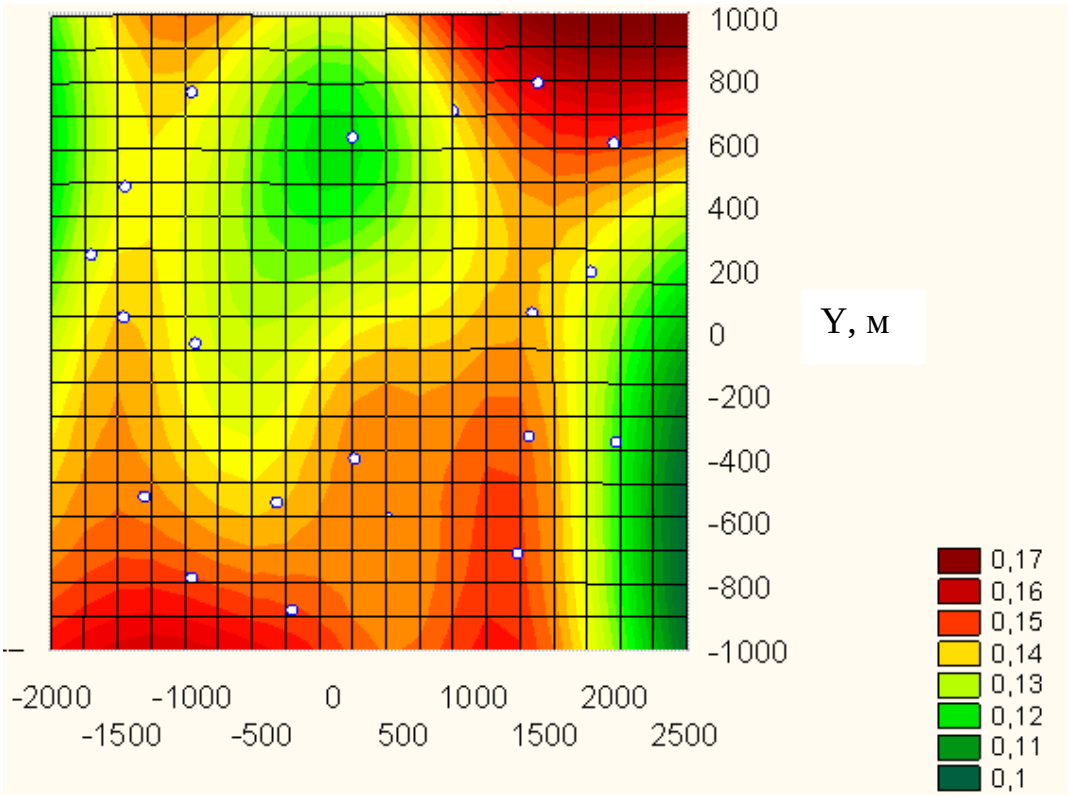
X, м

Рис. 20. Радіаційний фон станом на 05.04.2020 р.



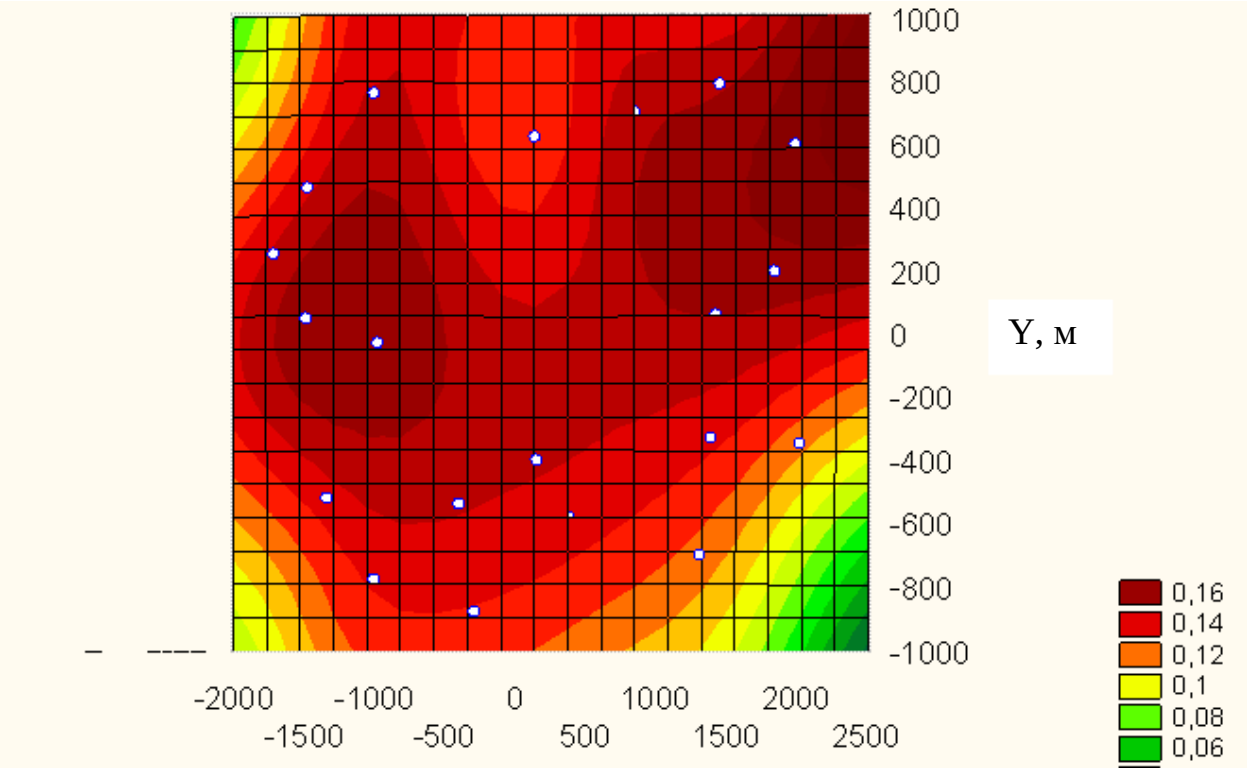
X, м

Рис. 21. Радіаційний фон станом на 06.04.2020 р.



X, м

Рис. 22. Радіаційний фон станом на 07.04.2020 р.



X, м

Рис. 23. Радіаційний фон станом на 08.04.2020 р.

