

Міністерство надзвичайних ситуацій України
Товариство з обмеженою відповіальністю
“Інтелектуальні Системи ГЕО”

АТЛАС

Україна

Радіоактивне забруднення

Київ 2011

© МНС України, ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО», 2002, 2008, 2011 (тематичний зміст)
© ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО», 2002, 2008, 2011 (підготовка до друку)
© Укргеодезкартографія, 2002, 2008, 2011 (географічна основа)

АТЛАС. УКРАЇНА. РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ/Розроблено ТОВ “Інтелектуальні Системи ГЕО” на замовлення Міністерства надзвичайних ситуацій України. – К., 2011. – 52 с.

В Атласі висвітлено наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції, що сталася 26 квітня 1986 року.

Крім радіоактивного забруднення території України, в Атласі значну увагу приділено основним проблемам, які виникли у постраждалого населення та суспільства після аварії.

Атлас складається з 4 розділів.

У першому розділі вміщено карти полів забруднення цезієм-137, стронцієм-90, сумою ізотопів плутонію, та прогнозну карту забруднення америцієм-241. Для всієї території України ці карти наведено в масштабі 1:2 500 000, а для найбільш забрудненої території (зони відчуження) – в масштабі 1:300 000. Для порівняння дано карти доаварійного забруднення України цезієм-137 та стронцієм-90 (масштаб 1:12 000 000).

Додатково до розділу включено карту-схему місць захоронення радіоактивних відходів у зоні відчуження, а також карти забруднення цезієм-137 міст Коростень і Славутич та прилеглих до них територій. Останні карти побудовано за результатами аерогаммазнімання масштабу 1:25 000 (в Атласі їх наведено в масштабі 1:100 000).

Другий розділ Атласу містить карти, які дають уявлення про вплив радіоактивного забруднення на людину та медичні наслідки впливу аварії. Найважливіші карти розділу – сумарні ефективні дози внутрішнього та зовнішнього опромінення за 20 та 70 років після аварії (масштаб 1:2 500 000) та дози опромінення щитоподібної залози для семи вікових груп населення (масштаб 1:5 000 000). Карти побудовані за даними Наукового центру радіаційної медицини АМН України та Інституту радіаційного захисту АТН України. До розділу включено карту забруднення молока цезієм-137 (середньорічні значення для найбільш забруднених районів, 1991-2006 роки) та інші.

У третьому розділі Атласу наведено карти соціально-економічних наслідків Чорнобильської катастрофи – зон радіоактивного забруднення за чинним законодавством, чисельності та складу населення, яке віднесено до категорії осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, оздоровлення дітей та ін. До цього розділу також включено карти міграції населення із забруднених територій та будівництва в рамках Програми ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи за період з 1996 по 2006 роки. Карти розділу складено в масштабах 1:2 500 000 та 1:5 000 000.

До четвертого розділу включено матеріали та карти довідкового характеру, зокрема карти станцій радіометричної мережі спостережень Державної гідрометеорологічної служби України, ґрунтів, зонування лісів за щільністю радіоактивного забруднення ґрунту цезієм-137.

До всіх розділів Атласу включено пояснлювальні тексти, що висвітлюють особливості явищ, відтворених на картах, та їх тлумачення.

Атлас призначений для працівників органів державної влади всіх рівнів, наукових працівників, широкого кола користувачів.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова редакційної колегії

ХОЛОША В.І.

Члени редакційної колегії

БАР'ЯХТАР В.Г. - заступник Голови, д-р фіз.-мат. наук, академік НАН України
ТАБАЧНИЙ Л.Я. - заступник Голови
ЛІТВІНЕНКО О.Є. - відповідальний секретар, канд. тех. наук
БОНДАР А.Л., канд. тех. наук
КАШПАРОВ В.О., д-р фіз.-мат. наук
ЛІХТАРЬОВ І.А., д-р фіз.-мат. наук
РУДЕНКО Л.Г., д-р геогр. наук, академік НАН України
ЧАБАНЮК В.С., канд. фіз.-мат. наук
ШЕСТОПАЛОВ В.М. - д-р геол. наук, академік НАН України

Авторський колектив

ТАБАЧНИЙ Л.Я. (науковий керівник)
ДАВИДЧУК С.В. (заступник наукового керівника)
ЛІТВІНЕНКО О.Є. (заступник наукового керівника), канд. тех. наук
ГАЙДАР О.В., канд. фіз.-мат. наук
КОВГАН Л.М., д-р біол. наук
ЛІХТАРЬОВ І.А., д-р фіз.-мат. наук
ЛЬОВШИН Є.Б., канд. фіз.-мат. наук
ЛІННИК С.О.
РЕШЕТНИК В.І.
САВЧУК О.Р.
САМОРОДОВ Є.Л.
СОТНІКОВ С.О.
СОТНІКОВА Г.Є.

Автори дозиметричних та тиреодозиметричних даних

ЛІХТАРЬОВ І.А. (науковий керівник), д-р фіз.-мат. наук
БЕРКОВСЬКИЙ В.В., д-р біол. наук
КОВГАН Л.М., д-р біол. наук
КАЙРО І.А.
ШПАК В.М.

Автори щиро вдячні Бугаю Д.М., Войцеховичу О.В., Голубчикову М.В., Гриценку М.М., Кашпарову В.О., Лев Т.Д., Проскурі М.І., Прістру Б.С., Скальському О.О., Ткаченко Н.В., Шпизі П.С. за надану можливість користуватися матеріалами, які були підготовлені ними.

Автори збережуть особливу вдячність тим, хто, на жаль, вже покинув цей світ: Льовшину Є.Б. - співавтору карт, що ввійшли до першого розділу, а також Бабичу О.А. і Скудновій Л.В., які підготували матеріали, що були використані в першому і частково другому та третьому виданнях цього Атласу.

При побудові карт радіоактивного забруднення використано матеріали радіометричних досліджень, які виконували підрозділи УААН, АМН, НАНУ, МОЗ України, Мінагрополітики, геологічної та гідрометеорологічної служб, інших організацій і установ, які брали участь у масштабному наземному обстеженні забруднених територій, а також аерогаммаспектрометричні дані аерогеофізичного підрозділу Геологічної служби України, які згідно з державними програмами здійснювали роботи з оцінки рівнів радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

При створенні карт медичних наслідків Чорнобильської катастрофи використано матеріали Центру медичної статистики МОЗ України.

При створенні карт соціально-економічних наслідків Чорнобильської катастрофи використано матеріали МНС та Держкомстату України.

ЗМІСТ

- 6 ПЕРЕДМОВА
7 ТЕРМІНИ ТА СКОРОЧЕННЯ
8-9 УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Масштаб

Розділ I. Радіоактивне забруднення території України

10	РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	
11	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 1 ЛИПНЯ 1985 РОКУ)	1:12 000 000
11	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 1 ЛИПНЯ 1985 РОКУ)	1:12 000 000
12-13	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)	1:2 500 000
14-15	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)	1:2 500 000
16-17	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)	1:2 500 000
18-19	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)	1:2 500 000
20-21	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ІЗОТОПАМИ ПЛУТОНІЮ	1:2 500 000
22-23	ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ АМЕРИЦІЄМ-241 НА 2056 РІК	1:2 500 000
24	ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)	1:300 000
25	ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)	1:300 000
26	ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)	1:300 000
27	ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)	1:300 000
28	ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ІЗОТОПАМИ ПЛУТОНІЮ	1:300 000
29	ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ АМЕРИЦІЄМ-241	1:300 000
30	ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ АМЕРИЦІЄМ-241 НА 2056 РІК	1:300 000
31	ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ЦЕЗІЄМ-137 (ЗА МАТЕРІАЛАМИ АЕРОГАММАЗНІМАННЯ). Місто Коростень, місто Славутич	1:100 000
31	МІСЦЯ ЗАХОРОНЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ. Карт-схема	

Розділ II. Опромінення населення та медичні наслідки Чорнобильської катастрофи

32	ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ТА МЕДИЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	
33	ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ. ПЕРША ВІКОВА ГРУПА (ДО 1 РОКУ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)	1:5 000 000
34	ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ. ДРУГА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 1 ДО 3 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)	1:5 000 000
34	ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ. ТРЕТЬЯ ВІКОВА ГРУПА (ВІД 4 ДО 7 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)	1:5 000 000
35	ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ. ЧЕТВЕРТА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 8 ДО 11 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)	1:5 000 000
35	ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ. П'ЯТА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 12 ДО 15 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)	1:5 000 000
36	ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ. ШОСТА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 16 ДО 18 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)	1:5 000 000
36	ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОГО ЗАЛОЗИ. СЬОМА ВІКОВА ГРУПА (СТАРШІ 18 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)	1:5 000 000
37	ВМІСТ ЦЕЗІЮ-137 У МОЛОЦІ (СЕРЕДНЬОРІЧНІ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ НАЙБІЛЬШ ПОСТРАЖДАЛИХ РАЙОНІВ, 1991-2005 РОКИ)	1:2 500 000
38	СУМАРНІ ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО (ВІД РАДІОІЗОТОПІВ ЦЕЗІЮ, СТРОНЦІЮ ТА ТРАНСУРАНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ) ОПРОМІНЕННЯ, РОЗРАХОВАНІ НА ПЕРІОД 1986-2006 РОКІВ (20 РОКІВ ПІСЛЯ АВАРІЇ)	1:2 500 000
39	СУМАРНІ ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО (ВІД РАДІОІЗОТОПІВ ЦЕЗІЮ, СТРОНЦІЮ ТА ТРАНСУРАНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ) ОПРОМІНЕННЯ, РОЗРАХОВАНІ НА ПЕРІОД 1986-2055 РОКІВ (70 РОКІВ ПІСЛЯ АВАРІЇ)	1:2 500 000
40	ПОШИРЕНІСТЬ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЕД ДОРОСЛИХ І ПІДЛІТКІВ 1, 2, 3 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ	1:5 000 000
40	ЗАХВОРЮВАНІСТЬ СЕРЕД ДОРОСЛИХ І ПІДЛІТКІВ 1, 2, 3 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ	1:5 000 000
41	ПОШИРЕНІСТЬ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЕД ДІТЕЙ ДО 14 РОКІВ 2, 3, 4 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ	1:5 000 000
41	ЗАХВОРЮВАНІСТЬ СЕРЕД ДІТЕЙ ДО 14 РОКІВ 2, 3, 4 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ	1:5 000 000

Розділ III. Соціально-економічні наслідки Чорнобильської катастрофи

42	СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	
43	ЩІЛЬНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ	1:5 000 000
44	ЗОНУВАННЯ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗГІДНО ЧИННИХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТИВ	1:2 500 000
45	ПРОЕКТ ЗОНУВАННЯ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА ДАНИМИ ДОЗИМЕТРИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ	1:2 500 000
46	ЧИСЕЛЬНІСТЬ І СКЛАД ГРОМАДЯН, ЯКІ МАЮТЬ СТАТУС ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	1:5 000 000
46	ОЗДОРОВЛЕННЯ ДІТЕЙ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	1:5 000 000
47	МІГРАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ ІЗ ЗАБРУДНЕНІХ ТЕРИТОРІЙ	1:5 000 000
47	БУДІВЕЛЬНА ПРОГРАМА З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ У 1996-2000 РОКАХ	1:5 000 000

Розділ IV. Довідкові дані

48	ДОВІДКОВІ ДАНІ	
49	СТАНЦІЇ РАДІОМЕТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ	1:5 000 000
50	ГРУНТИ	1:5 000 000
51	ЗОНУВАННЯ ЛІСІВ ЗА ЩІЛЬНІСТЮ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТУ ЦЕЗІЄМ-137	1:2 500 000

ПЕРЕДМОВА

З дня аварії, що сталася на Чорнобильській АЕС, – 26 квітня 1986 року – минуло 25 років. За цей час в Україні відбулися радикальні зміни в суспільстві, соціально-політичному та економічному устрої держави, проте наслідки цієї аварії продовжують залишатися актуальними і такими, що потребують консолідований участі всієї держави у розв'язанні проблем, зумовлених ними.

У зв'язку з аварією на ЧАЕС – найбільшою техногенною катастрофою в атомній енергетиці – постраждали мільйони мешканців України. Вплив аварії на здоров'я населення, її соціальні та економічні наслідки визначають умови життя населення на забруднених територіях нині і визначатимуть їх протягом наступних десятиріч.

Починаючи з перших днів ліквідації аварії, значні зусилля були спрямовані на вивчення рівнів радіоактивного забруднення навколошнього середовища. Була створена система радіаційного моніторингу, що налічує сотні лабораторій та постів радіологічного контролю, яка до сьогодні здійснює регулярну оцінку поточного радіаційного стану забруднених територій та контроль забруднення продукції, що отримується тут. Виконано сотні тисяч вимірювань вмісту радіонуклідів у пробах води, атмосферних аерозолів, опадів і осадів, ґрунту, сільськогосподарської та лісогосподарської продукції. Використовуючи аерогамма-спектрометричні методи, з різною детальністю була обстежена вся територія України. Щорічна дозиметрична паспортизація проводиться в населених пунктах, віднесеніх до зон посиленого радіоекологічного контролю та гарантованого добровільного відселення, а також в тих селах зони безумовного (обов'язкового) відселення, де продовжують мешкати місцеві жителі. Результати такої паспортизації є основою для планування і здійснення протирадіаційних заходів, а також – підготовки пропозицій щодо перегляду меж зон радіоактивного забруднення.

За результатами проведених моніторингових досліджень було побудовано карти радіоактивного забруднення території України. Ці карти надруковано в ряді видань, серед яких – спеціальні атласи забруднення Європи цезієм [1], радіоактивного забруднення Європейської частини Росії, Білорусі та України [2], атлас Чорнобильської зони відчуження [3]. Головна увага у цих виданнях приділяється забрудненню території цезієм-137, який у пізню фазу Чорнобильської аварії є основним дозоутворювальним радіонуклідом. Карти забруднення території іншими радіонуклідами, що мають важливе радіологічне значення, – стронцієм-90, ізотопами плутонію, америцієм-241 – для території України мають оглядовий характер.

Після виходу вищезазначених видань було виконано значну роботу щодо аналізу та впорядкування даних радіологічного моніторингу. Крім цього, частину території додатково обстежено переважно за допомогою аерогаммаспектрометричного знімання, меншою мірою – за матеріалами наземного пробовідбору. Нові результати обстежень дали змогу побудувати точніші карти забруднення України цезієм-137

і на їхній основі створити карти забруднення стронцієм-90, ізотопами плутонію, америцієм-241. Так виникла необхідність у виданні нових карт забруднення України цезієм-137 та карт забруднення іншими радіонуклідами, які раніше друкувались лише у вигляді схем дрібних масштабів.

Оскільки самі лише карти радіоактивного забруднення не дають повного уявлення про рівень його впливу на здоров'я населення, постала необхідність у підготовці комплексного видання.

Головним чинником, що визначає масштабність радіаційної аварії, є іонізуюче випромінювання. Доза опромінення, яку отримала людина внаслідок Чорнобильської катастрофи та яку отримає у майбутньому за час проживання на забрудненій території, є інтегральним показником – мірою впливу всіх радіонуклідів. Істотним є також те, що впродовж останнього десятиріччя основний внесок у сумарну дозу опромінення належить (та й у найближчому майбутньому належатиме) внутрішньому опроміненню за рахунок споживання продуктів харчування, які виробляються на території зон радіоактивного забруднення, головним чином, у північних районах Українського Полісся. До Атласу включено карту забруднення молока, побудовану за результатами багаторічних спостережень на забруднених територіях.

Комплекс проблем, що були породжені Чорнобильською катастрофою, потребує значних інтелектуальних, адміністративних, соціально-суспільних та економічних зусиль для їх розв'язання. Ліквідація наслідків аварії в рамках спеціальної Загальнодержавної програми подолання наслідків Чорнобильської катастрофи певний час здійснювалась за рахунок державного Чорнобильського фонду, що формувався зі спеціального збору (податку), а нині фінансиється переважно із загального фонду Державного бюджету України.

Проблемам соціально-економічних наслідків катастрофи присвячено третій розділ Атласу. Серед інших у ньому вміщено дві принципово важливі карти – зон радіоактивного забруднення згідно з чинним законодавством України та один з варіантів можливого зонування території забруднення за результатами дозиметричної паспортизації останніх років.

Складність та багатоплановість проблем, пов'язаних з наслідками Чорнобильської катастрофи, спричинили необхідність включення до Атласу спеціального довідкового розділу. Цей розділ містить карти ґрунтів України, адже для різних типів ґрунтів існує істотна відмінність між коефіцієнтами переходу до рослинної продукції радіонуклідів, які по харчових ланцюжках надходять до організму людини. Саме наявність ґрунтів з високими коефіцієнтами переходу є визначальною при формуванні дози внутрішнього опромінення у мешканців Українського Полісся. Розділ містить карти мережі системи радіаційного контролю та зонування лісів за щільністю забруднення ґрунту цезієм-137. Дано короткий опис методів, які було використано при створенні основних карт Атласу.

Література

1. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии. - Люксембург: Люксембургское бюро официальных изданий Комиссии Европейских Сообществ, 1998. - 175 с.
2. Атлас радиоактивного загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины. - М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1998. - 143 с.
3. Атлас Чорнобильської зони відчуження. - К.: ДНВП "Картографія", 1996. - 26 с.

