

ESTIMATION OF RADIOACTIVE SOURCE TERM DYNAMICS FOR ATMOSPHERIC TRANSPORT DURING WILDFIRES IN CHERNOBYL ZONE IN SPRING 2020

Valentine Protsak, Oleg Voitsekhovych and Gennady Laptev

Abstract

Massive wildfires took place in Chernobyl zone in April 2020. We present estimation of wildfires areal spread during the outbreak and radioactive source term dynamics for atmospheric transport on daily basis. Overall area affected by wildfires was estimated as 870 km². Radioactive source term for atmospheric transport was assessed as 630GBq, 13.5GBq and 59MBq for ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr and sum of isotopes of Plutonium, respectively. These values didn't bring to radiological concern for population of Ukraine and European countries. Presented estimates were in good agreement with the results of reverse modeling exercises performed by IRSN and SKC CEN.

Оцінка динаміки виносу радіонуклідів за межі зони відчуження повітряним шляхом за період пожеж 02-20.04. 2020 р.

Процак В.П., Войцехович О.В., Лаптев Г.В

Український гідрометеорологічний інститут м. Київ, УкрГМІ

1. Загальні відомості

Оцінки виконано у відділі радіаційного моніторингу природного середовища (ВРМПС) УкрГМІ за результатами аналізу даних про стан радіоактивного забруднення територій, даних супутникового моніторингу територій загоряння у межах зони відчуження ЧАЕС і зони безмовного (обов'язкового) відселення (далі ЗВіЗБ(О)В), прилеглих територій Київської області, а також територій Овруцького району Житомирської області. Результати, що надаються є попередньою оцінкою і будуть уточнюватися при подальшому коригуванні джерела і динаміки викиду з метою ретроспективного моделювання розповсюдження радіоактивних аерозолів, що виносилися вітром за межі зон формування пожеж з метою оцінити наслідків пожеж для радіоактивного забруднення атмосферного середовища та спричинених ними радіоактивних випадіння на території України

2. Інструменти просторового аналізу, що застосовувалися

Для проведення оцінки динаміки виносу в атмосферу радіоактивних речовин під час пожеж на території ЗВіЗБ(О)В були використані наступні програмні продукти: «NASA WorldView», «QGIS», «Google Earth Pro», дані про радіоактивне забруднення територій («Атлас Україна. Радіоактивне забруднення»), а також експериментальні дані вивчення параметрів і коефіцієнтів виносу продуктів горіння з природних ландшафтів за результатами робіт і Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської

радіології, що є структурним підрозділом (УкрНДІСГР НУБіП України) Національного університету біоресурсів і природокористування України, а також результатів аналізу подібних ситуацій, що мали місце у ЗВіБ(О)В у 2015 р. Для ідентифікації пожеж і оцінки їх параметрів в інструменті Worldview використовувався продукт MODIS Fire and Thermal Anomalies, що оперує даними супутників Terra (MOD14) та Aqua (MYD14), а також комбінованого супутникового продукту Terra та Aqua (MCD14). Роздільна здатність зйомок у просторі - 1 км, а у часі - щоденно. Теплові аномалії представлені у вигляді червоних точок (приблизний центр 1 км пікселя) у Worldview / GIBS.

3. Дані про результати забруднення зони відчуження

Для оцінки щільності радіоактивного забруднення на територіях горіння використовували електронний «Атлас Україна. Радіоактивне забруднення» [1] з перерахуванням активності у ґрунтах ^{137}Cs і ^{90}Sr на 2020 р. Нижче наведено фрагменти відображення карт радіоактивного забруднення у межах зони відчуження і безумовного (обов'язкового) відселення (ЗВіБ(О)В), інформація з яких застосовувалася для розрахунку кількісних характеристик активності радіонуклідів на ділянках загорання (Рис. 3.1). Всі дані про вміст радіоактивності у поверхневому ґрунтово-рослинному шарі розраховувалися з поправкою на радіоактивний розпад, а також враховували трансформацію профілю забруднення поверхневого шару забруднених ландшафтів.

Для розрахунку площ пожеж та інтегрування їх території за щільністю забруднення використовувалися тематичні шари карт та гео-інформаційні інструменти, які є у відкритому доступі програмного середовища QGIS. Площі вигорання під час пожежі, враховувалися для двох основних категорій ландшафтів: ліс і луки. В категорію лісів підпадали всі території покриті деревною рослинністю (хвойні і листяні), а в категорію луки включали також осушені території покриті очеретом, які, як правило і ставали первинним джерелом розвитку пожеж. Площі водних об'єктів, дороги та інші техногенні неприродні об'єкти не враховувалися для підрахунку площ загорання. Для аналізу територій різного ландшафту використовували стандартні інструменти пакету Google Earth Pro, що дозволяв розпізнавати і оцінювати на територіях горіння площі покриті лісами та луговою рослинністю.

4. Експертні оцінки площ загорання і характеристик виносу радіонуклідів з продуктами горіння

Для оцінок запасів і розподілу горючих матеріалів (дернина, підстилка, хвоя, кора, деревина) на одиниці площі, визначення коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту в елементи рослинних горючих матеріалів використовувалися експериментальні результати отримані співробітниками УкрНДІСХР при дослідженнях радіологічних характеристик пожеж на території Зони відчуження шляхом проведення активних експериментів (контрольоване спалювання заздалегідь обстежених лучних і лісових ділянок) в районах Поліського, Чистогалівки і Новошепеличей [2, 3, 4].

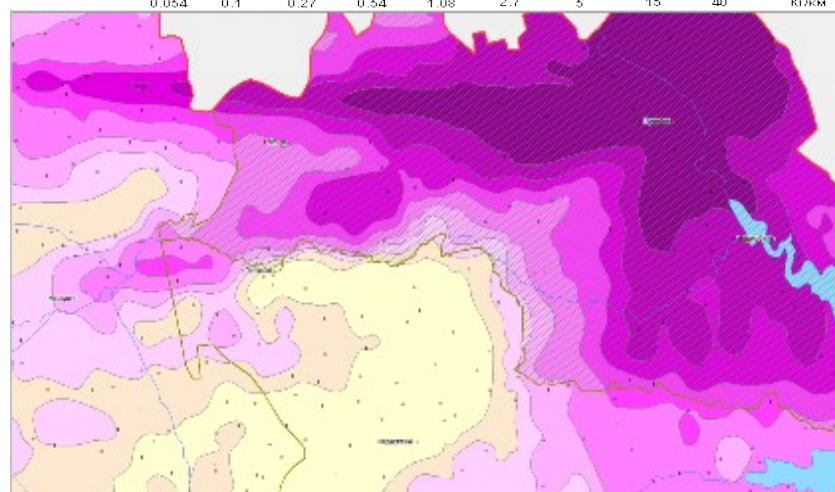
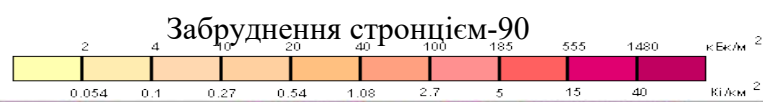
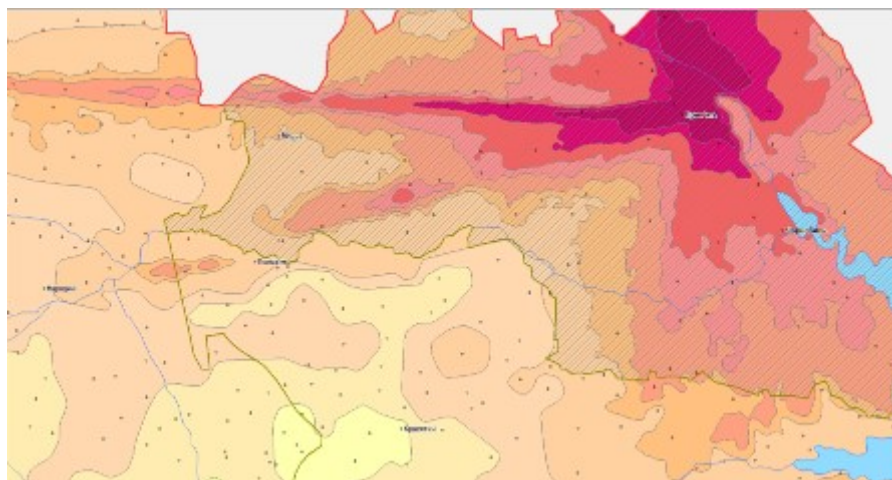
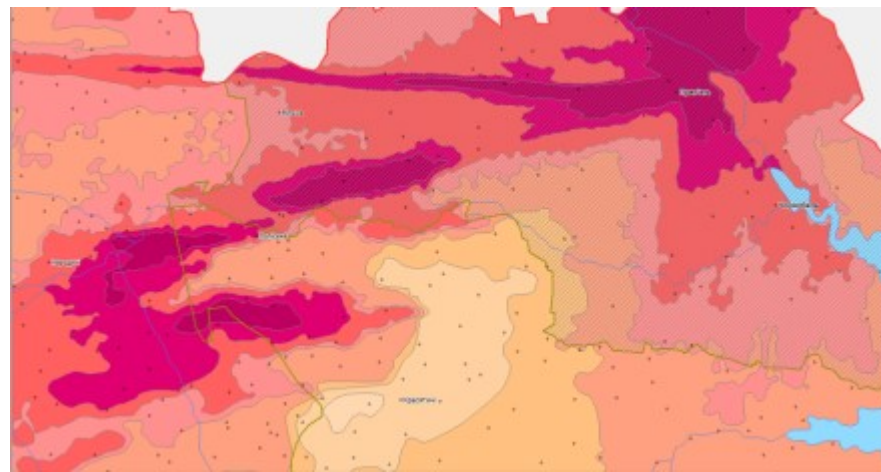


Рис. 3.1 – Характеристики забруднення поверхні ЗВЗБ(О)В радіонуклідами [1]

Для розрахунку використовувалися наступні вихідні дані:

Середній по двом лучним ділянкам (Чистогалівка) коефіцієнт накопичення ($K_{\text{луки}}$) радіонуклідів у багаторічній дернині з продуктивністю $0.7 - 1.3 \text{ кг/м}^2$, дано у Табл. 4.1.