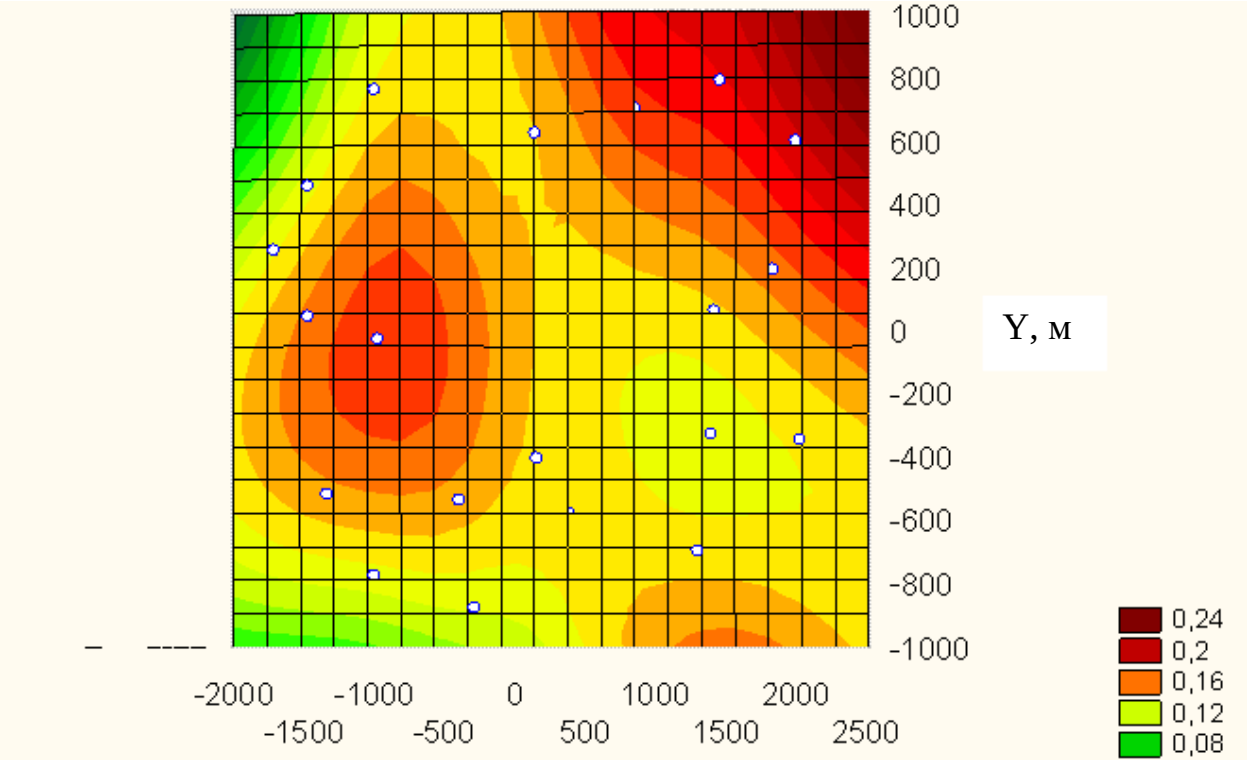


Рис. 24. Радіаційний фон станом на 09.04.2020 р.

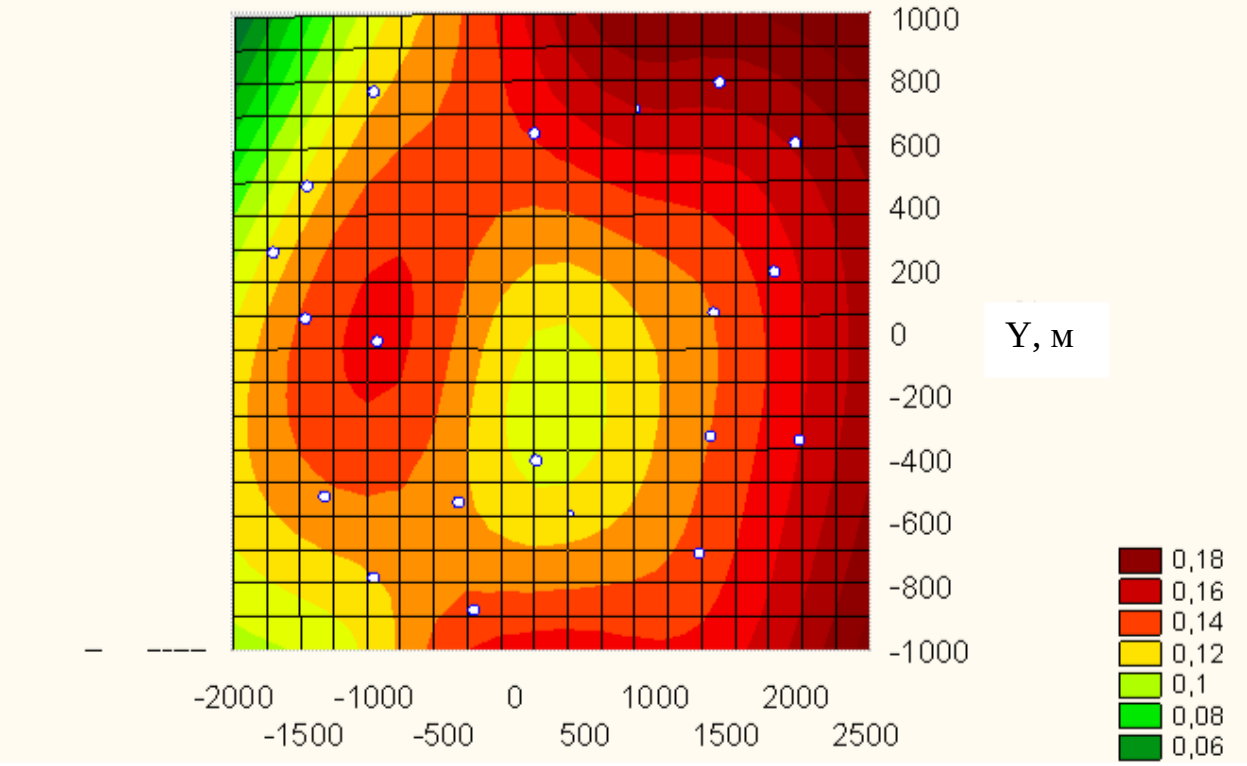


Рис. 25. Радіаційний фон станом на 10.04.2020 р.