ТЕРМІНИ ТА СКОРОЧЕННЯ

Активність [3]

величина, яка визначається відношенням кількості спонтанних перетворень ядер дН за інтервал часу dt :

$$A = dN/dt.$$

Одиниця вимірювання — беккерель (Бк)

Аварія [3]

— радіаційна

будь-яка незапланована подія на будь-якому об'єкті з радіаційною чи радіаційно-ядерною технологією, якщо при виникненні цієї події виконуються дві необхідні й достатні умови:

— втрата контролю над джерелом;

— реальне (або потенційне) опромінення людей, пов'язане з втратою контролю над джерелом

— комунальна

радіаційна аварія, наслідки якої не обмежуються приміщеннями об'єкту і його промисловчиком, а поширяються на оточуючі території, де проживає населення, яке може реально або потенційно зазнавати опромінення

— глобальна

комунальна радіаційна аварія, під вплив якої підпадає значна частина або вся територія країни та її населення

— транскордонна

глобальна радіаційна аварія, коли зона аварії поширюється за межі державних кордонів країни, в якій вона стала

Атомна електрична станція (АЕС) [3]

атомна станція, призначена для виробництва електричної енергії

Доза [3]

— еквівалентна в органі або тканині $T(H_T)$

величина, яка визначається як добуток поглиненої дози D_T в окремому органі або тканині T на радіаційний зважувальний фактор W_R :

$$H_T = \sum D_T * W_R.$$

Одиниця еквівалентної дози в системі СІ — зіверт (Зв)

— ефективна (E)

сума добутків еквівалентних доз H_T в окремих органах і тканинах на відповідні тканинні зважувальні фактори w_T :

$$E = \sum H_T * w_T.$$

Використання поняття ефективної дози допускається при значеннях еквівалентних доз нижчих за поріг виникнення детермінованих ефектів

— поглинена (D)

відношення середньої енергії d_e , переданої іонізуючим випромінюванням речовині в елементарному об'ємі до маси d_m речовини в цьому об'ємі:

$$D = d_e/d_m.$$

Одиниця вимірювання в системі СІ — грей (Гр)

— референтна

ефективна доза, яка розраховується згідно з методичними підходами [1]. Ця доза є середньозваженою за професійно-віковою структурою мешканців населених пунктів (окрім для сільського та міського населення)

Допустимий рівень (ДР) [3]

похідний норматив для надходження радіонуклідів до організму людини за календарний рік, усереднених за рівнотужності еквівалентної дози, концентрації радіонуклідів у повітрі, питті воді та раціоні, щільноті потоку часток тощо, розрахований для референтних умов опромінення із значень лімітів доз

Зона контролювання [3]

територія, на якій передбачений посиленний радіоекологічний та дозиметричний контроль

РВПК — реактор великої потужності каналний
ЧАЕС — Чорнобильська атомна електростанція

ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН У СФЕРІ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ			
Величина	Назва та позначення одиниці		Зв'язок між одиницями
	у системі СІ	позасистемна	
Активність	Беккерель (Бк)	Кюрі (Кі)	1 Бк = 1 розпад/секунду 1 кБк = 1×10^3 Бк 1 Бк $\approx 2,7 \times 10^{-11}$ Кі 1 Кі = $3,7 \times 10^{10}$ Бк
Еквівалентна доза	Зіверт (Зв)	Біологічний еквівалент раду (бер)	1 Зв = 1 Дж/кг 1 Зв = 100 бер 1 бер = 0.01 Зв
Ефективна доза	Зіверт (Зв)	Біологічний еквівалент раду (бер)	1 Зв = 1 Дж/кг 1 Зв = 100 бер 1 бер = 0.01 Зв
Експозиційна доза	Кулон на кілограм (Кл/кг)	Рентген (Р)	1 Р = $2,28 \times 10^{-4}$ Кл/кг 1 Р $\approx 0,88$ сГр (у повітрі) 1 Р $\approx 0,93$ сГр (у біологічній тканині)
Питома активність	Беккерель на кілограм (Бк/кг)	Кюрі на кілограм (Кі/кг)	1 Бк/кг $\approx 2,7 \times 10^{-11}$ Кі/кг 1 Кі/кг = $3,7 \times 10^{10}$ Бк/кг
Поглинена доза	Грей (Гр)	Рад (рад)	1 Гр = 1 Дж/кг 1 Гр = 100 рад 1 сГр = 0.01 Гр 1 рад = 0.01 Гр
Потужність поглиненої дози	Грей за секунду (Гр/с)	Рад за секунду (рад/с)	1 Гр/с = 100 рад/с 1 рад/с = 0.01 Гр/с
Щільність забруднення	Беккерель на метр квадратний (Бк/м ²)	Кюрі на кілометр квадратний (Кі/км ²)	1 Бк/м ² $\approx 2,7 \times 10^{-5}$ Кі/км ² 1 Кі/км ² = $3,7 \times 10^4$ Бк/м ²

Література

- Інструктивно-методичные указания: Реконструкция и прогноз доз облучения населения, проживающего на территориях Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии ЧАЭС: Методика-97 / Министерство здравоохранения Украины, Академия медицинских наук Украины, Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, Научный центр радиационной медицины АМН Украины, Институт радиационной защиты АТН Украины – К., 1998. - 76 с.
- Інструктивно-методичні вказівки: Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнали радіоактивного забруднення в результаті аварії ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію: Методика-96 / Міністерство охорони здоров'я України, Академія медичних наук України, Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Науковий центр радіаційної медицини АМН України, Інститут радіаційного захисту АТН України. – К., 1996.
- Норми радіаційної безпеки України: НРБУ-97 / Державні гігієнічні нормативи. – К., 1997.
- Норми радіаційної безпеки України: Доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення: НРБУ-97/Д-2000 / Державні гігієнічні нормативи. – К., 2000.
- Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1994. – 704 с.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

для карт масштабів 1:2 500 000, 1:5 000 000 і 1:12 000 000

НАСЕЛЕНИ ПУНКТИ

за кількістю мешканців			за політико-адміністративним значенням		
1:2 500 000	1:5 000 000	1:12 000 000	1:2 500 000	1:5 000 000	1:12 000 000
	○	○ більше 1 000 000	КИЇВ	КИЇВ	кіїв столиці держав
●	●	● від 500 000 до 1 000 000	СЕВАСТОПОЛЬ	СЕВАСТОПОЛЬ	севастополь міста, що мають спеціальний статус
○	○	○ від 100 000 до 500 000	СІМФЕРОПОЛЬ	СІМФЕРОПОЛЬ	сімферополь столиця Автономної Республіки Крим та центри областей
○		від 50 000 до 100 000	БОГУСЛАВ		міста на території України та зарубіжних країн
○		від 10 000 до 50 000	ДИКАНЬКА		селища міського типу
○		менше 10 000	Велика Білоєрка		села

КОРДОНИ ТА МЕЖІ

	державний кордон України
	кордони між державами
	межі областей
	межі районів
	межа території, яка перебуває під особливим управлінням

ГІДРОГРАФІЯ

	річки з постійною течією
	річки з непостійною течією
	судноплавні канали
	меліоративні канали
	водні об'єкти

для карт масштабів 1:300 000

НАСЕЛЕНИ ПУНКТИ

за політико-адміністративним значенням

	Дитятки	населені пункти	ПРИП'ЯТЬ	міста
	Кам'янка	населені пункти, мешканці яких переселені в результаті аварії на Чорнобильській АЕС, та населені пункти, зняті з обліку адміністративно-територіального устрою (нежилі) згідно законодавчих документів України	ПОЛІСЬKE НАРОДИЧI	селища міського типу

КОРДОНИ ТА МЕЖІ

	державний кордон України
	межі областей
	межі районів
	межа території, яка перебуває під особливим управлінням

ГІДРОГРАФІЯ

	річки з постійною течією
	річки з непостійною течією
	водні об'єкти

ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ

	залізниці
	територіальні та регіональні дороги
	інші дороги з покриттям
	ґрунтovі дороги
	лісові дороги

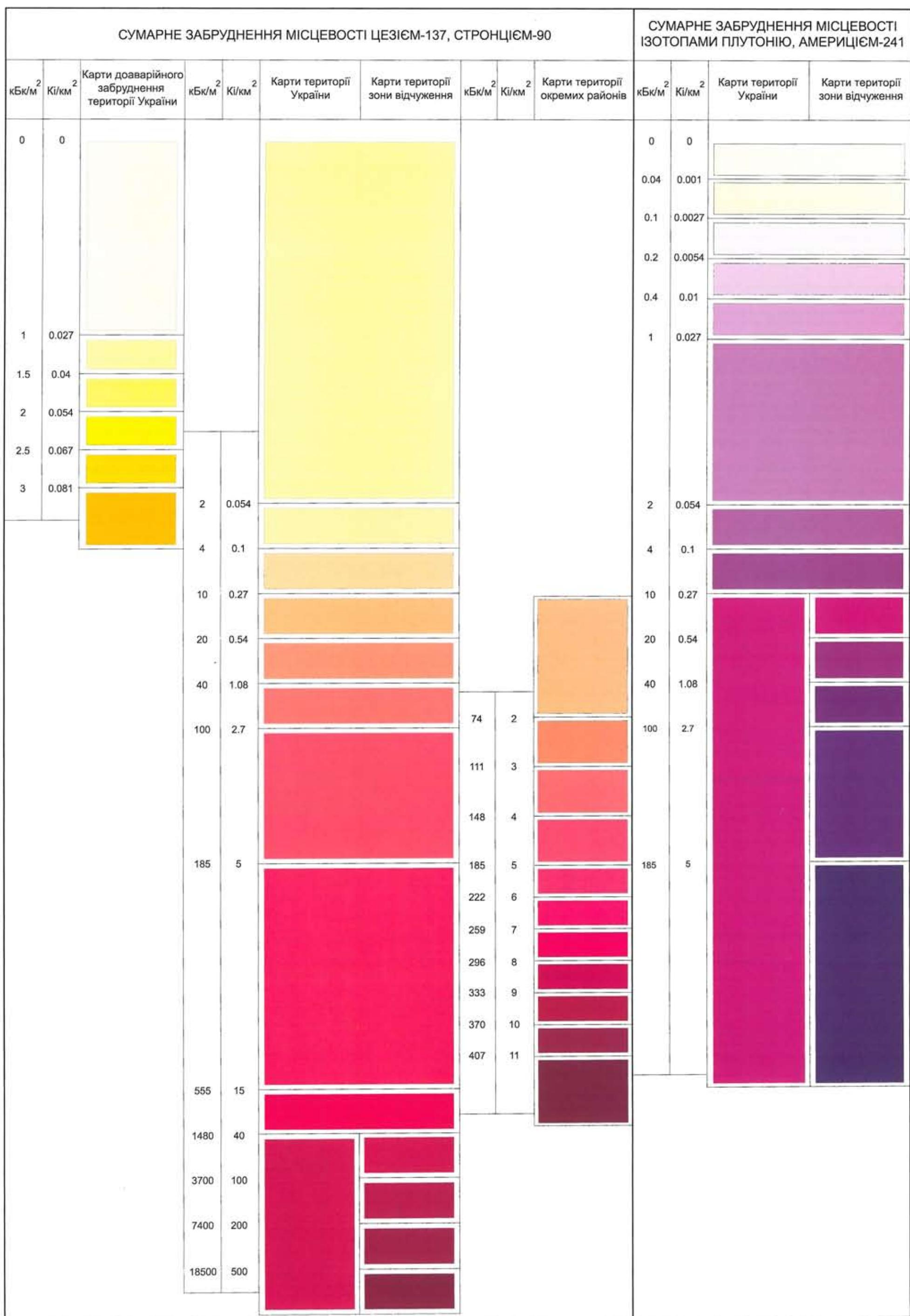
ІНШІ УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

149	позначки висот
136	позначки урізів води

СКОРОЧЕННЯ, ПРИЙНЯТІ НА КАРТАХ АТЛАСУ

вдх.	водосховище
Вел.	Великий
Зах.	Західний
М.	мис
оз.	озеро
о.	острів
Півд.	Південний

РІВНІ ЩІЛЬНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ МІСЦЕВОСТІ РАДІОНУКЛІДАМИ НА КАРТАХ



РОЗДІЛ I. Радіоактивне забруднення території України

Поле природної радіоактивності Землі існує з часу її утворення. Воно формується як за рахунок радіонуклідів, що виникли в результаті ядерних перетворень при виникненні Сонячної системи і не розпалися майже за п'ять мільярдів років існування Землі, так і космічного опромінення. У біосфері Землі знаходиться понад 60 радіонуклідів природного походження. До основних, що формують дозове навантаження на людей, належать радіонукліди уран-радієвого і торієвого рядів та калію-40. Середній вміст урану, торію та калію у земній корі становить $2.5 \times 10^{-4}\%$, $13.0 \times 10^{-4}\%$ та 2.5% відповідно, при цьому в кожному грамі калію міститься 119 мікрограм радіоактивного калію-40. Варіації вмісту цих радіонуклідів у поверхневих шарах Землі значною мірою залежать від типу ґірських порід, глибини їх залягання, процесів ґрунтоутворення і можуть сягати істотних відхилень від середніх величин. Просторовий розподіл урану, характеристики ґрунтів та клімату, які впливають на процеси газообміну між ґрунтом та атмосферою, зумовлюють природну радіоактивність атмосфери. В основному вона визначається радоном-222 та продуктами його розпаду. Радон-222 є інертним газом із періодом напіврозпаду 3.8 доби і утворюється в результаті розпаду радіо-226. На південь від 55° північної широти значення концентрацій радону-222 у повітрі змінюються переважно в межах 3.5 - 7.4 $\text{Бк}/\text{м}^3$.

Космічне випромінювання галактичного та сонячного походження в основному складається з високоенергетичних протонів. Магнітне поле Землі та її атмосфера надійно захищають людину і все живе від прямої дії цих руйнівних потоків. Вторинне космічне випромінювання, в полі якого перебувають мешканці Землі, виникає внаслідок взаємодії первинних космічних потоків з атмосферою Землі, зокрема відповідних ядерних реакцій з утворенням радіонуклідів, серед яких переважають тритій (водень-3), берилій-7, вуглець-14.

З початком освоєння людиною енергії атомного ядра поряд з природними з'явилися джерела іонізуючого опромінення техногенного походження. Суттєві глобальні зміни у радіонуклідному складі біосфери беруть початок з середини ХХ століття, що зумовлено масовим проведенням ядерними державами випробувань ядерної зброї в атмосфері у 50-60-х роках. Під час вибуху ядерного заряду великої потужності на землі чи в атмосфері основна частина радіоактивних продуктів поділу проникала у стратосферу і, більш-менш рівномірно розподіляючись, зберігалася в ній протягом місяців і років, поступово осаджуючись на земну поверхню. З тих часів короткоіснуючу радіонукліди розпалися, а за рахунок випадання довгоіснуючих радіонуклідів – цезію-137, стронцію-90 і трансуранових елементів – сформувалося глобальне низькофонове радіоактивне забруднення земної поверхні та водного середовища. Максимальні рівні забруднення грунтів, зумовлені глобальними випаданнями, розташовані у смузі земної поверхні між 40° та 60° північної широти. Існує тісний взаємозв'язок між рівнями глобального радіоактивного забруднення та кількістю середньорічних атмосферних опадів, який певною мірою пояснює нерівномірний розподіл щільноти глобального забруднення.

Підписання у 1963 році ядерними державами (за винятком Франції та Китаю) Московського договору про заборону ядерних випробувань в атмосфері, космічному просторі та під водою поклало край накопиченням глобальних викидів довгострокових радіонуклідів.

Підземні випробування ядерної зброї, об'єкти атомної і теплової енергетики (за нормальніх умов експлуатації), а також підприємства ядерно-паливного циклу не спровокають істотного впливу на навколоінше природне середовище. Їх додатковий внесок у радіаційний фон техногенного походження має здебільшого локальний характер.

Радіоекологічний стан території України у доаварійний період

До Атласу включені карти глобального забруднення території України цезієм-137 та стронцієм-90. При побудові карт доаварійного забруднення цезієм-137 та стронцієм-90 були використані дані обласних радіологічних служб Мінагрополітики [1]. Спостереження за рівнями забруднення проводились на дослідних ділянках, створених в Україні в 70-х роках. У кожному з постраждалих районів в середньому розміщувалось від однієї до п'яти ділянок. Для побудови карт забруднення використано усереднені дані стосовно цезію-137 та стронцію-90 за 1981-1985 роки. Оглядові карти доаварійного забруднення України цезієм-137 та стронцієм-90 масштабу 1:12 000 000 наведені на с. 11.

Слід відзначити, що до аварії територія України була досить рівномірно забруднена цезієм-137 та стронцієм-90 глобального походження. Незначні підвищення рівнів забруднення гірських районів Криму та Карпат можна пояснити вищою річною кількістю опадів у цих регіонах.

Забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи

За майже 40-річну історію ядерної енергетики на підприємствах паливного циклу та ядерних реакторах сталося декілька серйозних аварій, внаслідок яких відбулося радіоактивне забруднення навколошнього середовища за межами промислового майданчика. Найбільш відомі з них: на переробному заводі в Уїндскайл (Велика Британія) та на Киштимському ядерному комплексі (СРСР) у 1957 році, на реакторі Трімайл-Айленд (США) в 1979 році. Так, під час аварії на Трімайл-Айленд 53% тепловиділяючих елементів було зруйновано, а майже 70% напрацюваних продуктів ядерних реакцій переїшло до теплоносіїв. Проте, завдяки конструкції захисних споруд реактора, у навколошнє середовище потрапила лише незначна частина радіоактивних речовин [2, 3].

Четвертий енергоблок Чорнобильської електростанції, який належить до другого покоління атомних станцій з реакторами типу РВПК-1000, було введено в дію у грудні 1983 року.

Хронологію та причини аварії на четвертому енергоблоці викладено у спеціальній літературі [4]. Внаслідок вибуху реактора о 1 годині 24 хвилини 26 квітня 1986 року утворився радіоактивний викид із фрагментів активної зони реактора та парогазову хмару, насичену частинками палива різної дисперсності, аерозольними часточками різного складу та радіоактивними газами.

Широкий спектр форм і складу викинутих радіоактивних продуктів, зміна ефективності висоти викидів, тривалість викидів та їх немонотонний характер, зміна метеорологічних умов у період найбільш інтенсивного викиду призвели до формування складних картин полів радіоактивного забруднення радіонуклідами, детальне дослідження структури яких і донині залишається актуальним завданням. Структура полів забруднення чорнобильського походження є нерівномірною, плямистою, витягнутою вздовж ліній повітряних потоків. У структурі полів умовно виділяють: макроструктуру, що визначає основні сліди та плями; мезоструктуру, що відображає змінюваність поля в рамках виділених макроструктурних особливостей; локальні структури (берегові аномалії, узбіччя доріг, водостоки тощо). Макроструктура поля визначається в першу чергу метеорологічними чинниками – напрямом та швидкістю перенесення повітряних мас. Стан пограничного шару атмосфери, наявність опадів, ландшафтні фактори місцевості зумовлюють мезомасштабну структуру – мозаїку плям високих та низьких рівнів забруднення.

На території України простежують три сліди – західний, північно-східний та південний, що формують макроструктуру поля. На момент початку аварії, 26 квітня 1986 року, повітряні маси у районі Чорнобильської АЕС перебували під дією зовнішньої частини антициклону, в межах якої не спостерігалося помітних змін тиску між суміжними повітряними масами. Це зумовило змінні напрями та малу швидкість вітрів. Остання не перевищувала 2-3 м/с у шарі до 600 м, при цьому переважало перенесення повітряних мас на захід. 27 квітня мало місце зниження тиску, яке подекуди супроводжувалось зливами. Траєкторія перенесення викиду, що стався напередодні, продовжилась на захід та північний захід. У районі ЧАЕС вітер на висотах до 600 м змінив напрям на північ, його швидкість становила 1-4 м/с. Тиск продовжував падати і 28 квітня. На висотах 100-700 м швидкість вітру не змінилась, напрям його руху внаслідок малих швидкостей змінювався від західного до південно-східного. Зниження приземного тиску продовжувалось і 29 квітня. Швидкість вітру у східному напрямі в приземному шарі збільшилась до 6-16 м/с. Напрям вітру 30 квітня змінювався від північно-східного до південно-західного, а швидкість дещо зменшилась. Швидкість вітру 1 травня зросла до 10 м/с у південному напрямі. При збереженні південного напряму 3 травня реєструвались штормові вітри до 15-22 м/с. Зменшення швидкості вітру до 6 м/с у південному та південно-західному напрямах відбулося 5 травня [4, 5]. Загальна динаміка викиду в цей період наведена на рис. 1.1. В табл. 1.1 наведено ізотопний склад в активній зоні реактора на момент аварії та оцінки сумарного викиду окремих радіонуклідів.