Таблиця 4.1- Коефіцієнт ($K_{\text{луки}}$), що пов'язує запаси радіонуклідів у дернині лучної ділянки (Бк/м^2) і щільність забруднення ґрунту (Бк/м^2) даними радіонуклідами.

$K_{\text{луки}}$		
^{137}Cs	^{90}Sr	ΣPu
0.015	0.025	0.01

Запас (активність) радіонуклідів у багаторічній дернині, як основному горючому матеріалі лучних екосистем на одиницю площі розраховувався як:

$$A_{\text{дернина}} (\text{Бк/м}^2) = K \cdot A_{\text{ґрунт}} (\text{Бк/м}^2)$$

Щільність радіоактивного забруднення ($A_{\text{ґрунту}}$) на територіях пожеж визначалася за даними Атласу електронних карт радіоактивного забруднення [1]

Оцінки розподілу активності радіонуклідів у компонентах 30-річного лісу штучного насадження на одиниці площі наведено на Рис. 4.1 [2].

Як видно із даних на Рис. 4.1, основна кількість радіонуклідів у лісових біоценозах зосереджено у підстилці, деревині, корі та хвої 1-го року. Враховуючи той факт, що за умов лісових пожеж в основному вигорає підстилка, кора та хвоя, то розрахунок коефіцієнта K виконано саме для цих горючих матеріалів (Таблиця 4.2).

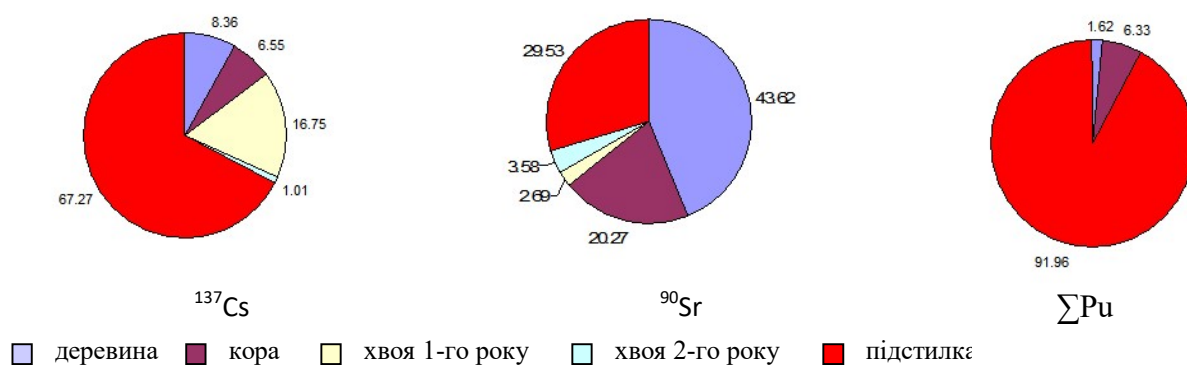


Рис. 4.1- Розподіл активності радіонуклідів по елементах матеріалу горіння на одиницю площі пожежі

Таблиця 4.2- Коефіцієнт ($K_{\text{ліс}}$), що пов'язує запаси радіонуклідів на одиниці площі у основних (за запасами радіонуклідів) горючих компонентах лісу (Бк/м^2) і щільність забруднення ґрунту (Бк/м^2) даними радіонуклідами.

$K_{\text{ліс}}$		
^{137}Cs	^{90}Sr	ΣPu
0.11	0.28	0.03

Згідно експериментальних досліджень, під час пожеж з продуктами горіння та в атомарному вигляді, за різними оцінками, може вивільнятися до 5 % ^{137}Cs . За результатами [2, 3, 5] 3-4 % ^{137}Cs . Стосовно ^{90}Sr такі дані є вкрай обмежені. При спалюванні лісової підстилки в лабораторних умовах було отримано, що виніс активності ^{90}Sr на продуктах горіння складав 0.02 %.

Відомо, що частина радіонуклідів під час пожеж також виноситься в атмосферу з частками попелу. Виніс радіонуклідів з частинками попелу за рахунок конвективного підйому буде залежати від інтенсивності горіння, температури, погодних умов та інших факторів. Але даний перенос буде мати локальний характер, оскільки частинки попелу мають відносно крупний розмір ($\text{AMAD} > 10 \text{ мкм}$) і осідають на відстанях до 3 км від джерела за рахунок гравітаційного осадження. Для розрахунків дальнього переносу (більше 10 км) у розрахунках викиду радіонуклідів у повітря було запропоновано використовувати оцінку виносу при пожежах для ^{137}Cs 5 %, а для ^{90}Sr і ΣPu - 0.2 % від запасів у горючому матеріалі (консервативний підхід).

Таким чином, виніс радіонуклідів у повітря у межах зони горіння (факел горіння) під час пожеж розраховувався наступним чином:

$$A_i(\text{МБк}) = S(\text{км}^2) \cdot 10^6 \cdot A_i^s(\text{кБк/м}^2) \cdot K_{\text{ценоз}}^i \cdot n^i / 10^3, \text{ де:}$$

$A_i(\text{МБк})$ – активність і-го радіонукліду, що виноситься у повітря під час пожежі;

$S(\text{км}^2)$ – територія площі горіння;

$A_i^s(\text{кБк/м}^2)$ – щільність забруднення території горіння;

$K_{\text{ценоз}}^i$ - коефіцієнт, що пов'язує запаси радіонуклідів у матеріалі горіння в залежності від біоценозу та щільності забруднення ґрунту;

n^i – доля виносу і-го радіонукліду з паливного матеріалу у повітря.

5. Динаміка розвитку пожеж і виносу радіонуклідів в атмосферу

У даному розділі наведено аналіз динаміки розвитку пожеж на території зони відчуження зони безумовного відселення і прилеглих територіях за результатами даних супутникових термосканерів. Аналіз знімків виконано за інформацією відкритого доступу за даними спостережень, а також просторового аналізу зон вигорання інструментів

NASA

WorldView

(https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#z:11;c:30.0,51.4;d:2020-04-22..2020-04-22;l:firms_noaa20-viirs=N,firms_viirs,firms_modis_a,firms_modis_t)

2.04.2020

Пожежна ситуація на 2.04.2020 р в районі розташування ЗВіЗБ(О)В за даними спостережень наведено на Рис. 5.1. Основна пожежа виникла в районі с. Недашківка на кордоні із ЗВіЗБ(О)В.

№	Координати	
1	51.0452	29.4587
2	51.1474	29.6587
3	51.1144	29.9949
4	51.1100	30.2124



Рис. 5.1 - Осередки пожеж 2.04.2020 р. виділені червоними точками

Характеристики пожежі в районі с. Недашківка наведено у Таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Характеристики пожежі за 2.04.2020 р.

Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
ліс	1	14	0.7	0.02	77	0.39	0.001
луки	2	14	0.7	0.02	21	0.07	0.028
Σ	3				98	0.46	0.029

Розвиток пожежної ситуації на 3.04.2020 р. у ЗВіЗБ(О)В відображено на Рис. 5.2 за результатами супутникового моніторингу (NASA WorldView).



Рис. 5.2 - Осередки пожежі 3.04.2020 (контуром відображено основні зони загоряння).

Пожежа виникла біля н.п Народичі на територіях заплави річки Уж, що покриті сухим очеретом і розвивалась вздовж заплави. Потім пожежа перекинулася на лісовий масив у східному напрямку. Площа горіння протягом 03.04 склала біля 26 км². Пожежа розвивалася на території із значним градієнтом щільності радіоактивного забруднення (для ¹³⁷Cs 1000-150 кБк/м²). Характеристики пожежі за 3.04 наведено у Таблиці 5.2.

Таблиця 5.2- Характеристика площ загоряння і виносу радіонуклідів 3.04.2020 р.

Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
луки	4	700	10	0.3	2100	2	0.024
	3	250	5	0.2	562.5	0.75	0.012
	3	50	5	0.2	112.5	0.75	0.012
	5	700	5	0.2	2625	1.25	0.02
	5	250	5	0.2	937.5	1.25	0.02
	2	1000	50	1	1500	5	0.04
	6	50	5	0.2	225	1.5	0.024
ліс	3	700	7	0.2	11550	11.76	0.036
	5	700	10	0.3	19250	28	0.09
	4	250	7	0.1	5500	15.68	0.024
	4	1000	40	0.7	22000	89.6	0.168
Σ	44				66363	158	0.5

4.04.2020.

Протягом 4.04 пожежа розвивалася за напрямком домінуючого вітру у східному напрямку і суттєво поширилася, в тому числі на території ЗВіЗБ(О)В у межах західної частини Чорнобильського радіоекологічного біосферного заповідника (Рис. 5.3) . Площа ділянок горіння лучних і лісових ландшафтів розширилася до 34 км² в тому числі, охоплюючи території ЗВіЗБ(О)В. Характеристики забруднення територій, що вигорали наведено у Таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Характеристики вигорання забруднених територій на 4.04.2020 р.

Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
луки	1	700	5	0.2	525	0.25	0.004
	0.7	1000	50	0.7	525	1.75	0.0098
	1	700	10	0.7	525	0.5	0.014
	3	50	10	0.1	112.5	1.5	0.006
	8	250	5	0.1	1500	2	0.016

	4.5	700	10	0.3	2362.5	2.25	0.027
	3.5	250	10	0.5	656.25	1.75	0.035
	6	50	5	0.1	225	1.5	0.012
ліс	1.7	700	5	0.3	6545	4.76	0.0306
	2.3	1000	25	0.7	12650	32.2	0.0966
	1.5	700	5	0.1	5775	4.2	0.009
	1	250	5	0.1	1375	2.8	0.006
	3.5	50	5	0.1	962.5	9.8	0.021
Σ	38				33738	65	0.3

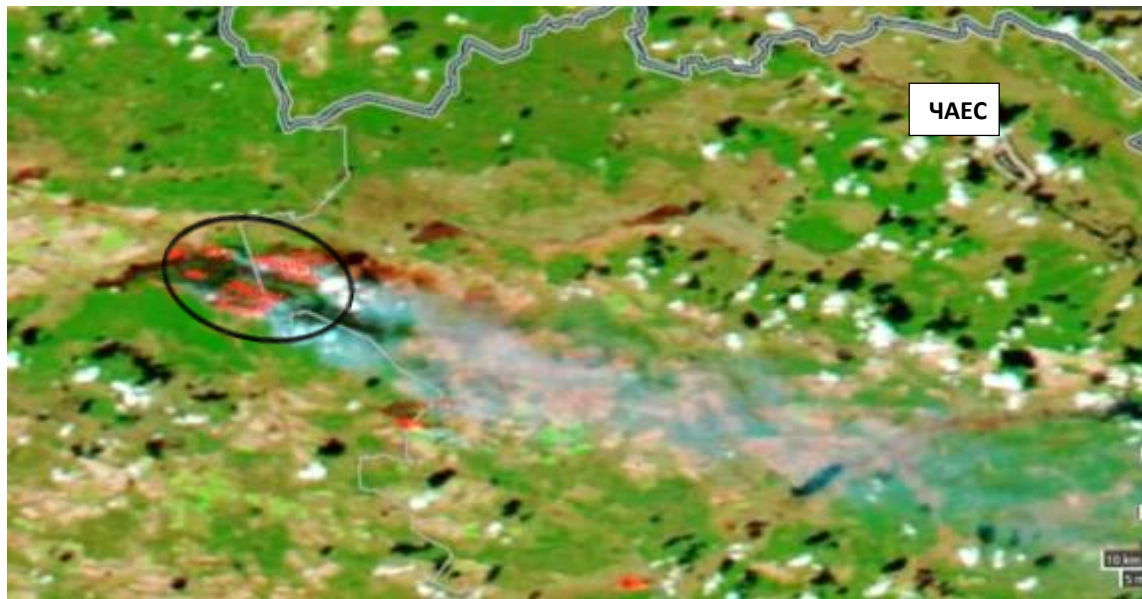
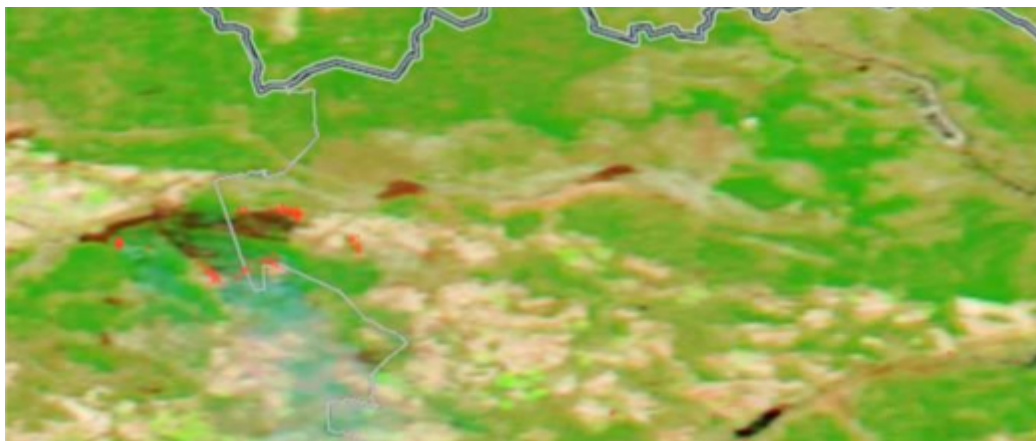


Рис. 5.3 -Осередки розвитку пожежі на 4.04.2020 р. за даними NASA WorldView .

5.04.2020

Протягом 5.04 площі пожеж були частково зменшено до 12 км² (Рис. 5.4), але основні осередки загоряння, ще знаходяться за межами і на кордоні із ЗВіЗБ(О)В.



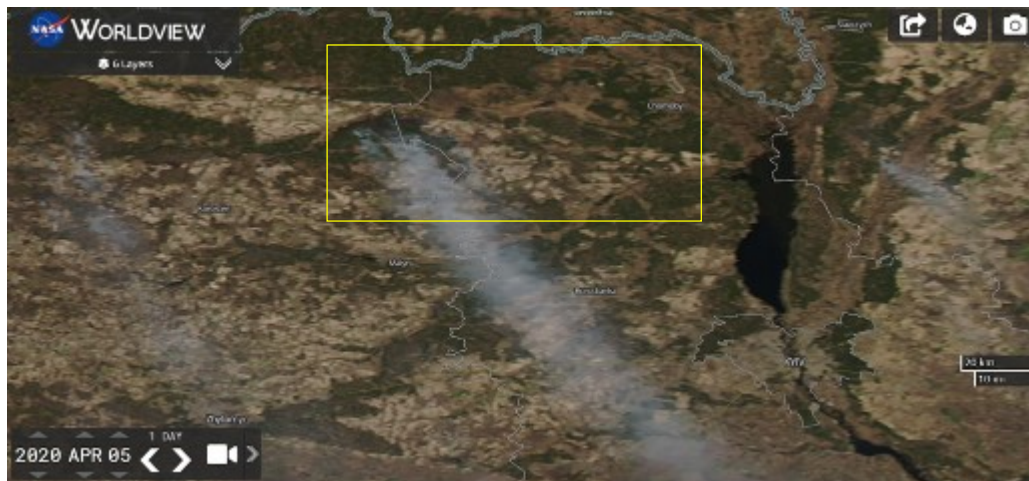


Рис. 5.4 - Осередки джерел загоряння і факел розповсюдження продуктів горіння 5.04 (контуром на нижньому знімку відображено ділянку території аналізу (верхній знімок)

Основною зоною розвитку пожежі визначено осередки лісу (що вже догорав) і ділянки лугової рослинності в районі с. Рагівка. Оцінки наведено у Таблиці 5.5.

Таблиця 5.4 - Характеристики площ вигорання і винос продуктів горіння на 5.04.2020

Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
ліс	6	1000	5	0.1	33000	16.8	0.04
луки	6	1000	14	0.7	4500	4.2	0.08
Σ	12				37500	21	0.12

6.04.2020

В результаті активного гасіння пожеж площі горіння 06.04 скоротилася до 4.5 км². Продовжували вигорати ділянки рідколісся на північний захід від с. Рагівка та с. Червона Зірка. Протягом 6.04 метеорологічна ситуація змінюється, вітер розвертається на північний схід (Рис. 5.5). Характеристики вигорання території надано в Таблиці 5.5.



Рис. 5.5- Осередки пожежі 6.04.2020.

Таблиця 5.5.- Характеристики площ вигорання і винос продуктів горіння 6.04.2020

Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
ліс	2	1000	20	1	11000	22.4	0.12
луки	2.5	1000	20	1	1875	2.5	0.04
Σ	4.5				12875	24.9	0.15

7.04.2020

Пожежна ситуація на 7.04.2020 в районі ЗВІЗБ(О)В залишається приблизно такою ж, як і 6.04. Продовжуються роботи з ліквідації пожежі, площі вигорання зміщуються на менш забруднені ділянки. Серед зон вигорання переважають ділянки покриті залишками сухої біомаси очерету на луках заплави річки Уж і прилеглі ділянки залишків лісу. Заплава р. Уж покрита торф'яними ґрунтами, тому повністю загасити їх не вдається. Площу горіння оцінено біля 4.5 км². Характеристики вигорання надаються у Таблиці 5.6.

Таблиця 5.6.- Характеристики вигорання і виносу радіонуклідів на 7.04.2020

Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
ліс	2	250	10	0.4	2750	11.2	0.048
луки	2.5	250	10	0.4	469	1.25	0.035
Σ	4.5				3219	12.5	0.083

8.04.2020

В ніч на 8.04 суттєво зростає швидкість вітру, осередки пожежі в торф'яних ґрунтах заплави р. Уж розгоряються знову. Вітер посилюється і повертає на південний схід. Пожежна ситуація на 8.04.2020 в районі зони відчуження і прилеглих територіях показана на рисунках 5.6 і 5.7.



