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 урбосистем на прикладі 339 м/району Шевченківського району м. Харкова»**

Виконала: студентка 4 курсу, групи НФ-41
Шипіцина Валерія Денисівна
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма: Прикладна фізика енергетичних систем
Керівник д-р ф.-м. наук, професор
Пеліхатий М. М.

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 (ПРОЕКТ)

_____Шипіциної Валерії Денисівни_____

1. Тема роботи «Оцінка радіаційного стану урбосистем на прикладі 339 м/району Шевченківського 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 2020р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

Аналіз існуючих матеріалів про радіаційний фон територій на прикладі м. Харків в режимі реального часу, проведення вимірювань, обробка даних отриманих в результаті вимірювань.

4.План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Аналіз існуючих матеріалів про радіаційний фон територій на прикладі м. Харків в режимі реального часу
2	Проведення вимірювань
3	Обробка даних отриманих в результаті вимірювань
4	Складання висновків

5. Дата видачі завдання 10 вересня 2019р.

Студент _____ В. Д. Шипіцна

Керівник роботи _____ М. М. Пеліхатий

РЕФЕРАТ

Протягом грудень 2019 року (30 днів) були виконані вимірювання потужності експозиційної дози безперервного гамма-випромінювання на частині території Шевченківського районів м. Харкова. Для обробки отриманих даних був розроблений простий алгоритм, який дозволяє швидко і надійно здійснювати побудову поля радіаційного фону на всій контрольованій території, а також за її межами на підставі даних локальних вимірювань. При цьому завищення рівня радіації за межами зони спостережень відсутнє, тому що запропонований алгоритм прив'язує значення потужності дози випромінювання в довільній точці зони до виміряного значення в найближчій контрольній точці. На основі даної методики була проведена обробка результатів вимірювань і побудовані поля радіаційного забруднення контрольованої території для кожного дня спостережень. Досліджувалася залежність потужності експозиційної дози від метеоумов: напрямку і сили вітру, а також від стану погоди. Ця залежність виявилась слабкою – в границях інструментальної похибки приладу вимірювання.

ABSTRACT

During December 2019 (30st day) measurements of the exposure dose rate of continuous X-ray and gamma radiation were performed on part of the territory of the Shevchenko districts of the city of Kharkiv. To process the received data a simple algorithm was developed, which allows to quickly and reliably carry out the construction of the radiation background field on the whole controlled area, as well as outside it, based on the data of local measurements. At the same time, there is no overstatement of the radiation level outside the observation zone, because the proposed algorithm binds the value of radiation dose power at an arbitrary point of the zone to the measured value at the nearest control point. On the basis of this technique, the processing of the measurement results was carried out and the fields of radiation contamination of the controlled area were constructed for each observation day. Investigated the dependence of the power of the exposure dose from meteorological conditions: the direction and strength of the wind, as well as the state of the weather. This dependence was weak - within the limits of the instrumental error of the instrument of measurement.

ЗМІСТ

ВСТУП..... 7
1. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ 8
2. РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ 10
5. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ..... 13
ВИСНОВКИ..... 32
ЛІТЕРАТУРА 33

ВСТУП

Актуальність теми. Ні для кого не секрет, що сучасна екологічна обстановка у світі в цілому ще далека від ідеалу. З тих пір як людина стала активно використовувати атомну енергію, застосовувати електромагнітне, рентгенівське і гамма-випромінювання в промисловості, медицині та інших областях, вести регулярне видобуток підземних копалин, ніхто не застрахований від дії радіоактивного опромінення.

Що собою являє явище радіації всім в тій чи іншій мірі відомо усім. Природа радіоактивного випромінювання для сучасної середньостатистичної людини, може бути, і не зрозуміла, але його дія і можливі способи опромінення все ж таки є інформацією цілком поширеною. Особливо на Україні, де пам'ять про Чорнобильську катастрофу та її наслідки ще жива. Тому сучасна людина знає, що радіація може поширюватися з неймовірною швидкістю і зберігати свою дію тривалий час. Не дивлячись на значну інформованість населення, питанню вимірювання радіації приділяється не так багато уваги, як було б варто.

В даний час рівень радіації є невід'ємним фактором, що характеризує екологічний стан води, повітря, об'єктів нерухомості (земельна ділянка, квартира, офісне приміщення, дача) і продуктів харчування. Руйнівний вплив радіації на організм людина відчуває в повсякденному житті, тому норми радіації, прийняті в даний час, визначають як обов'язковий контроль рівня радіації при будівництві будівель і споруд, здачі будинків в експлуатацію і радіаційно-гігієнічному контролі, так і добровільні вимірювання радіації.

Як показує практика контролю рівня радіації, основними джерелами негативного впливу є будівельно-оздоблювальні матеріали, виготовлені з природних компонентів і радон. Радон – це природний радіоактивний газ без кольору і запаху. Виділяється він з землі і дуже добре розчиняється у воді. У приміщення цей газ потрапляє через підвали і з будівельно-оздоблювальних матеріалів.

Таким чином, питання вимірювання рівня випромінювання завжди залишається актуальним. І рішення в даній ситуації може дати тільки професійна техніка, яка надає точні дані. Одна з переваг професійних датчиків радіації в тому, що їх можна застосовувати не тільки в побутових умовах. Крім виміру рівня випромінювання продуктів, техніки, одягу, меблів, дитячих іграшок 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.

При вимірюванні радіації за допомогою професійної техніки слід враховувати деякі нюанси. Сам по собі вимірювач дає тільки результат – цифру. А ось отримана цифра може перебувати в межах норми або її перевищувати. За норму слід брати європейські показники. Але на Україні норма випромінювання з відомих причин занижена (0,30 мкЗв/год для рентгенівського та гамма-випромінювання [4]). Наприклад, в Німеччині допустима норма радіації вище в десять разів. Якщо при перевірці території або приміщення було виявлено

перевищення норми, слід шукати джерело поширення. Вимірювач на джерело реагуватиме підвищенням даних, так можна локалізувати джерело випромінювання. У тому випадку, якщо датчик вкаже значне перевищення норми, слід викликати екологічну службу або фахівців МНС [5].

Метою даної роботи є організація та проведення вимірювань рівня радіаційного фону на північно-західній частині території Шевченківського району м. Харкова, обробка отриманих результатів та побудови карт радіаційного фону, тобто визначення рівня екологічної безпеки на контрольованій території.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання проводилися на північно-східній частині території Шевченківського району м. Харкова загальною площею більшою за 10 кв. км, карта якої наведена на рисунках 1 та 2. Вимірювання проводилися з 14-го грудня 2019 року по 13 січня 2020 року включно щодня з 10-ї до 12-ї години ранку в 20-ти контрольних точках, які наведені на картах рисунків 1 та 2.

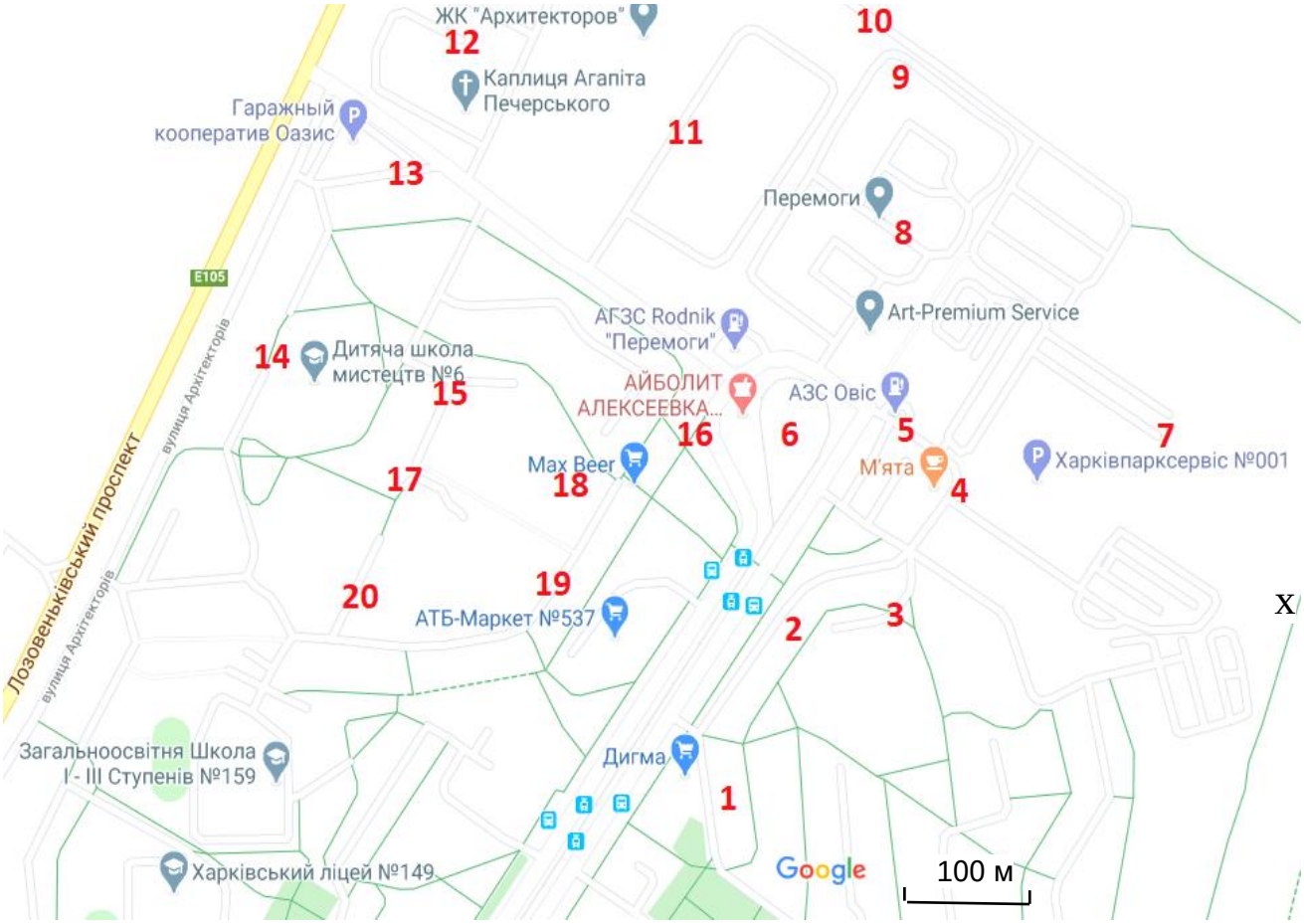


Рис. 1. Схема розташування точок спостережень на контрольованій території

На рисунку 2 наведено знімок контрольованої території з супутника. Видно, що усі точки спостережень потрапляють до 2-х кілометрової зони.



Рис. 2. Знімок контрольованої території із супутника

Вимірювання амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського і гамма-випромінювання проводилися за допомогою дозиметра 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 3.



Рис 3. Дозиметр МКС-05 «ТЕРРА»

Для зменшення статистичної похибки вимірювання проводилися в кожній точці тричі, а їх результати усереднювалися. Результати вимірювань амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання з 24 грудня 2029 р. по 13 січня 2020 р. наведені в таблиці 1 в одиницях мкЗв/год.

Таблиця 1.

Результати вимірювань амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського і гамма-випромінювання у мкЗв/год.

№ точки	Координати		Дата												
	X, м	Y, м	**14.12**	**15.12**	**16.12**	**17.12**	**18.12**	**19.12**	**20. 12**	**21.12**	**22.12**	**23.12**	**24.12**	**25.12**	**26.12**
1	0	-275	0,15	0,15	0,12	0,12	0,11	0,17	0,18	0,15	0,15	0,17	0,14	0,15	0,13
2	50	-150	0,12	0,13	0,12	0,14	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,15
3	150	-150	0,12	0,13	0,20	0,12	0,12	0,11	0,14	0,12	0,15	0,12	0,14	0,12	0,14
4	200	-50	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,14	0,12	0,14
5	150	0	0,12	0,12	0,12	0,14	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,11	0,13	0,12	0,16
6	50	0	0,14	0,15	0,19	0,11	0,15	0,16	0,17	0,19	0,11	0,16	0,14	0,15	0,18
7	350	0	0,11	0,12	0,11	0,12	0,14	0,12	0,19	0,12	0,11	0,15	0,16	0,13	0,12
8	150	150	0,14	0,15	0,13	0,11	0,15	0,18	0,16	0,13	0,14	0,16	0,17	0,20	0,18
9	150	275	0,11	0,18	0,12	0,11	0,14	0,13	0,14	0,12	0,10	0,15	0,12	0,15	0,11
10	125	300	0,08	0,08	0,07	0,07	0,02	0,09	0,11	0,07	0,15	0,08	0,05	0,16	0,08
11	0	225	0,09	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,12	0,12	0,09
12	-200	300	0,08	0,08	0,11	0,13	0,13	0,15	0,08	0,18	0,08	0,11	0,12	0,09	0,11
13	-250	200	0,15	0,15	0,19	0,11	0,15	0,16	0,17	0,19	0,12	0,11	0,17	0,18	0,15
14	-350	50	0,11	0,12	0,13	0,12	0,14	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14
15	-200	25	0,14	0,15	0,13	0,15	0,15	0,08	0,11	0,13	0,13	0,15	0,08	0,18	0,08
16	0	0	0,12	0,13	0,11	0,11	0,15	0,11	0,13	0,15	0,13	0,15	0,15	0,12	0,11
17	-250	-25	0,14	0,15	0,14	0,11	0,15	0,16	0,17	0,19	0,11	0,16	0,12	0,13	0,13
18	-100	-25	0,15	0,13	0,11	0,15	0,18	0,11	0,11	0,13	0,14	0,12	0,16	0,12	0,15
19	-125	-100	0,08	0,18	0,08	0,11	0,12	0,09	0,15	0,16	0,17	0,19	0,12	0,12	0,11
20	-300	-125	0,14	0,12	0,10	0,15	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,12	0,13	0,13
Середні значення:			**0,121**	**0,133**	**0,127**	**0,121**	**0,131**	**0,125**	**0,133**	**0,135**	**0,124**	**0,133**	**0,131**	**0,137**	**0,130**
Швидкість вітру, м/с			4	3	3	8	1	0	4	8	4	8	5	4	2
Напрямок вітру			Пд	ПдЗ	ПдС	ПдЗ	ПнЗ	Штиль	ПдС	Пд	С	С	С	С	ПнЗ

(продовження таблиці 1)

Дата																	
27.12	**28.12**	**29.12**	**30.12**	**31.12**	**01. 01**	**02. 01**	**03. 01**	**04. 01**	**05. 01**	**06. 01**	**07. 01**	**08. 01**	**09. 01**	**10. 01**	**11. 01**	**12. 01**	**13.01**
0,15	0,15	0,13	0,11	0,15	0,15	0,17	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,14	0,16	0,15	0,19	0,15
0,12	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,11	0,12	0,14	0,13	0,13	0,12	0,15	0,11	0,12	0,12
0,11	0,12	0,14	0,11	0,12	0,18	0,18	0,12	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
0,11	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11
0,14	0,12	0,18	0,16	0,12	0,12	0,13	0,13	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,14	0,12	0,14	0,11	0,12
0,16	0,18	0,12	0,11	0,13	0,14	0,12	0,11	0,11	0,13	0,14	0,14	0,15	0,12	0,11	0,13	0,13	0,14
0,11	0,12	0,14	0,10	0,14	0,15	0,15	0,17	0,12	0,13	0,15	0,17	0,15	0,15	0,13	0,12	0,14	0,15
0,12	0,11	0,13	0,14	0,12	0,11	0,11	0,13	0,14	0,12	0,16	0,17	0,14	0,14	0,16	0,12	0,16	0,11
0,15	0,14	0,12	0,13	0,11	0,13	0,14	0,11	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11
0,09	0,19	0,08	0,09	0,09	0,08	0,11	0,13	0,13	0,15	0,08	0,18	0,08	0,11	0,12	0,12	0,11	0,08
0,11	0,09	0,07	0,08	0,06	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,02	0,09	0,11	0,07	0,15	0,08
0,07	0,15	0,08	0,14	0,12	0,10	0,15	0,12	0,15	0,08	0,08	0,07	0,07	0,02	0,09	0,12	0,14	0,12
0,15	0,17	0,14	0,15	0,13	0,15	0,15	0,13	0,09	0,08	0,11	0,13	0,13	0,16	0,14	0,12	0,18	0,16
0,15	0,13	0,15	0,15	0,13	0,11	0,15	0,15	0,13	0,12	0,14	0,15	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
0,11	0,13	0,11	0,11	0,12	0,11	0,13	0,15	0,17	0,15	0,15	0,13	0,12	0,14	0,12	0,09	0,11	0,09
0,15	0,16	0,13	0,15	0,11	0,12	0,14	0,11	0,12	0,13	0,13	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12
0,11	0,13	0,12	0,11	0,13	0,13	0,15	0,08	0,18	0,18	0,15	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,11	0,11
0,12	0,14	0,12	0,14	0,14	0,12	0,14	0,11	0,08	0,18	0,08	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11
0,17	0,18	0,15	0,15	0,17	0,15	0,12	0,15	0,11	0,15	0,14	0,12	0,13	0,18	0,08	0,14	0,13	0,12
0,12	0,15	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16	0,14	0,16	0,15	0,13	0,12	0,08	0,11	0,13	0,13	0,15	0,08
0,126	**0,141**	**0,124**	**0,125**	**0,124**	**0,127**	**0,137**	**0,124**	**0,125**	**0,129**	**0,126**	**0,130**	**0,118**	**0,122**	**0,123**	**0,121**	**0,134**	**0,116**
2	3	4	7	6	7	2	6	2	4	5	3	3	2	4	3	7	7
С	ПнС	З	З	ПнЗ	С	ПдЗ	ПдЗ	Пн	Пн	ПнС	Пн	ПдЗ	ПдЗ	З	Пн	З	З

В таблиці 1 наведені також середня швидкість вітру у м/с та напрямок вітру під час проведення вимірювань.