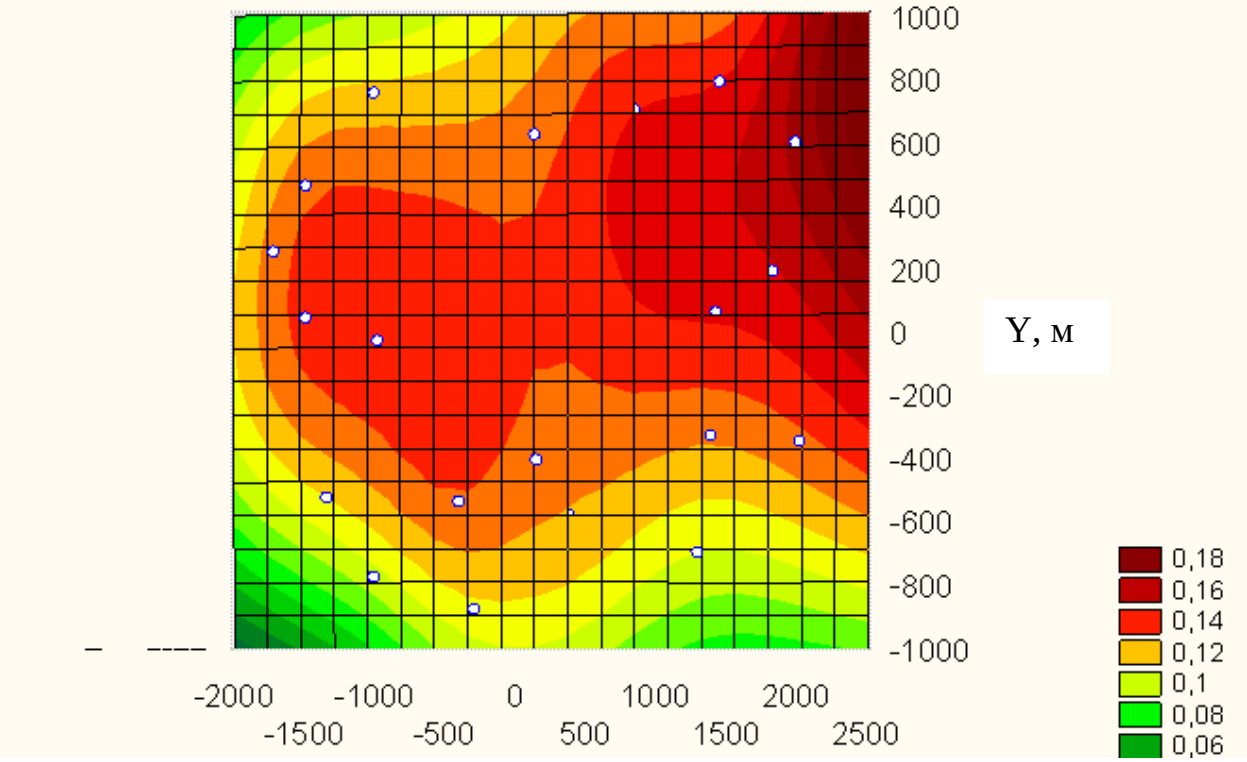


Рис. 26. Радіаційний фон станом на 11.04.2020 р.