Рис. 5.6- Пожежі 8.04.2020 . за даними продукту NASA WorldView

Протягом дня 08.04 пожежа з територій прикордонних ділянок Народицького р-н переміщається на суміжні ділянки і швидко поширюється. Фронт вогню переходить через р. Уж і починає розповсюджуватися у південно-східному напрямку, в тому числі на лісовий масив і заплаву р. Уж. Площа горіння збільшується майже в 10 разів порівняно із попереднім днем і становить біля 42 км². Також протягом дня з'являється новий осередок вогню площею біля 2.5 км² на північний схід від с. Карпилівка на відстані 5.5 км від КПП «Дитятки» та розпочинається пожежа між с. Копачі і Чистоголівка з оціненою площею загоряння біля 6 км². Характеристики розвитку пожежі за 8.04.2020 наведено у таблиці 5.7.

Слід відзначити, що 8.04 розпочинаються пожежі також у декількох пунктах Овруцького району Житомирської області. Вони не пов'язані із першоджерелом пожеж у зоні відчуження, натомість північно-західний вітер спричинив дисперсію продуктів горіння забрудненого цезієм у напрямку м. Києва, тому радіологічна ситуація в Києві за 8.04 формувалася під впливом джерел формування пожеж переважно за межами ЗВіЗБ(О)В (Рис. 5.7). Саме в період з 8.04 по 10.04 у Києві спостерігаються найвищі за період формування пожеж концентрації активності цезію-137 в аерозолях (за даними УкрГМІ і ЦГО (Центральної геофізичної обсерваторії) в діапазоні від 0,2 до 0,6 мБк/м³ (фонові концентрації до пожеж спостерігалися майже в 100 разів нижче). 8.04 також розвиваються осередки загоряння і безпосередньо у зоні відчуження.

Таблиця 5.7- Характеристика зон вигорання і виносу радіонуклідів за 8.04.2020 р.

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Поліське	ліс	20	250	10	0.4	27500	112	0.48
	луки	22	250	10	0.6	4125	11	0.31
Копачі - Чистоголівка	ліс	4	220	130	5	4840	291	1.2
	луки	2	220	130	5	330	13	0.03
Σ		48				36795	427	2.02

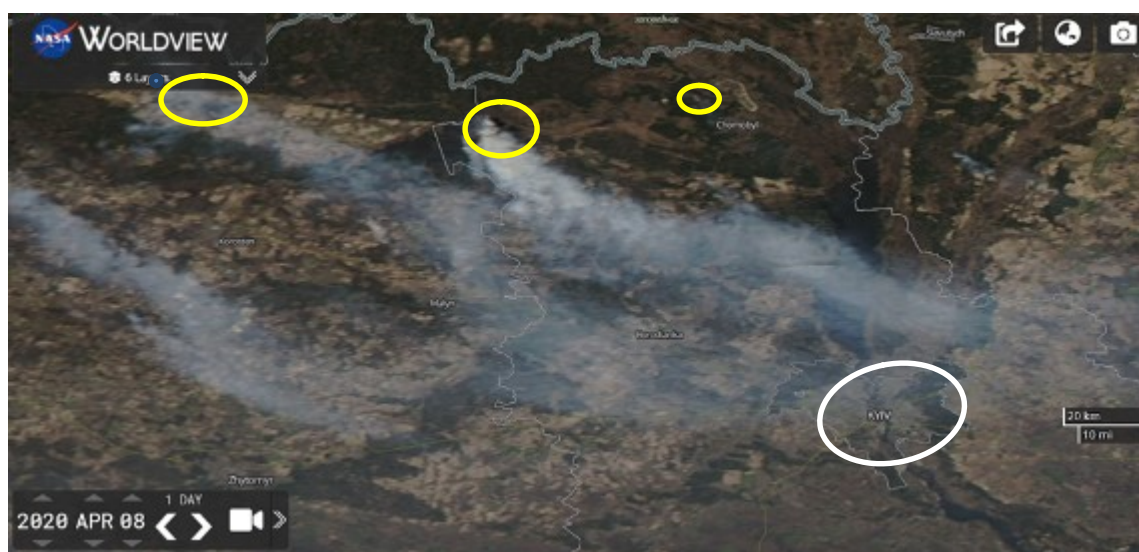


Рис. 5.7- Треки розповсюдження продуктів горіння із ЗВіЗБ(О)В, а також осередків загоряння за її межами.

9.04.2020

Пожежна ситуація на 9.04 розвивається на п'яти основних ділянках, що показано на Рис. 5.8. за результатами аналізу даних NASA World View. Вітер змінює напрямок з північно західного, що виносив продукти горіння у напрямку Києва і повертає переважно на схід. Відповідно основні осередки пожеж розширюються і східному напрямку, розширююся зони загорання у ближній 10 км зоні навколо ЧАЕС. Зокрема, пожежа в районі осередку початкового загорання (у Поліському р-н) починаю розповсюджуватися у східному напрямку (площа горіння складала біля 21 км².) Пожежа в районі сел Копачі-Чистогалівка перетворюється на декілька окремих фронтів горіння і розвивається до площі горіння 33 км². Характеристики розвитку площ вигорання надано у Таблиці 5.8.



Рис. 5.8- Формування осередків пожежі 9.04.2020 за даними продукту NASA WorldView.

Таблиця 5.8- Характеристики вигорання і виносу радіонуклідів за 9.04.2020 р.

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Поліське	ліс	19	250	10	0.4	26120	106	0.46
	луки	2	250	10	0.6	375	1	0.03
Копачі - Чистогалівка	ліс	15	700	350	10	57750	2940	9
	луки	18	700	350	10	9450	315	0.25
Σ		54				93695	3362	9.74

10.04.2020

Не зважаючи на значні зусилля гасіння вогню протягом 10 квітня площі вигорання розширюються переважно за рахунок продовження пожеж у західному секторі ЗВіЗБ(О)В, а також вигорання територій навколо ЧАЕС (Рис. 5.9).



Рис. 5.9 - Розвиток осередків пожеж у ЗВіЗБ(О)В на 10.04.2020

Зокрема, продовжуються пожежі значних територій заплави р. Уж (очерет, луки, торф'яники), де площі горіння складають біля 50 км². Ділянки пожеж в районі Копачі-Чистоголівка розпадаються на окремі осередки розміщені по колу і займаю площу біля 10 км². В основному горіли рідколісся і поля.

Таблиця 5.9 - Характеристики вигорання і виносу радіонуклідів за 10.04.2020 р.

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Поліське	ліс	20	250	10	0.4	27500	112	0.48
	луки	30	250	10	0.6	5625	15	0.42
Копачі - Чистоголівка	ліс	2	700	350	12	7700	392	1.44
	луки	8	700	350	12	4200	140	0.112
Σ		60				45025	659	2.452

Вітер знову повертає в сторону Києва, саме тому в період з 8 по 10.04 за даними спостережень УкрГМІ було отримано найбільший рівень (середнє значення з 8 по 10.04) вмісту активності цезію-137 в аерозолях (0,5 МБк/м³) за період пожеж з 3.04 по 21.04.

11.04.2020

Аналогічним методом, використовуючи інформацію супутникових спостережень і продукти обчислювань NASA WorldView виконано оцінки площ вигорання на 11.04. на ділянках зони відчуження і безумовного відселення, а також на прилеглих територіях Поліського району. 11.04 масштаби пожеж зменшуються. Площа поширення пожежі у Поліському районі складала біля 12 км², а в районі с Копачі –Чистоголівка біля 4 км². Характеристики пожеж за 11.04.2020 наведено у Таблиці 5.10.

Таблиця 5.10- Характеристики вигорання і виносу радіонуклідів за 11.04.2020

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Поліське	ліс	-						
	луки	10	300	14	0.5	2250	7	0.14
Копачі - Чистогалівка	ліс	2	400	300	10	4400	336	1.2
	луки	2	400	300	10	600	30	0.03
Σ		14				7250	373	1.37

12.04.2020

Пожежна ситуація на 12.04.2020 в районі зони відчуження (Рис. 5.10) знову змінюється із зміною метеорологічних умов.

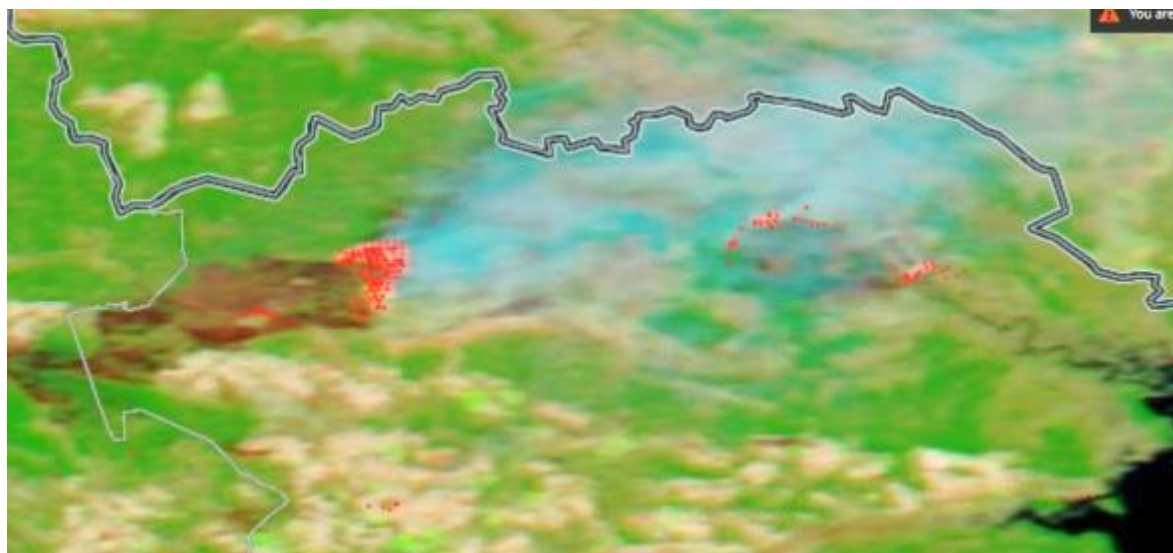


Рис. 5.10 - Розвиток осередків пожеж у ЗВІЗБ(О)В на 12.04.2020 р.