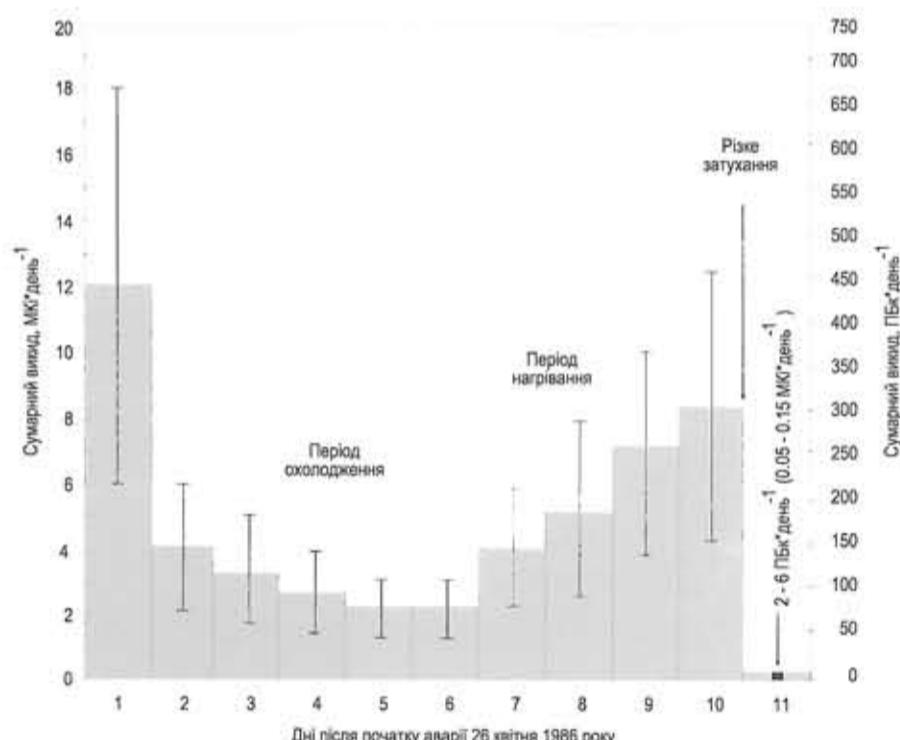


Рисунок 1.1. Динаміка (добова) викиду радіоактивних матеріалів в атмосферу (відхилення $\pm 5\%$) [2, 6, 7]

Група елементів	Радіонуклід	Період напів-розпаду	Активність, що накопичилася в реакторі на момент аварії, ПБк (МКі)	Оцінка загальної активності викиду за час аварії, ПБк		Оцінка активності викиду станом на 26.04.2006 р., ПБк
			[6, 8]	[9]	[10, 11]	[15]
Інертні гази	Xe-133	5.3 дн.	6500 (180)	6500	6500	0.000
Леткі елементи:	I-131	8.04 дн.	3200 (87)	≈ 1800	1200-1700	0.000
	Te-132	3.26 дн.	2700 (73)	≈ 1200	1000	0.000
	Cs-134	2.06 роки	180 (4.9)	≈ 54	44-48	0.065
	Cs-137	30.1 років	280 (7.6)	≈ 85	74-85	46-53
Проміжні елементи	Sr-89	50.6 дн.	2300 (62)	≈ 120	81	0.000
	Sr-90	28.5 років	200 (5.4)	≈ 10	8	5
	Ru-103	39.4 дн.	4800 (130)	> 170	170	0.000
	Ru-106	367 дн.	2100 (57)	> 73	30	0.000
	Ba-140	12.8 дн.	4800 (130)	≈ 240	170	0.000
Тугоплавкі елементи*	Zr-95	64.0 дн.	5600 (150)	200	170	0.000
	Mo-99	2.75 дн.	4800 (130)	> 170	210	0.000
	Ce-141	32.5 дн.	5600 (150)	196	200	0.000
	Ce-144	284 дн.	3300 (89)	≈ 120	140	0.000
	Pu-238	86.4 роки	1 (0.027)	0.035	0.03	0.03
	Pu-239	24100 років	0.85 (0.032)	0.03	0.03	0.03
	Pu-240	6553 роки	1.2 (0.023)	0.042	0.044	0.042
	Pu-241	14.7 років	170 (4.6)	≈ 6	5.9	2.29
	Cm-242	162.8 дн.	26 (0.70)	≈ 0.9	0.93	0.41

* Останнім часом з'явилися синінки, згідно з якими кількість ізотропів пантохіону у винограді була вдвічі меншою (16-17%).

Відмінності в структурі забруднення певних територій різними радіонуклідами визначаються фізико-хімічними властивостями радіоактивних елементів. Леткі елементи (йод-131, телур-132, цезій-134, -137) в основному були викинуті з реактора у вигляді дрібнодисперсних часток та верозолів, формування яких мало конденсаційний характер. Для летких елементів характерно є значна протяжність слідів забруднення та наявність плям на далеких відстанях від реактора. Викинуті тугоплавкі елементи (цирконій-95, молібден-99, церій-141, -144, плутоній-238, -239, -240, -241, кюрій-242) знаходились у складі паливних частинок відносно великого розміру, випадання яких відбувалося переважно в зоні відчуження, на територіях, прилеглих до ЧАЕС.

Забруднення ізотопами стронцію має змішаний характер – на прилеглих до ЧАЕС територіях воно головним чином зумовлене паливною компонентою викидів, проте для регіонів, віддалених на 150-300 км від ЧАЕС у напрямку південного сходу, внесок конденсаційної компоненти стає домінуючим, тому забруднення стронцієм-90 значно поширилось за межами території зони відчуження. Найбільші рівні забруднення стронцієм-90 спостерігаються вздовж західного (паливного) та у межах південного сліду, випади яких мали як паливну, так і конденсаційну компоненту.

Протягом активної фази викидів змінювався характер процесів, що відбувалися в зруйнованому реакторі і визначали висоту інтенсивності викидів. Інтенсивний "вибуховий" викид 26 квітня, який поширювався в межах приземного шару, сформував вузький "вибуховий" західний слід. Радіоактивні інертні гази (ксенон-133 та ін.), леткі радіонукліди (йод-131, телур-132, цезій-134, -137) утворили радіоактивні хмари на значних висотах (до декількох кілометрів) і розпочали свій рух у західному та північно-західному напрямах. Поступово за рахунок зниження температури в реакторі потужність викидів дещо зменшилась. Але із середини 27 квітня графіт у реакторі почав горіти інтенсивніше і це привело до нових викидів, особливо цезію-137. У цей час сформувалося забруднення територій як у західному та південно-західному, так і в північному та північно-східному напрямах (враховуючи зміну напряму вітру за висотою). Саме тоді розпочали засилати зруйнований реактор, і 28-30 квітня інтенсивність та висота підйому викидів істотно зменшились. Це зумовило порівняно невеликі рівні забруднення у східному та південно-східному напрямах. З 2 по 6 травня почався повторний розігрів реактора, який спричинив зростання інтенсивності викидів, що практично досягла величини перших днів аварії. Протягом цього часу відбулося формування південного сліду. За рахунок підвищення температури палива змінився радіонуклідний склад викидів, який збагачився тугоплавкими елементами порівняно з більш летким цезієм. Після 6 травня викиди радіонуклідів суттєво зменшилися і навідвозі припинилися.

В Атласі наведено карти сучасного стану забруднення України цезієм-137, стронцієм-90, ізотопами плутонію-238, -239, -240) та прогноз забруднення америцієм-241 на 2056 рік, коли внаслідок розпаду плутонію-241 концентрація америцією-241 на поверхні землі досягне максимального значення. Карти подано в масштабі 1:2 500 000. Оскільки основні запаси активності чорнобильського випаду зосереджені у зоні відчуження Чорнобильської АЕС, до Атласу включено карти забруднення зони відчуження та прилеглих територій у масштабі 1:300 000 (с. 24-30). Наведено також карту-схему місця захоронення радіоактивних відходів у бікіній зоні від ЧАЕС, на якій відображені місця розміщення пунктів тимчасової локалізації радіоактивних відходів (ПТЛРВ) та пунктів захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ).

Для побудови карт забруднення території України використано дані спостережень, отримані в рамках програми уточнення радіаційного стану території України після аварії на ЧАЕС, що здійснювалася протягом 1986-1995 років радіологічними підрозділами різних міністерств та відомств (Держкомгідромет, Держкомгеології, Міністерства сільського господарства, Міністерства охорони здоров'я, Академії медичних наук, Національної академії наук та іншими). Крім того, використано дані аерогаммазімання найбільш забруднених районів Українського Полісся, у тому числі лісових масивів. Використано повніші набори даних порівняно з даними, на основі яких раніше було побудовано карти забруднення [13, 14].

У результаті аварії значне радіонуклідне забруднення було сформоване на території кількох великих населених пунктів України: Прип'ять, Чорнобіль, Коростень. З Прип'яті та Чорнобілю жителі були евакуйовані у перші дні після аварії. У місті Коростень при детальному обстеженні було виявлено локальні плями з високими рівнями забруднення, на яких проведено роботи з дезактивації. Порівняно високі рівні цезію-137 й досі спостерігаються у північній частині міста Коростень. Під час будівництва міста Славутич радіаційна ситуація на його території була значною мірою поліпшена. Тільки в навколишніх лісах на підвищених спостерігається забруднення цезієм-137, яке досягало 120-150 kBk/m². На с. 31 наведено карти забруднення Коростеня та Славутича цезієм-137, які складено за результатами аерогаммаспектрометричних досліджень, що були проведенні у 1994-1997 роках аерогеофізичним підрозділом ВО "Північнокургегологія" на замовлення Мінчорнобіля України (з 1996 року – МНС України).

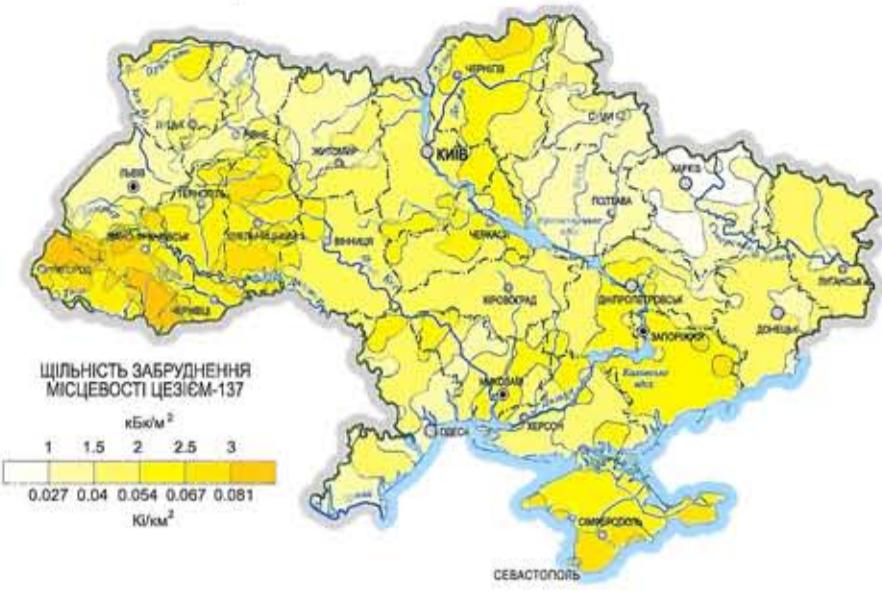
Карти забруднення території України та зони відчуження розроблені авторським колективом у складі: Л. Я. Табачний, Є. Б. Льовшин, О. В. Гайдар, С. В. Давидчук, О. Є. Литвиненко, В. І. Решетник.

О. В. Гайдар, О. Є. Литвиненко, Л. Я. Табачний

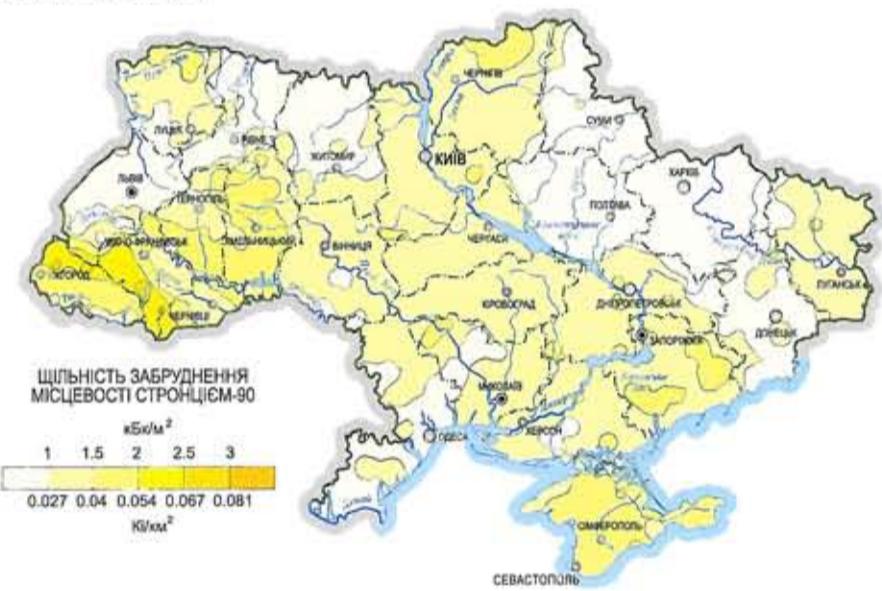
Література

1. Довідник з агрехімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. – К., 1994.
2. Изразль Ю.А. Чернобыль: Радиоактивное загрязнение природных сред. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990. – 296 с.
3. Ядерная энциклопедия/Под ред. А. Ярошинской. – М., 1996.
4. Чорнобильська катастрофа/Під ред. В.Г. Бар'яхтара. – К.: Наукова думка, 1996. – 576 с.
5. Гайдар О.В., Табачний Л.Я., Фурса А.Д., Чорноморець Н.Ф. Вплив ландшафтних факторів на формування поля радіонуклідного забруднення зони відчуження та прилеглих до ЧАЕС територій // Бюллетень екологічного стану зони відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення. – 2000. – №15. – С. 58-61.
6. Chernobyl: Ten Year On. Radiological and health impact. An appraisal by the NEA Committee on Radiation Protection and Public Health. NEA, November 1995, modified figure from Summary report on the post accident review meeting of the Chernobyl accident. Safety series No. 75, INSAG-1, IAEA, Vienna, 1996.
7. Сивинцев Ю.В., Хрулев А.А. Оценка радиоактивного выброса при аварии 1986 г. на 4-ом блоке Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. – 1995. – Т.78. – Вып.6. – С. 403-417.
8. Begichev, S. et al. Radioactive releases due to Chernobyl accident. Fission product transport processes in reactor accidents. Ed. J T Rogers. Hemisphere, 1990.
9. Devell, L., Guntay, S. and Powers, D.: The Chernobyl reactor accident source term: Development of a consensus view. CSNI report of NEA/OECD, 1995.
10. Buzulukov, Yu. and Dobrynin, Yu. «Release of radionuclides during the Chernobyl accident.» The Chernobyl papers. Ed. Merwin, S. and Baalonov, M. Research Enterprises, Richland WA, Vol. 1, 1993. pp. 3-21.
11. Borovoy, A. «Characteristics of the nuclear fuel of power unit No. 4 of Chernobyl NPP.» Radioecological consequences of the Chernobyl accident. Ed. by Kryshev, Nuclear Society International, Moscow, 1992. pp. 9-20.
12. Атлас Чорнобильської зони відчуження. – К.: НВП «Картографія», 1996. – 26 с.
13. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии. – Люксембург: Люксембургское бюро официальных изданий Комиссии Европейских Сообществ, 1998. – 175 с.
14. Атлас радиоактивного загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины. – М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1998. – 143 с.
15. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє. Національна доповідь України. – К.: Атіка, 2006. – 224 с.
16. Kashparov V.A. et.al., Territory contamination with the radionuclides representing the fuel component of Chernobyl fallout, Sci.Total Environ.317 (2003) 105-119.
17. Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление: Двадцатилетний опыт // Доклад экспертной группы «Экология». МАГАТЭ, – Вена, 2008. – 180 с.

ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 1 ЛИПНЯ 1985 РОКУ)

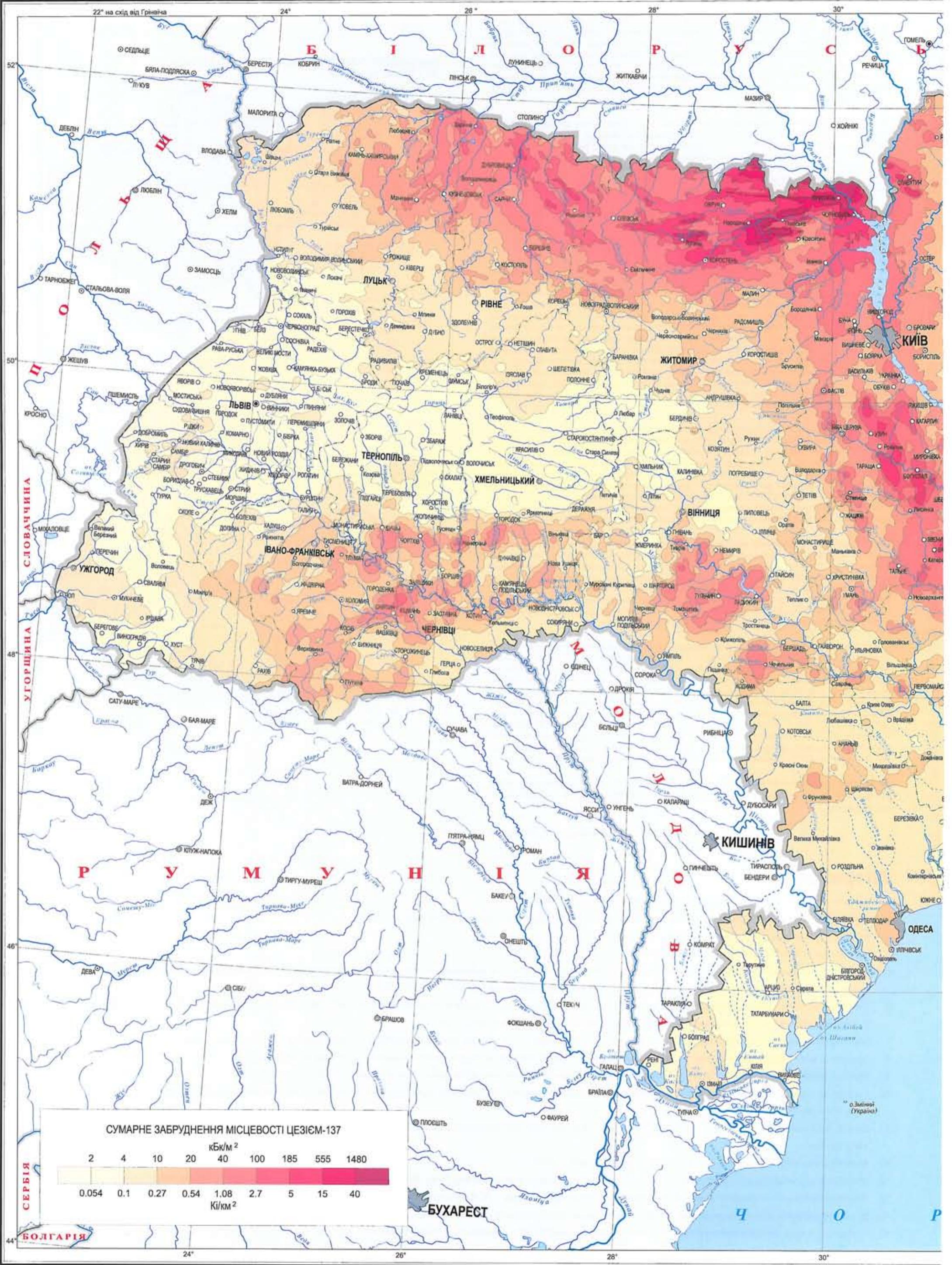


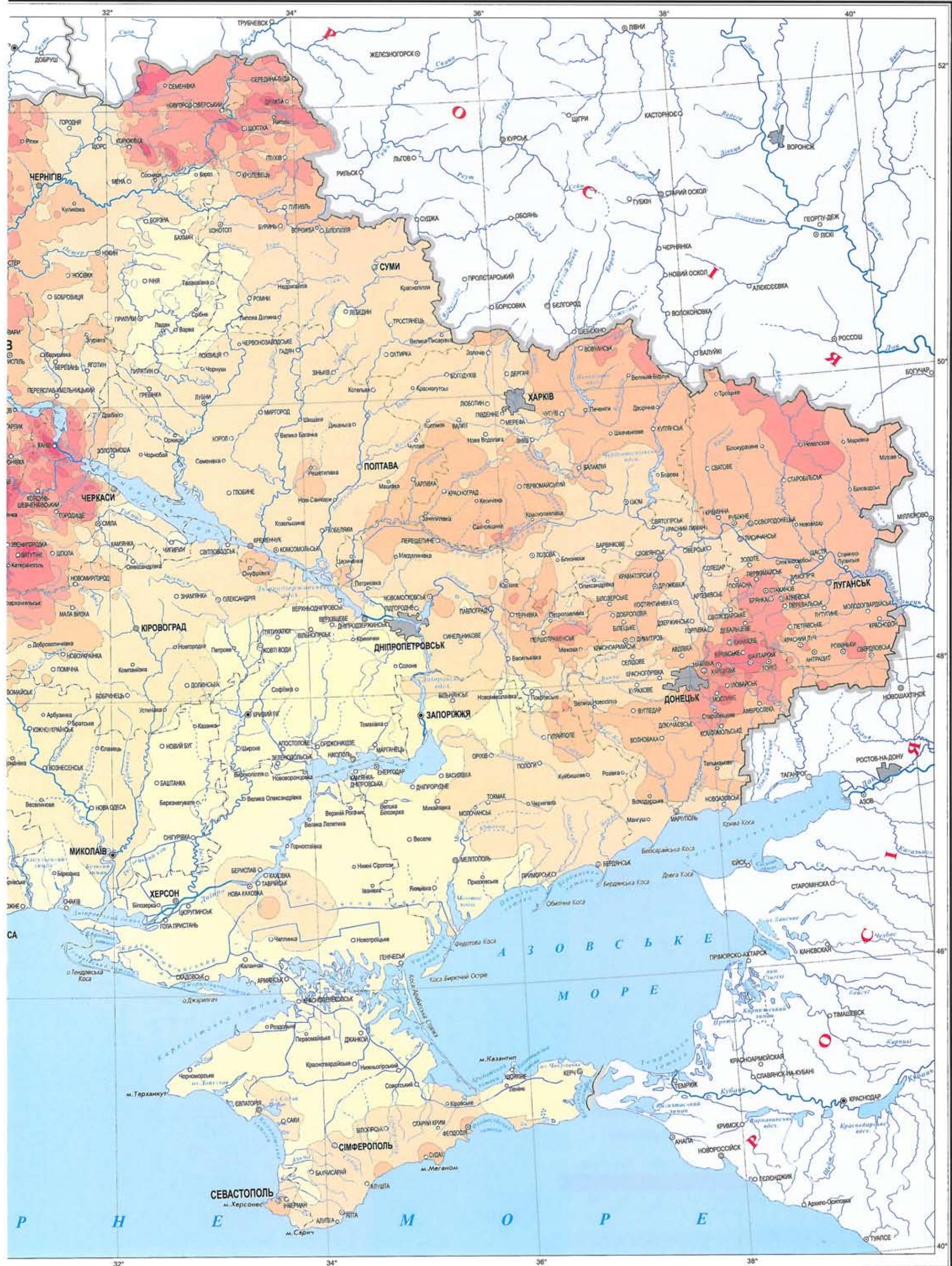
ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 1 ЛИПНЯ 1985 РОКУ)