Слід зазначити, що за даними моніторингових досліджень, які були проведені фахівцями ДУ «Харківський ОЛЦ МОЗ України» (раз на два тижні), станом на 20.12.2019 рівень зовнішнього гамма-випромінювання складав 0,11 - 0,15 мкЗв/год; станом на 03.01.2020 – 0,10 - 0,12 мкЗв/год; станом на 17.01.2020 – 0,10 - 0,15 мкЗв/год, що не перевищувало значень природного радіаційного фону, характерного для території Харківської області (0,30 мкЗв/год) [11]. Ці офіційні дані по м. Харкову цілком узгоджуються з результатами вимірювань з таблиці 1.

Первинна обробка результатів наших вимірювань була проведена із застосуванням двохфакторного дисперсійного аналізу для визначення варіабельності отриманих даних щодо потужності дози при варіюванні двох визначаючих факторів: 1) місця розташування точок вимірювань і 2) дати проведення вимірювань. Всі розрахунки були проведені 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*
Рядки (точки)	0,10002113	19	0,00526427	3,438949	1,3998E-06	1,604812
Стовпчики (дати)	0,06871419	30	0,00229047	1,496280	0,0451822	1,479249
Випадкові	0,87254387	570	0,00153078			
Разом	1,04127919	619				
Сила впливу фактору, %:						
Рядки (точки)	9,6					
Стовпчики (дати)	6,6					
Випадкові	83,8					

Дані цієї таблиці свідчить про те, що потужність дози рентгенівського і гамма-випромінювання на контрольованій території слабо змінювалася зі зміною дати вимірювань (9,6 %) та при переході від однієї точки вимірювань до іншої (6,6 %), а головний вплив на мінливість отриманих даних мали випадкові неконтрольовані фактори (83,8 %).

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, 2). 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 [6–9]. 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 [10],

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 залежність потужності дози від відстані уздовж ламаної, яка послідовно з'єднує усі точки вимірювань від 1-ї до 20-ї, не є монотонною, а має нерівномірний характер. Побудова рівняння регресії за цими даними є дуже складним завданням.

Тому в даній роботі для побудови карт радіаційного фону був застосований метод адаптивного згладжування Брауна або зважений метод найменших квадратів (Weighted Least Squares) [12,13]. Для цього використовувалися інструменти "Graphs" : "3d XYZ Graphs" : "Surface Plot" : "Distance Weighted Least Squares" програми "Statistica-11" (фірми SPS, US, 2013). Результати наведені на рисунках 4 – 35. На цих рисунках у правому нижньому куті наведена шкала потужності дози в одиницях мкЗв/год.; білими кружками показані усі 20 контрольних точок спостережень.

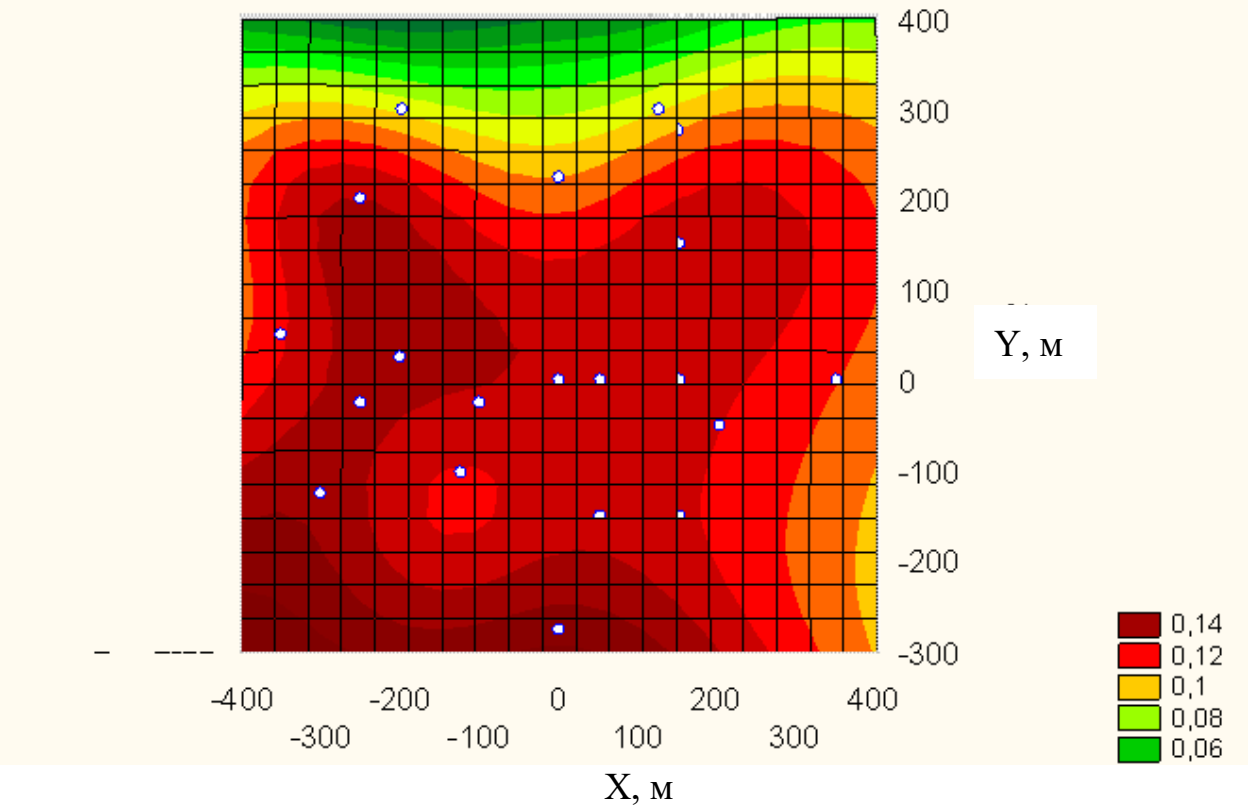


Рис. 4. Радіаційний фон станом на 14.12.2019 р.

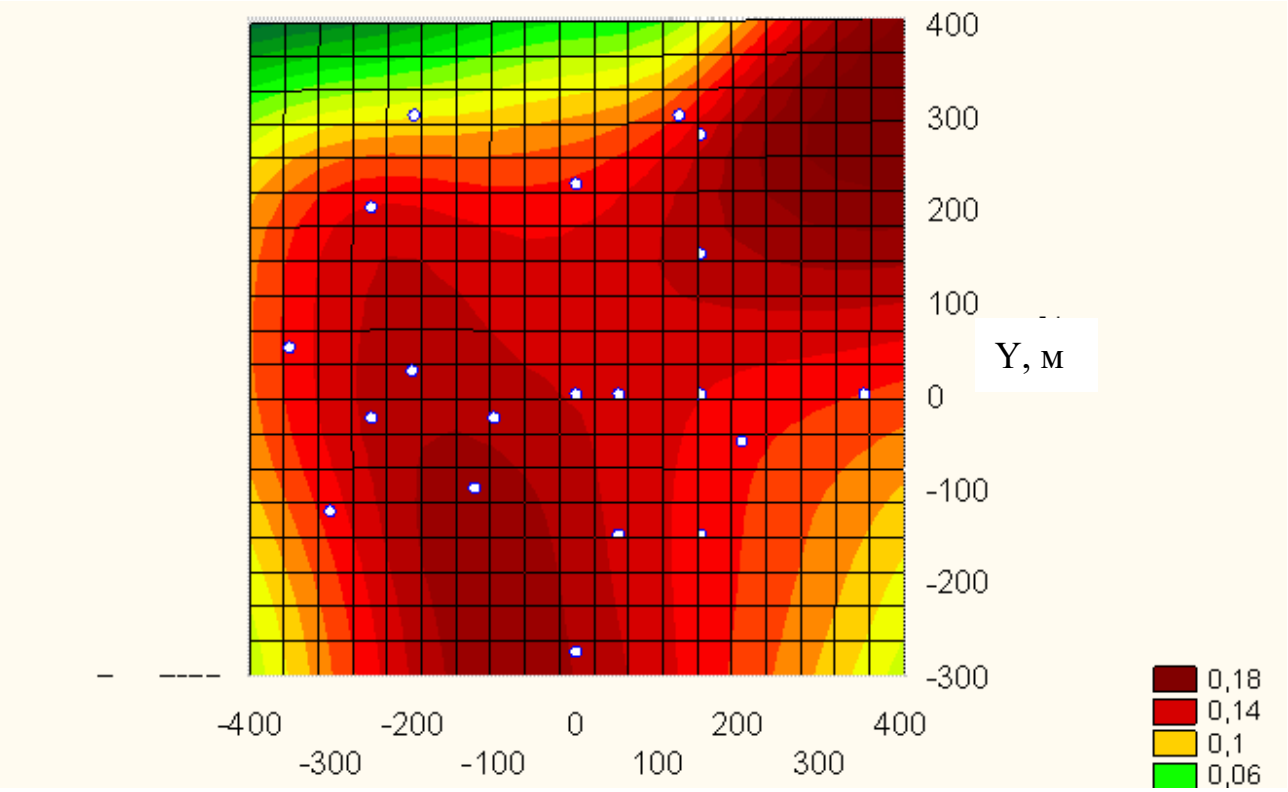


Рис. 5. Радіаційний фон станом на 15.12.2019 р.

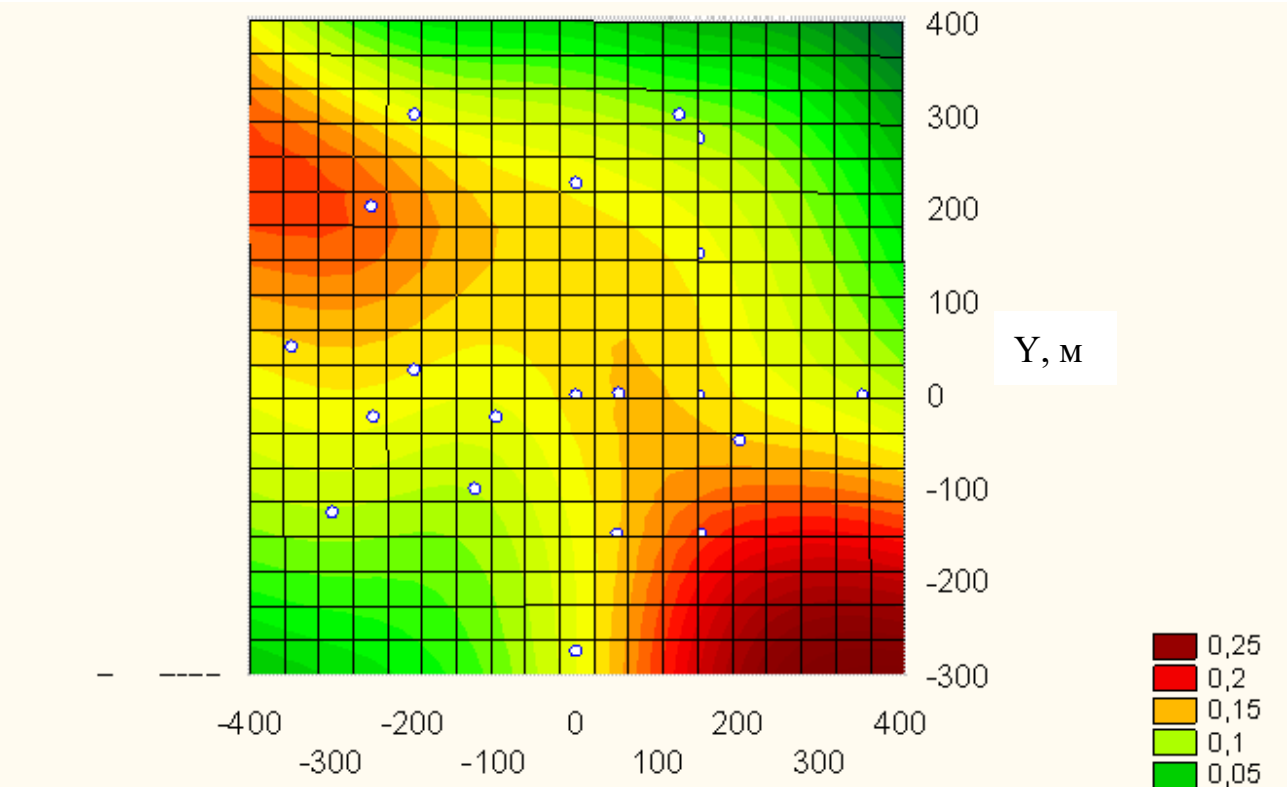


Рис. 6. Радіаційний фон станом на 16.12.2019 р.

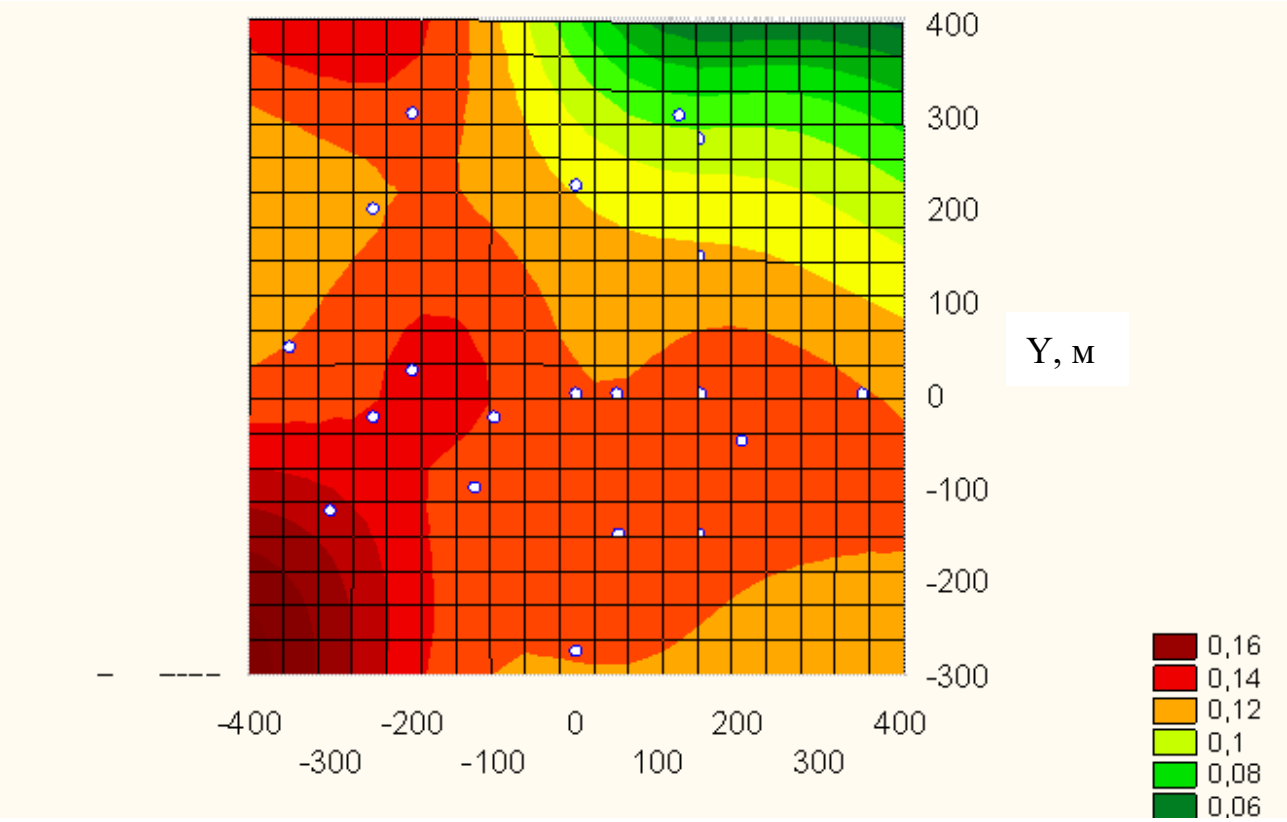


Рис. 7. Радіаційний фон станом на 17.12.2019 р.