12.04.2020 горіння дещо посилюється. Площа горіння у Поліському р-н ЗВІЗБ(О)В складала біля 16 км². Пожежа в районі Копачі- Чистогалівка поширюється у двох напрямках, у північно-східному напрямку площа пожежі складає біля 3 км². Другий осередок пожежі розвивається в напрямку водойми-охолоджувача ЧАЕС. При цьому горить очерет та рослинність навколо південного берега ВО ЧАЕС. Площа пожежі складала біля 1.6 км². Характеристики пожеж за 12.04 наведено у Таблиці 5.11

Таблиця 5.11 - Характеристики вигорання і виносу радіонуклідів за 12.04.2020

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Поліське	ліс	8	600	70	3	26400	314	1.44
	луки	8	600	70	3	3600	28	0.11

Копачі - Чистогалівка	ліс	1.5	1200	700	30	9900	588	2.7
	луки	1.5	1200	700	30	1350	52.5	0.02
ВО ЧАЕС	луки	1.6	450	300	10	540	24	0.02
Σ		20.6				41790	1006	4.29

13.04.2020

Пожежна ситуація на 13.04.2020 показана на Рис. 14 і свідчить про розширення зон загоряння, зокрема, в районі розташування водойми-охолоджувача ЧАЕС. Вітер виносить продукти горіння у східному і північно-східному напрямках. Осередки горіння у Поліському районі поширюються у північно-східному напрямку і перетинають зону розташування так званого паливного сліду радіоактивних випадінь 1986 р.. Площа горіння складає біля 18 км². Горіння на території Рудого лісу охоплювало 3.5 км². Також продовжувалося горіння на очерету на дамбі між колишньою ВО ЧАЕС і р. Прип'ять, а також покриті очеретом осушеної ділянки південної ВО (площа загорання складає біля 3 км² (Рис. 5.11). Характеристики розвитку пожежі за 13.04 наведено у Таблиці 5.12.



Рис. 5.11. – Основні осередки розвитку пожеж у ЗВіЗБ(О)В на 13.04.2020 р.

Таблиця 5.12 - Характеристики вигорання і виносу радіонуклідів за 13.04.2020 р.

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Σ Pu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Σ Pu
Поліське	ліс	15	400	150	5	33000	1260	4.5
	луки	3	280	50	2	630	7.5	0.04
Копачі - Чистогалівка	ліс	1.5	1300	1100	35	10720	924	3.15
	луки	2	1300	1100	35	1950	110	0.03
ВО ЧАЕС	луки	3	350	280	10	787.5	42	0.04
Σ		24.5				47088	2344	7.76

14.04-15.04.2020

В ніч з 13 на 14 квітня, а також протягом дня 14.04 у ЗВіЗБ(О)В і прилеглих територіях проходять дощові опади, що сприяє гасінню пожеж. Тому площі горіння суттєво знижуються. Протягом 14.04 -15.04 пожежі поступово згасають, продовжуються

процеси тління, переважно торф'яних ділянок, що згорали. 14.04.2020 відкриті осередки горіння космічними сенсорами не детектувалися.

16.04.2020

Пожежну ситуація на 16.04.2020 в районі зони відчуження наведено на Рис. 5.12.

16.04.2020 спостерігається поновлення пожежі у Поліському районі. Мають місце нові загорання ділянок у районі урочища Рудий ліс. Виникають нові осередки пожежі в районі лівобережної заплави р. Прип'ять на схід від ВО ЧАЕС площею біля 8 км² (на рис. 5.12- виділено червоним контуром). У Поліському районі за період з 13.04.2020 по 16.04.2020 пожежа просунулась на 6.5 км на північний схід, при цьому площа горіння за цей період склала біля 16 км². Характеристики пожежі за 16.04.2020 у Зоні відчуження наведені у таблиці 5.13.

Протягом 16.04.2020 суттєво розширюються осередки пожеж на півночі Овруцького району (Рис. 5.13), зокрема на околицях населених пунктів: Козулі, Возничі, Верхня Рудня, Середня Рудня, Першотравневе, Рудня, Бірківське, Виступовичі та інших. Загальна площа поширення пожеж складала до 120 км².

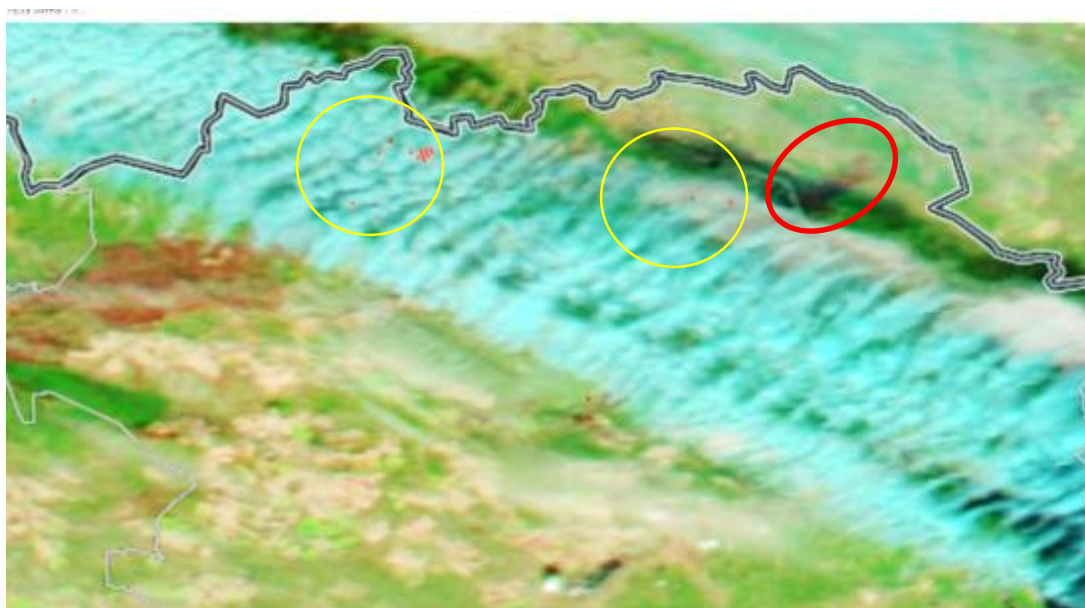


Рис. 5.12 - Осередки пожеж 16.04.2020 р. за даними продукту NASA WorldView



Рис. 5.13- Розвиток осередків пожеж 16.04.2020 на півночі Овруцького району

Пожежі поширюються на території забруднені у межах, так званого Західного сліду чорнобильських радіоактивних випадіннь. Карта-забруднення цезієм-137 даної території показана на Рис. 5.14. Саме тому для цих територій також виконано оцінки виносу радіонуклідів. Виніс радіоактивності в період пожеж на цих територіях також має враховуватися в ретроспективному аналізі і на етапі удосконалення модельних розрахунків розповсюдження радіонуклідів на дальні відстані.

Поширенню площ пожеж сприяли значні штормові вітри.

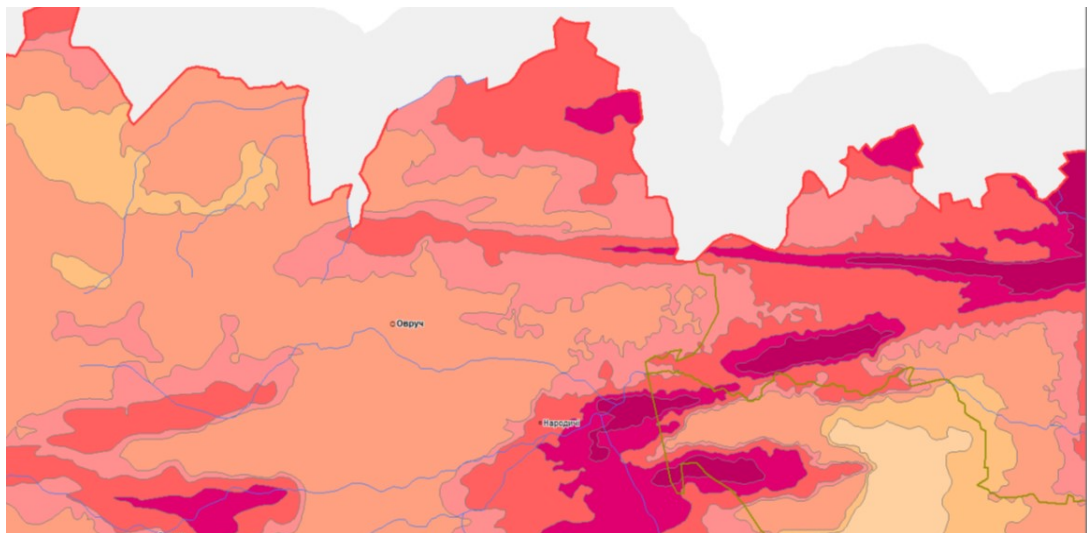


Рис. 5.14 - Західний слід радіоактивних випадіннь чорнобильського викиду.