Масштаб 1:12 000 000

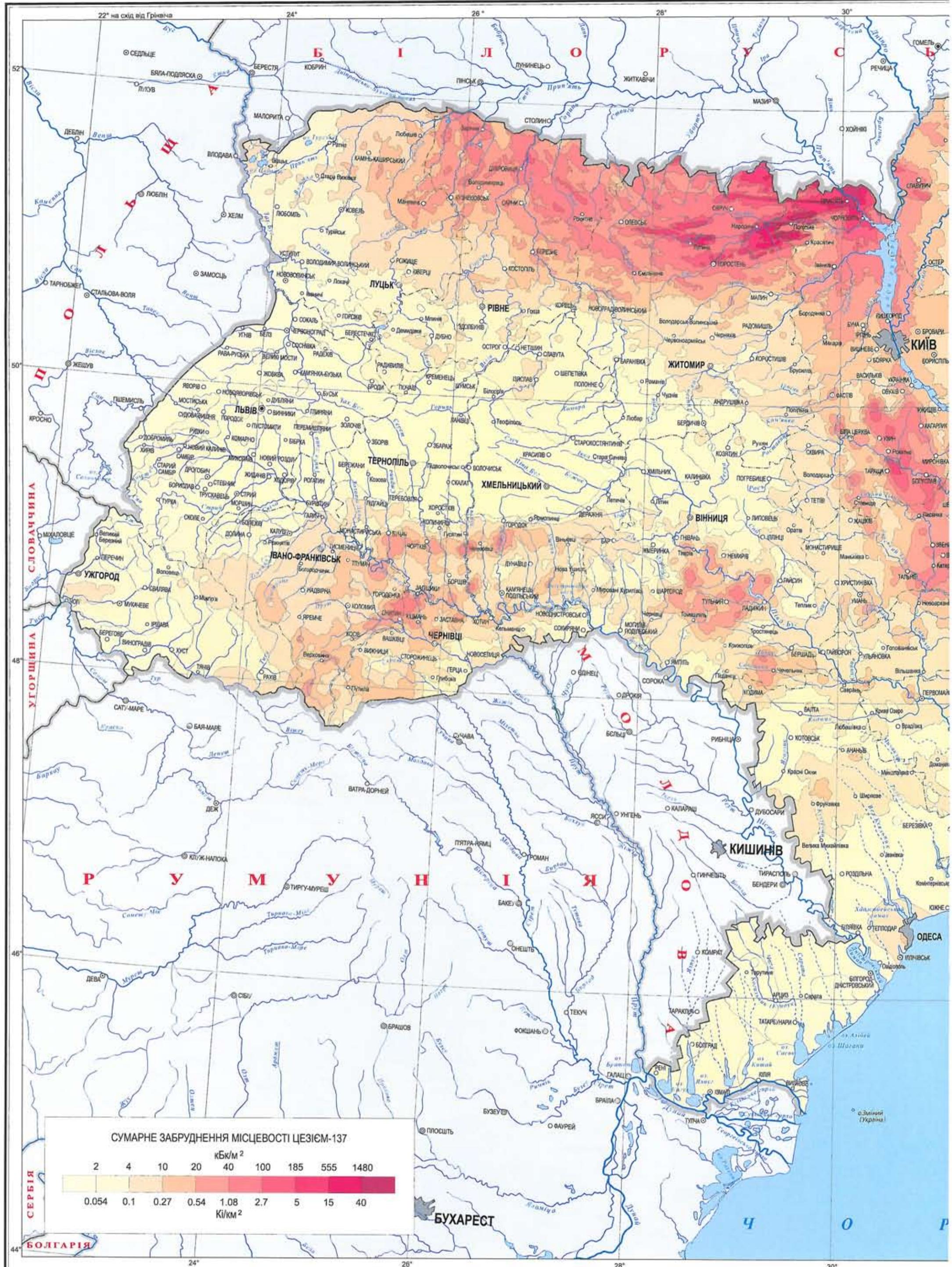
ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)

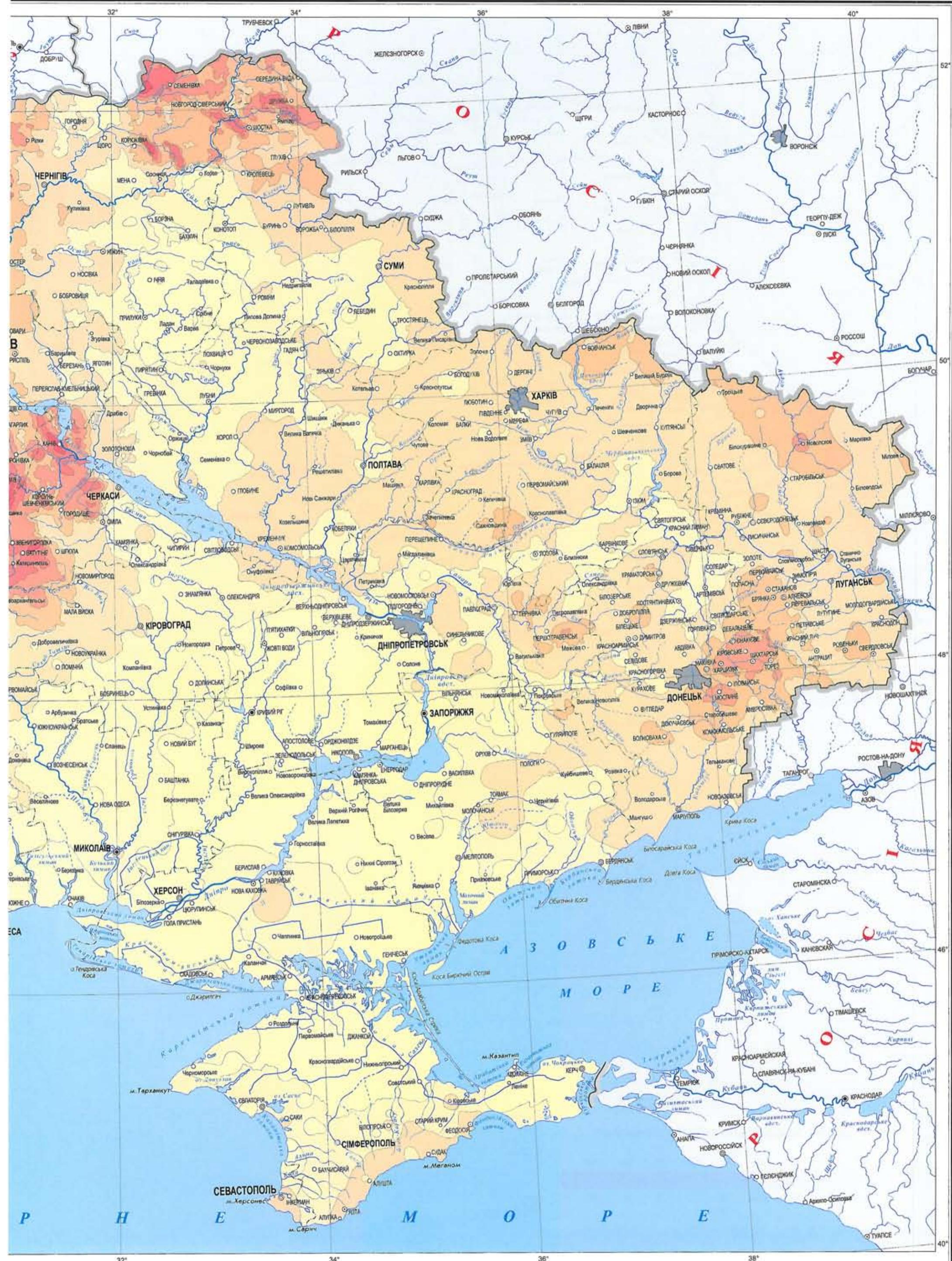




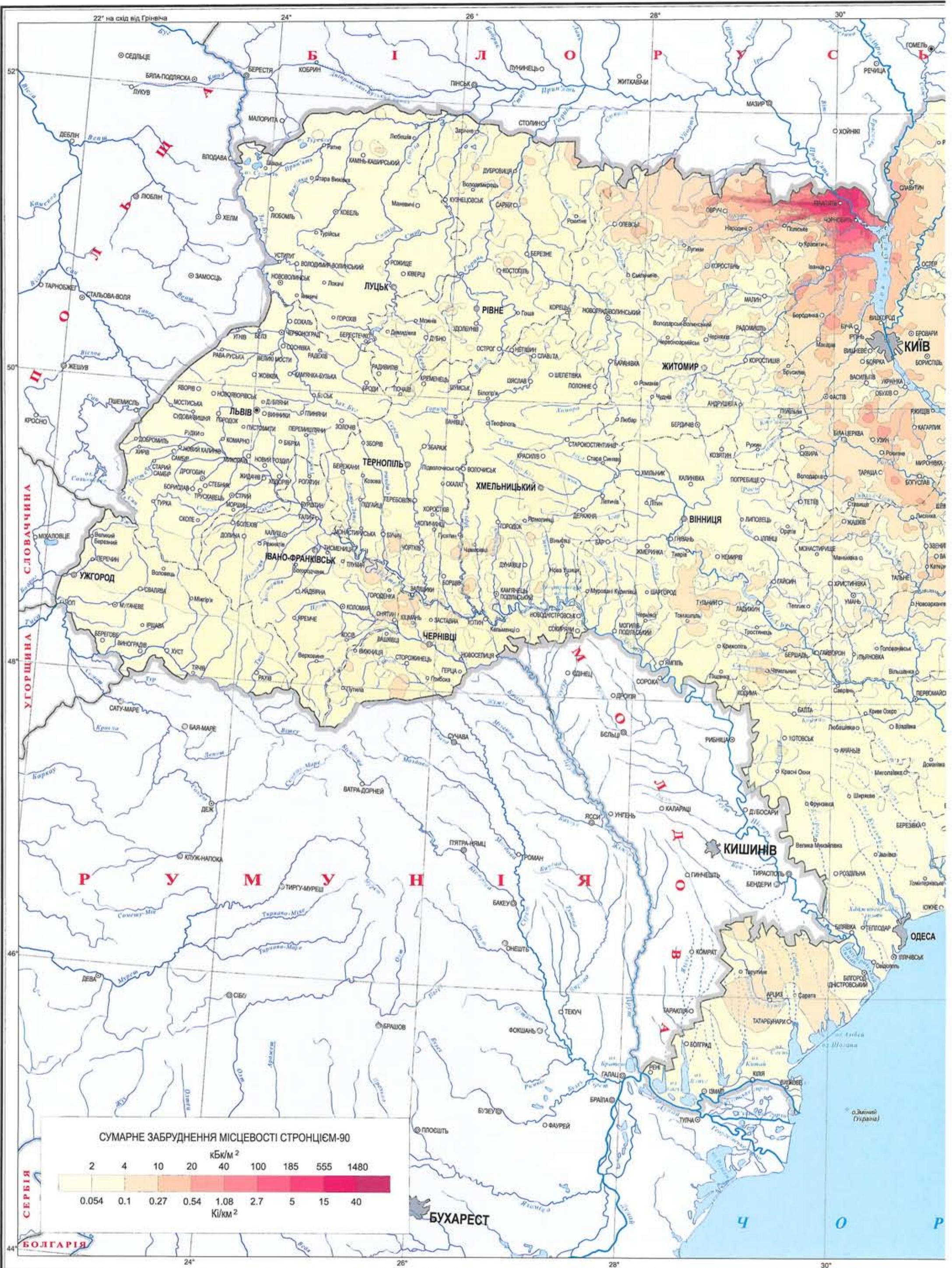
Масштаб 1:2 500 000

ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)



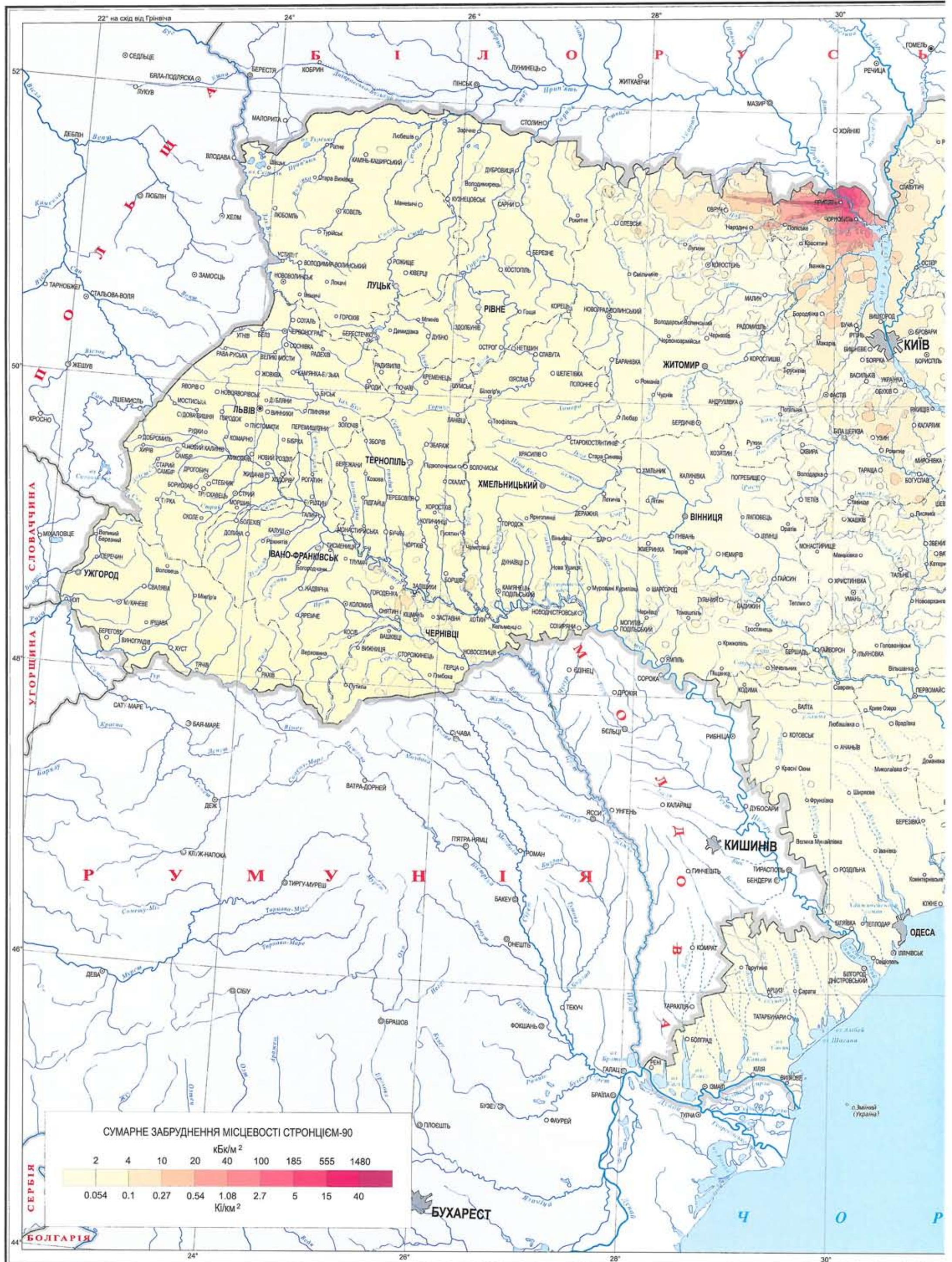


ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)