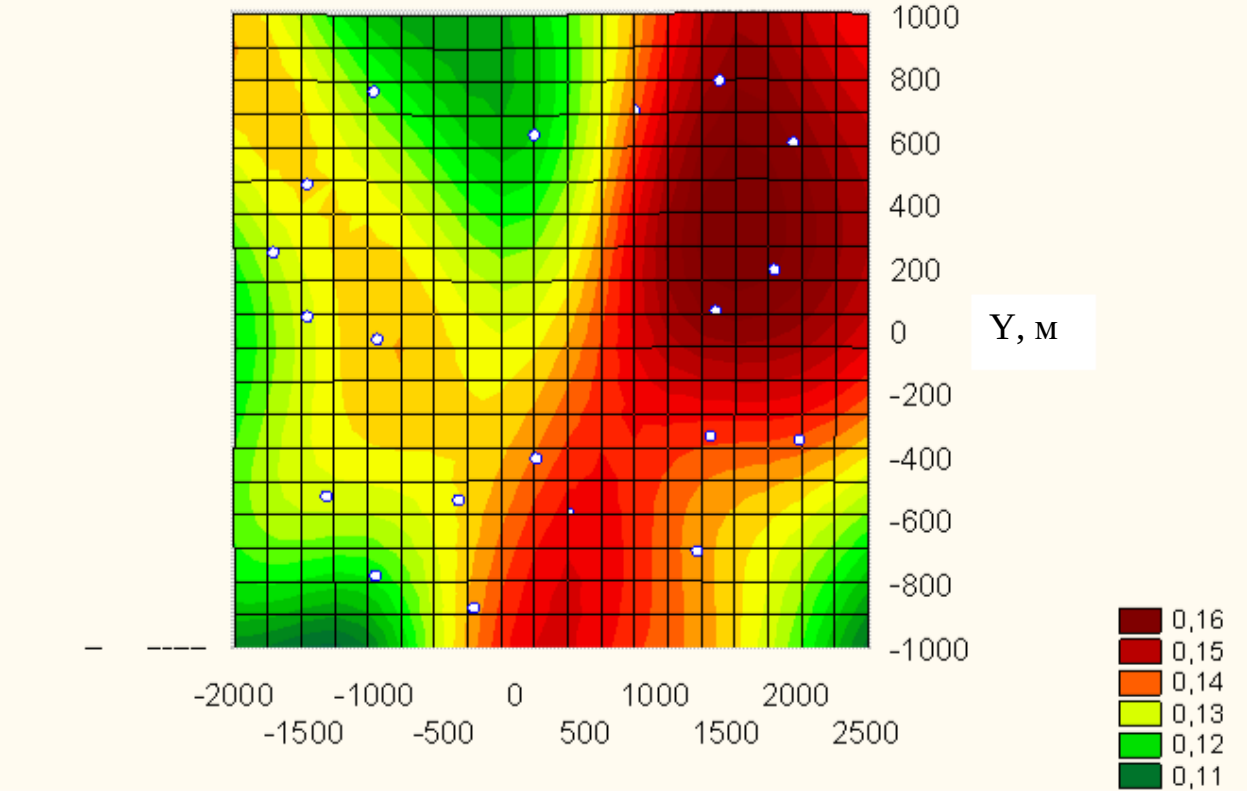
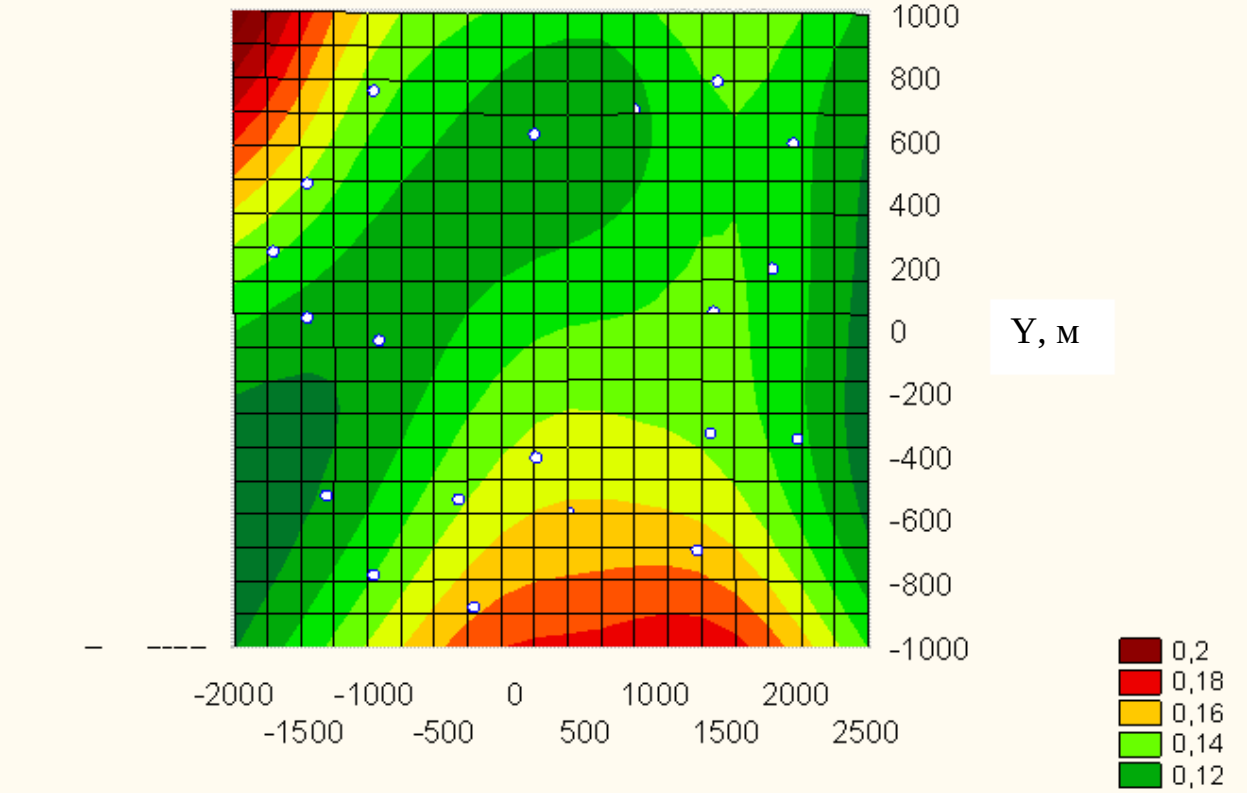
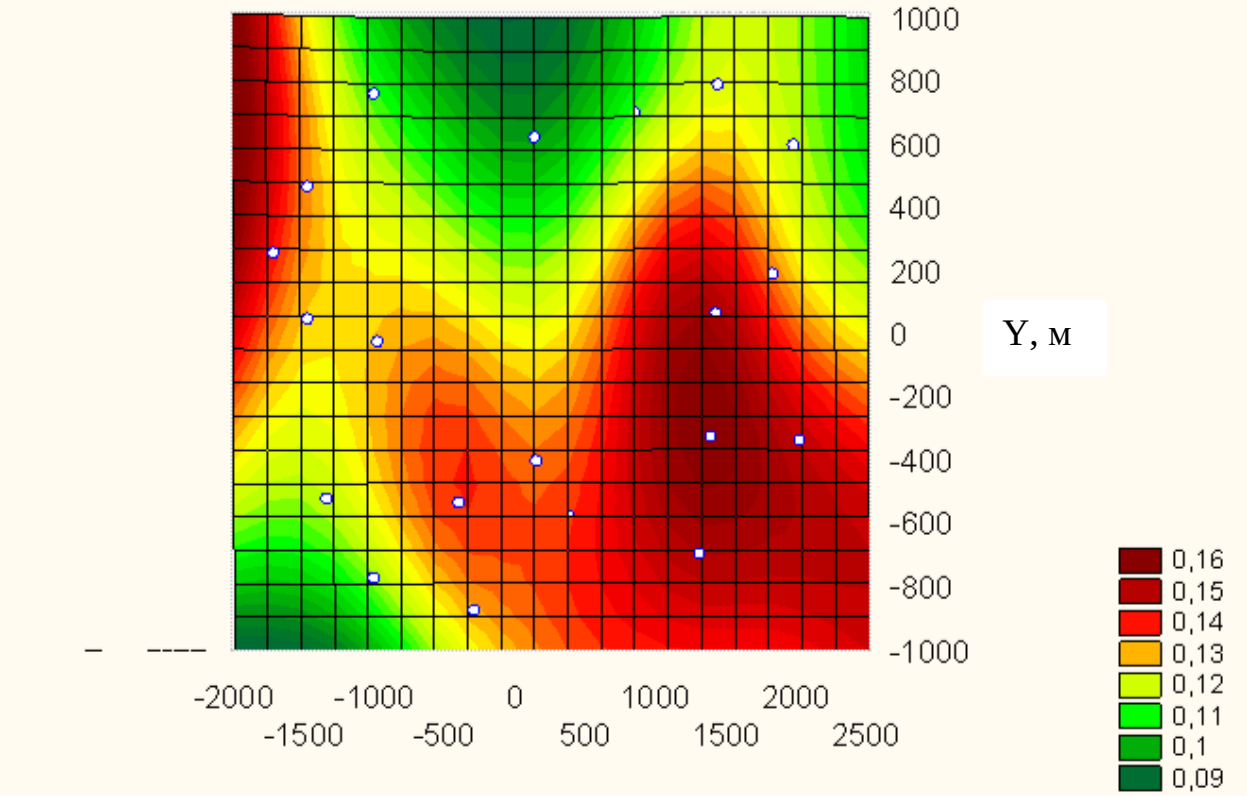


Рис. 27. Радіаційний фон станом на 12.04.2020 р.



X, м

Рис. 28. Радіаційний фон станом на 13.04.2020 р.



X, м

Рис. 29. Радіаційний фон станом на 14.04.2020 р.