Таблиця 5.13- Характеристики пожежі 16.04 у ЗВіБ(О)В і на півночі Овруцького району

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Поліське	ліс	16	200	50	3	17600	448	2.88
	луки	-						
Лівий берег	ліс	2	600	300	10	6600	336	1.2
	луки	6	300	250	10	1350	75	1.2
Овруцький р-н	ліс	50	90	7	0.4	24750	196	1.2
	луки	70	90	7	0.4	4725	24	0.56
Σ		144				50300	1079	7.04

17.04.2020

Протягом 17.04 площі горіння в Овруцькому районі розширилися і складала біля 210 км² (Рис. 5.15). 17.04 посилюється також пожежа і у зоні відчуження, що розпочалася в Поліському районі, також продовжується пожежа на схід від ВО ЧАЕС на лівому боці р. Прип'ять, та виникають нові осередки пожеж на півдні зони відчуження (Рис. 5.16). Характеристики основних пожеж за 17.04.2020 наведено у таблиці 5.14.

Таблиця 5.14 - Характеристики ділянок вигорання і виносу радіонуклідів в районах осередків пожеж 17.04.2020 в Овруцькому районі та на території зони відчуження

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Овруцький р-н	ліс	90	90	7	0.4	44550	353	2.16
	луки	130	90	7	0.4	8775	45.5	1.04
Поліський р-н	ліс	8	350	100	4	15400	448	1.92
	луки	17	350	100	4	4462	85	1.36
Лівий берег	ліс	1	700	450	15	3850	252	0.9
	луки	3	700	450	15	1575	67.5	0.9
Σ		249				78612	1251	8.28



Рис. 5.15 - Пожежі 17.04.2020 на півночі Овруцького району



Рис 5.16 - Осередки розвитку пожеж. на території зони відчуження 17.04.2020 р

18.04.2020

Пожежна ситуація на 18.04.2020 в районі зони відчуження і на півночі Овруцького району наведено на Рис. 5.17. Пожежі розпадаються на значну кількість осередків. Характеристики площ вигорання і характеристики виносу радіонуклідів в атмосферу на 17.04.2020 в Овруцькому районі Житомирської області і на території зони відчуження показано в Таблиці 5.15.

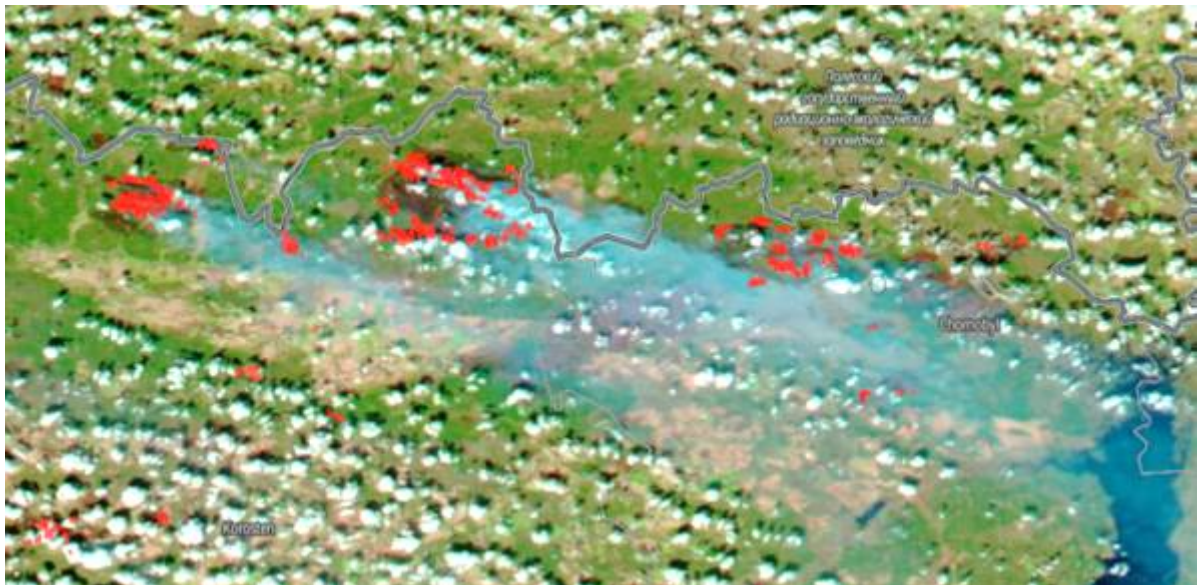


Рис. 5.17 - Пожежна ситуація на 18.04.2020 в районі зони відчуження та на півночі Овруцького району.



Рис. 5.18- Осередки пожежі в Поліському районі і на території зони відчуження.

Таблиця 5.14- Характеристики ділянок вигорання і виносу радіонуклідів в районах осередків пожеж 18.04.2020 в Овруцькому районі та на території зони відчуження

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Овруцький р-н	ліс	25	90	7	0.4	12370	98	0.6
	луки	70	90	7	0.4	4725	24.5	0.56
Поліський р-н	ліс	8	600	300	10	26400	1344	4.8
	луки	18	600	300	10	8100	270	3.6
Лівий берег	ліс	1.5	700	500	15	5770	420	1.35
	луки	1.5	700	350	12	787	26	0.36
Σ		124				58152	2183	11.3

Слід відзначити, що загальні площі горіння в Овруцькому районі перевищили площі зони вигорання у зоні відчуження.

19.04.2020

Аналогічно було підраховано площі загоряння на 19.04. Розрахунки показали, що 19.04 загальна площа пожеж на півночі Овруцького району суттєво скоротилася - до 8 км². Також скоротилися площі пожеж на території зони відчуження у Поліському районі до 8 км² та до 2 км² на лівому березі р. Прип'ять на околиці с. Зимовище

Таблиця 5.15 - Характеристики ділянок вигорання і виносу радіонуклідів в районах осередків пожеж 19.04.2020 в Овруцькому районі та на території зони відчуження

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Овруцький р-н	ліс	3	200	5	0.3	3300	8.4	0.054
	луки	5	200	5	0.3	750	1.3	0.03
Поліський р-н	ліс	6	250	50	3	8250	168	1.08
	луки	2	250	50	3	375	5	0.12
Лівий берег	ліс	0.5	800	600	20	2200	168	0.6
	луки	1.5	800	600	20	900	45	0.6
Σ		18				15775	395.7	2.484

20.04.2020

20.04 пожежі на півночі Овруцького району в районі с. Ситівка та с. Жолудівка площею біля 2.5 км² були локалізовані. Площа горіння Поліського осередку пожежі також була зменшена до 3 км² і мала вигляд довгої смуги. Горіння на лівому березі р. Прип'ять в районі с. Зимовище дещо посилилась і відбувалася на площі біля 2.5 км². Характеристики пожеж за 20.04 наведені у таблиці 5.16.

Таблиця 5.16 - Характеристики ділянок вигорання і виносу радіонуклідів в районах осередків пожеж 20.04.2020 в Овруцькому районі та на території зони відчуження

Локація пожеж	Біоценоз	Площа, км ²	Щільність забруднення, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
Овруцький р-н	ліс	2.5	280	7	0.4	3850	9.8	0.06
	луки	-						
Поліський р-н	ліс	2	100	20	1	1100	22.4	0.12
	луки	1	100	20	1	75	1	0.02
Лівий берег ЗВ, заплава,	ліс	-						
	луки	2.5	800	600	20	1500	75	1
Σ		8				6525	108	1.2

6. Аналіз динаміки радіоактивного виносу в атмосферу під час пожеж за період 2.04-20.04.2020

Результати розрахунків динаміки характеристик горіння і виносу радіонуклідів в атмосферу над місцем вигорання за період 02-16.04.2020 наведено в таблиці 6.1. В таблиці надано середні щільності забруднення ґрунту в місцях горіння та оцінки (консервативні) виносу радіонуклідів в субстанції димової фракції Ці дані можуть використовуватися у якості оцінки надходження радіоактивних продуктів горіння в атмосферу і бути перенесені на значні відстані (без врахування частинок попелу).

Таблиця 6.1 – Оцінки динаміки вигорання і виносу радіонуклідів у складі димової фракції викиду горіння за період з 2.04 по 20.04.2020 р.