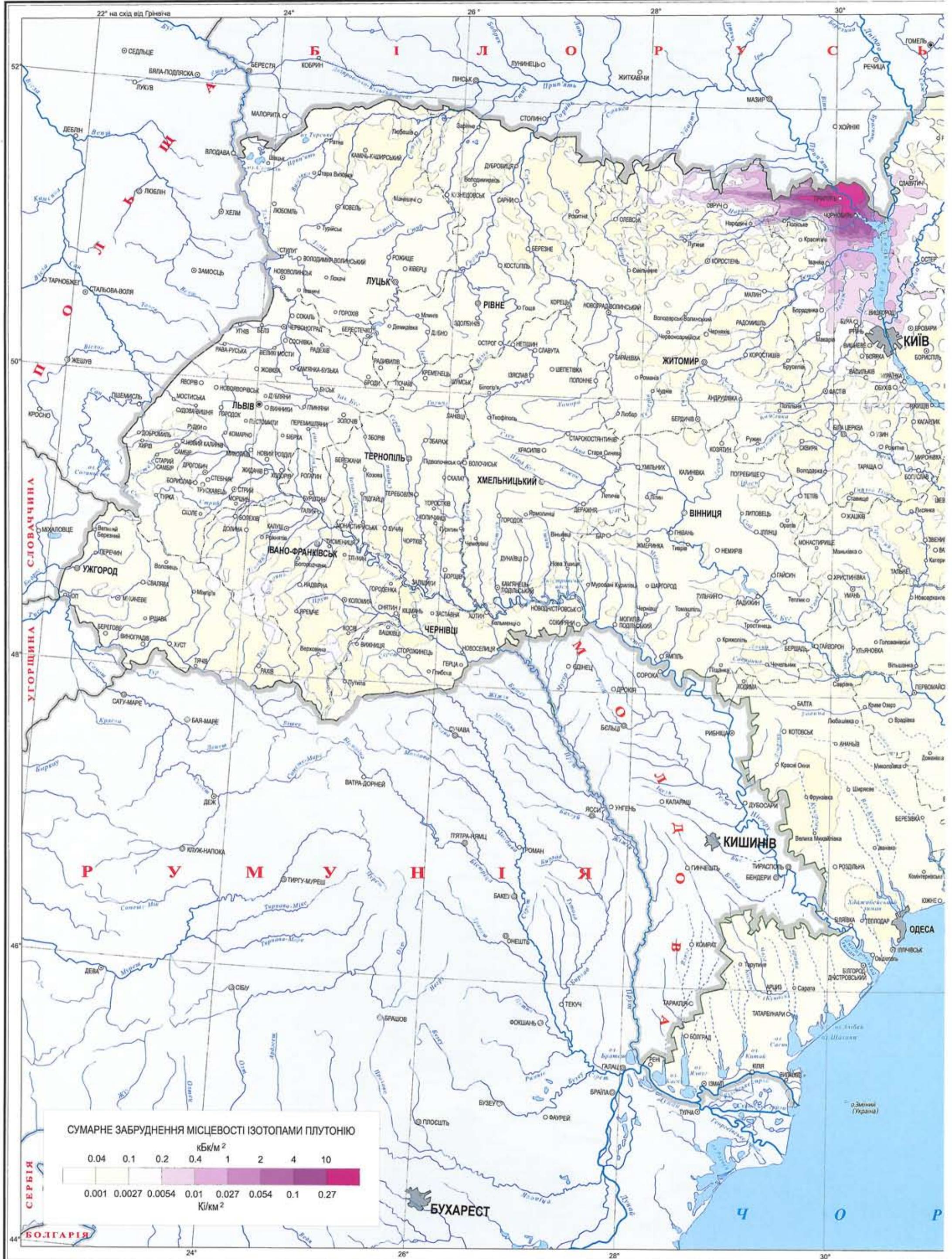


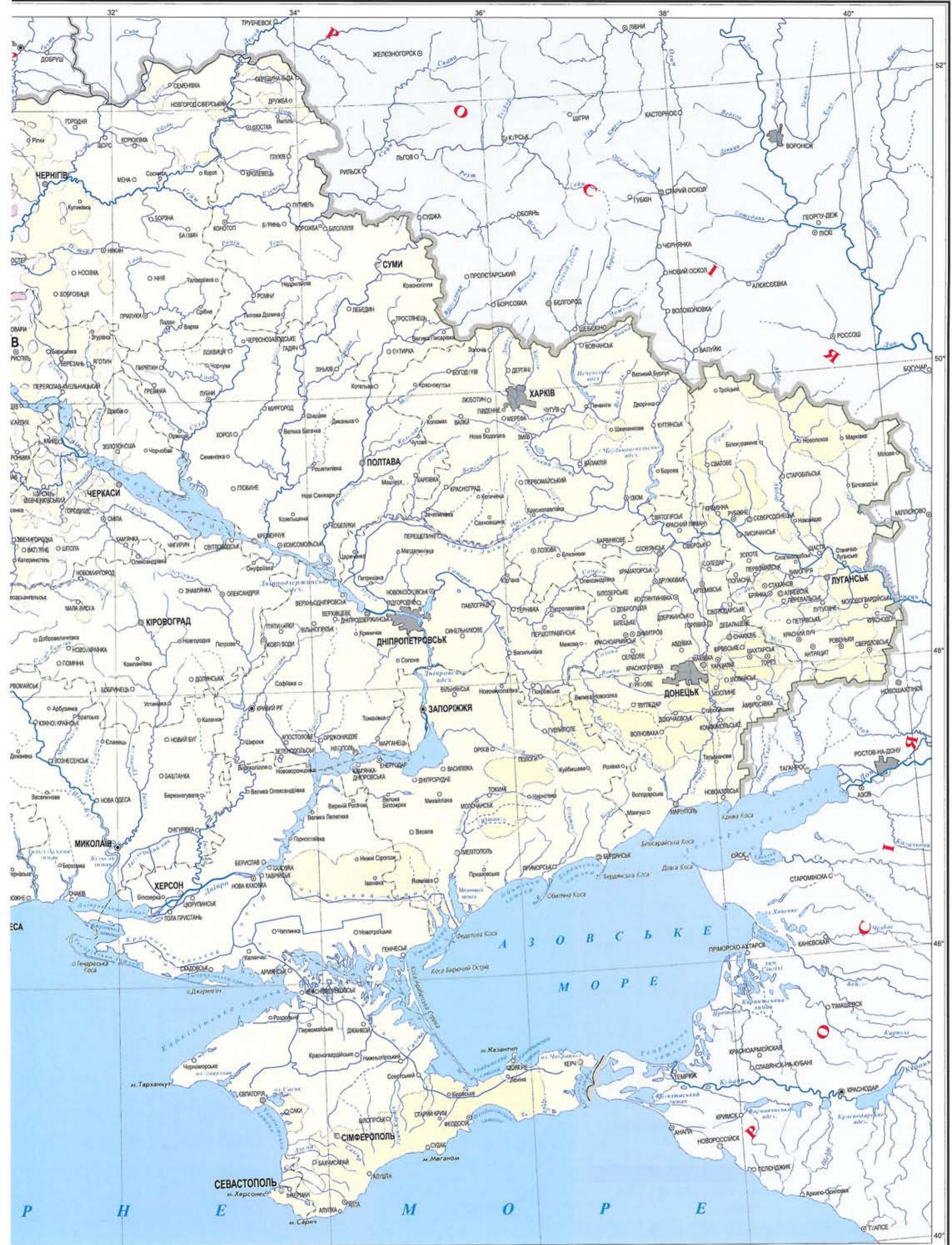
ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)





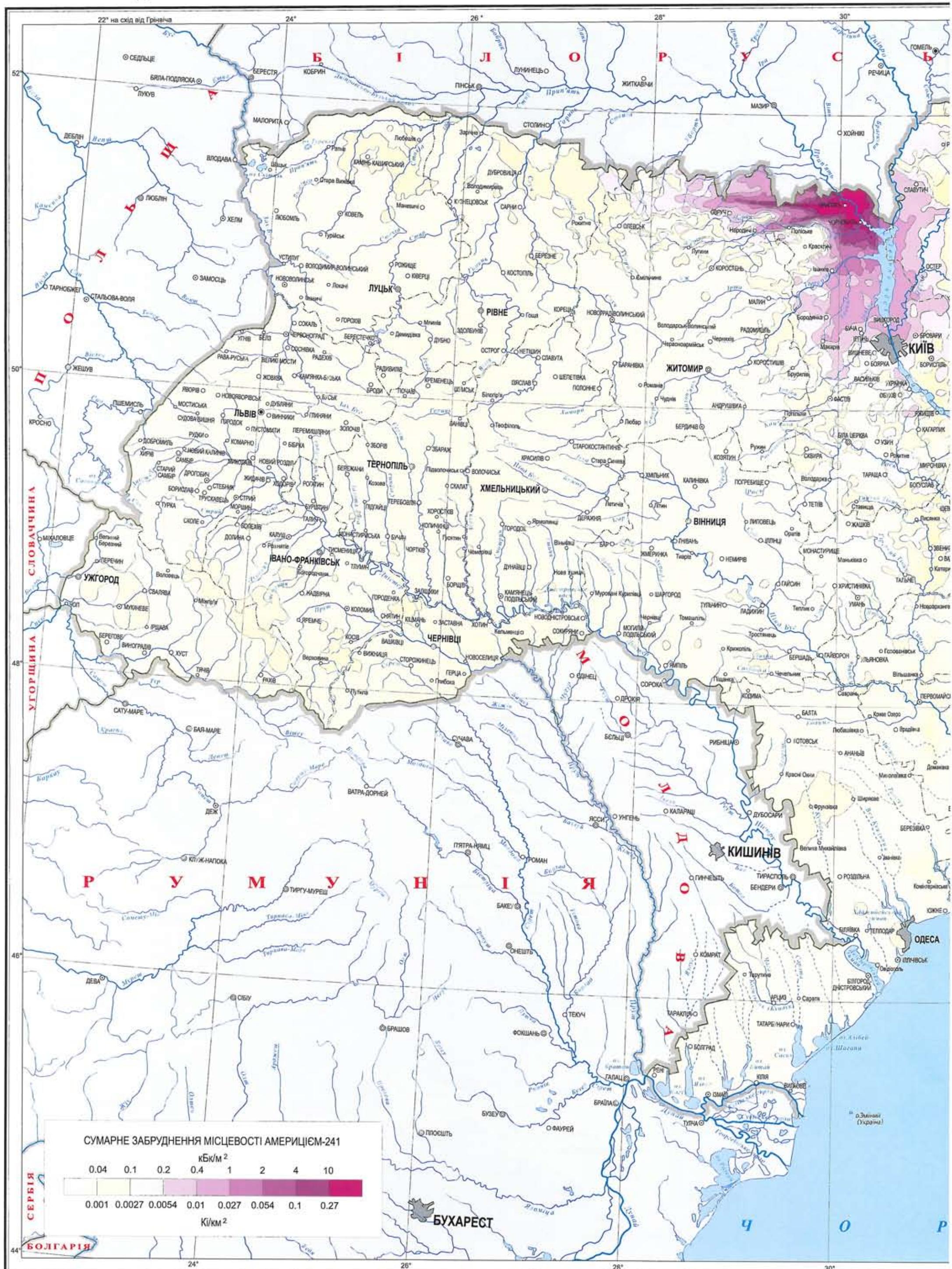
ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ІЗОТОПАМИ ПЛУТОНІЮ





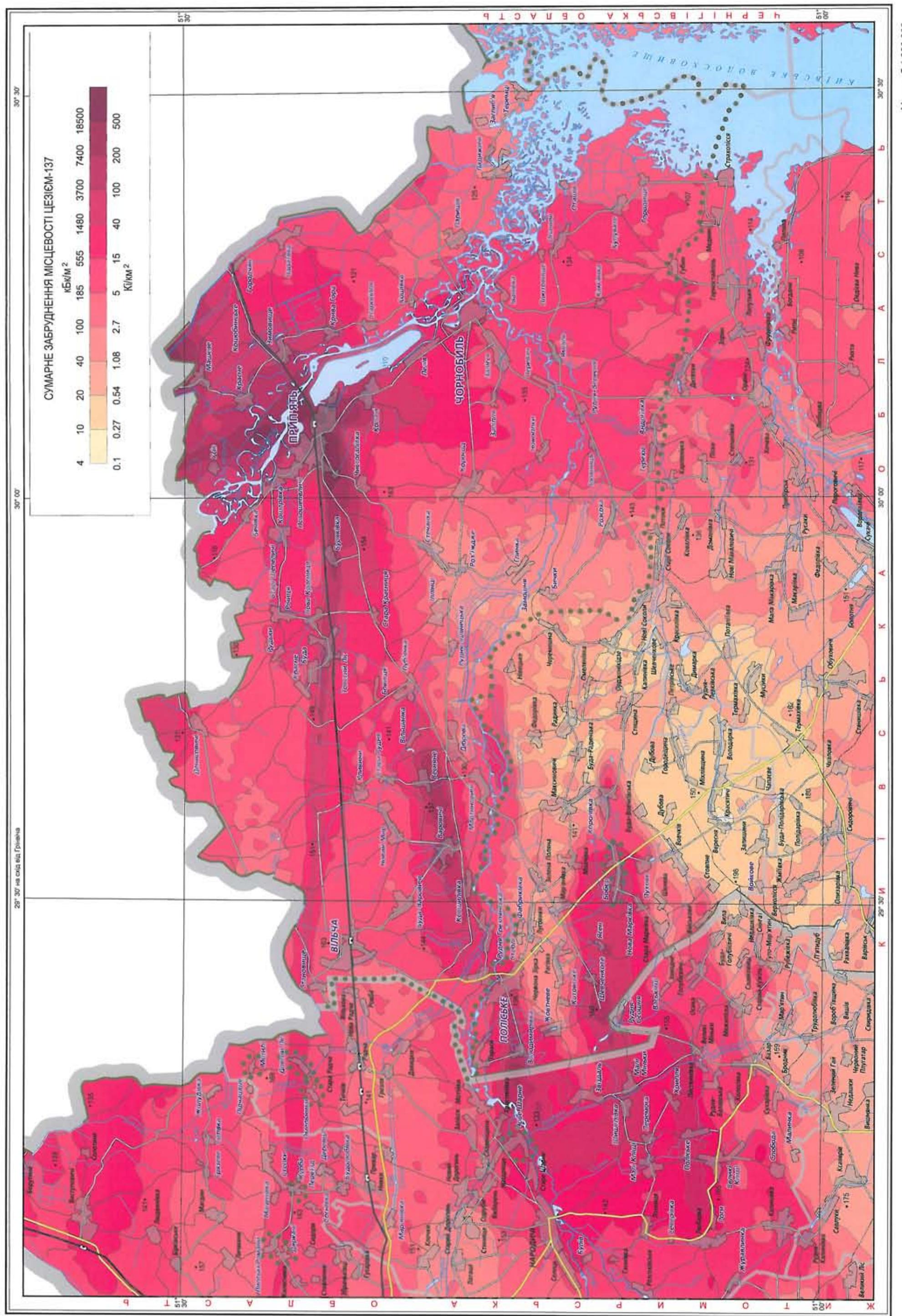
Масштаб 1:2 500 000

ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ АМЕРИЦІЄМ-241 НА 2056 РІК

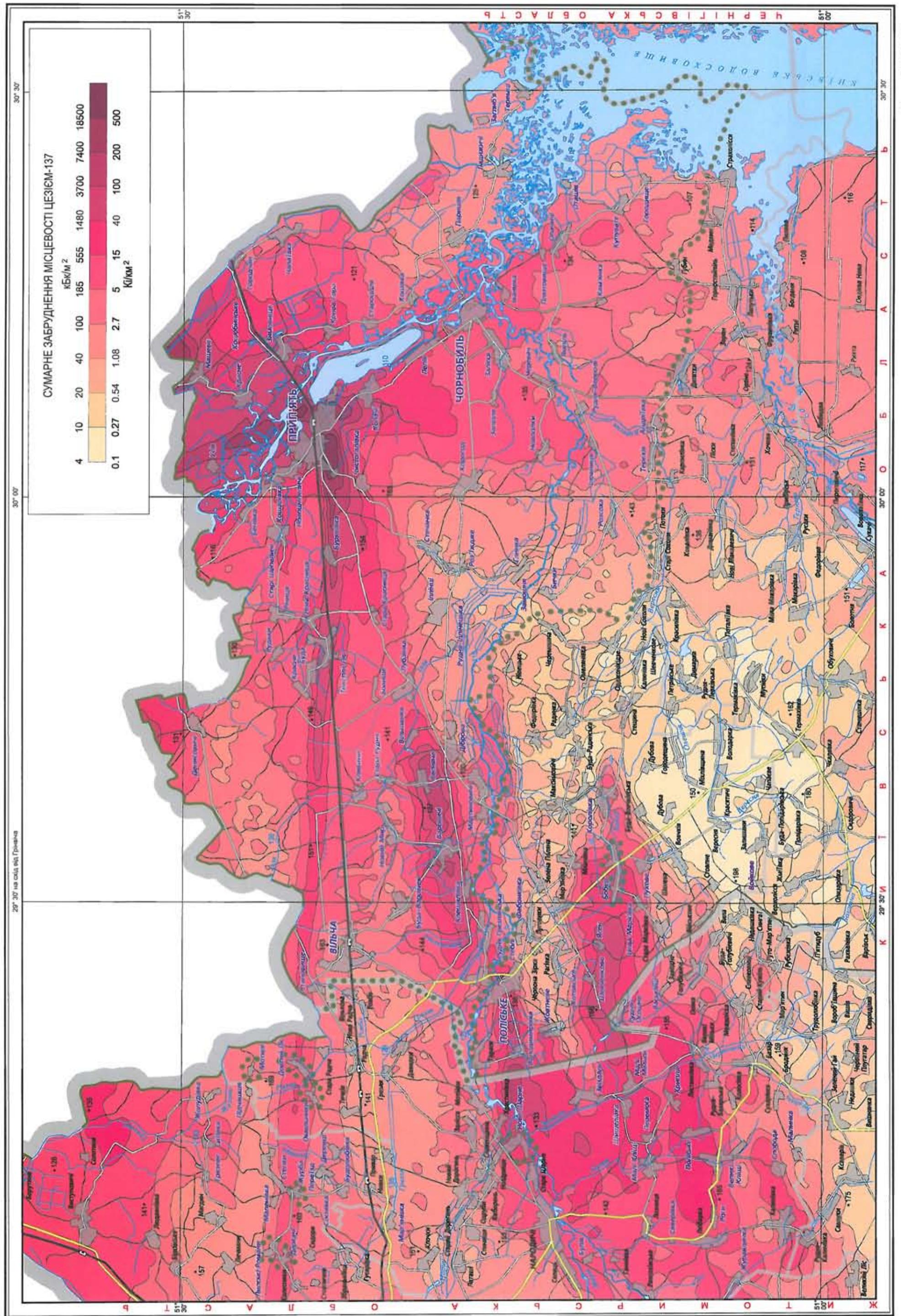




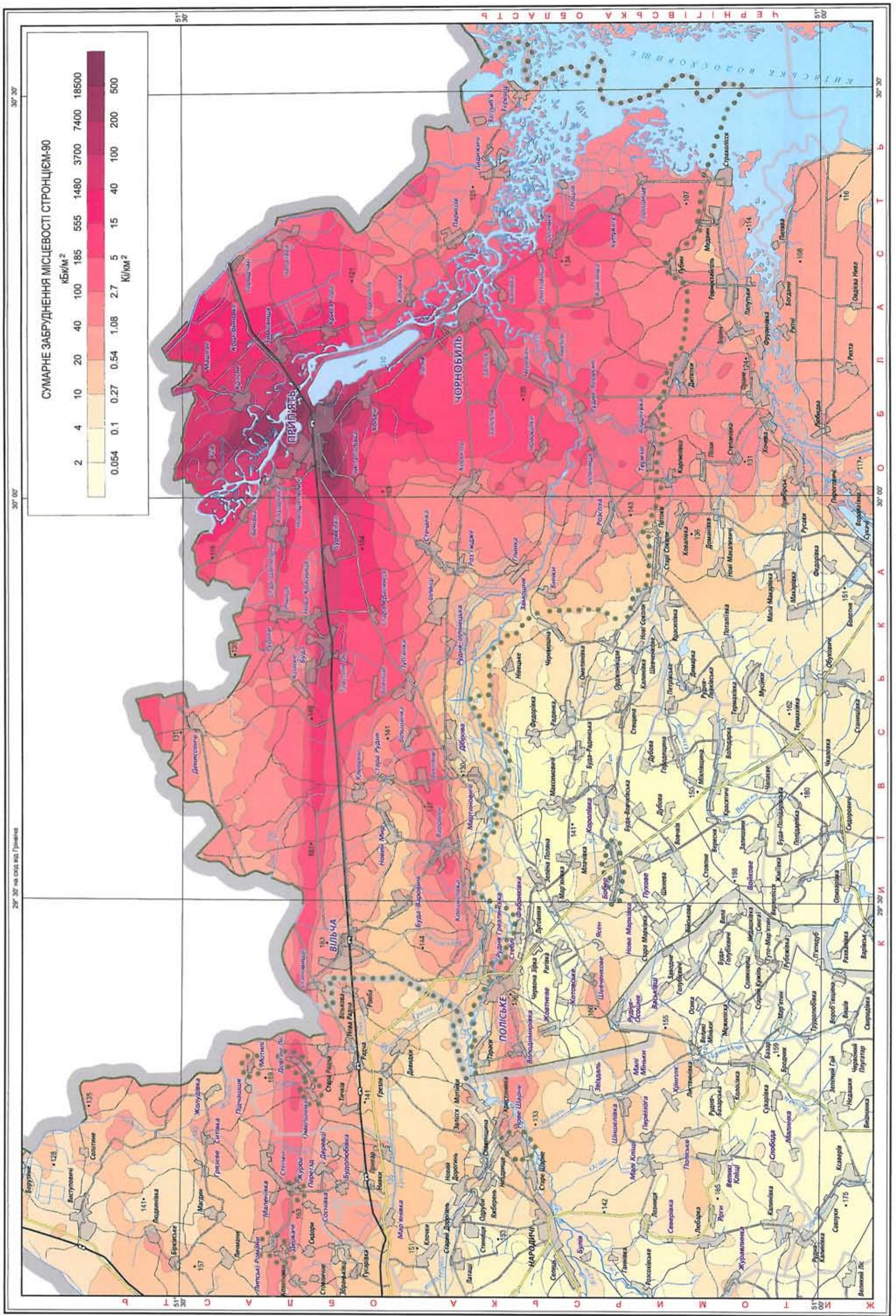
ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)