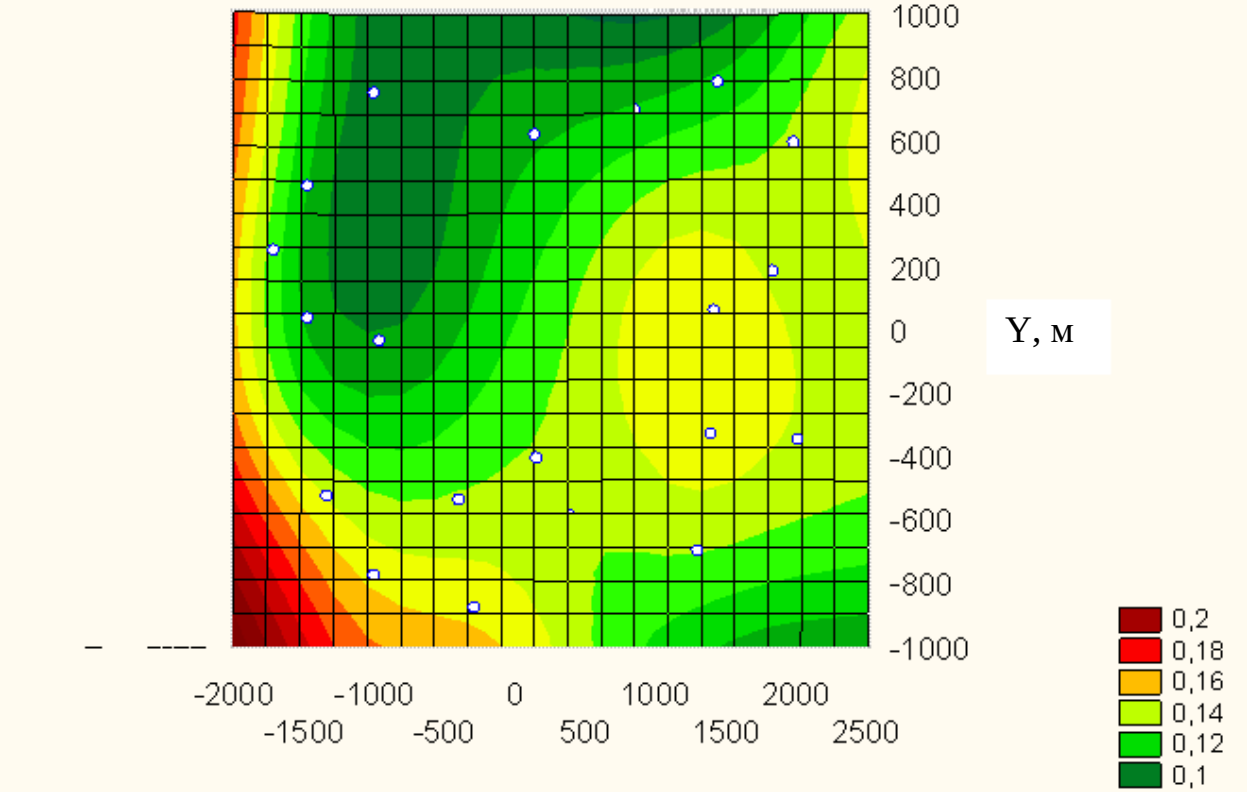


Рис. 30. Радіаційний фон станом на 15.04.2020 р.

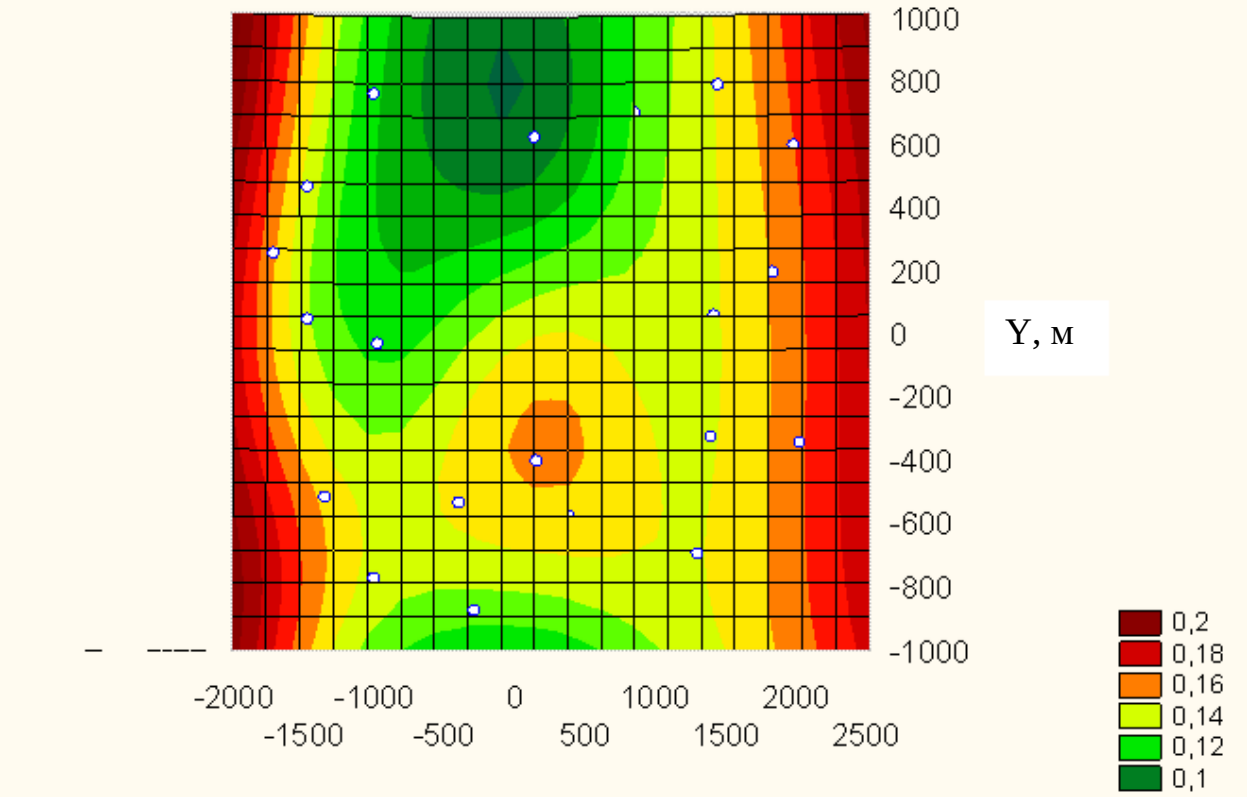
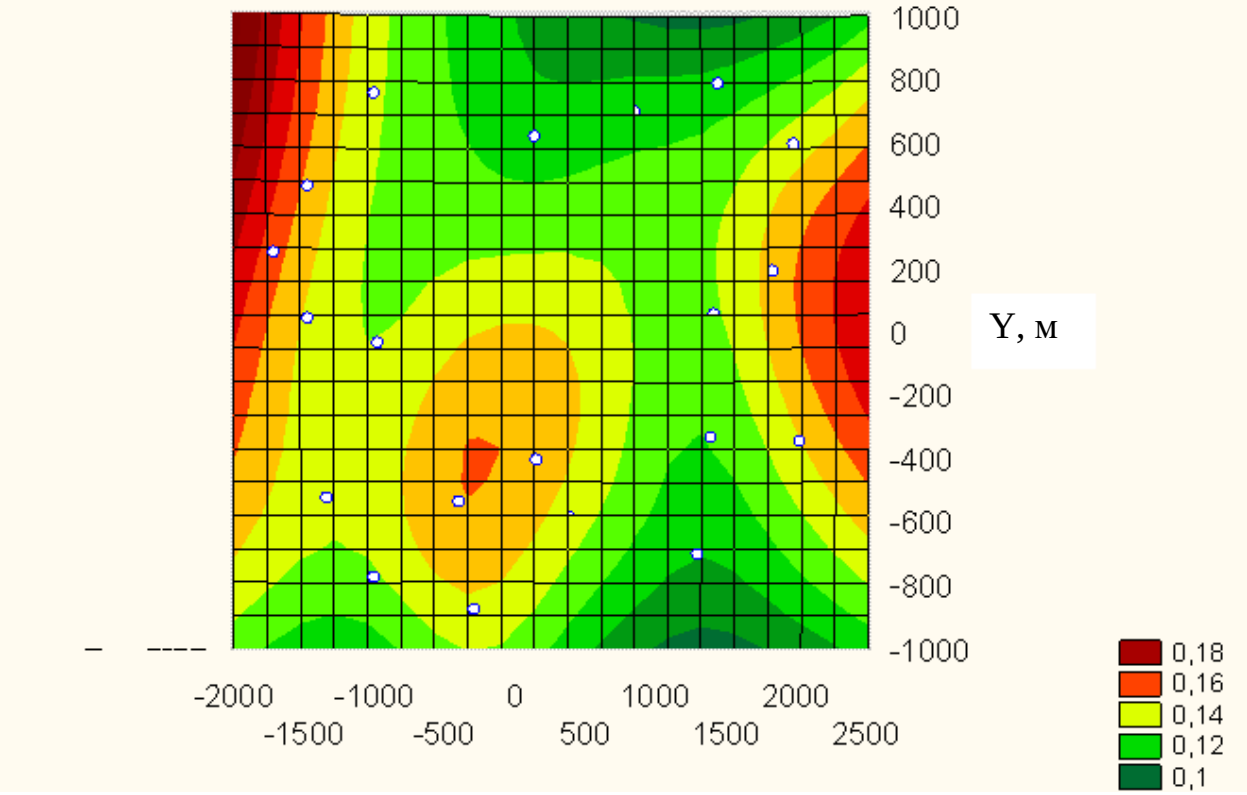
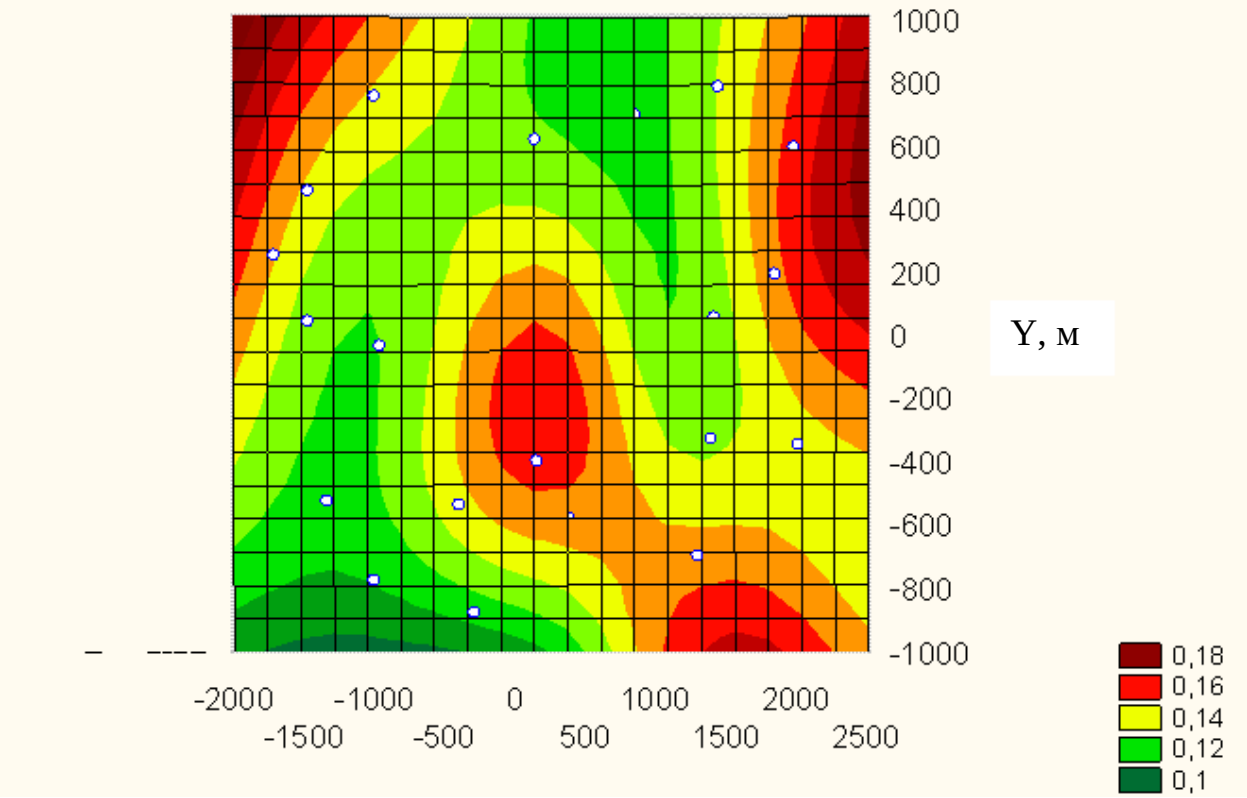