Дата	Локація пожежі	Біоценоз	Площа горіння, км ²	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²			Виніс у повітря, МБк		
				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ΣPu
2.04	Поліське	ліс	1	14	0.7	0.02	77	0.4	0.001
		луки	2	14	0.7	0.02	21	0.1	0.028
3.04	Поліське	ліс	3	700	7	0.2	11550	11.76	0.036
			5	700	10	0.3	19250	28	0.09
			4	250	7	0.1	5500	15.68	0.024
			4	1000	40	0.7	22000	89.6	0.168
		луки	4	700	10	0.3	2100	2	0.024
			3	250	5	0.2	562.5	0.75	0.012
			3	50	5	0.2	112.5	0.75	0.012
			5	700	5	0.2	2625	1.25	0.02
			5	250	5	0.2	937.5	1.25	0.02
			2	1000	50	1	1500	5	0.04
			6	50	5	0.2	225	1.5	0.024
4.04	Поліське	ліс	1.7	700	5	0.3	6545	4.76	0.0306
			2.3	1000	25	0.7	12650	32.2	0.0966
			1.5	700	5	0.1	5775	4.2	0.009
			1	250	5	0.1	1375	2.8	0.006
			3.5	50	5	0.1	962.5	9.8	0.021
		луки	1	700	5	0.2	525	0.25	0.004
			0.7	1000	50	0.7	525	1.75	0.0098
			1	700	10	0.7	525	0.5	0.014
			3	50	10	0.1	112.5	1.5	0.006
			8	250	5	0.1	1500	2	0.016
			4.5	700	10	0.3	2362.5	2.25	0.027
			3.5	250	10	0.5	656.25	1.75	0.035
			6	50	5	0.1	225	1.5	0.012
5.04	Поліське	ліс	6	1000	5	0.1	33000	17	0.036
		луки	6	1000	14	0.7	4500	4	0.084

6.04	Поліське	ліс	2	1000	20	1	11000	22	0.12
		луки	2.5	1000	20	1	1875	3	0.03
7.04	Поліське	ліс	2	250	10	0.4	2750	11	0.05
		луки	2.5	250	10	0.4	469	1	0.04
8.04	Поліське	ліс	20	250	10	0.4	27500	112	0.48
		луки	22	250	10	0.6	4125	11	0.31
	Копачі-Чистоголівк а	ліс	4	220	130	5	4840	291	1.2
		луки	2	220	130	5	330	13	0.03
9.04	Поліське	ліс	19	250	10	0.4	26120	106	0.46
		луки	2	250	10	0.6	375	1	0.03
	Копачі-Чистоголівк а	ліс	15	700	350	10	57750	2940	9
		луки	18	700	350	10	9450	315	0.25
10.04	Поліське	ліс	20	250	10	0.4	27500	112	0.48
		луки	30	250	10	0.6	5625	15	0.42
	Копачі-Чистоголівк а	ліс	2	700	350	12	7700	392	1.44
		луки	8	700	350	12	4200	140	0.11
11.04	Поліське	ліс	-						
		луки	10	300	14	0.5	2250	7	0.14
	Копачі-Чистоголівк а	ліс	2	400	300	10	4400	336	1.2
		луки	2	400	300	10	600	30	0.3
12.04	Поліське	ліс	8	600	70	3	26400	314	1.44
		луки	8	600	70	3	3600	28	0.11
	Копачі-Чистоголівк а	ліс	1.5	1200	700	30	9900	588	2.7
		луки	1.5	1200	700	30	1350	53	0.02
	ВО ЧАЕС	луки	1.6	450	300	10	540	24	0.02
13.04	Поліське	ліс	15	400	150	5	33000	1260	4.5
		луки	3	280	50	2	630	8	0.04
	Копачі-Чистоголівк а	ліс	1.5	1300	1100	35	1030	924	3.15
		луки	2	1300	1100	35	1950	110	0.03
	ВО ЧАЕС	луки	3	350	280	10	78	42	0.04
16.04	Поліське	ліс	16	200	50	3	17600	448	2.88
		луки	-						
	лівий берег	ліс	2	600	300	10	6600	336	1.2
		луки	6	300	250	10	1350	75	1.2
	Овруч	ліс	50	90	7	0.4	24750	196	1.2
		луки	70	90	7	0.4	4725	25	0.56
17.04	Овруцький р-н	ліс	90	90	7	0.4	44550	353	2.16
		луки	130	90	7	0.4	8775	46	1.04
	Поліський р- н	ліс	8	350	100	4	15400	448	1.92
		луки	17	350	100	4	4464	85	1.36

	Лівий берег	ліс	1	700	450	15	3850	252	0.9
		луки	3	700	450	15	1575	68	0.9
18.04	Овруцький р-н	ліс	25	90	7	0.4	12370	98	0.6
		луки	70	90	7	0.4	4725	25	0.56
	Поліський р-н	ліс	8	600	300	10	26400	1344	4.8
		луки	18	600	300	10	8100	270	3.6
	Лівий берег	ліс	1.5	700	500	15	5770	420	1.35
		луки	1.5	700	350	12	788	26	0.36
19.04	Овруцький р-н	ліс	3	200	5	0.3	3300	8	0.05
		луки	5	200	5	0.3	750	1	0.03
	Поліський р-н	ліс	6	250	50	3	8250	168	1.08
		луки	2	250	50	3	375	5	0.12
	Лівий берег	ліс	0.5	800	600	20	2200	168	0.6
		луки	1.5	800	600	20	900	45	0.6
20.04	Овруцький р-н	ліс	2.5	280	7	0.4	3850	10	0.06
		луки	-						
	Поліський р-н	ліс	2	100	20	1	1100	22	0.12
		луки	1	100	20	1	75	1	0.02
	Лівий берег	ліс	-						
		луки	2.5	800	600	20	1500	75	1
Σ			870				629000	13500	59

Результати розрахунків виносу РА у графічному вигляді показано на рисунках 6.1-6.5



Рис. 6.1- Динаміка сумарного виносу активності радіонуклідів на радіоактивних аерозолях від пожеж 2.04-20.04.2020.



Рис 6.2- Динаміка виносу активності радіонуклідів на радіоактивних аерозолях від пожежі у Поліському районі.

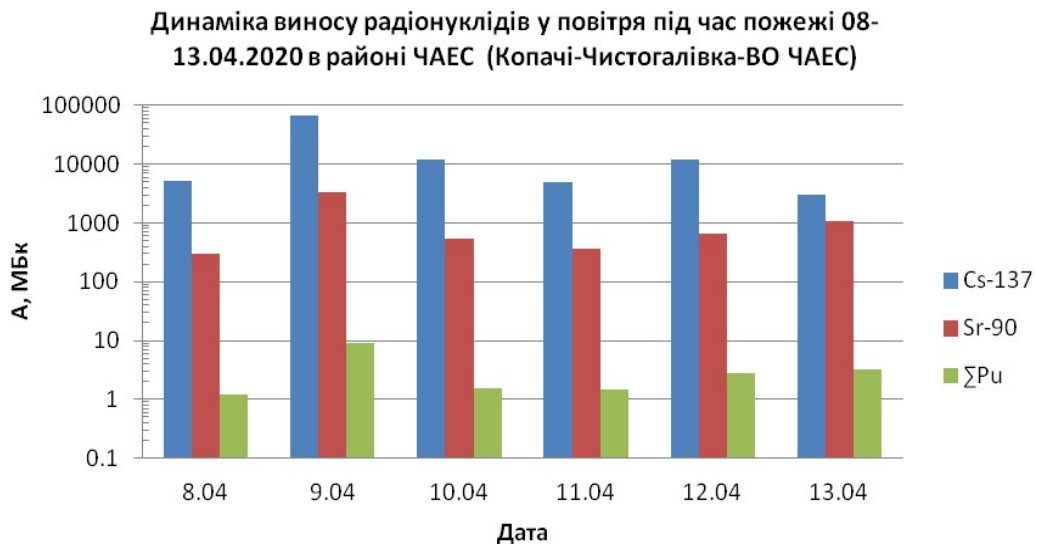


Рис. 6.3 -Динаміка виносу активності радіонуклідів на радіоактивних аерозолях від пожежі 0.8-13.04 2020 в районі с.Копачі – с.Чистогалівка – ВО ЧАЕС

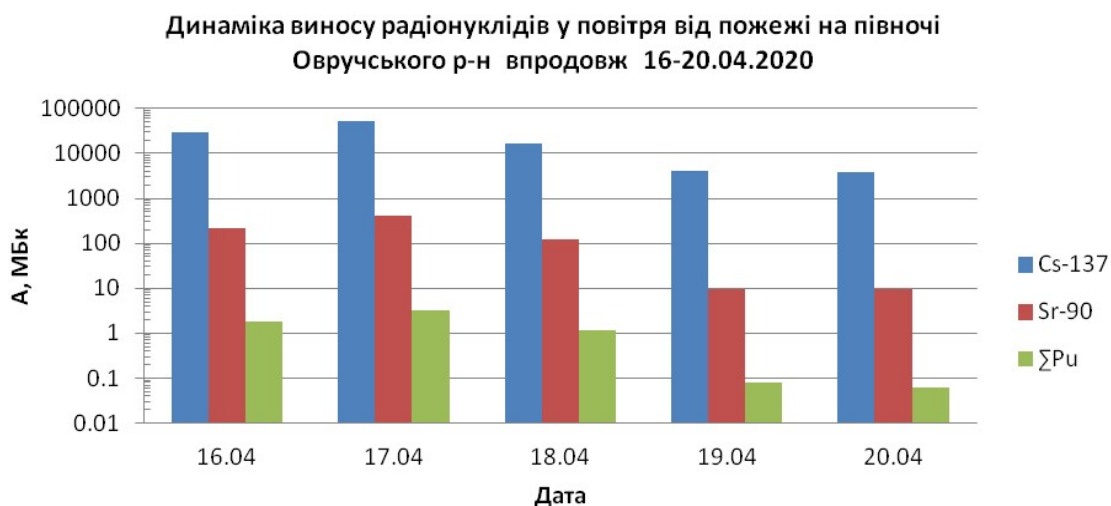


Рис 6.4 -Динаміка виносу активності радіонуклідів на радіоактивних аерозолях від пожежі 16-20. 04. 2020 р. в Овруцькому районі.