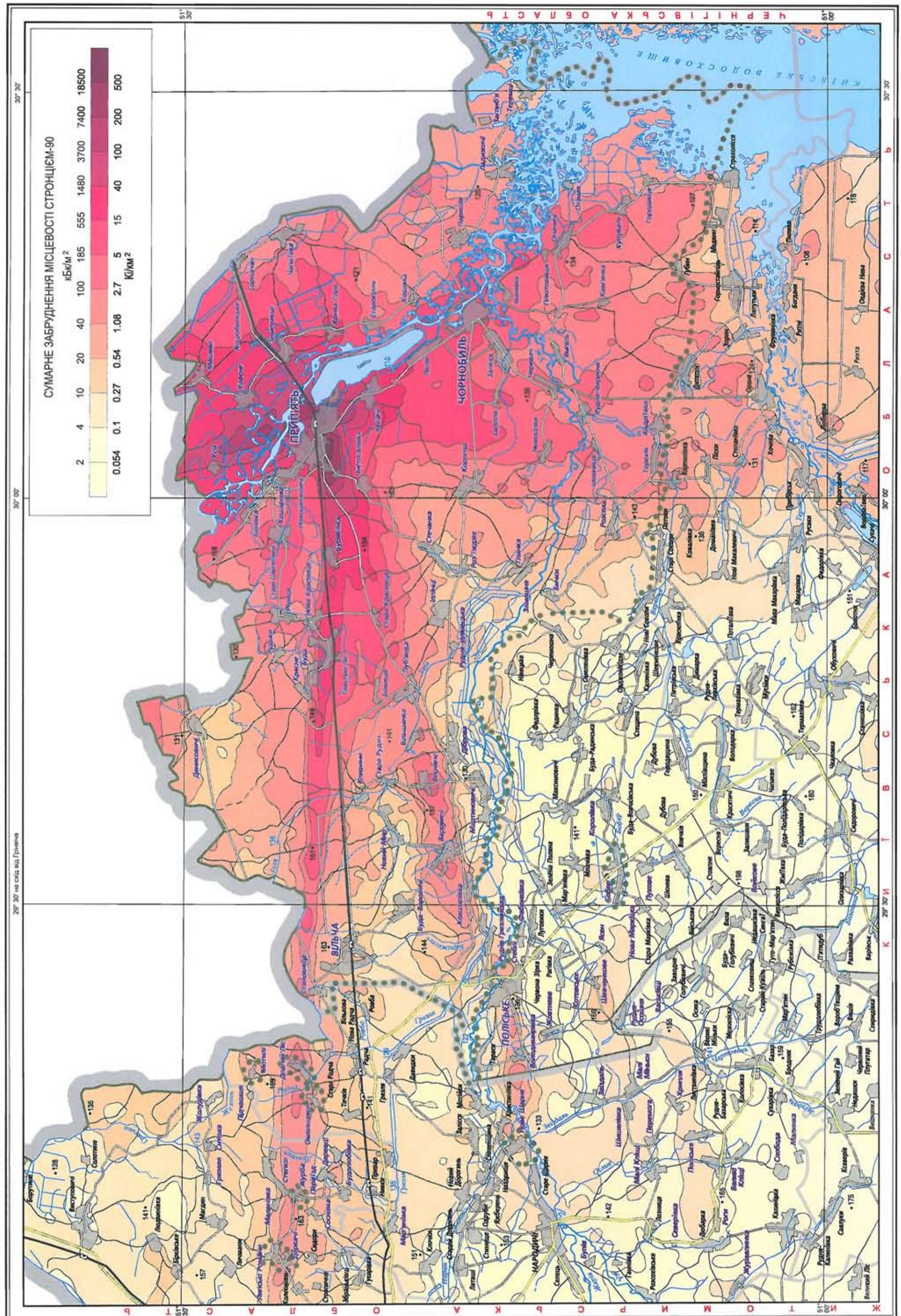
ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЦЕЗІЄМ-137 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)



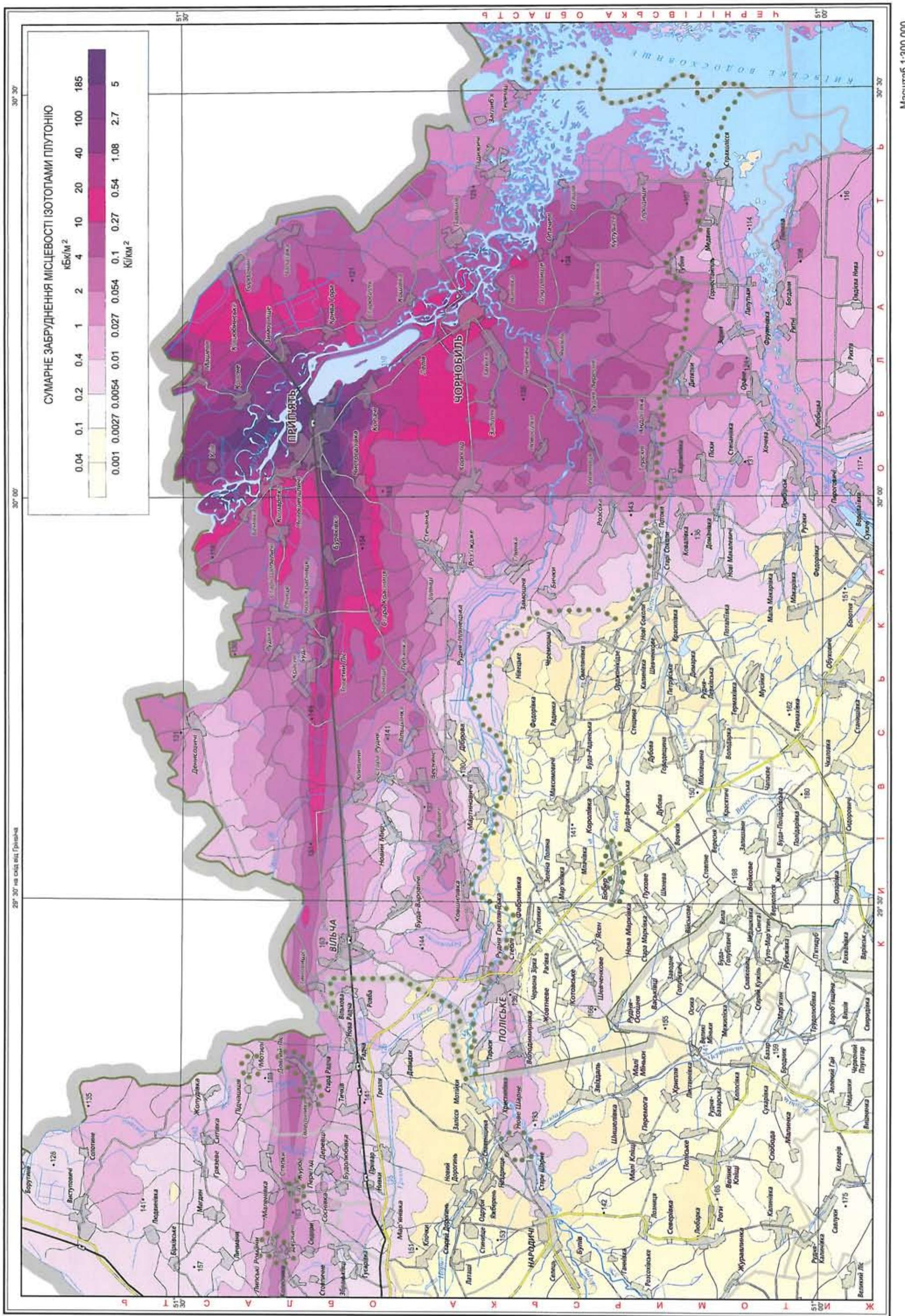
ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 1986 РОКУ)



ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ СТРОНЦІЄМ-90 (СТАНОМ НА 10 ТРАВНЯ 2011 РОКУ)

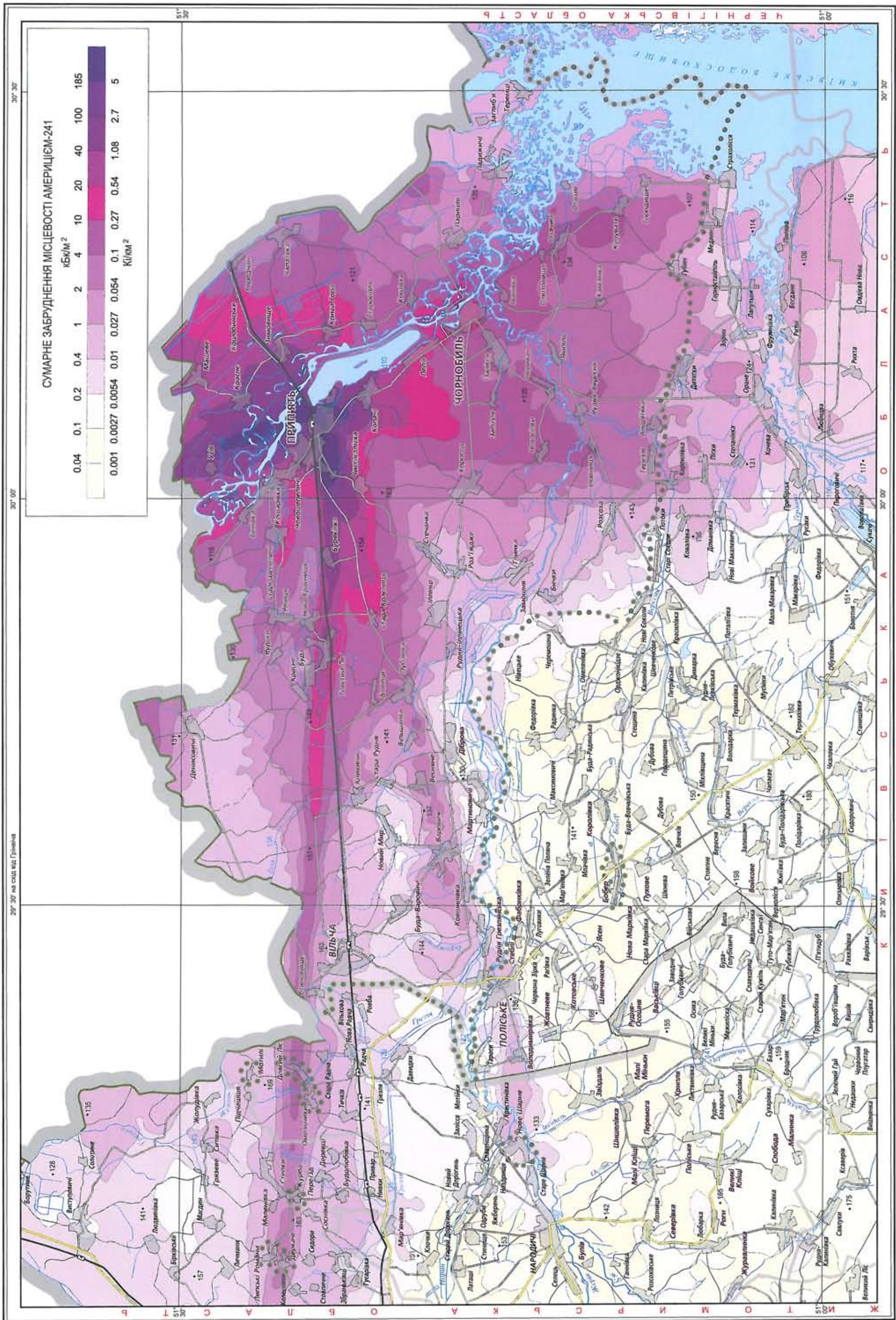


ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ІЗОТОПАМИ ПЛУТОНІЮ



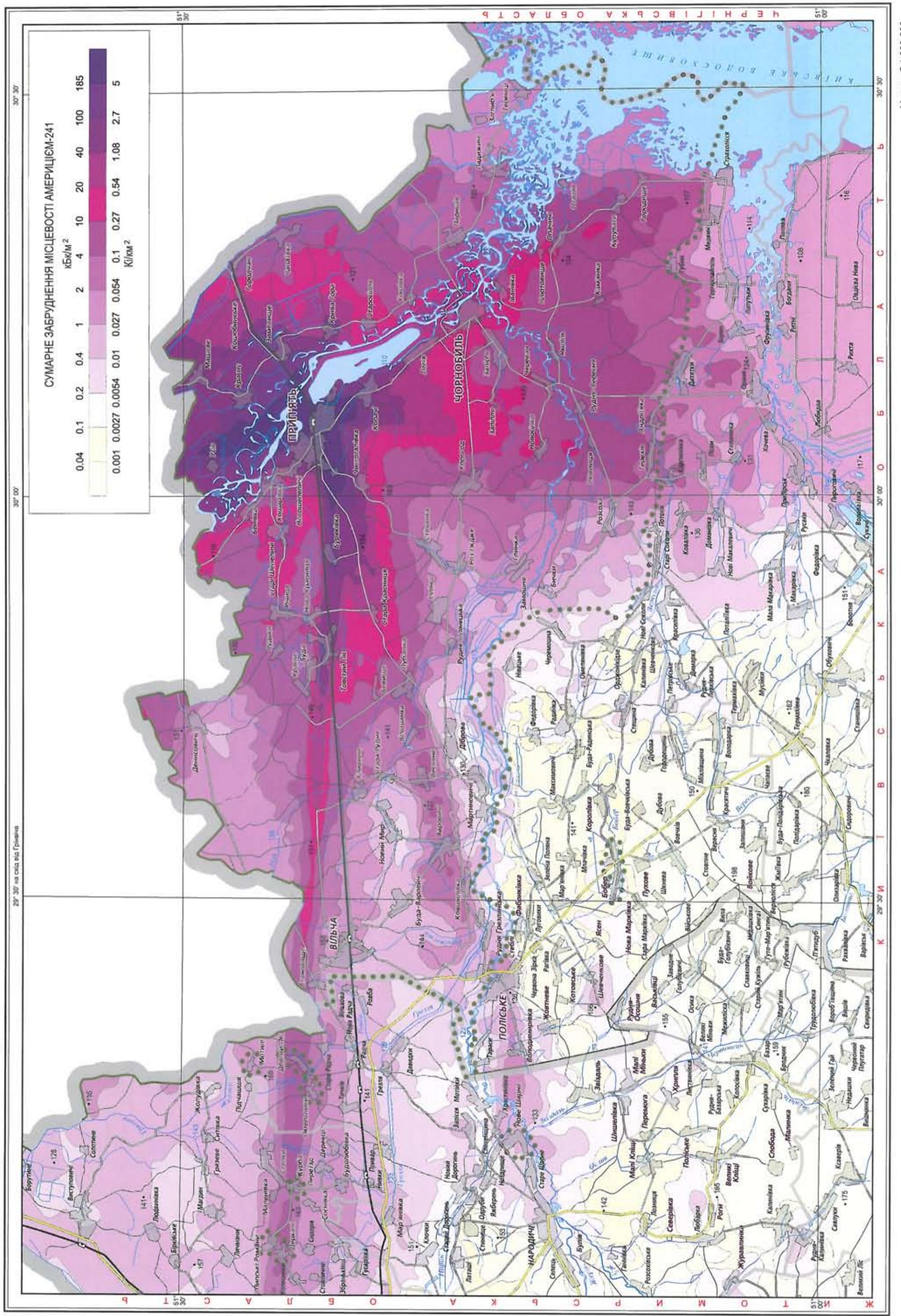
Масштаб 1:300 000

ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ АМЕРИЦЄМ-241



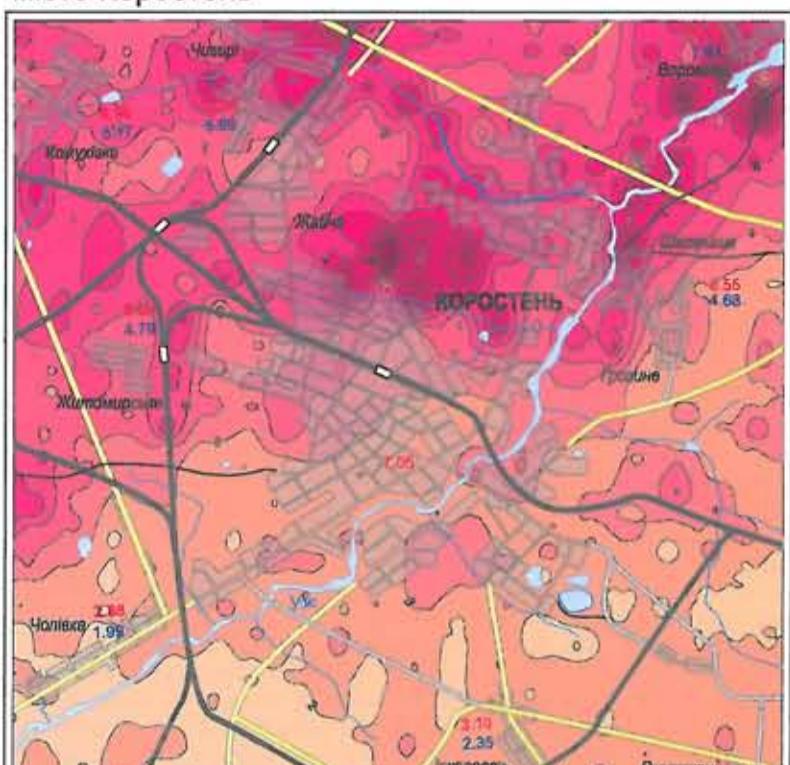
Масштаб 1:300 000

ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ АМЕРИЦІСМ-241 НА 2056 РІК



ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ЦЕЗІСМ-137 (ЗА МАТЕРІАЛАМИ АЕРОГАММАЗНІМАННЯ)