Рис. 31. Радіаційний фон станом на 16.04.2020 р.



X, м

Рис. 32. Радіаційний фон станом на 17.04.2020 р.



X, м

Рис. 33. Радіаційний фон станом на 18.04.2020 р.

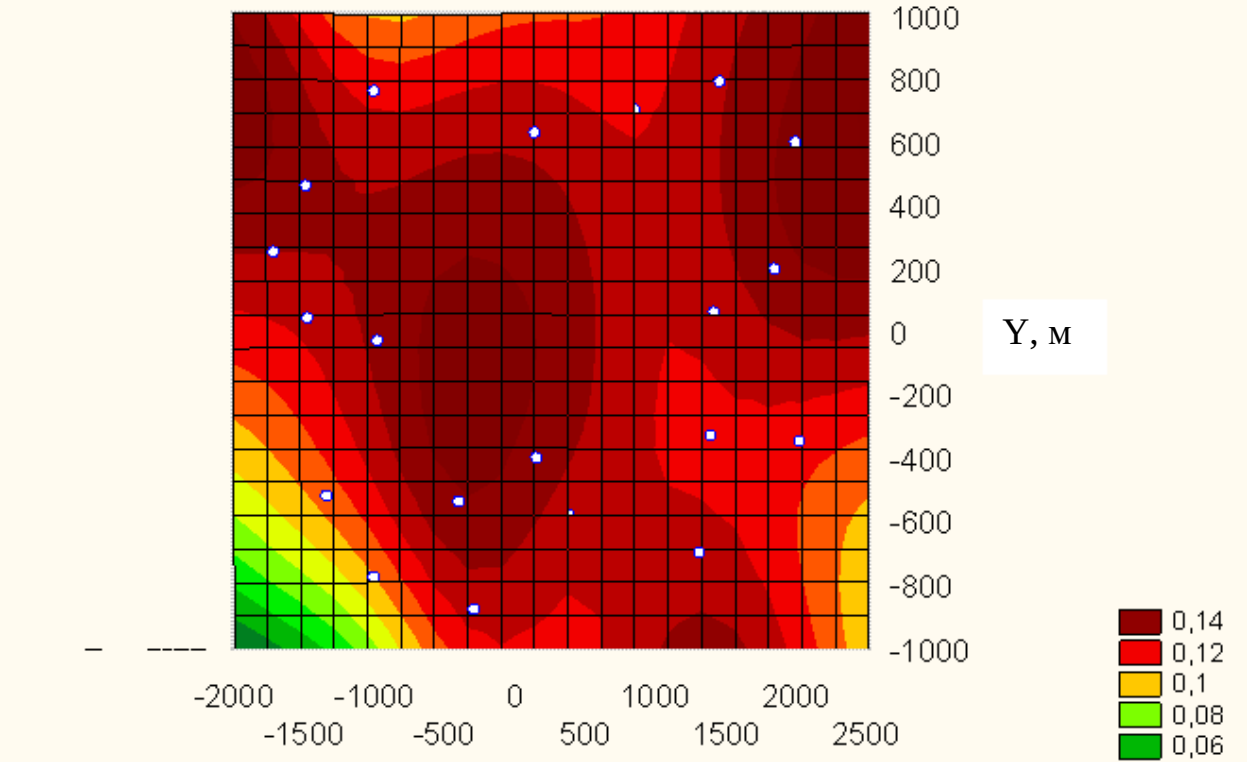


Рис. 34. Радіаційний фон станом на 19.04.2020 р.