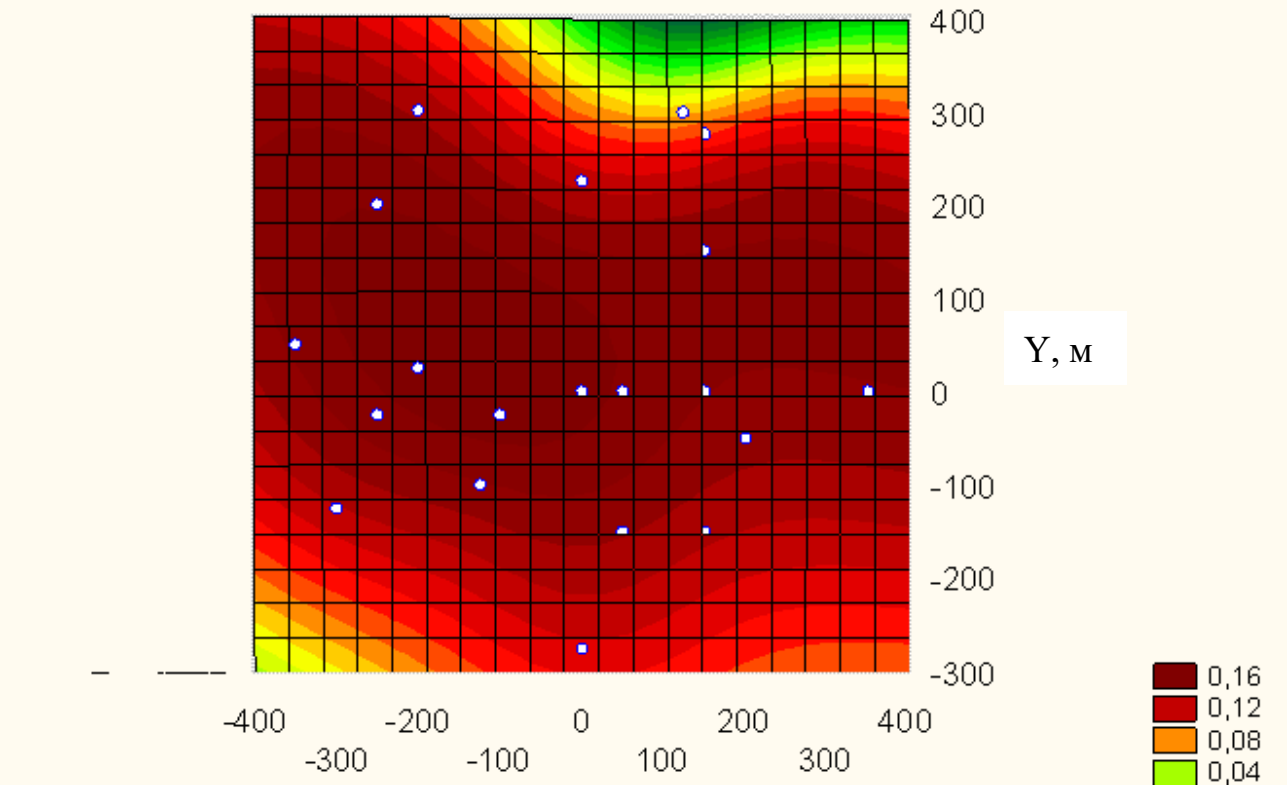


Рис. 8. Радіаційний фон станом на 18.12.2019 р.

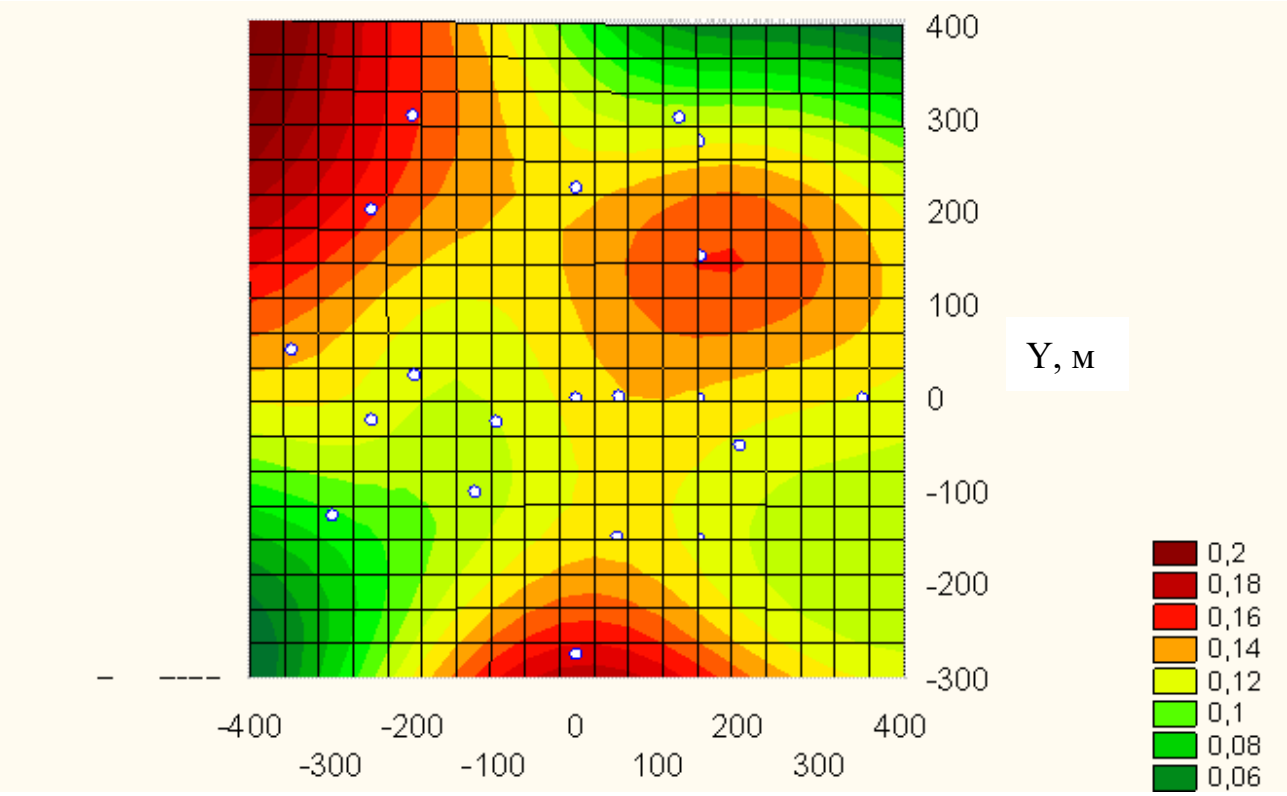


Рис. 9. Радіаційний фон станом на 19.12.2019 р.

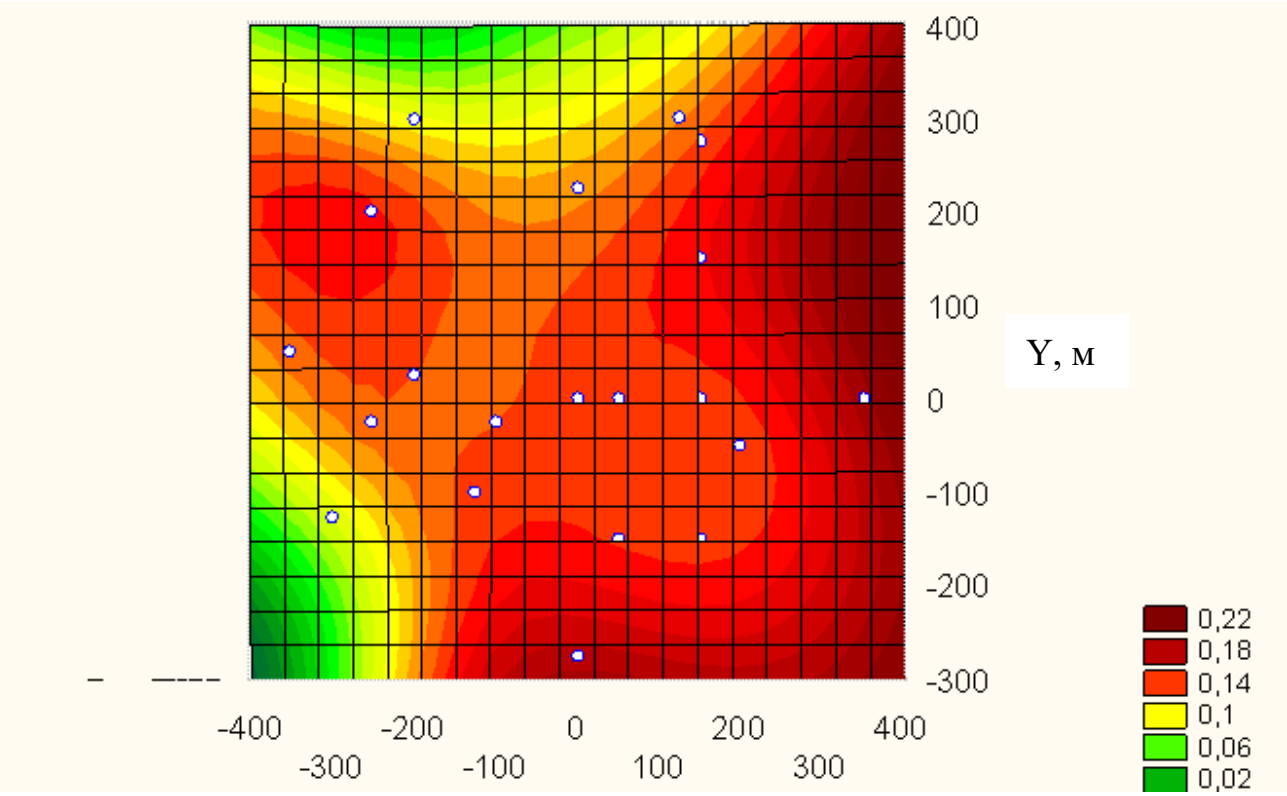


Рис. 10. Радіаційний фон станом на 20.12.2019 р.

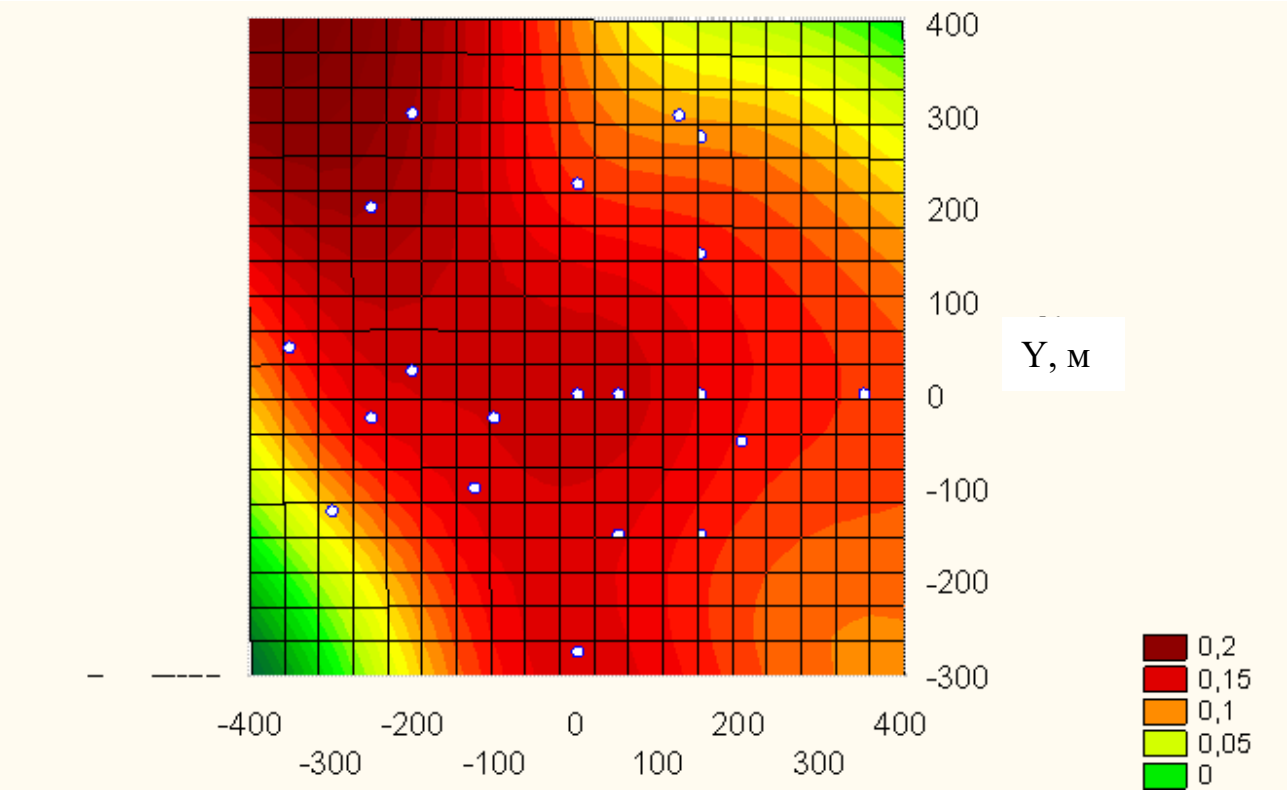


Рис. 11. Радіаційний фон станом на 21.12.2019 р.

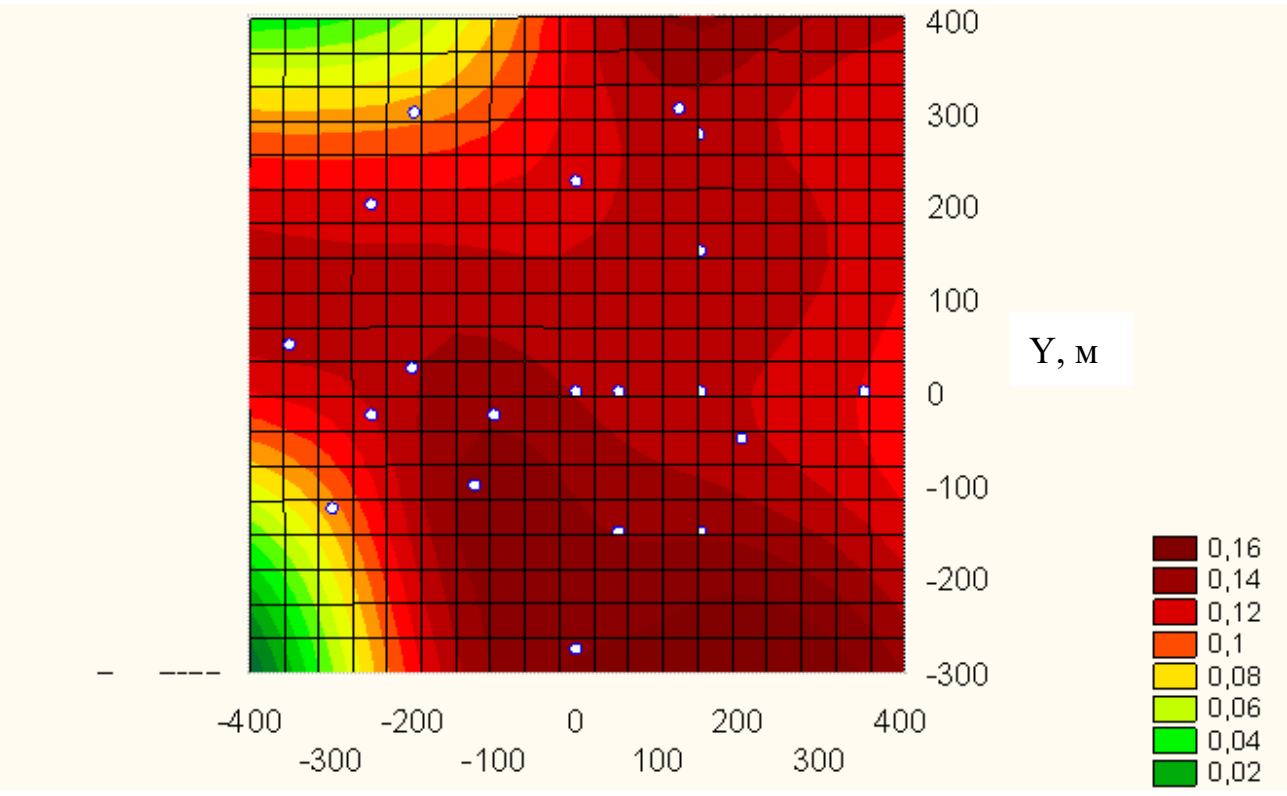


Рис. 12. Радіаційний фон станом на 22.12.2019 р.