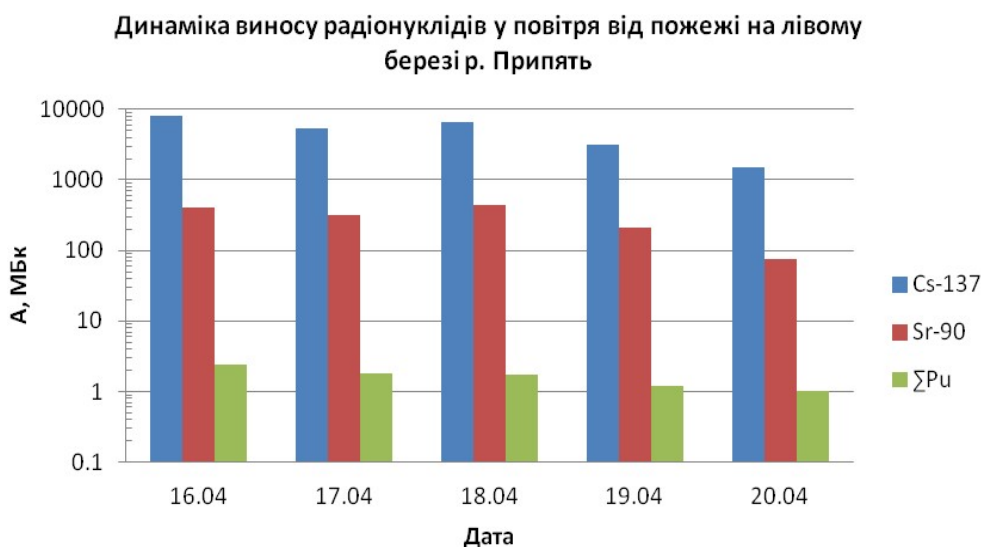


Рис 6.5 - Динаміка виносу активності радіонуклідів на радіоактивних аерозолях від пожежі 16.04- 20.04 на лівому березі р. Прип'ять.

7. Висновки

Загальна площа пожеж на території ЗВіЗБ(О)В навколо ЧАЕС і прилеглих територіях Поліського району Київської області, а також в Овруцькому районі Житомирської області за період з 2-го по 20 квітня визначено **біля 870 км²**.

З них біля **445 км²** це зони горіння під час пожежі в Овруцькому районі Житомирської області; **340 км²** – площі територій, що вигоріли за період пожежі у Поліському районі (основна частина на території ЗВіЗБ(О)В). У зоні відчуження навколо ЧАЕС вигоріло **біля 65 км²** в, а також **біля 20 км²** на лівому березі р. Прип'ять.

Загальний виніс радіонуклідів в димовій фракції, що могли бути перенесені на дальню відстань за межі зон вигорання під час пожеж оцінено за такими показниками:

- ^{137}Cs – **630 ГБк**, ^{90}Sr – **13,5 ГБк**, ΣPu – **59 МБк**,
з них від пожеж територій Поліського району ЗВіЗБ(О)В і прилеглих територіях
 ^{137}Cs – **394 ГБк**, ^{90}Sr – **5 ГБк**, ΣPu – **25 МБк**,
від пожеж в районі сел «Копачі- Чистогалівка- ВО ЧАЕС» у зоні відчуження
- ^{137}Cs – **104 ГБк**, ^{90}Sr – **6 ГБк**, ΣPu – **19 МБк**,
від пожежі в Овруцькому районі Житомирської області
- ^{137}Cs – **108 ГБк**, ^{90}Sr – **760 МБк**, ΣPu – **6 МБк**,
від пожежі на лівому березі р. Прип'ять (Прип'ятська меліоративна система)
- ^{137}Cs – **24 ГБк**, ^{90}Sr – **1.5 ГБк**, ΣPu – **8 МБк**.

Відмінності у співвідношенні активності ^{90}Sr до ΣPu , що винесено в атмосферу під час пожеж у Поліському районі і в районі ЧАЕС обумовлена специфікою розподілу даних радіонуклідів в компонентах горючих матеріалів лісових і лучних біоценозів.

Слід відмітити, що отримані оцінки виносу активності ^{137}Cs на радіоактивних аерозолях під час пожеж добре узгоджуються з результатами зворотнього моделювання джерела надходження, проведеного співробітниками Інституту ядерної та радіаційної безпеки Франції (IRSN) [6]. Подібні оцінки було також отримано у спільному дослідженні Бельгійського центру ядерних досліджень SKC CEN і королівського метеорологічного інституту Бельгії RMI [7].

За період, формування пожеж за даними спостережень у м. Києві усереднені концентрації активності цезію-137 у повітрі не перевищували 1 мБк/м³ (Рис. 7.1).

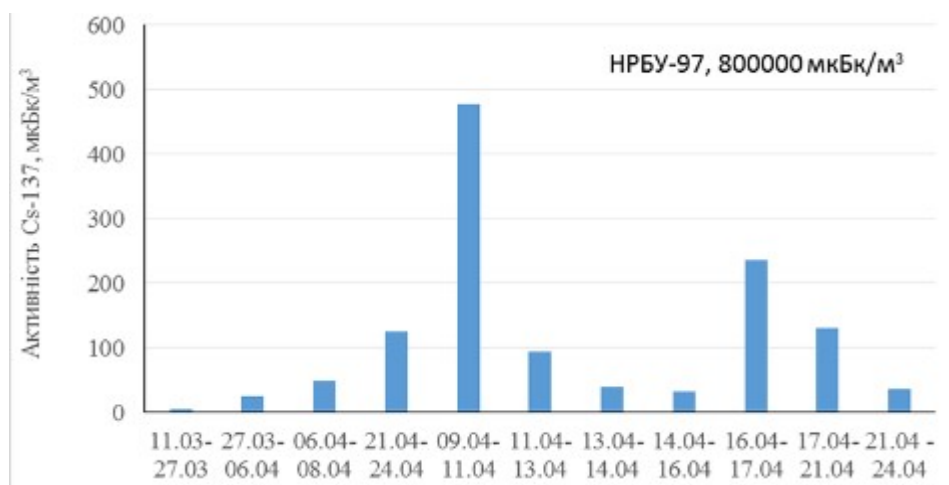


Рис. 7.1 – Динаміка концентрацій активності цезію-137 в аерозолях (усереднені дані за вказані дні спостережень протягом періоду пожеж. Київ, УкрГМІ (3.04-23.04)

За даними штабу ДСНСУ пожежі в Чорнобильській продовжували мати місце після 22.04, нові осередки пожеж з'явилися у зоні відчуження навколо ЧАЕС, а також на прилеглих територіях, але їх масштаб не суттєво може змінити наведені оцінки.

8. Посилання

1. Табачний Л.Я. та ін.. Атлас Україна. Радіоактивне забруднення. ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО», 2002, 2008.
2. Yoschenko V.I., Kashparov V.A., Protsak V.P., Lundin S.M., Levchuk S.E., Kadygrib A.M., Zvarich S.I., Khomutinin Yu.V., Maloshtan I.M., Lanshin V.P., Kovtun M.V., Tschiersch J. Resuspension and redistribution of radionuclides during grassland and forest fires in the Chernobyl exclusion zone: part I. Fire experiments // *Journal of Environmental Radioactivity*, v.86, Issue 2, 2006, p.143-163.
3. Yoschenko V.I., Kashparov V.A., Levchuk S.E., Glukhovskiy A.S., Khomutinin Yu.V., Protsak V.P., Lundin S.M. and Tschiersch J. Resuspension and redistribution of radionuclides during grassland and forest fires in the Chernobyl exclusion zone: part II. Modeling the transport process // *Journal of Environmental Radioactivity*, v.87, Issue 3, 2006, p. 260-278.
4. Кашпаров В.А., Лундин С.М., Кадыгриб А.М., Процак В.П., Левчук С.Е., Йощенко В.И., Кашпур В.А., Талерко Н.Н. Радиологическая и гигиеническая оценка последствий лесных пожаров на территории, загрязненной в результате Чернобыльской аварии // *Гигиена и санитария*, №1, 2001, с.30-35.
5. https://www.researchgate.net/publication/275705788_Lesnye_pozary_v_radioaktivno_z_agraznennyh_zonah
6. https://www.irsn.fr/EN/newsroom/News/Documents/IRSN_Information-Report_Fires-in-Ukraine-in-the-Exclusion-Zone-around-chernobyl-NPP_05052020.pdf
7. https://www.sckcen.be/sites/default/files/files/2020-04/Forest%20fires%20Chernobyl_Radiological%20follow%20up_20200430_1.pdf

Щоденний аналіз стану пожежної безпеки проводили за даними:

NASA WorldView (https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#z:11;c:30.0,51.4;d:2020-04-22..2020-04-22;l:firms_noaa20-viirs=N,firms_viirs,firms_modis_a,firms_modis_t)

У додатку до даного аналізу наведено також візуалізація димових шлейфів із основних осередків горіння за період формування пожеж у ЗВіЗБ(О)В навколо ЧАЕС, прилеглих територіях Поліського району, а також підчас пожеж в Овруцькому районі Житомирської області.

ДОДАТОК

Динаміка димового шлейфу за результатами супутникових спостережень

Нижче наведено дані візуалізації динаміка супутникових спостереження за напрямком і поширенням димового шлейфу від пожеж на території зони відчуження, які доцільно аналізувати спільно із метеорологічною інформацією, а також даними про динаміку забруднення повітря у м. Києві, та інших населених пунктах зони впливу, оскільки саме в цих зонах димового шлейфу на період формування пожеж суттєво погіршувалися показники якості повітря. Також надаються оцінки масштабу поширення впливу виносу продуктів горіння димова фракція, що показано шкалою в км. Показано що максимальна відстань, на яку поширювалися продукти горіння досягали від десятків до тисячі кілометрів від зони викиду.