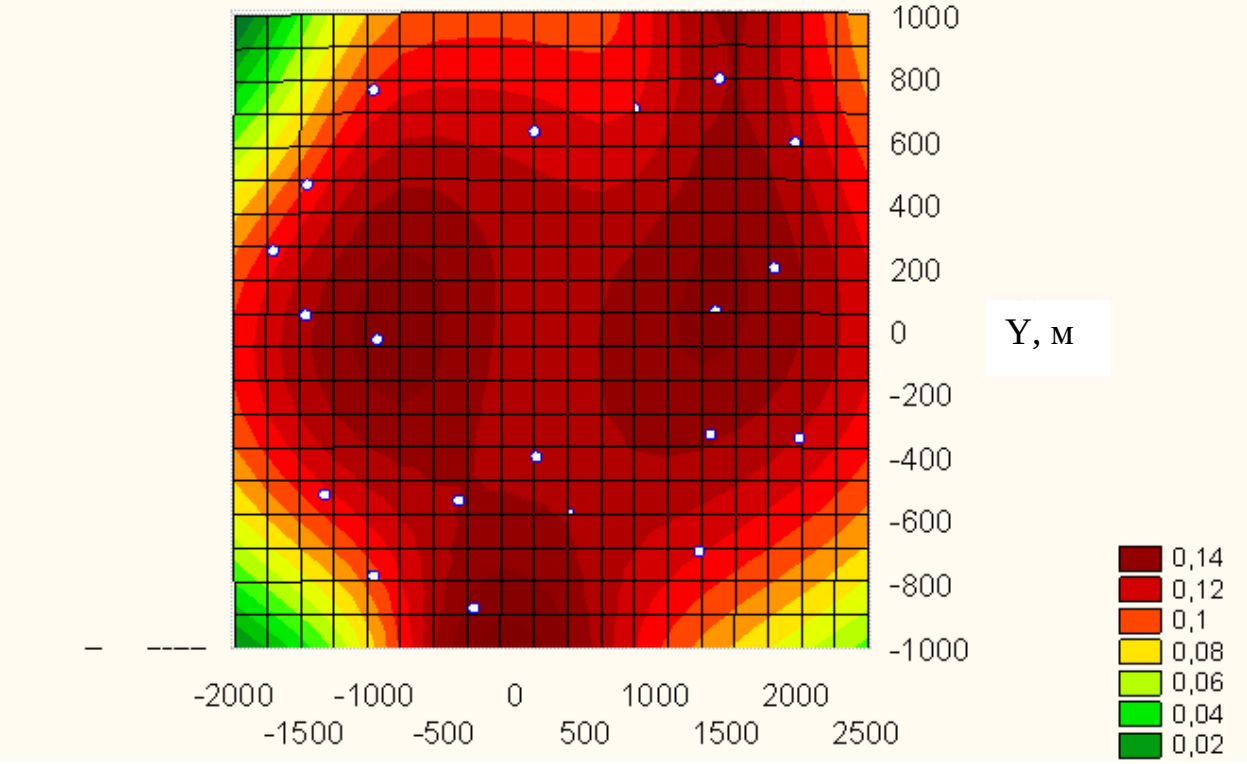


Рис. 35. Радіаційний фон станом на 20.04.2020 р.

Ці рисунки свідчать про те, що радіаційний фон як всередині контрольованої території , так і з часом змінювався переважно випадковим чином, це підтверджують і результати дисперсійного аналізу.

Далі досліджувалася статистична, кореляційна залежність потужності дози в кожній контрольній точці вимірювань від середньої швидкості і напрямку вітру.

Для цього за допомогою інструменту «Кореляція» з пакету «Аналіз даних» програми MS Excel була розрахована відповідна кореляційна матриця, яка наведена в таблиці 3.

Кореляційна матриця свідчить про те, що між потужністю дози випромінювання в усіх точках спостережень та швидкістю вітру кореляційний зв'язок був слабким і дуже слабким.

На рисунку 36 наведено залежність середнього значення потужності дози від швидкості вітру, а на рисунку 37 – від напрямку вітру в градусах (за нульовий відлік приймався південний напрямок, а далі відлік йшов проти годинникової стрілки аж до 360^{O} – знов південний вітер).