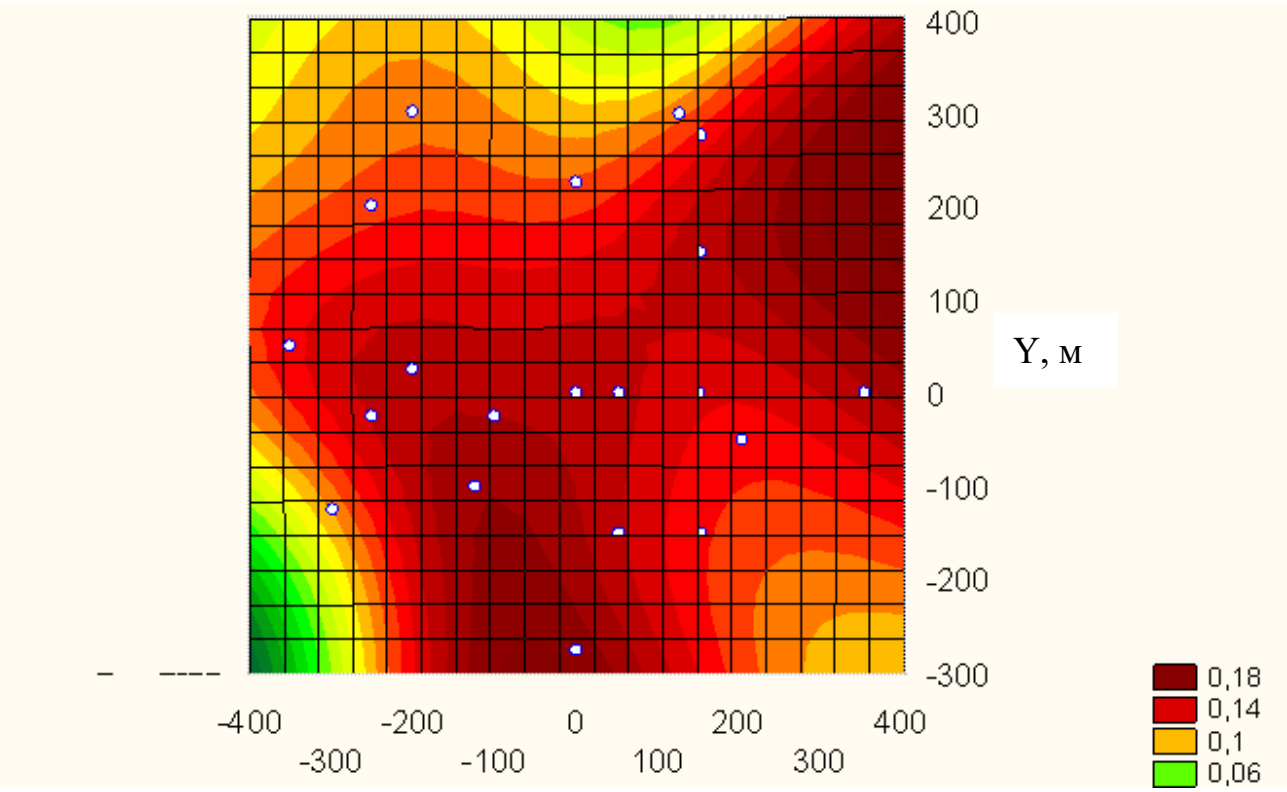


Рис. 13. Радіаційний фон станом на 23.12.2019 р.

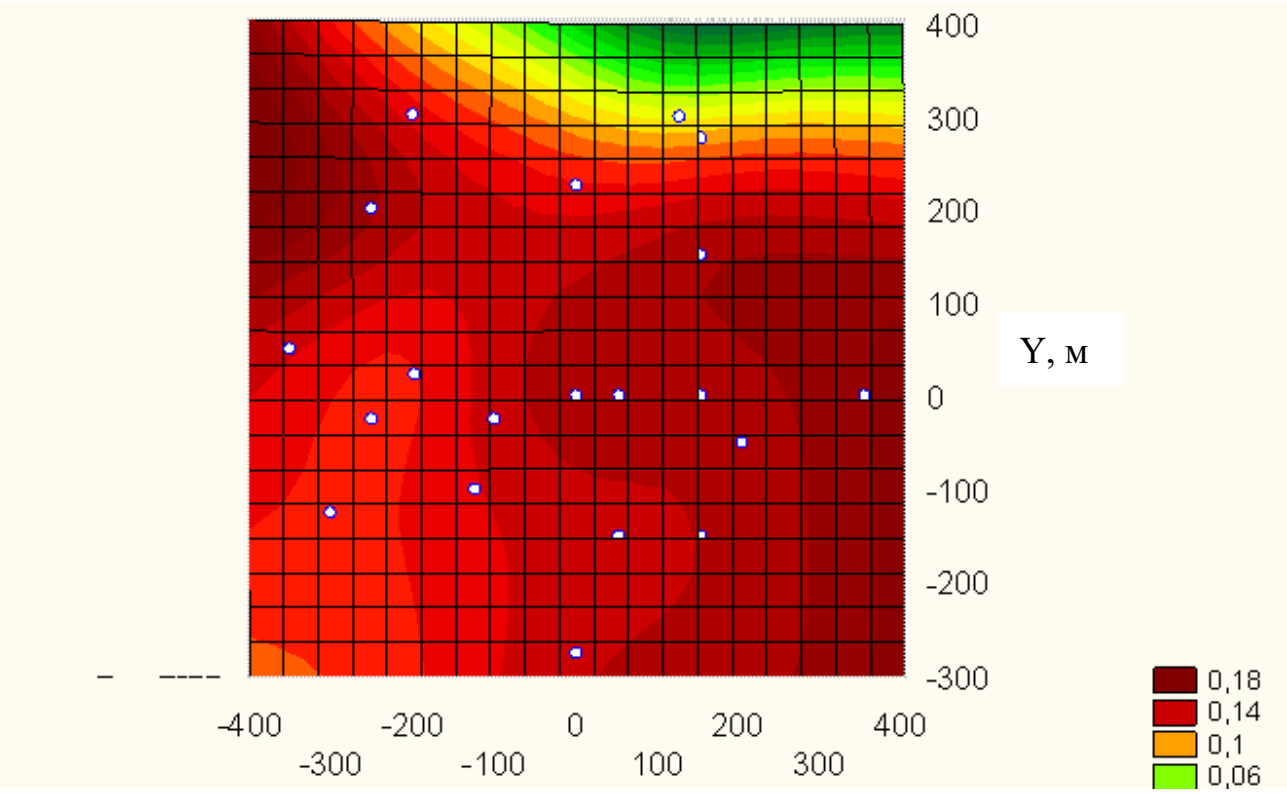


Рис. 14. Радіаційний фон станом на 24.12.2019 р.

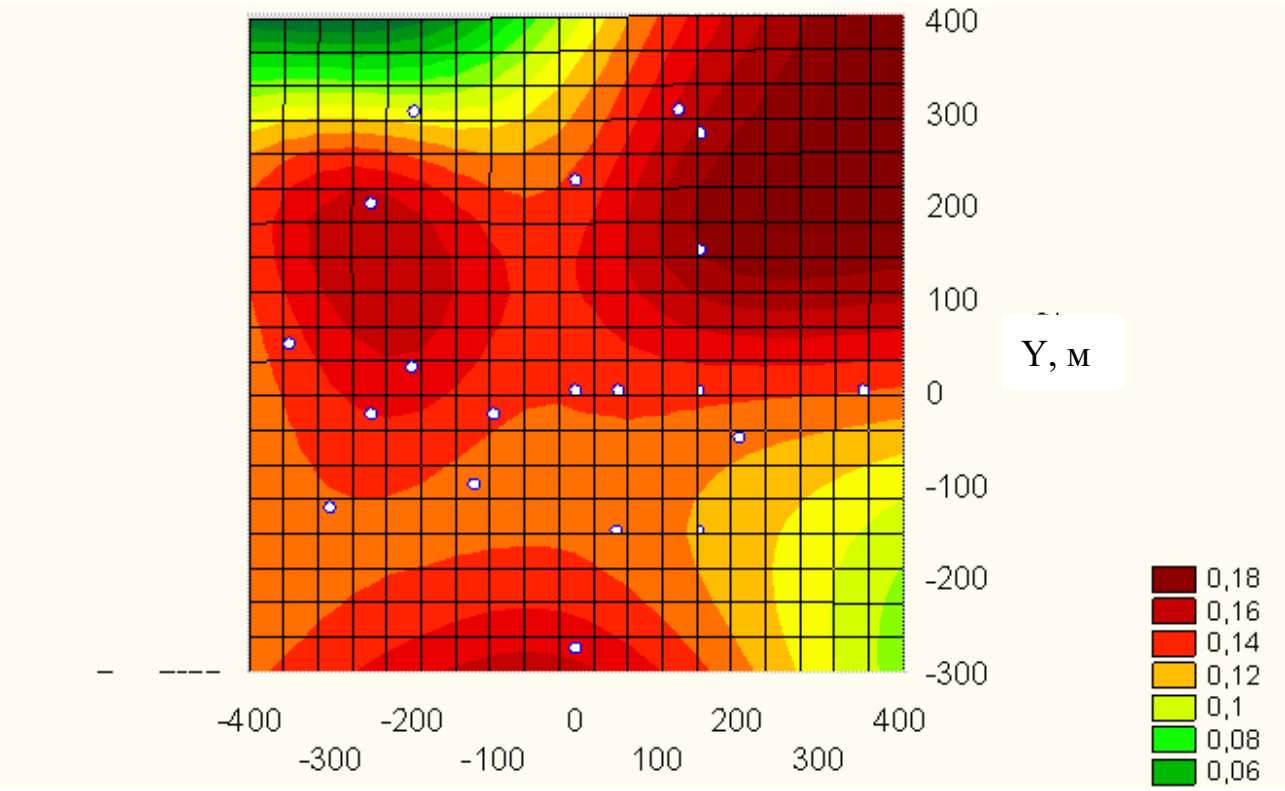


Рис. 15. Радіаційний фон станом на 25.12.2019 р.

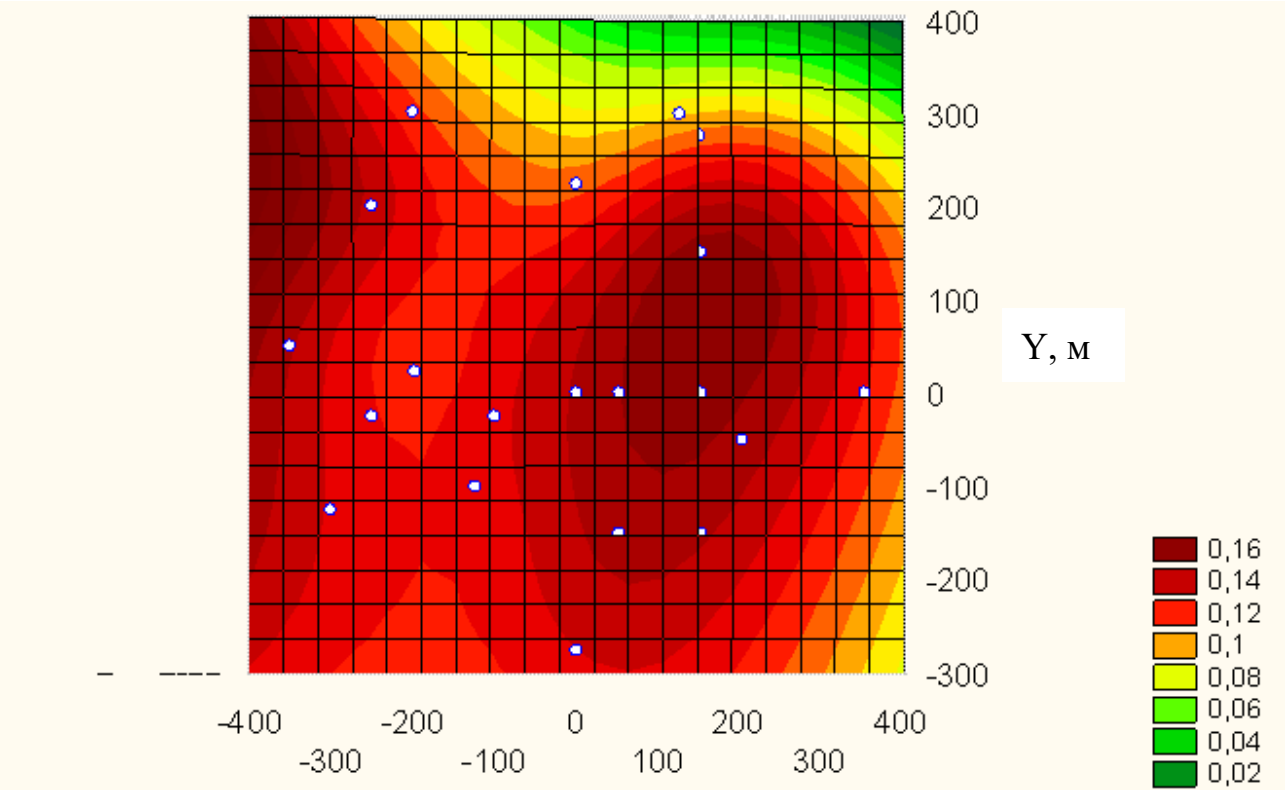


Рис. 16. Радіаційний фон станом на 26.12.2019 р.

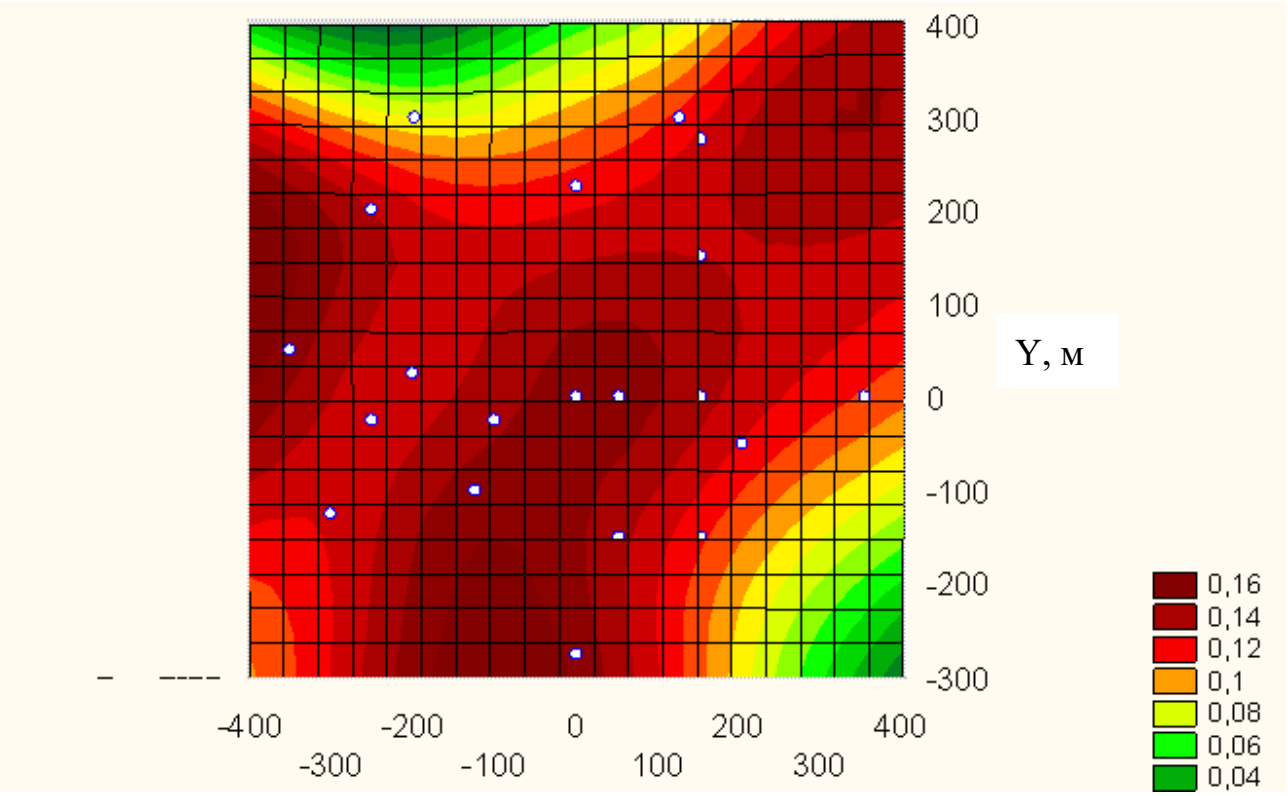


Рис. 17. Радіаційний фон станом на 27.12.2019 р.