місто Коростень



СУМАРНЕ ЗАБРУДНЕННЯ МІСЦЕВОСТІ ЦЕЗІСМ-137

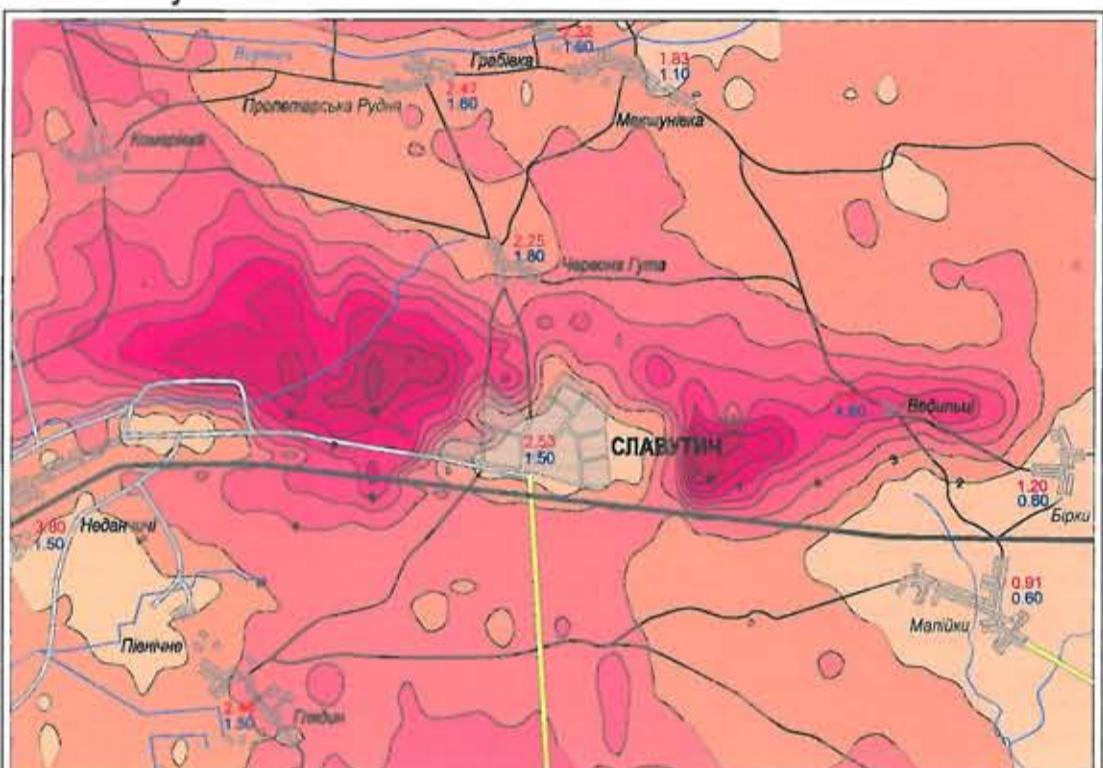


масштаб 1:100 000

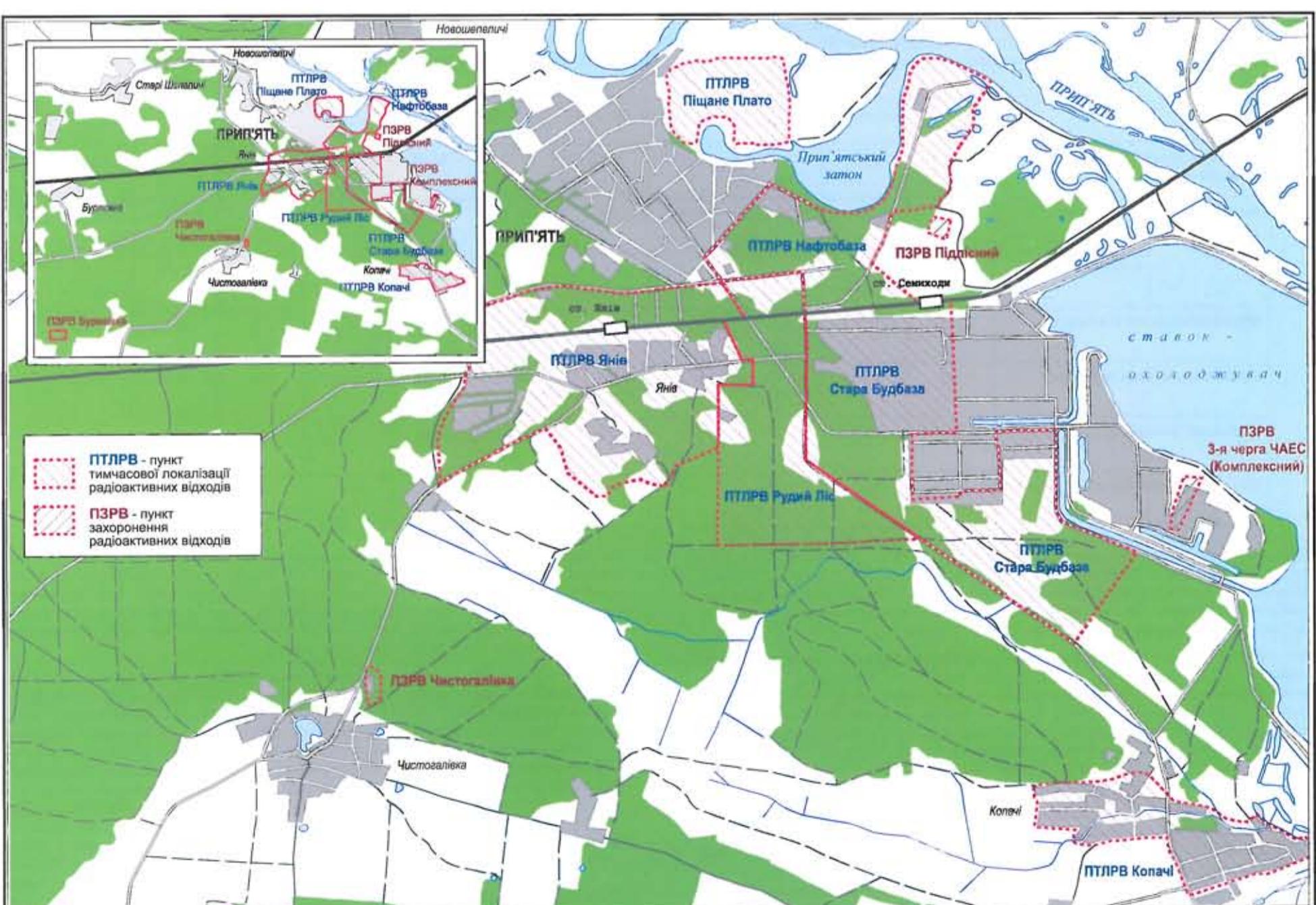
2.86 - значення щільності забруднення цезієм-137 (Ki/km²) за даними дозиметричної паспортизації населених пунктів України

1.99 - середнє значення щільності забруднення цезієм-137 (Ki/km²) за даними аерогаммазнімання в контурі населеного пункту

місто Славутич



МІСЦЯ ЗАХОРОНЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ



Примітка: топографічну ситуацію подано станом на 1986 рік.

РОЗДІЛ II. Опромінення населення та медичні наслідки Чорнобильської катастрофи

Аварія на Чорнобильській АЕС викликала найпотужніше в історії людства транскордонне радіоактивне забруднення довкілля. Післяаварійний стан характеризується широкомасштабною та багатокомпонентною структурою опромінення населення, яка складається із:

- зовнішнього гамма-опромінення від радіоактивних випадів на ґрунт;
- внутрішнього опромінення внаслідок споживання продуктів харчування, забруднених переважно радіоізотопами цезію та стронцію;
- опромінення щитоподібної залози радіоізотопами йоду;
- опромінення трансурановими елементами.

Залежно від типу та тривалості опромінення серед постраждалого населення виділяються такі групи:

- учасники робіт з ліквідації аварії на ЧАЕС;
- жителі, евакуйовані з міста Прип'ять та населених пунктів, які віднесено до зони відчуження;
- жителі радіоактивно забруднених територій;
- діти 1968-1986 років народження з опроміненою щитоподібною залозою.

У ліквідації наслідків аварії брали участь представники різних областей і населених пунктів України та інших республік колишнього СРСР. По всій Україні розселені жителі, яких було евакуйовано із зони відчуження. Демографічні відмінності в чисельності та структурі ліквідаторів і переселенців із зон забруднення зумовлені значною мірою не радіологічними факторами, а намаганням законодавців підвищити рівень соціального захисту постраждалих. Карту розподілу цих груп населення на території України вміщено на с. 46.

Вплив катастрофи на населення внаслідок опромінення радіоізотопами йоду тривав фактично протягом перших двох місяців після аварії. Внаслідок фізіологічних відмінностей існує вікова залежність дози опромінення від радіоізотопів йоду: найбільші дози отримали діти 1986 року народження, у інших дітей розмір дози поступово зменшувався залежно від віку на момент аварії. Порівняно з дітьми доросле населення отримало незначні дози опромінення. Карты опромінення щитоподібної залози наведені для семи вікових груп – починаючи з дітей віком до 1 року на момент аварії (перша вікова група) і закінчуючи дорослим населенням (сьома вікова група). Карты подано для території України у масштабі 1:5 000 000 (стор. 33-36). Розрахунок доз опромінення щитоподібної залози виконано відповідно до методики [1].

Населення, яке проживає на територіях, віднесених до зон радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, перебувало і продовжує перебувати під впливом зовнішнього та внутрішнього опромінення. Для оцінки впливу цього опромінення на населення, починаючи з 1991 року, проводиться дозиметрична паспортізація населених пунктів. Одним із завдань дозиметричної паспортізації є оцінка паспортних та референтних доз опромінення населення. Паспортна доза опромінення – це розрахункова ефективна (еквівалентна) доза опромінення людини.

Паспортна доза є одним з визначальних критеріїв зонування радіоактивно забруднених територій [2]. Розрахунок такої дози виконується відповідно до методик Національної комісії з радіаційного захисту [1, 3].

Паспортна доза включає такі компоненти:

- зовнішнє гамма-опромінення, зумовлене радіоактивними випадами на поверхню землі;
- внутрішнє опромінення радіоізотопами цезію, стронцію та трансурановими елементами;
- індустриальне опромінення (в зонах діючих АЕС).

На пізньому етапі після аварії на ЧАЕС формування дози зовнішнього гамма-опромінення відбувається фактично лише радіоізотопами цезію, насамперед цезію-137. Формування дози на ранньому етапі після аварії відбувалось за рахунок не менше ніж 19 радіонуклідів, серед яких провідну роль відігравали радіоізотопи ніобію, цирконію, йоду, лантану, барію. Проте, інтегрально, за весь період після аварії, радіоізотопи цезію спричинювали майже 70% дози, отриманої за рахунок зовнішнього гамма-опромінення.

Таблиця 2.1. Оцінка абсолютної та відносної радіаційної ризику, пов'язаного з чорнобильським опроміненням для населення радіоактивно забруднених територій України за 12 років після аварії [4]

Величина опромінення (мЗв на людину)		<0.5	0.5-1	1-2	2-5	5-10	10-20	20-50	50-70	70-100	>100	Всього
Населення забруднених територій	у тис. осіб	1.2	2.6	94.8	1008.2	568.3	465.0	209.6	19.3	1.6	1.2	2371.8
	у відсотках	0.05	0.11	4.0	42.5	24.0	19.6	8.8	0.81	0.07	0.05	100
Абсолютний ризик (випадки)		0.02	0.07	4.4	96.8	115.7	237.1	249.4	38.1	4.5	4.6	751
Спонтанний рівень (випадки)		8.5	104	3792	40329	22732	18599	8383	772	66	50	94874
Відносний ризик ($\times 10^{-3}$)		0.33	0.69	1.2	2.4	5.1	12.8	29.8	49.3	68.0	93.5	7.9
Відсоток "чорнобильських" раків		0.03	0.07	0.12	0.24	0.51	1.26	2.89	4.70	6.37	8.55	0.79

Внутрішнє опромінення впродовж дії аварійного джерела зумовлене переважно радіоізотопами цезію. Опромінення радіоізотопами стронцію протягом першого постчорнобильського двадцятиріччя в 7-10 разів нижче, а трансурановими елементами – в десятки разів нижче, ніж радіоізотопами цезію (як за потужністю середньорічних доз, так і за дозами, що накопичуються за різні часові періоди).

Методологія розрахунку паспортних та прогнозних доз опромінення для населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення, наведена у відповідних інструктивно-методичних вказівках [1, 3]. За цими вказівками розраховано дози для 2161 населеного пункту. Для інших населених пунктів, де не проводилася дозиметрична паспортізація, дозові показники були розраховані за методикою оцінки ретроспективно-прогнозних доз опромінення, що базується на системі референтних функцій, співвідношень і параметрів, які, в свою чергу, відтворюють найбільш загальні й універсальні для всієї території закономірності, у тому числі – логнормальний закон розподілу використаних референтних величин.

За "референтні" величини, що характеризують радіоекологічну ситуацію в населеному пункті, приймаються показники щільності радіоактивного забруднення ґрунту цезієм-137, стронцієм-90 і плутонієм-239, -240, усереднені для території населеного пункту і його околиць. Використовуються також значення коефіцієнтів переходу цезію-137 з ґрунту в молокота співвідношення активностей основних гамма-випромінювачів викиду в випадках (наведені на 26.04.86). Коефіцієнт переходу цезію-137 у наступні роки буде змінюватися

дуже повільно. Найвищі коефіцієнти переходу (у десятки-сотні разів вищі, ніж у мінеральних) притаманні органогенним (торфовим) ґрунтам з надлишковим водонасиченням, що найчастіше трапляються на північному заході України (див. карту ґрунтів на с. 50). Для стронцію-90 швидкість міграції вглиб по профілю нижча або порівняння зі швидкістю міграції для цезію-137. Домінуючий внесок у внутрішнє опромінення населення належить радіоізотопам цезію, що надходять до організму із забрудненими продуктами харчування. Головним дозоутворювальним продуктом є молоко, яке виробляється в приватному секторі. Рівні цезію в молоці можуть відрізнятися у декілька разів навіть у межах одного населеного пункту. Суттєвий вплив на вміст радіонуклідів справляють погодні умови – в дощові роки цезію в молоці надходить більше, ніж у посушливі. Тому карти забруднення молока є варіальними не тільки у просторі, а й у часі. Рівні забруднення молока з роками мають тенденцію до зниження, що висвітлено на карті середньорічних значень за проблемами, взятими в найбільш забруднених районах (с. 37).

Для планування заходів з ліквідації наслідків катастрофи та мінімізації рівнів опромінення населення важливо оцінити не тільки ту частку дози, яку населення вже отримало, але й ту, яку воно отримає в майбутньому, проківаючи на забруднених територіях. На с. 38 наведено карту ретроспективних сумарних ефективних доз опромінення, отриманих населенням за 20 років (1986-2006 роки), на с. 39 – карту прогнозних сумарних ефективних доз опромінення на 70 років (1986-2055 роки). Сумарні дози розраховано, виходячи зі значення паспортних та ретроспективно-прогнозних доз для окремих років. Протягом 25 років після аварії на території України виокремлюється група населених пунктів, де отримані дози опромінення перевищують 10 і навіть 50 мЗв. Протягом наступних десятирічів спостерігається незначне збільшення цієї дози – на 5-10 мЗв, а в багатьох випадках – менше ніж на 1 мЗв. Дози, отримані населенням за 25 років, практично співпадають з даними за 15 років. Розподіл населених пунктів згідно з величиною дози за 70 років мало відрізняється від розподілу за дозою за 20 років і у багатьох випадках навіть за 12 років. Тому застосування таких заходів мінімізації наслідків аварії, як відселення та переселення населення, з часом стало невиправданим, оскільки основну дозу чорнобильського опромінення населення на забруднених територіях вже отримало у перші післяаварійні роки, а витрати на переселення неадекватні потенційній шкоді, яку може завдати людям додаткове опромінення при подальшому проживанні на цій території.

Одне з головних завдань при вивченні наслідків аварії – встановлення статистично значущого впливу опромінення на захворюваність населення. Вважається, що найбільш чутливим показником такого впливу є збільшення кількості онкологічних захворювань серед постраждалого населення. Багатофакторність та багатогранність проблеми не дозволяє за наявними даними побудувати просторовий розподіл кількості онкологічних захворювань, зумовлених саме Чорнобильською аварією. Більш коректними є оцінки ризиків виникнення радіоіндукованих злокісних пухлин у населення, що постраждало від Чорнобильської катастрофи. Узагальнені значення таких оцінок наведено в табл. 2.1.

При середньому для України спонтанному рівні летальних онкологічних захворювань 2 тис. за рік на 1 млн населення [4], в опроміненій субпопуляції абсолютної спонтанний рівень за 12 років після аварії оцінюється величиною 94.8 тис. Чорнобильський фактор додає до спонтанного рівня менше 0.8% (751 випадок). Хоча для дослідженого контингенту приріст "чорнобильських" раків статистично не спостерігається, для тих підгруп, що потрапили в інтервал індивідуальних дозових навантажень 100 мЗв та більше, за 12 років локальний приріст може сягати 10%. Найповніші дані, що характеризують вплив Чорнобильської аварії на загальні показники захворюваності населення, опубліковані у спеціальних довідниках [5, 10]. У цих роботах також виконано аналіз системи медичного моніторингу в Україні, виявлено тенденції та характер впливу опромінення на різні категорії постраждалого населення.

В Україні існує дві класифікації постраждалих. Соціальна класифікація встановлена національним законодавством в 1991 році (див. розділ III). Медичну класифікацію введено в 1986 р. Міністерством охорони здоров'я СРСР і вона діє в Україні донині. За медичною класифікацією громадян, які підпали під вплив радіації у зв'язку з аварією

на Чорнобильській АЕС, поділяють на чотири групи первинного обліку. Перша група обліку – особи, які брали участь у роботах з ліквідації аварії на ЧАЕС або її наслідків у зоні відчуження. Друга група – особи, що були евакуйовані із зони відчуження. Третя група – особи, які проживають на територіях, віднесених до зон радіоактивного забруднення (відповідно до чинного законодавства). Четверта група – діти, що народились від осіб, віднесених до 1-3 груп первинного обліку.

Інформацію про стан здоров'я громадян збирають у рамках постійно діючого медичного моніторингу і заносять до медичного підреєстру Національного реєстру постраждалих у результаті аварії на ЧАЕС. Основні питання моніторингу за станом здоров'я постраждалих регулюються ст. 16, 17 Закону України "Про статус та соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи" [6]. Питання організації і функціонування Державного (Національного) реєстру регулюються відповідним Положенням [7]. Складовою частиною Державного реєстру є Український військовий реєстр і його підрозділи, які підтримуються Міноборони України, МВС України, СБ України. Аналіз даних медичної статистики регулярно публікується у наукових виданнях медико-біологічного профілю [5, 10]. Національні доповіді України [9, 11]. В основу статистичних карт захворюваності населення, структури загальної захворюваності, поши

областей України, вікових категорій "дорослі та підлітки" (1-3 групи первинного обліку) та "діти" (4 група первинного обліку).

Загалом наявні дані моніторингу та їх картографічна інтерпретація свідчать про існування певної тенденції щодо негативного впливу радіоактивного забруднення на здоров'я людей за показниками захворюваності постраждалого внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС населення. Висновки та проблеми щодо оцінювання такого впливу наведені в згаданих

роботах [4, 5, 10], а також в роботах [8, 9, 11] та інших наукових публікаціях.

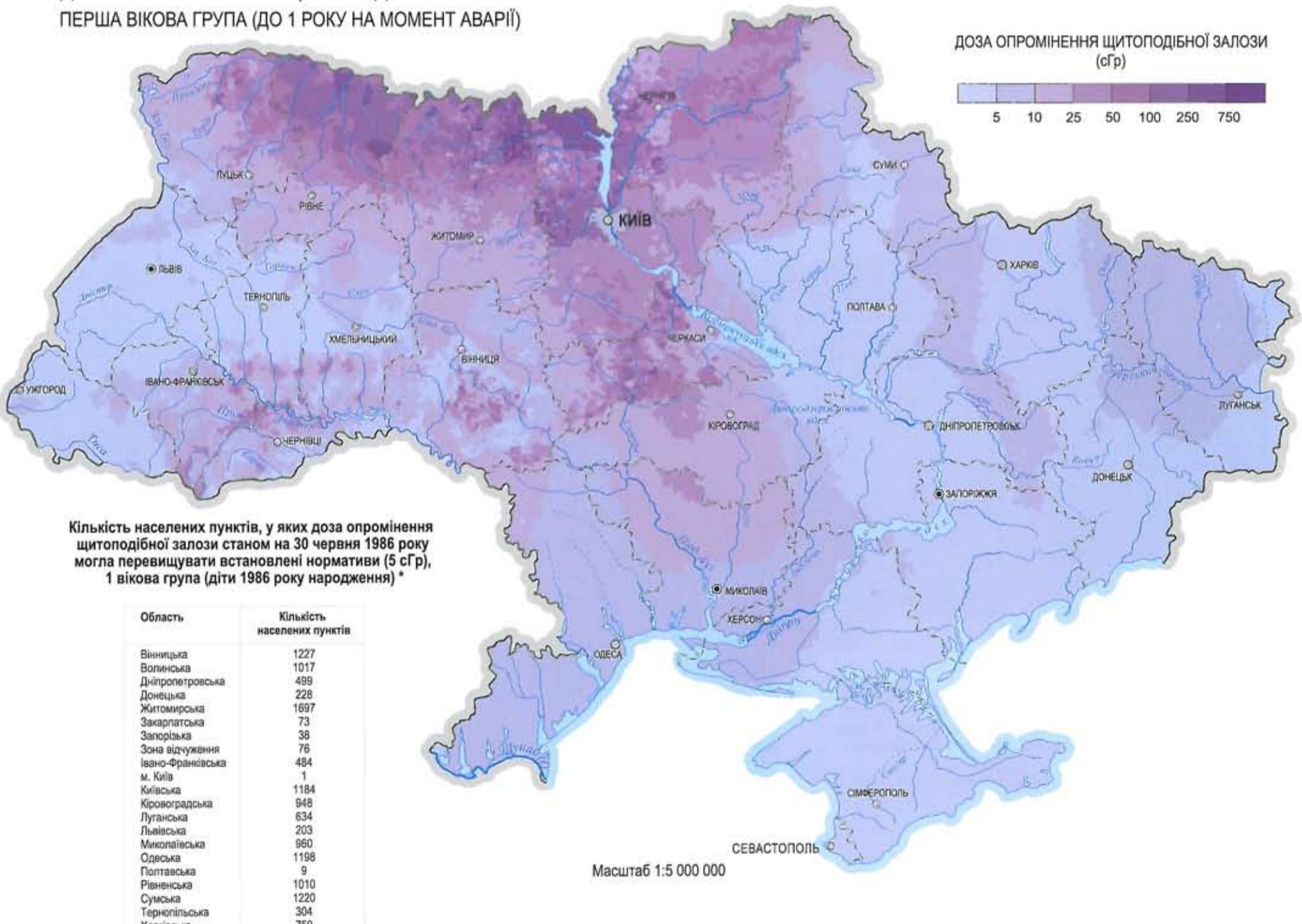
Карти розділу розроблені авторським колективом у складі: І.А.Ліхтарев, В.В.Берковський, І.А.Кайро, Л.М.Ковган, В.М.Шпак, Л.Я.Табачний, О.Є.Литвиненко, С.В.Давидчук, В.І.Решетник, О.Р.Савчук, С.О.Сотников.