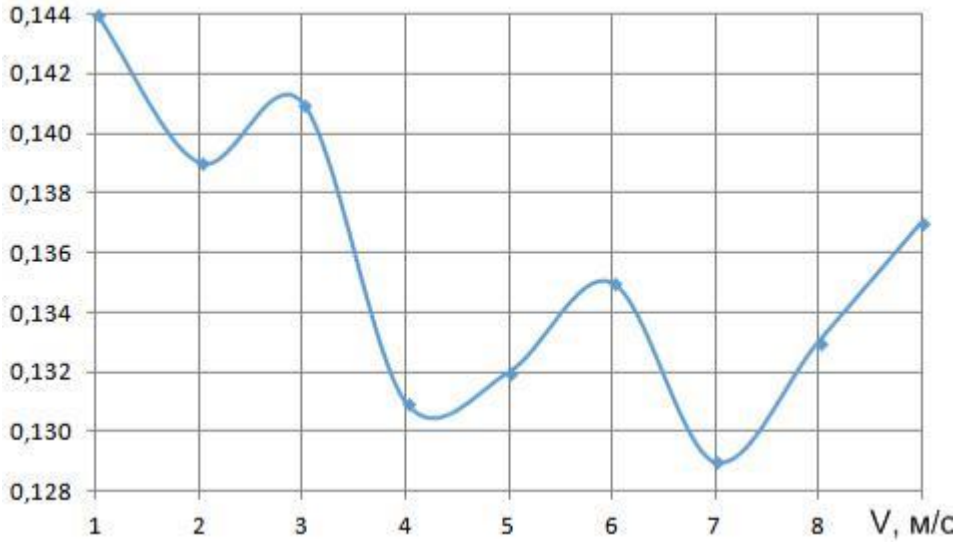


Рис. 36. Залежність потужності дози (в мкЗв/год) від швидкості вітру

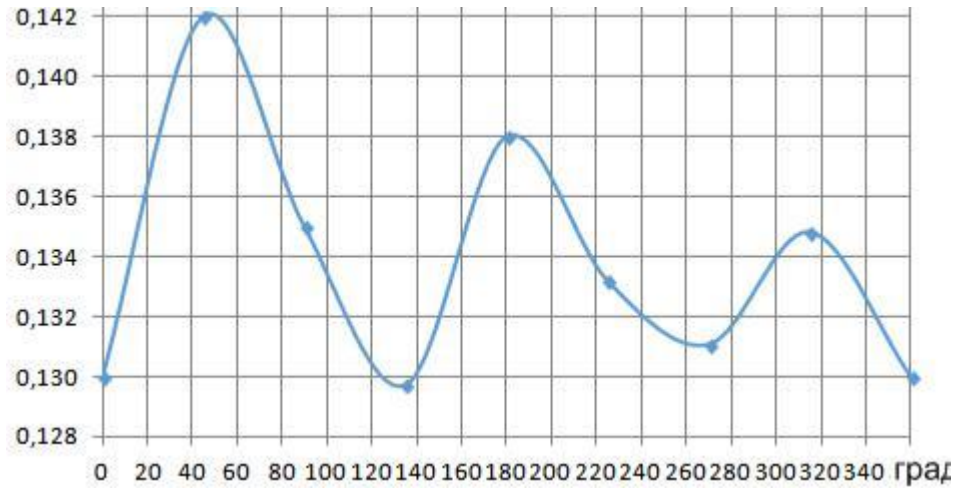


Рис. 37. Залежність потужності дози (в мкЗв/год) від напрямку вітру

Ці рисунки підтверджують слабку залежність потужності дози (майже в межах ціни поділки приладу) від швидкості і напрямок вітру.

Таблиця 3.

Кореляційна матриця

Точки	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
1	1																			
2	0,54	1																		
3	0,56	0,58	1																	
4	0,35	0,41	0,61	1																
5	0,11	0,24	0,43	0,43	1															
6	-0,08	0,12	0,01	0,18	0,21	1														
7	-0,03	0,19	-0,06	-0,14	0,17	0,26	1													
8	-0,27	-0,05	-0,21	-0,29	-0,12	0,35	0,67	1												
9	-0,33	-0,12	-0,15	-0,10	-0,15	0,35	0,55	0,65	1											
10	-0,44	-0,08	-0,27	-0,19	-0,17	-0,07	0,30	0,47	0,49	1										
11	-0,32	-0,12	0,03	-0,23	-0,32	-0,28	0,03	0,18	0,19	0,32	1									
12	0,13	0,07	0,01	-0,14	-0,42	-0,25	0,03	0,13	0,35	0,35	0,59	1								
13	0,25	0,10	0,02	-0,13	-0,03	-0,01	0,07	0,00	0,09	0,01	0,19	0,54	1							
14	0,49	0,38	0,40	0,29	0,44	-0,01	0,09	-0,23	-0,30	-0,16	-0,16	0,12	0,36	1						
15	-0,07	0,09	0,06	0,12	0,13	-0,03	0,07	-0,03	-0,04	0,14	-0,03	-0,08	-0,26	-0,08	1					
16	-0,19	-0,06	0,04	-0,02	0,15	-0,03	-0,06	-0,02	-0,01	0,02	0,03	-0,10	-0,23	-0,25	0,58	1				
17	0,21	-0,13	0,08	0,00	0,32	0,20	-0,16	-0,05	-0,06	-0,09	-0,09	0,07	0,27	0,24	0,05	0,32	1			
18	0,16	-0,09	0,06	0,15	-0,17	0,11	-0,31	-0,01	-0,02	0,09	-0,01	0,30	0,18	0,16	0,11	-0,05	0,49	1		
19	0,16	-0,14	-0,03	-0,20	0,05	-0,24	-0,15	-0,19	-0,17	0,09	-0,30	-0,07	0,01	0,17	0,13	0,21	0,21	0,09	1	
20	-0,10	-0,06	-0,18	0,01	0,04	-0,13	-0,14	-0,40	0,04	-0,12	-0,07	0,05	0,27	0,06	-0,04	0,01	0,02	-0,02	0,04	1
Швид-	0.04	0.10	-0.27	0.08	0.07	-0.09	-0.05	-0.17	-0.35	0.11	-0.31	-0.16	-0.03	0.25	-0.23	-0.36	-0.23	0.05	0.11	0.10

кість																			
Напря-мок	0,10	0,26	0,12	-0,02	-0,04	-0,08	-0,03	0,05	-0,14	-0,17	0,02	0,15	0,20	0,11	-0,36	-0,21	-0,29	-0,14	-0,21	0,10

Висновки

1. В період з 19 березня 2020 р. по 20 квітня 2020 р. на частині Московського району міста Харкова були виконані вимірювання амбієнтного еквіваленту потужності експозиційної дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання за допомогою дозиметру МКС-05 «ТЕРРА».

2. Одержані значення амбієентного еквіваленту потужності експозиційної дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання знаходяться в межах норми (30 мкЗв/год) та добре узгоджуються з результатами моніторингових досліджень, що були проведені Харківським Обласним Лабораторним Центром ДСЕСУ в той ж самий період часу.

3. Для обробки результатів вимірювань було застосовано спосіб адаптивного вирівнювання за допомогою програми SPS Statistica-11. На його основі були побудовані карти радіаційного фону на кожну добу вимірювань.

4. Результати вимірювань свідчать про високу варіабельність радіаційного фону всередині контрольованої зони від однієї контрольної точки до іншої та зі зміною часу проведення спостережень, при цьому потужність дози ніколи не перевищувала норми в 0,30 мкЗв/год.

5. Була виявлена в цілому слабка та дуже слабка кореляційна залежність між потужністю дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання та швидкістю і напрямком вітру.

Література

1. Закон України **№** 39/95-ВР. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку / Відомості Верховної Ради України, 1995, № 12, ст.81.
2. 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.
3. Operative information on radiation situation. Posted on March, 20, 2020; on March, 27, 2020; on April, 03, 2020; on April, 10, 2020; on April, 17, 2020. URL: http://labcenter.kh.ua/. (date last accessed: 30/04/2020). [In Ukrainian].
4. Норми радіаційної небезпеки України (НРБУ-97) / МОЗ України. – К., 1997. – 127 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. Алгоритмы радиационного мониторинга местности 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. Алгоритмы радиационного мониторинга местности 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. Разработка алгоритма построения поля радиационного фона / Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія : Екологія, вип. 14, Харків, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2016. − С. 41 – 45.
10. Neter J. Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs // J. Neter, W. Wasserman, M. H. Kutner / Publisher R. D. Irwin, 1985. – 1127 p.
11. Hill T. Statistics: Methods and Applications : A Comprehensive Reference for Science, Industry and Data Mining // T. Hill, P. Lewicki, P. Lewicki / Stat Soft, Inc., 2006. – 832 p.