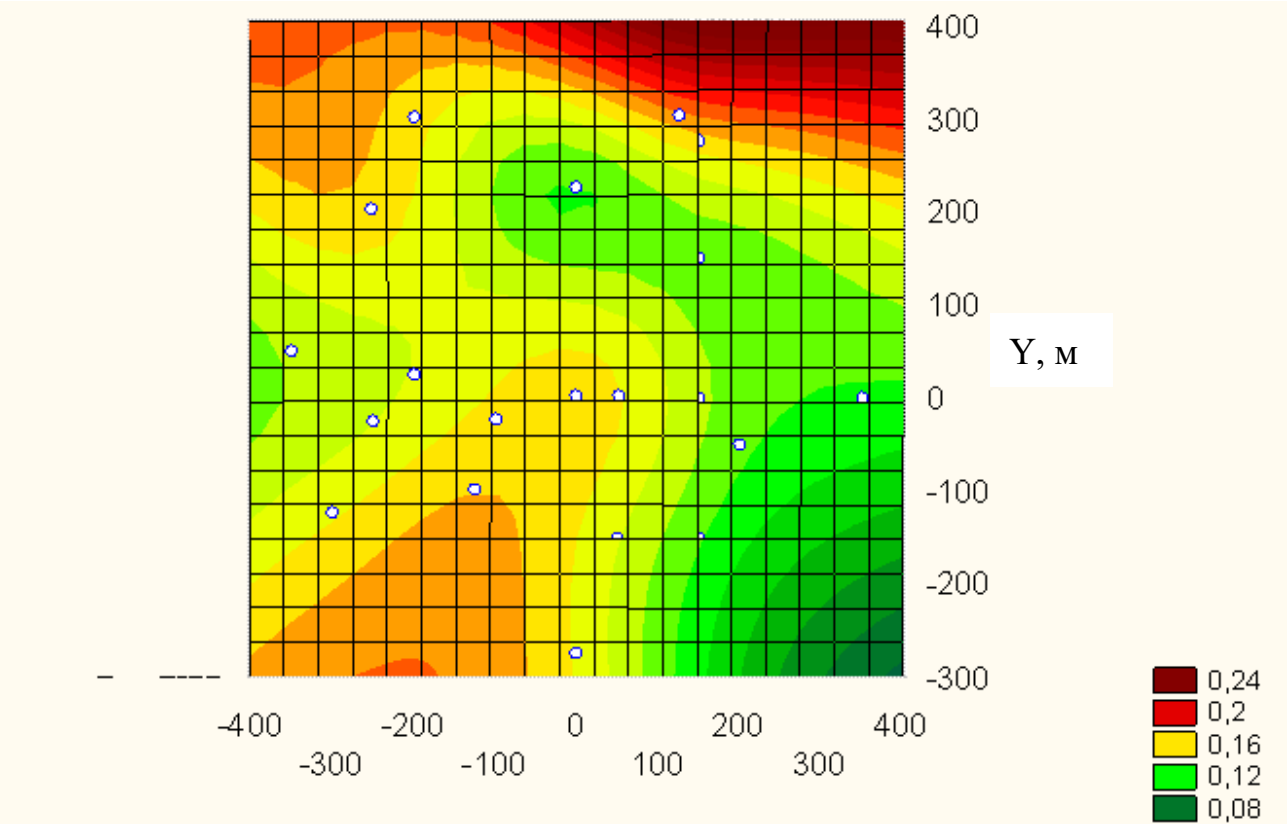


Рис. 18. Радіаційний фон станом на 28.12.2019 р.

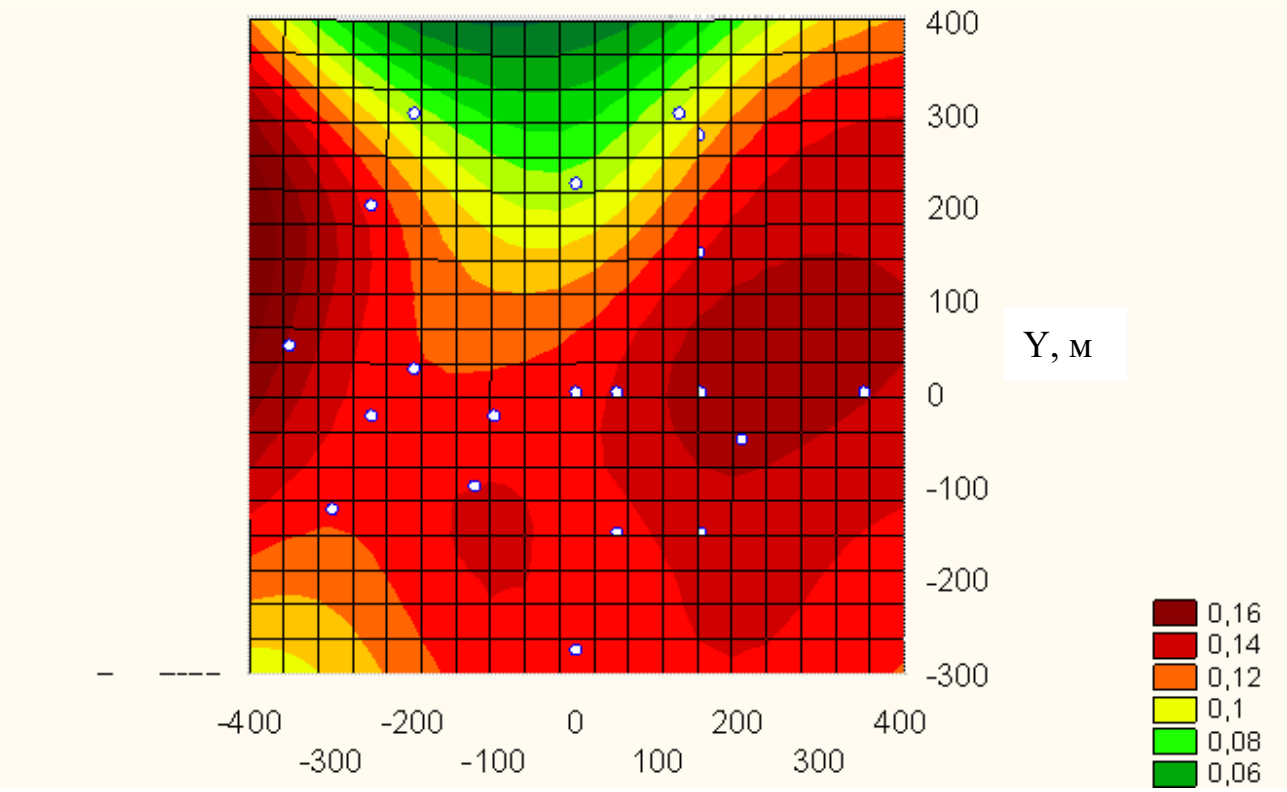


Рис. 19. Радіаційний фон станом на 29.12.2019 р.

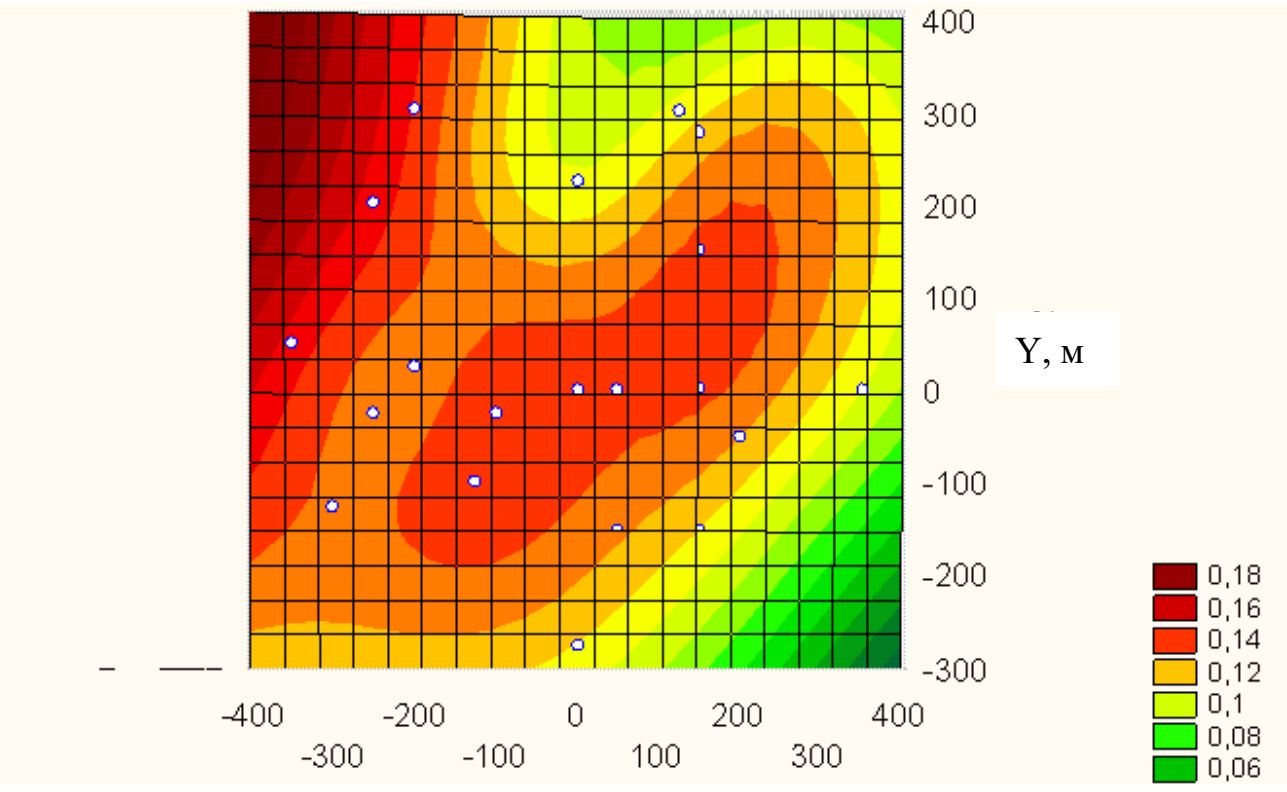


Рис. 20. Радіаційний фон станом на 30.12.2019 р.

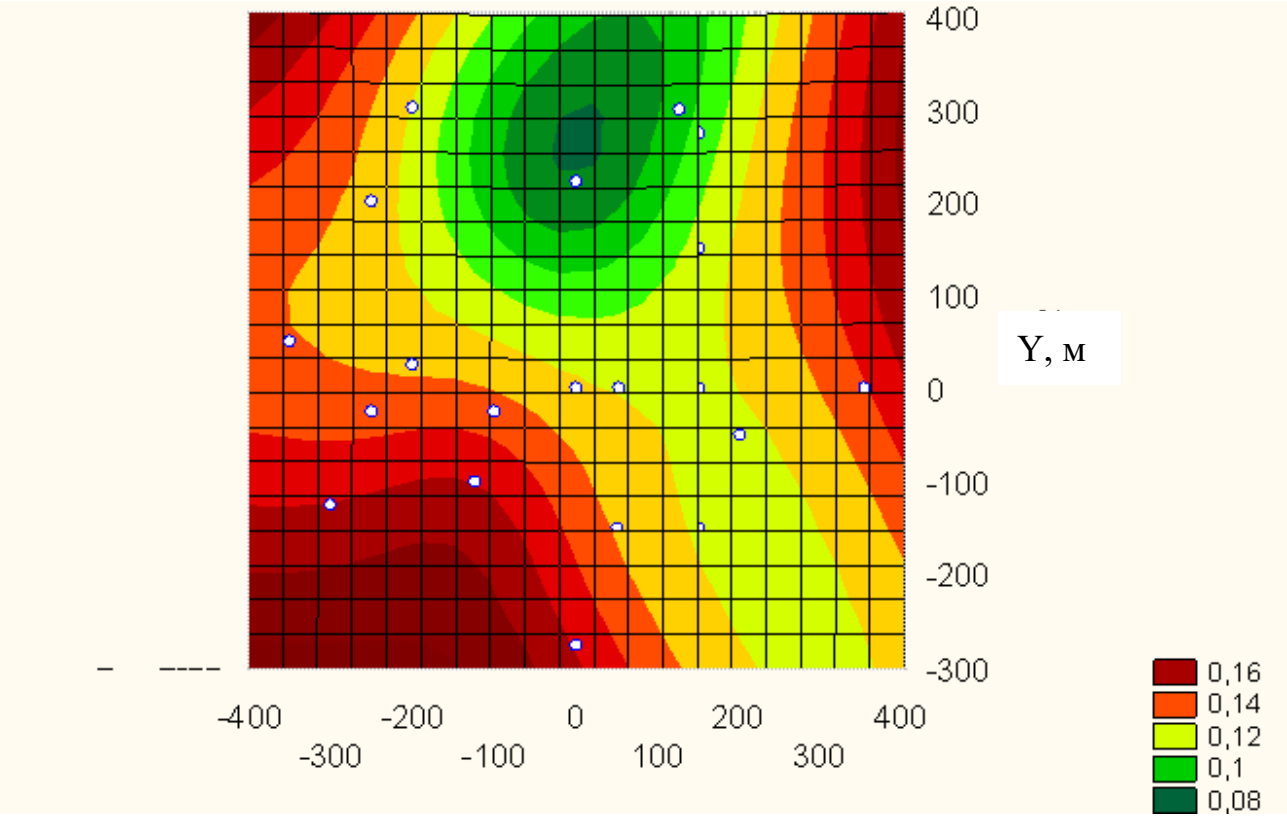


Рис. 21. Радіаційний фон станом на 31.12.2019 р.

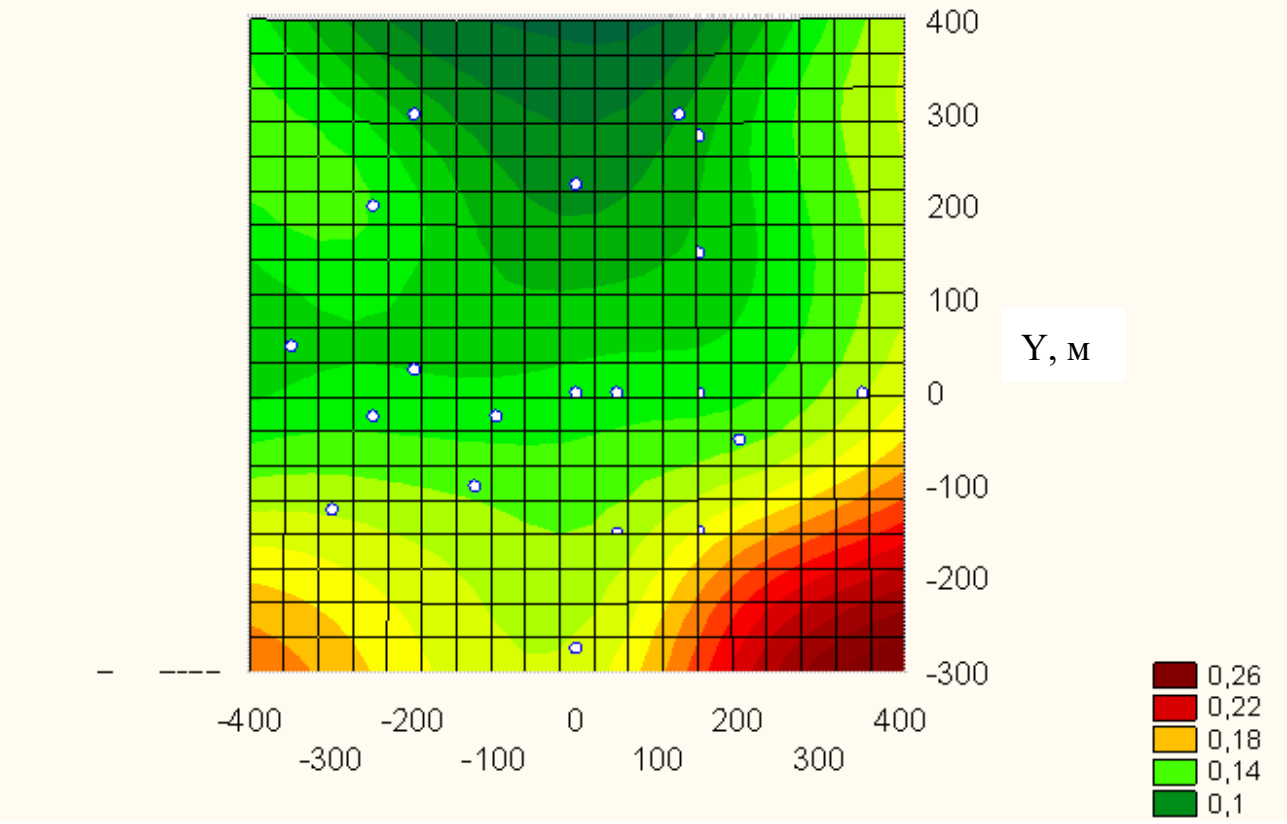


Рис. 22. Радіаційний фон станом на 01.01.2020 р.

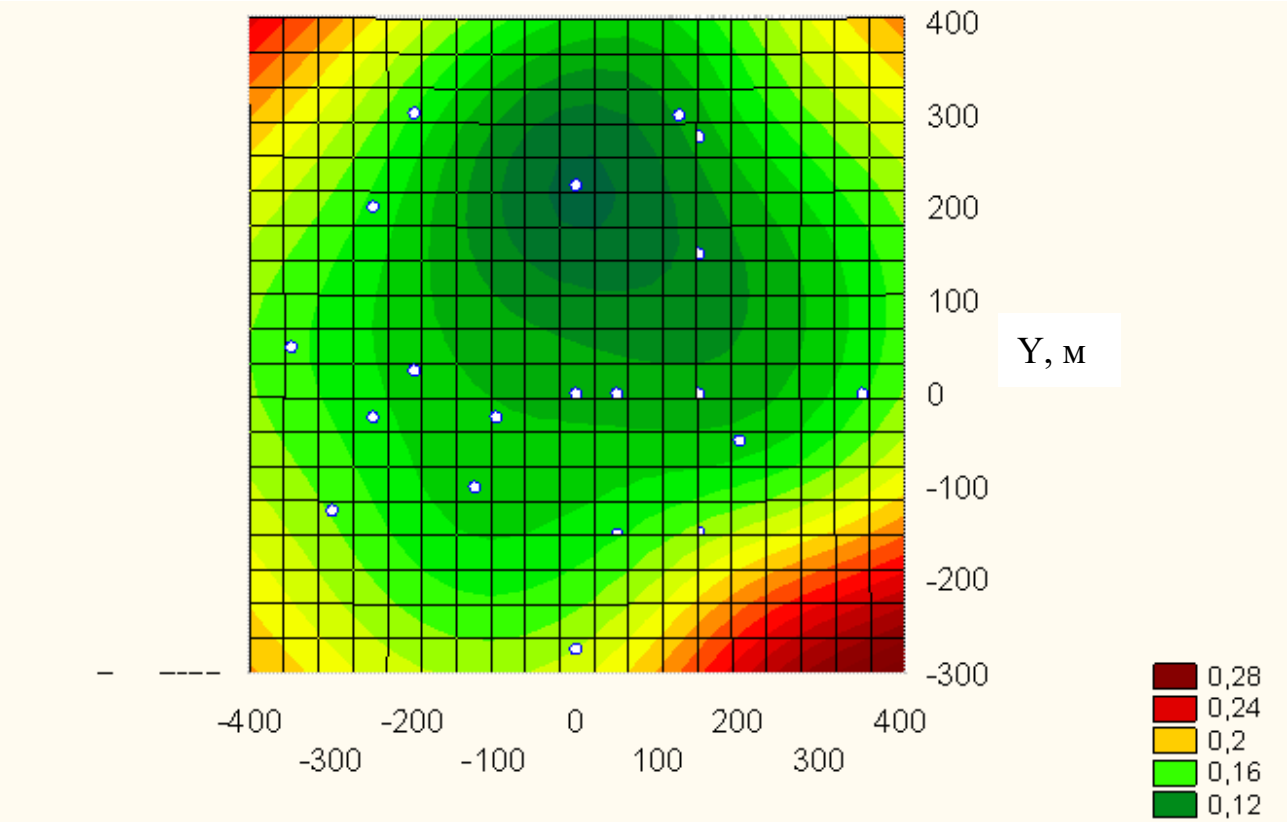


Рис. 23. Радіаційний фон станом на 02.01.2020 р.

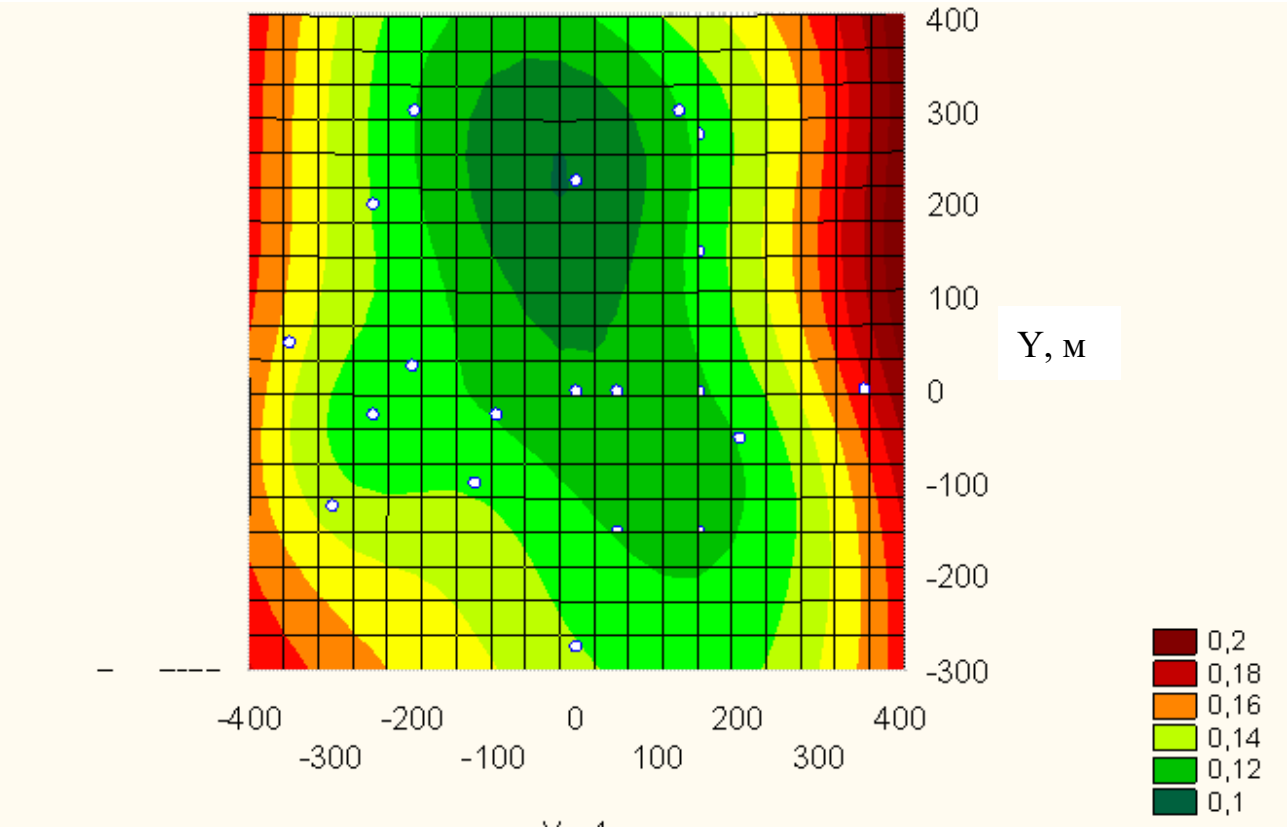


Рис. 24. Радіаційний фон станом на 03.01.2020 р.

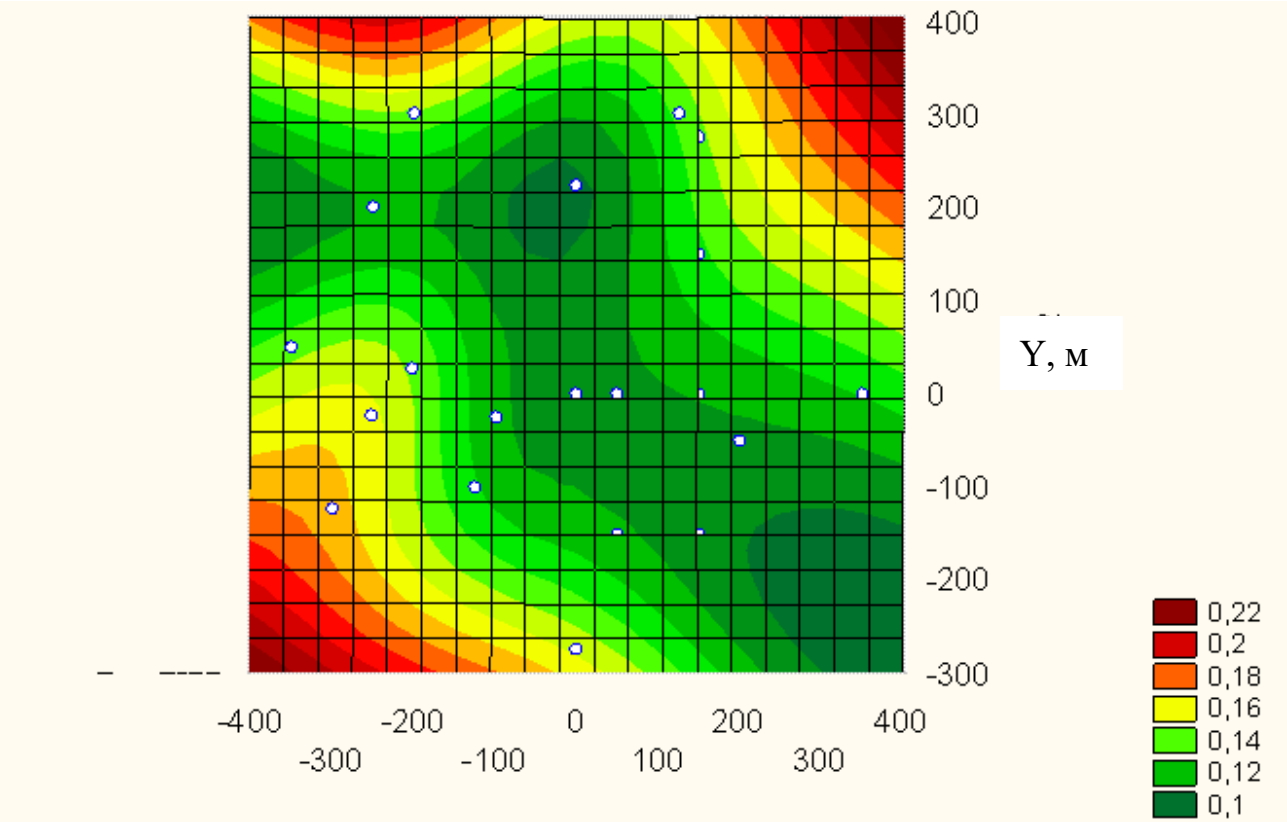


Рис. 25. Радіаційний фон станом на 04.01.2020 р.

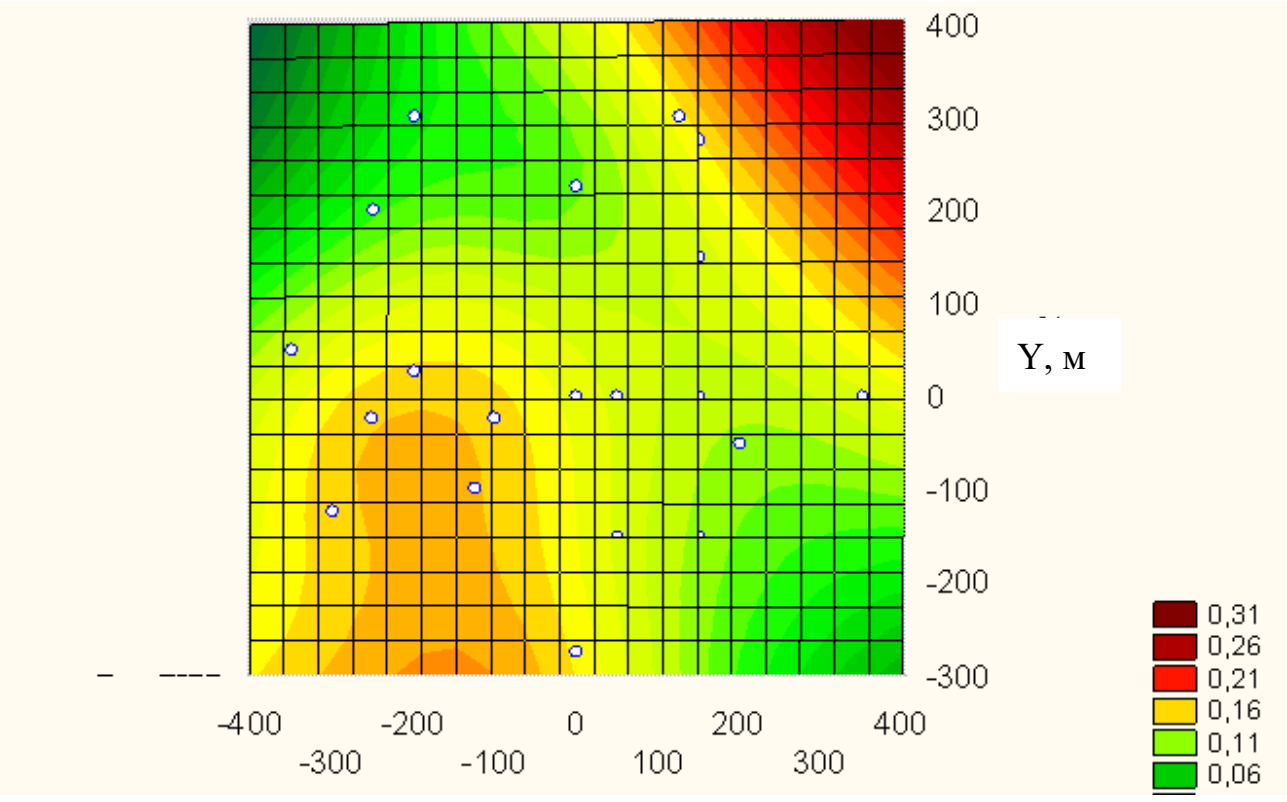


Рис. 26. Радіаційний фон станом на 05.01.2020 р.

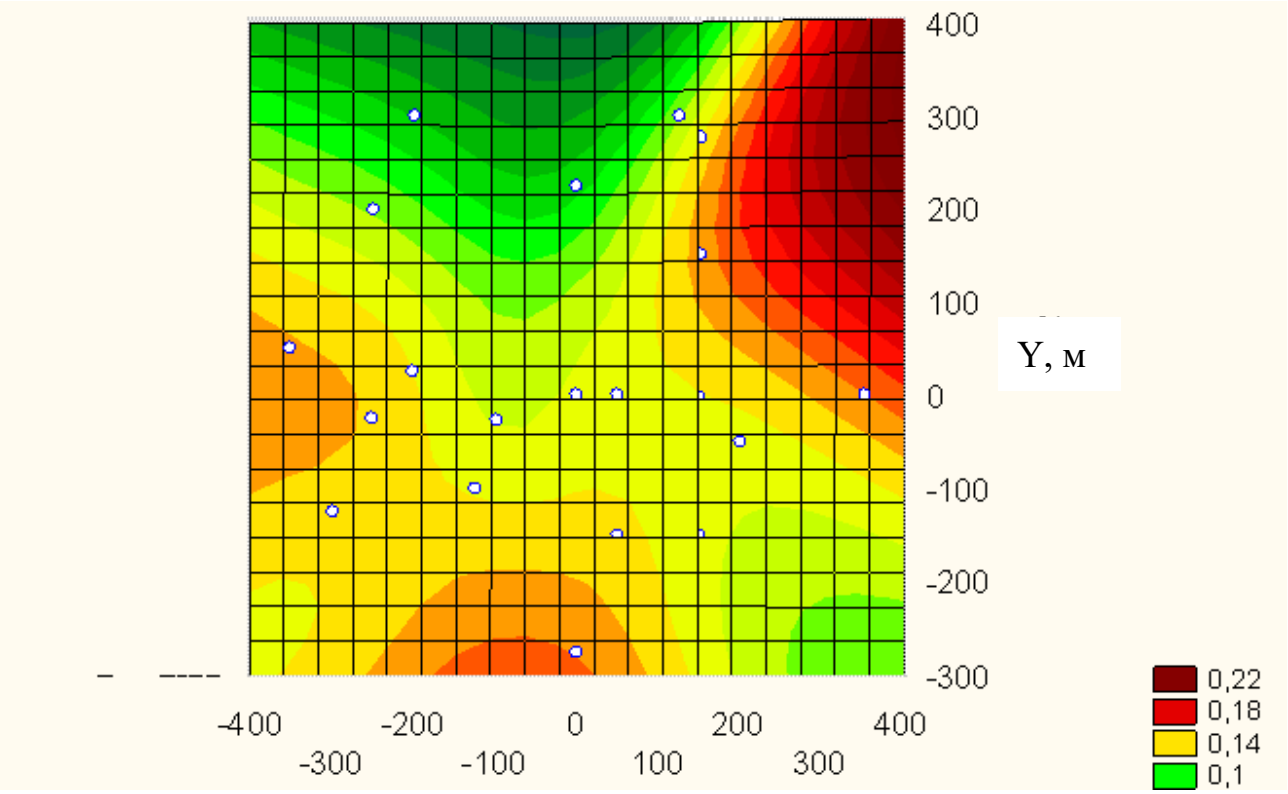


Рис. 27. Радіаційний фон станом на 06.01.2020 р.

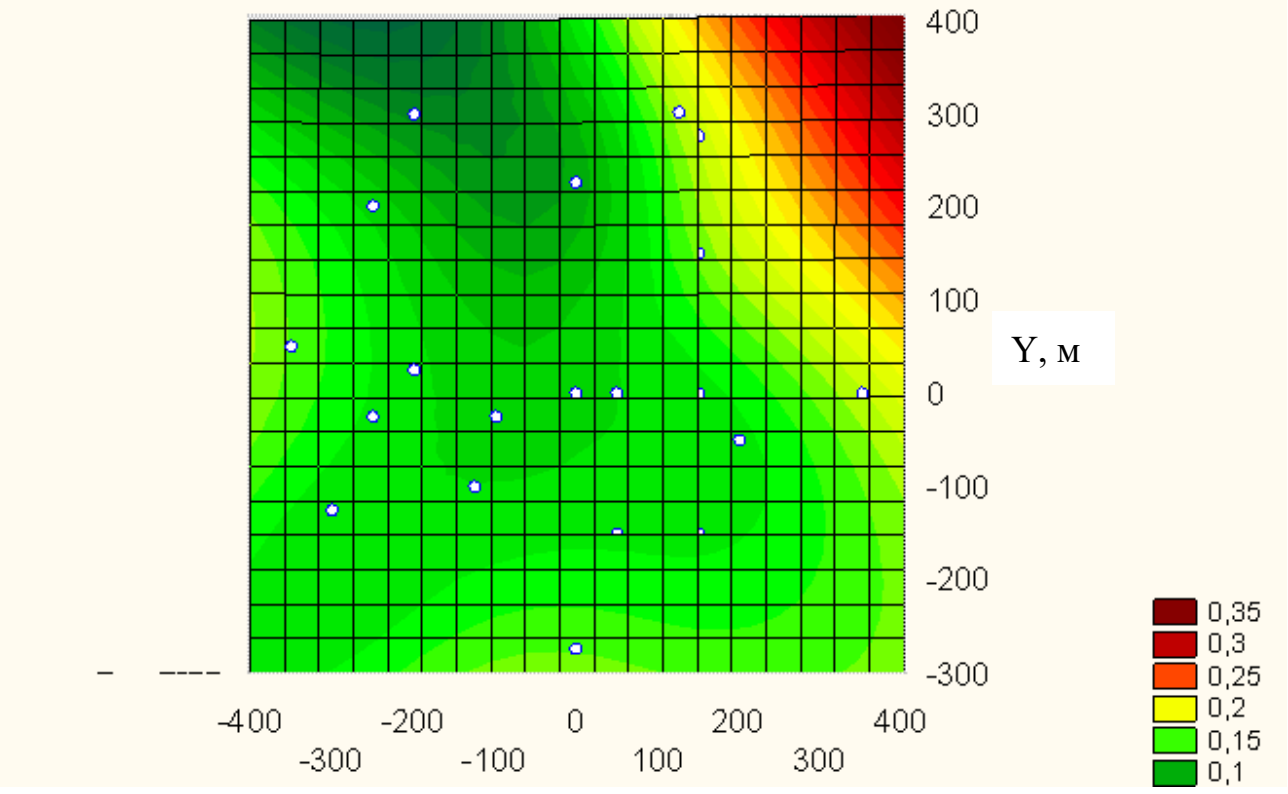


Рис. 28. Радіаційний фон станом на 07.01.2020 р.

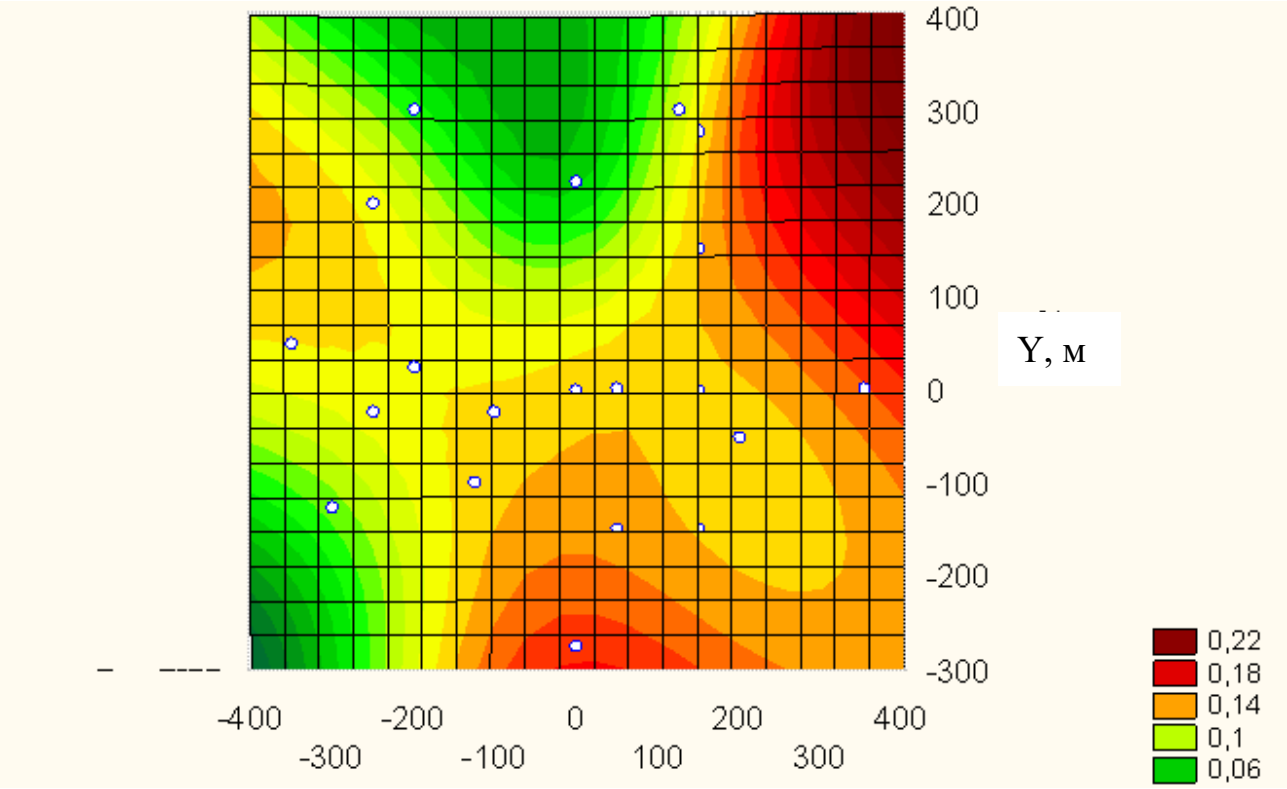


Рис. 29. Радіаційний фон станом на 08.01.2020 р.

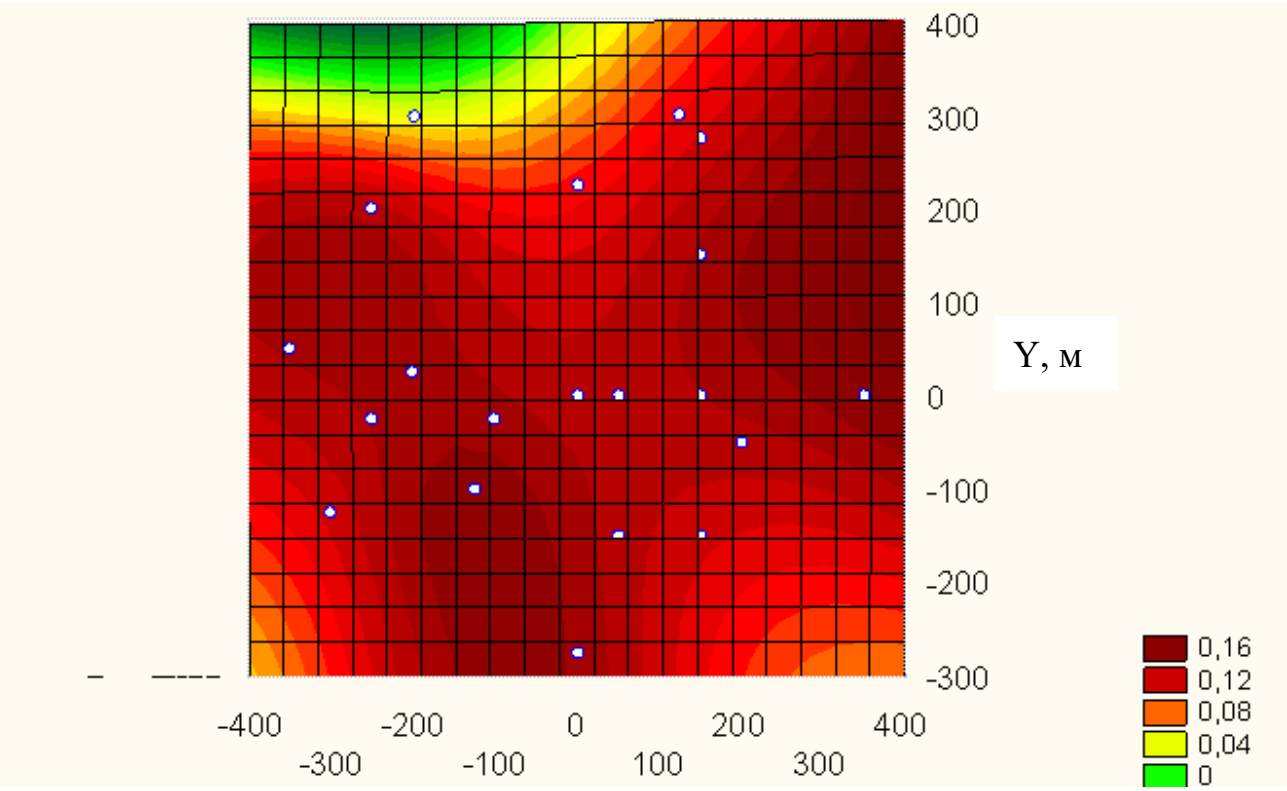


Рис. 30. Радіаційний фон станом на 09.01.2020 р.

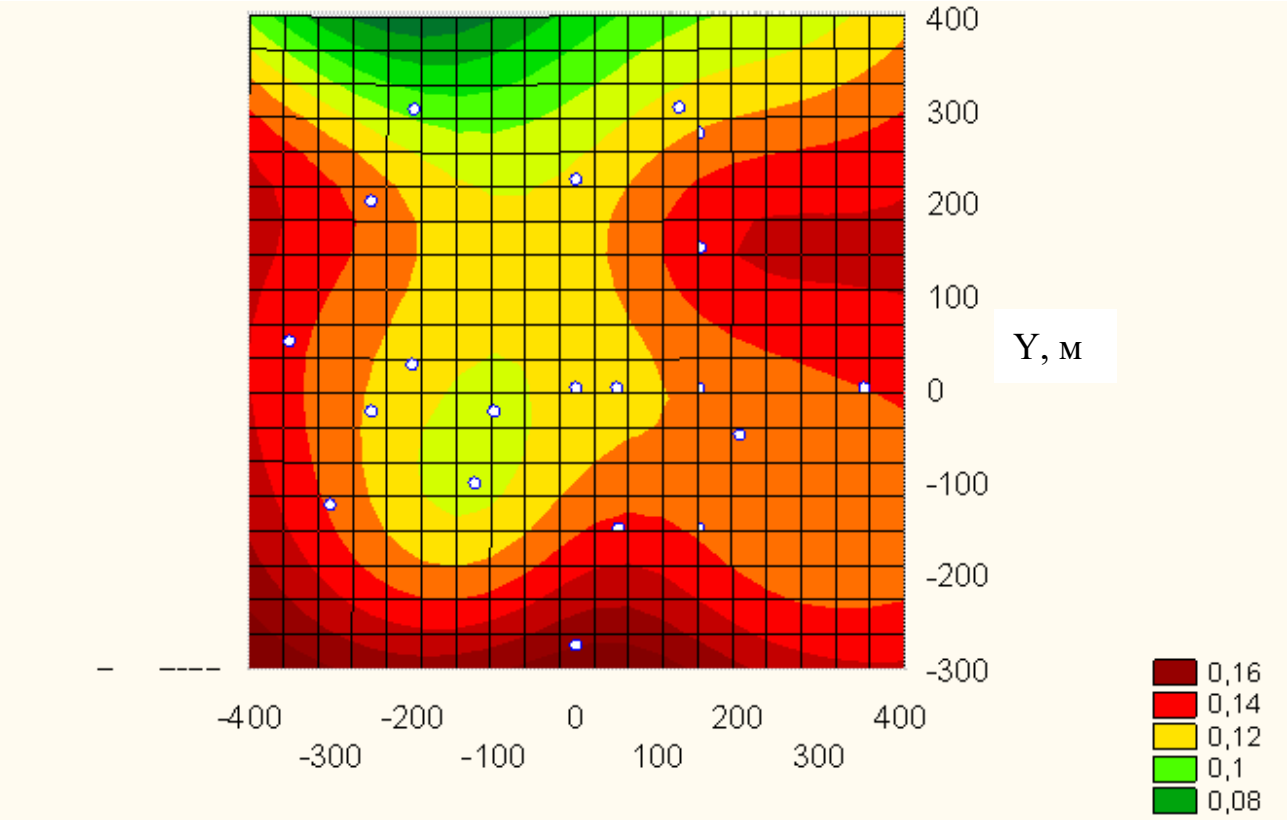


Рис. 31. Радіаційний фон станом на 10.01.2020 р.

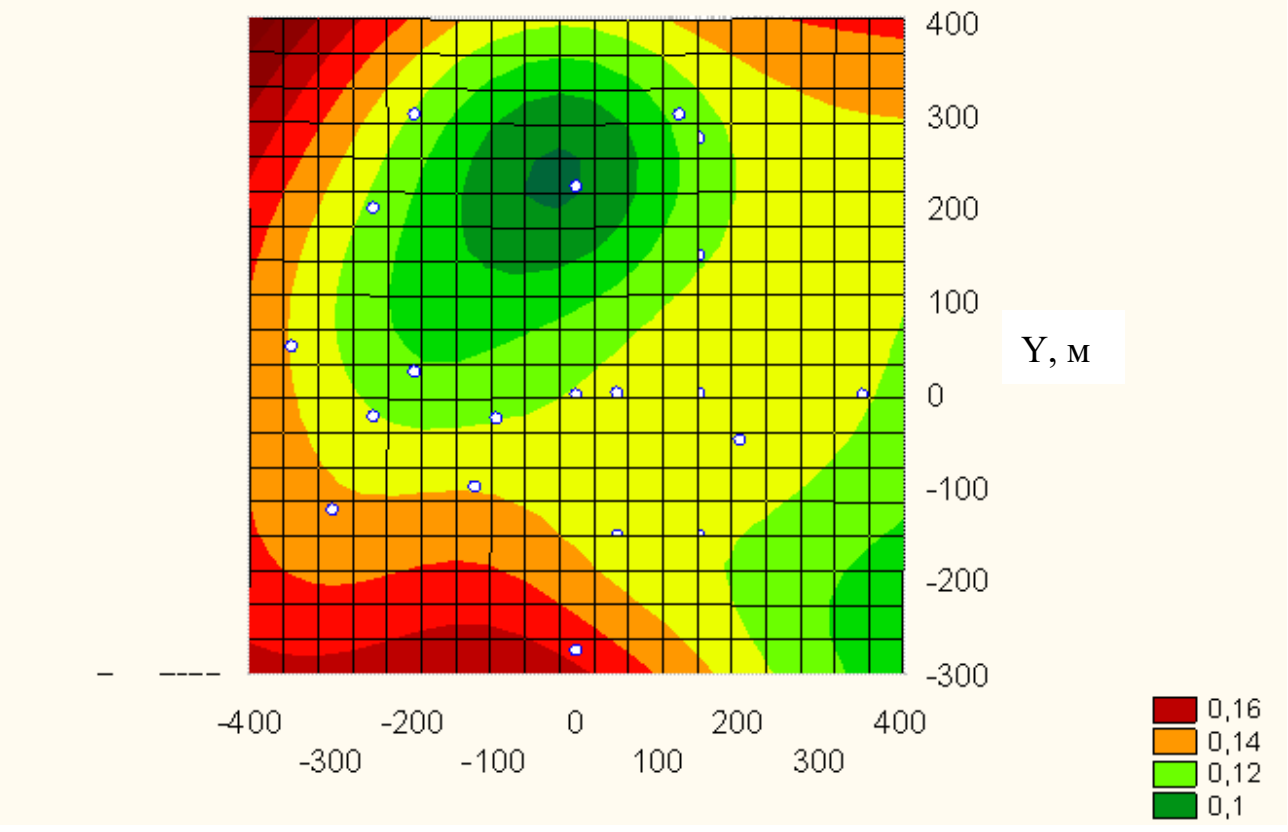


Рис. 32. Радіаційний фон станом на 11.01.2020 р.

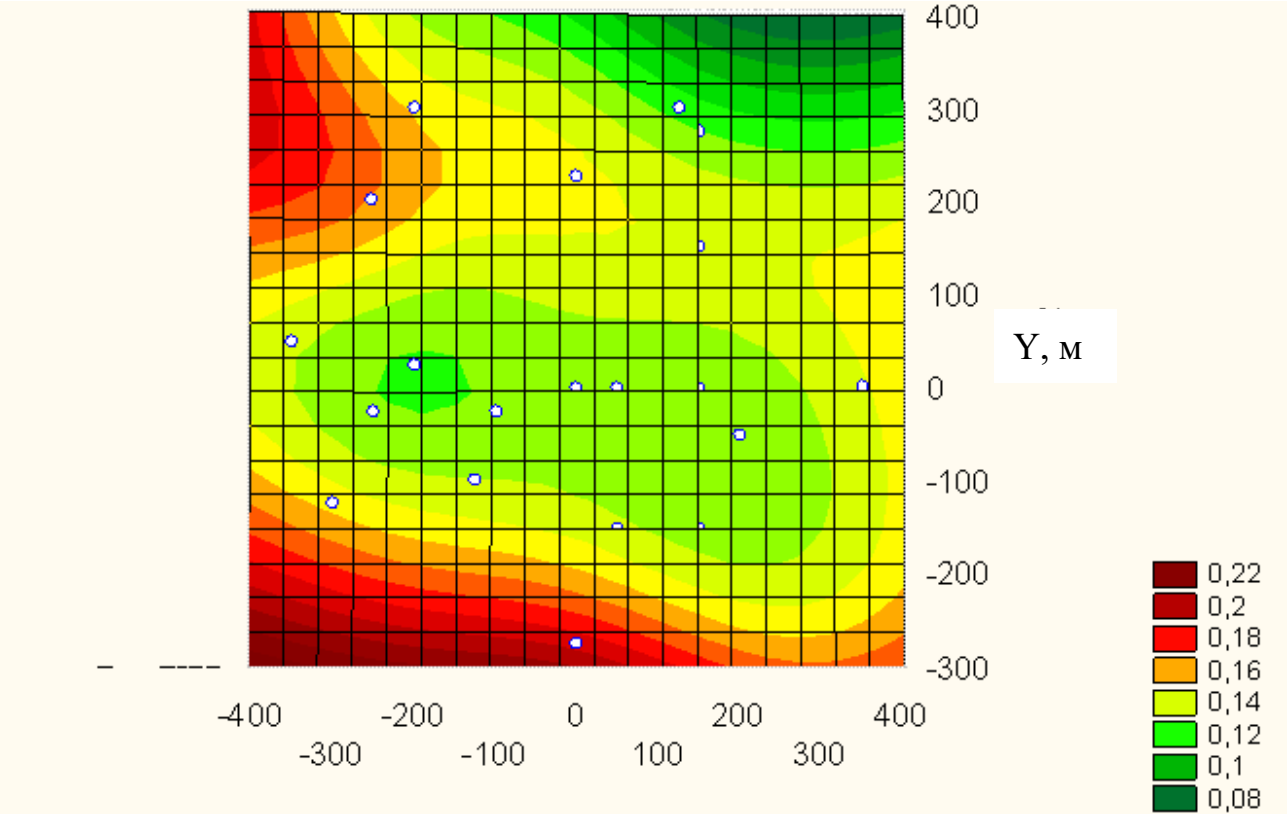


Рис. 33. Радіаційний фон станом на 12.01.2020 р.

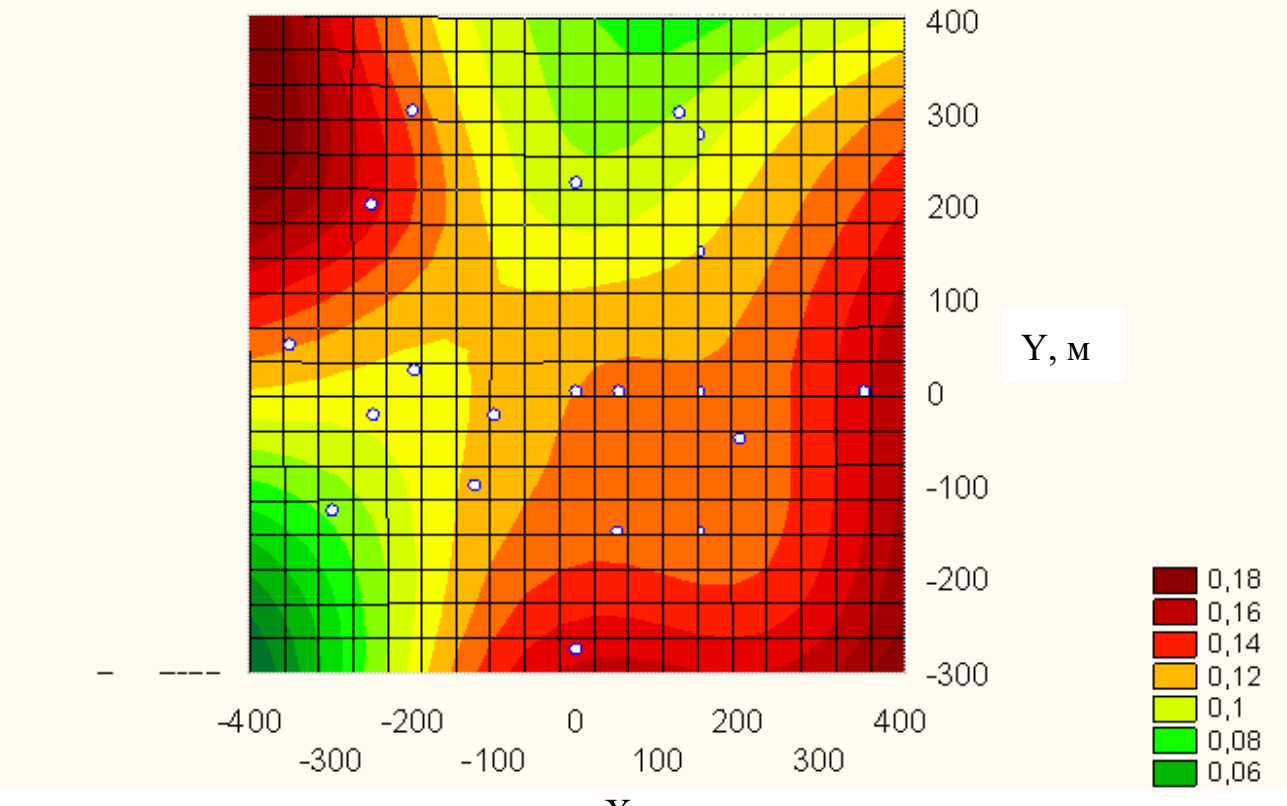


Рис. 34. Радіаційний фон станом на 13.01.2020 р.

Ці рисунки свідчать про високу мінливість радіаційного фону під час проведення спостережень, на це вказували і результати дисперсійного аналізу. Мабуть, в цьому був певний вплив метеорологічних факторів.

З аналізу рисунків 4 – 34 можна помітити, що 05.01.2020 р. (рис. 26) та 07.01.2020 р. (рис. 28) в північно-східному куті контрольованої зони мале місце перевищення норми радіаційного фону (30 мкЗв/год). Завищення потужності дози стало наслідком застосування рівняння нелінійної регресії за координатами, на що вказувалось вище. Північно-східний кут карт радіаційного фону є найбільш віддаленим від найближчих контрольних точок № 9 і № 10, в яких проводилися вимірювання (близько 400 м). Тому спосіб адаптивного вирівнювання привів до деяких похибках на межі контрольованої зони.

Далі досліджувалася статистична залежність потужності дози в кожній точці вимірювань від напрямку та швидкості вітру. Для цього за допомогою інструменту «Кореляція» з пакету «Аналіз даних» програми MS Excel була розрахована відповідна кореляційна матриця, яка наведена в таблиці 3. В цій таблиці сила вітру відповідає рядку та стовпчику № 21, а напрямок вітру – рядку та стовпчику № 22. Решта рядків і стовпчиків відповідають номерам точок спостережень таблиці 1.

Таблиця 3.

Кореляційна матриця

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1																					
2	-0,01	1																				
3	-0,05	0,23	1																			
4	-0,30	0,32	0,16	1																		
5	-0,56	-0,02	0,05	0,39	1																	
6	0,10	0,11	0,22	0,22	-0,15	1																
7	0,32	0,05	0,12	-0,08	-0,24	-0,06	1															
8	0,18	0,18	-0,18	0,28	-0,12	0,19	0,15	1														
9	0,21	0,06	-0,07	-0,17	-0,36	0,27	0,14	0,23	1													
10	0,31	-0,13	-0,15	-0,39	-0,28	-0,17	0,04	0,03	0,12	1												
11	0,09	0,05	0,12	0,21	-0,15	0,20	-0,19	0,33	-0,08	-0,10	1											
12	0,02	-0,11	-0,08	0,04	-0,10	0,10	-0,10	0,41	0,16	0,26	0,23	1										
13	0,05	-0,01	0,32	0,24	0,09	0,54	0,00	0,20	-0,15	-0,18	0,49	0,28	1									
14	-0,28	0,02	-0,03	-0,01	0,46	-0,20	0,07	0,12	0,10	0,13	-0,10	-0,01	-0,06	1								
15	-0,12	-0,03	-0,17	-0,26	-0,35	-0,19	-0,03	0,01	0,37	0,25	0,01	0,36	-0,32	-0,05								
16	0,02	0,05	-0,12	0,08	0,10	0,21	-0,10	-0,12	0,30	-0,11	0,14	-0,04	0,18	0,17	0,02	1						
17	0,28	-0,03	-0,04	-0,07	-0,36	0,41	-0,03	0,12	0,42	-0,07	0,01	0,02	-0,10	-0,32	0,24	0,20	1					
18	-0,34	0,19	0,02	0,24	0,20	0,03	-0,21	-0,15	-0,13	-0,20	0,10	-0,03	0,01	-0,11	-0,06	0,32	0,01	1				
19	0,09	-0,16	-0,18	-0,20	0,10	0,02	0,13	-0,27	0,21	0,17	-0,15	-0,14	-0,13	0,08	0,14	0,47	-0,02	0,06	1			
20	-0,15	0,05	-0,05	0,07	0,01	-0,44	-0,14	-0,25	0,02	0,23	-0,06	0,09	-0,31	0,18	0,28	-0,07	-0,15	0,18	-0,10	1		
21	0,02	0,05	-0,04	-0,04	-0,06	-0,14	0,12	-0,22	-0,21	-0,15	0,05	0,04	-0,01	-0,27	0,03	0,09	-0,17	-0,02	0,23	-0,02	1	
22	-0,19	0,19	-0,03	-0,01	0,25	-0,58	0,22	-0,31	-0,05	-0,01	-0,34	-0,18	-0,27	0,19	0,07	-0,16	-0,47	0,07	0,17	0,42	0,11	1

Кореляційна матриця свідчить про те, що між потужністю дози випромінювання в усіх точках спостережень та швидкістю вітру кореляційний зв'язок слабкий і дуже слабкий. Це ж слушно і для зв'язку потужності дози з напрямком вітру. Лише в 6-ій контрольній точці кореляція середня та від'ємна (коефіцієнт кореляції –0,58).

Для підтвердження цих висновків на рисунках 35 і 36 наведені залежності середніх значень потужностей дози за добу (усереднених за усіма точками) від швидкості та напрямку вітру.

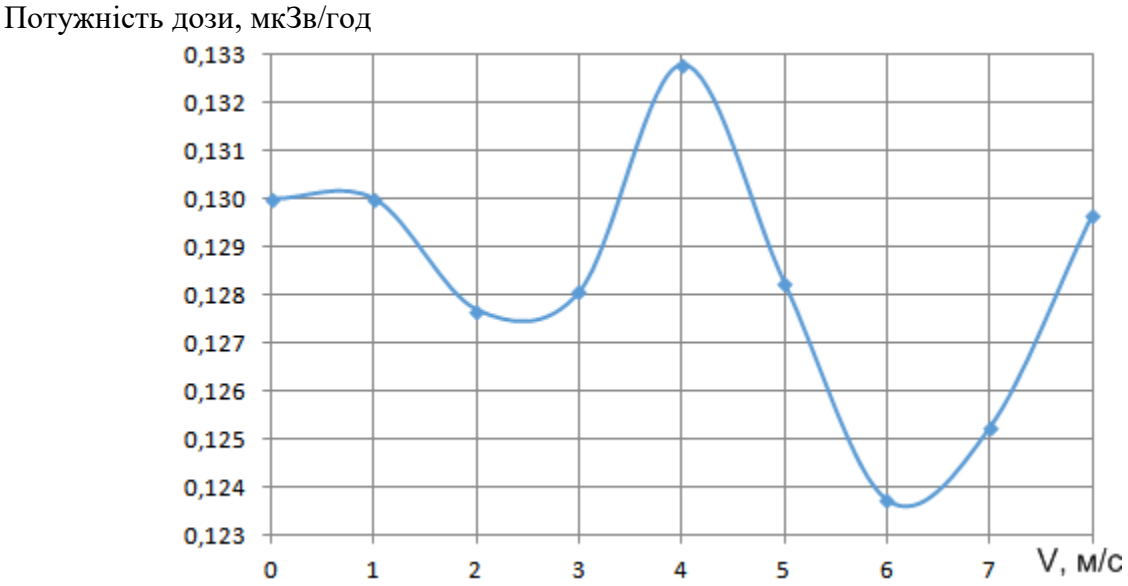


Рис. 35. Залежність потужності дози від швидкості вітру

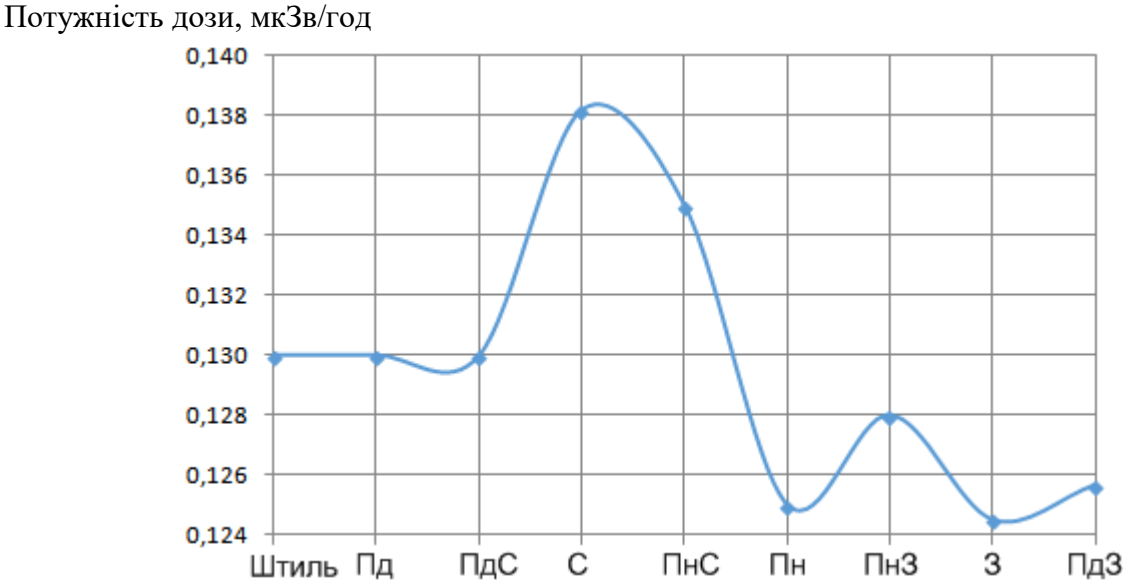


Рис. 36. Залежність потужності дози від напрямку вітру

Обидва рисунка свідчать про те, що уся мінливість потужності дози знаходиться майже в межах одного відліку приладу.

Висновки

1. Впродовж 14 грудня 2019 р. – 13 січня 2020 р. на частині території північного заходу Шевченківського району м. Харкова були виконані вимірювання амбієнтного еквіваленту потужності експозиційної дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання за допомогою дослідницького дозиметру МКС-05 «ТЕРРА».

2. Одержані значення потужності дози знаходяться в межах норми (30 мкЗв/год) та добре узгоджуються з результатами моніторингових досліджень, які були проведені Харківським Обласним Лабораторним Центром ДСЕСУ за той ж самий період.

3. Для обробки результатів вимірювань було застосовано спосіб адаптивного вирівнювання за допомогою програми SPS Statistica. Таким чином були побудовані карти радіаційного фону на кожну добу.

4. Результати вимірювань довели, що мінливість потужності дози за весь період мала випадковий характер, але не перевищувала норми в 0,30 мкЗв/год.

5. Була виявлена слабка та дуже слабка кореляційна залежність між потужністю дози та швидкістю і напрямком вітру.

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. Основы радиационной экологии / Г. Д. Коваленко, В. С. Волошин. – Мариуполь : «Рената», 2009. – 297 с.
3. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Київ : МОЗ України, Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, НЦРМ АМН України, 1997. Зб. 6. – 103 с.
4. Норми радіаційної небезпеки України (НРБУ-97) / МОЗ України. – К., 1997. – 127 с.
5. URL:https:www.dsns.gov.ua / (дата останнього звернення: 02.04.2020).
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Operative information on radiation situation. Posted on December, 20, 2019; on January, 03, 2020; on January, 17, 2020. URL: http://labcenter.kh.ua/. (date last accessed: 01/04/2020). [In Ukrainian].
12. 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.
13. 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.