І.А.Ліхтарев, Л.М.Ковган, Л.Я.Табачний, О.Є.Литвиненко, О.Р.Савчук

Література

- Інструктивно-методичні вказівки: Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнали радіоактивного забруднення в результаті аварії на ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію: Методика-96 / Міністерство охорони здоров'я України, Академія медичних наук України, Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Науковий центр радіаційної медицини АМН України, Інститут радіаційного захисту АТН України. - К., 1996.
- Закон України від 27 лютого 1991 р. №791а - XII. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи.
- Інструктивно-методические указания: Реконструкция и прогноз доз облучения населения, проживающего на территориях Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС: Методика-97 / Министерство здравоохранения Украины, Академия медицинских наук Украины, Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, Научный центр радиационной медицины АМН Украины, Институт радиационной защиты АТН Украины - К., 1998. - 76 с.
- Likharev, I. and Kovgan, L. General structure of Chernobyl exposure sources and doses of Ukrainian population. - International Journal of Radiation Medicine, 1999, 1 (1). - p. 29-38.
- Стан здоров'я потерпілого населення України та ресурси охорони здоров'я через 15 років після Чорнобильської катастрофи: Статистично-аналітичний довідник у двох частинах. - К.: МОЗ України, МНС України, Центр медичної статистики МОЗ України, 2001. - 1 частина - 188 с., 2 частина - 309 с.
- Закон України від 28 лютого 1991 р. №796 - XII. Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи.
- Положення про організацію і функціонування Державного реєстру осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи / Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України №571 від 9 червня 1997 р.
- Чорнобильська катастрофа / Під ред. В.Г. Бар'яхтара. - К.: Наук. думка, 1996. - 576 с.
- П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання: Національна доповідь України / Під ред. В.В. Дурдинця - К.: МНС, 2001. - 144 с.
- Стан здоров'я потерпілого населення України через 20 років після Чорнобильської катастрофи: Статистично-аналітичний довідник у двох частинах. - К.: МОЗ України, МНС України, Центр медичної статистики МОЗ України, 2007. - 1 частина - 177с., 2 частина - 254 с.
- 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України / Під ред. В.І. Балоги - К.: МНС, 2006. - 224 с.

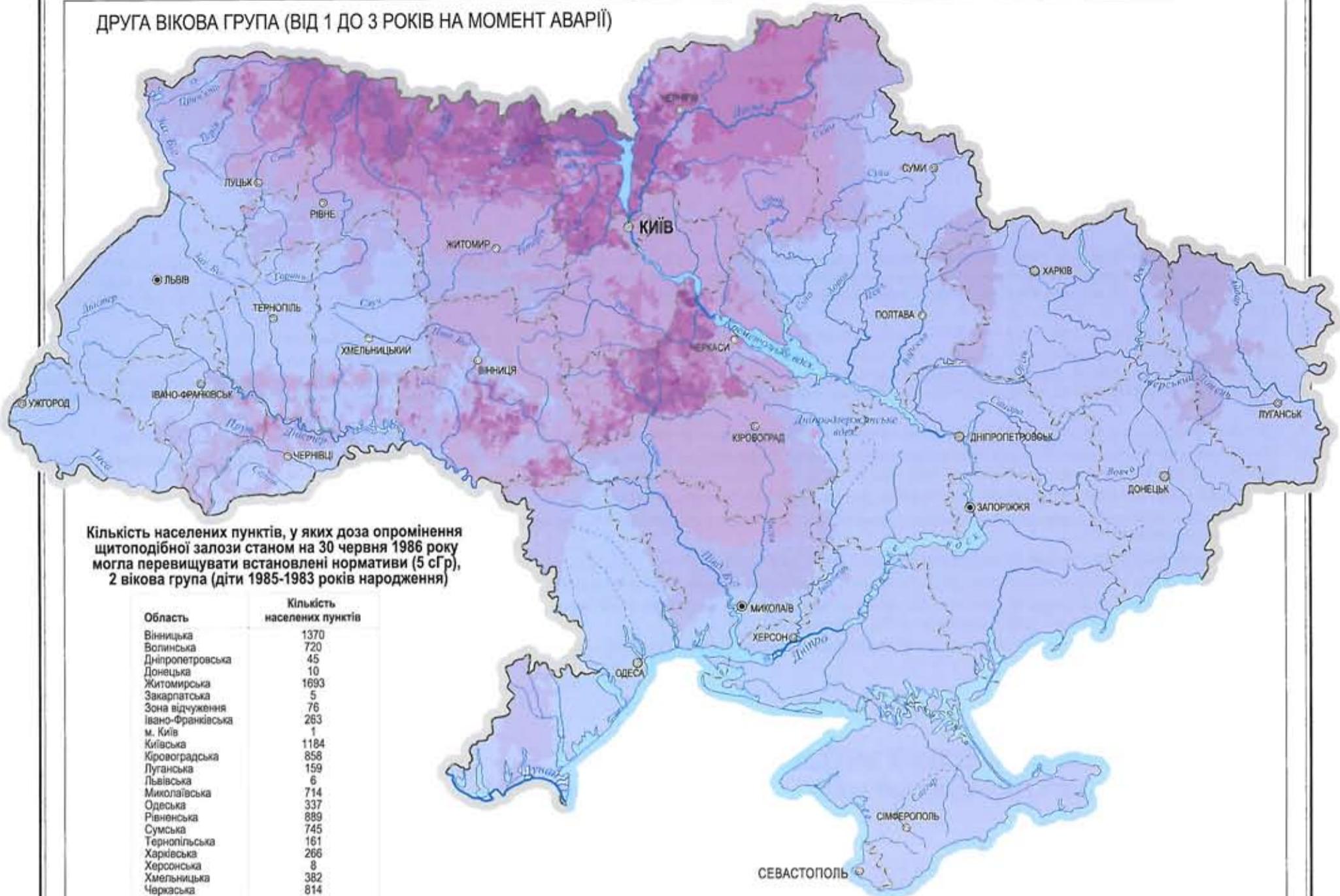
ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ПЕРША ВІКОВА ГРУПА (ДО 1 РОКУ НА МОМЕНТ АВАРИЇ)



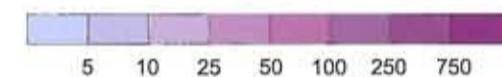
* Критерії опромінення щитоподібної залози радіоактивним йодом внаслідок Чорнобильської катастрофи для 1-6 вікових груп встановлено спільним рішенням Міністерства охорони здоров'я України та Національної комісії з радіаційного захисту населення України (лист МОЗ та НКРЗ від 11.12.92 № 7.02-62)

ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

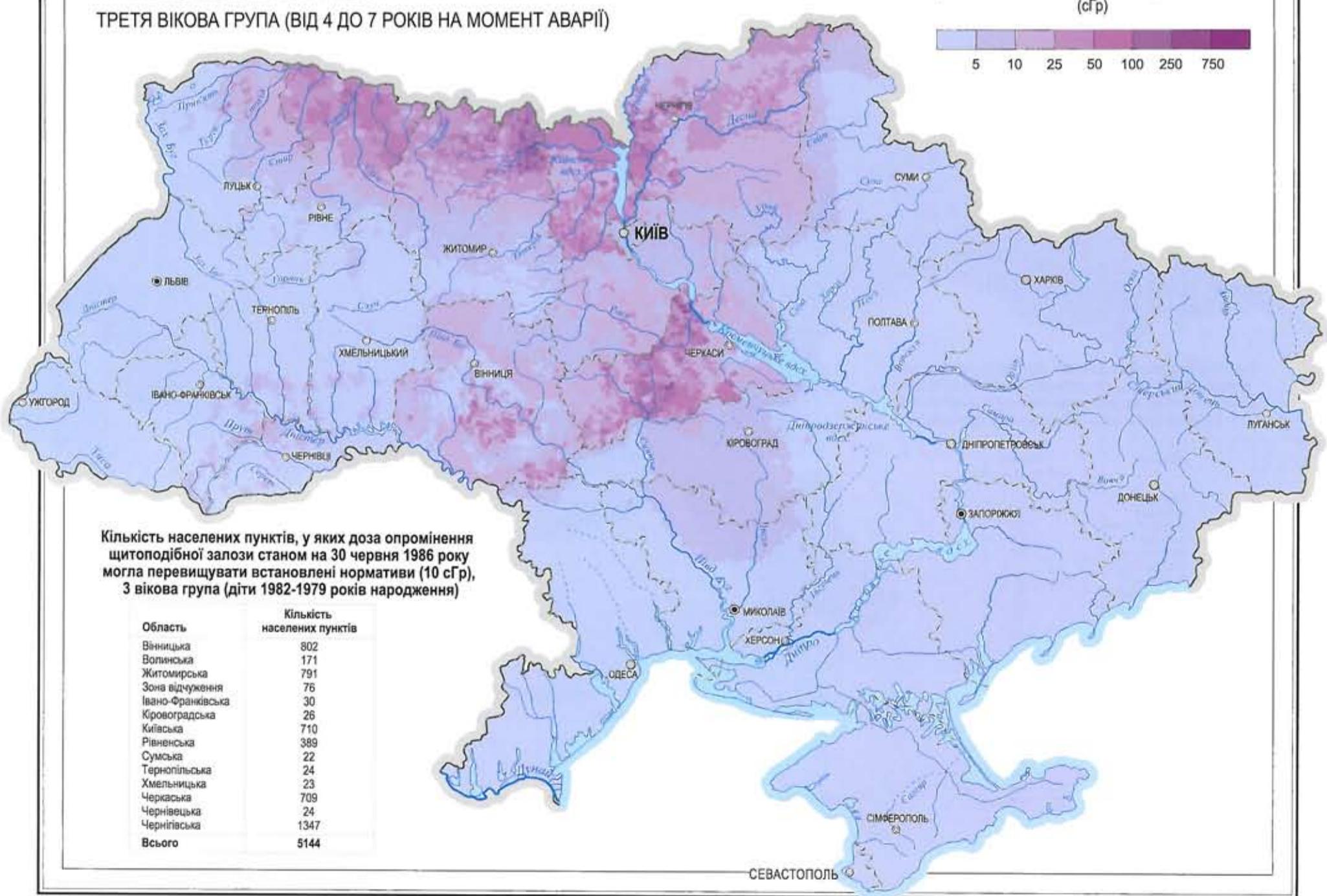
ДРУГА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 1 ДО 3 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)



ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ
(сГр)



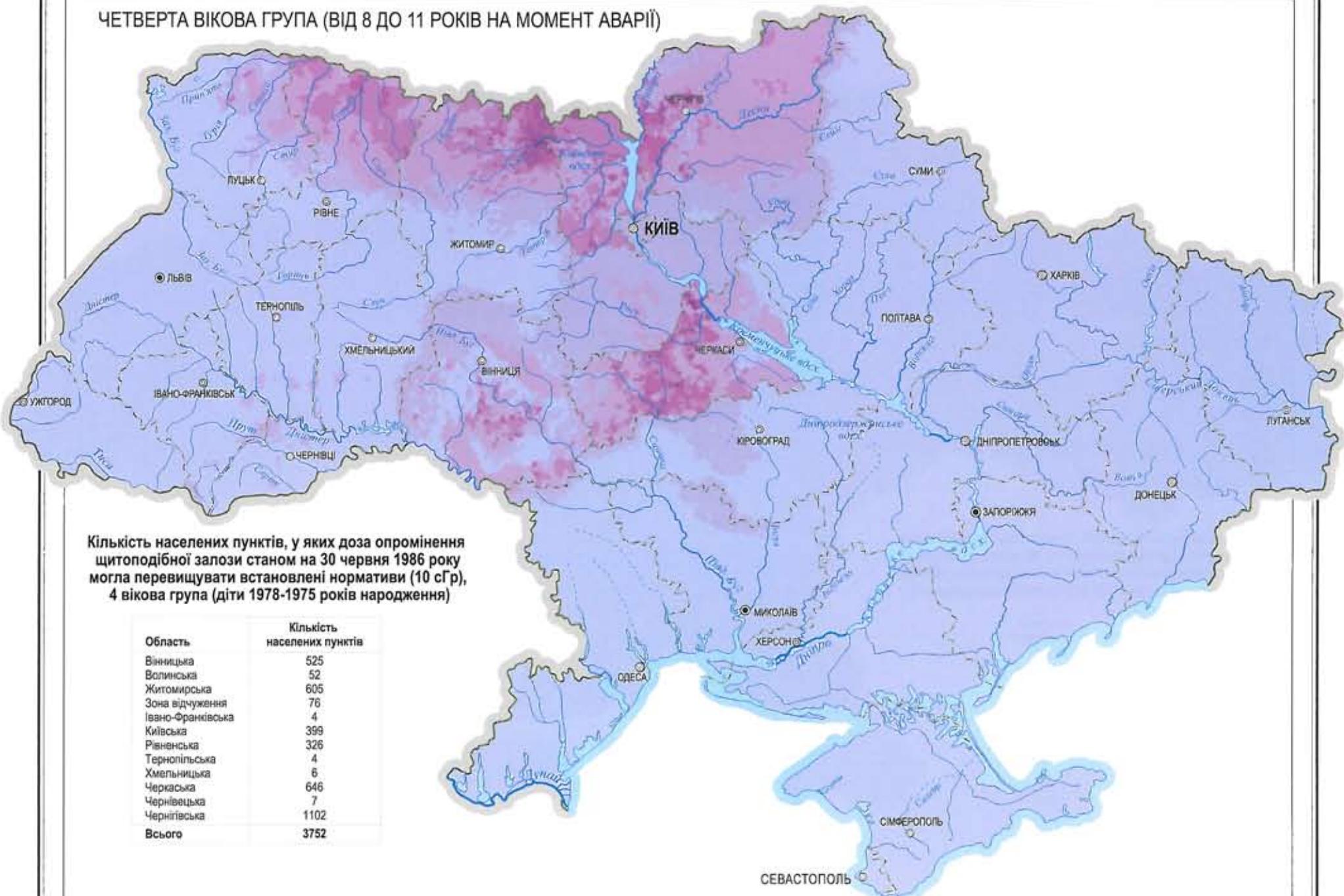
ТРЕТЬЯ ВІКОВА ГРУПА (ВІД 4 ДО 7 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)



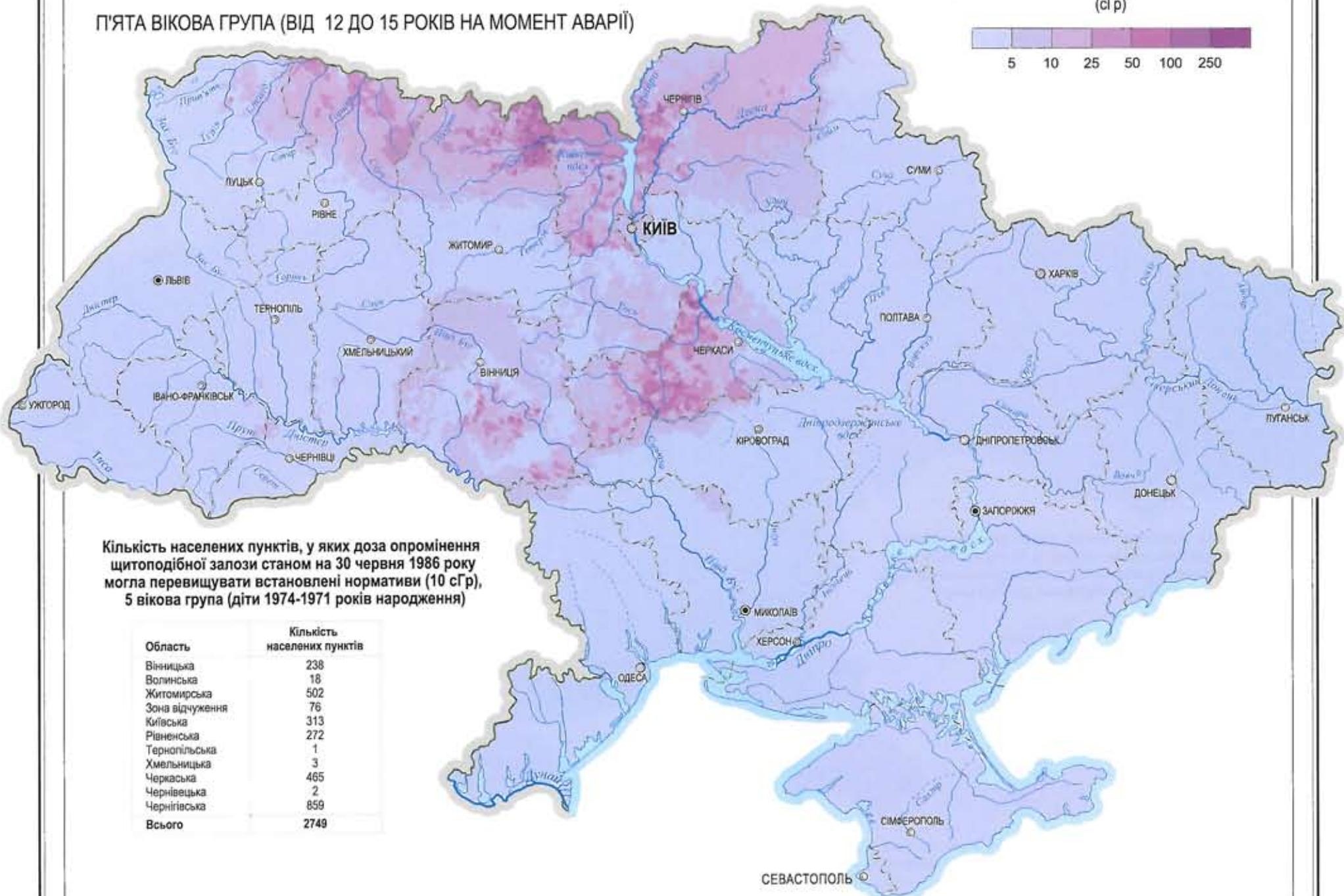
Масштаб 1:5 000 000

ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

ЧЕТВЕРТА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 8 ДО 11 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)



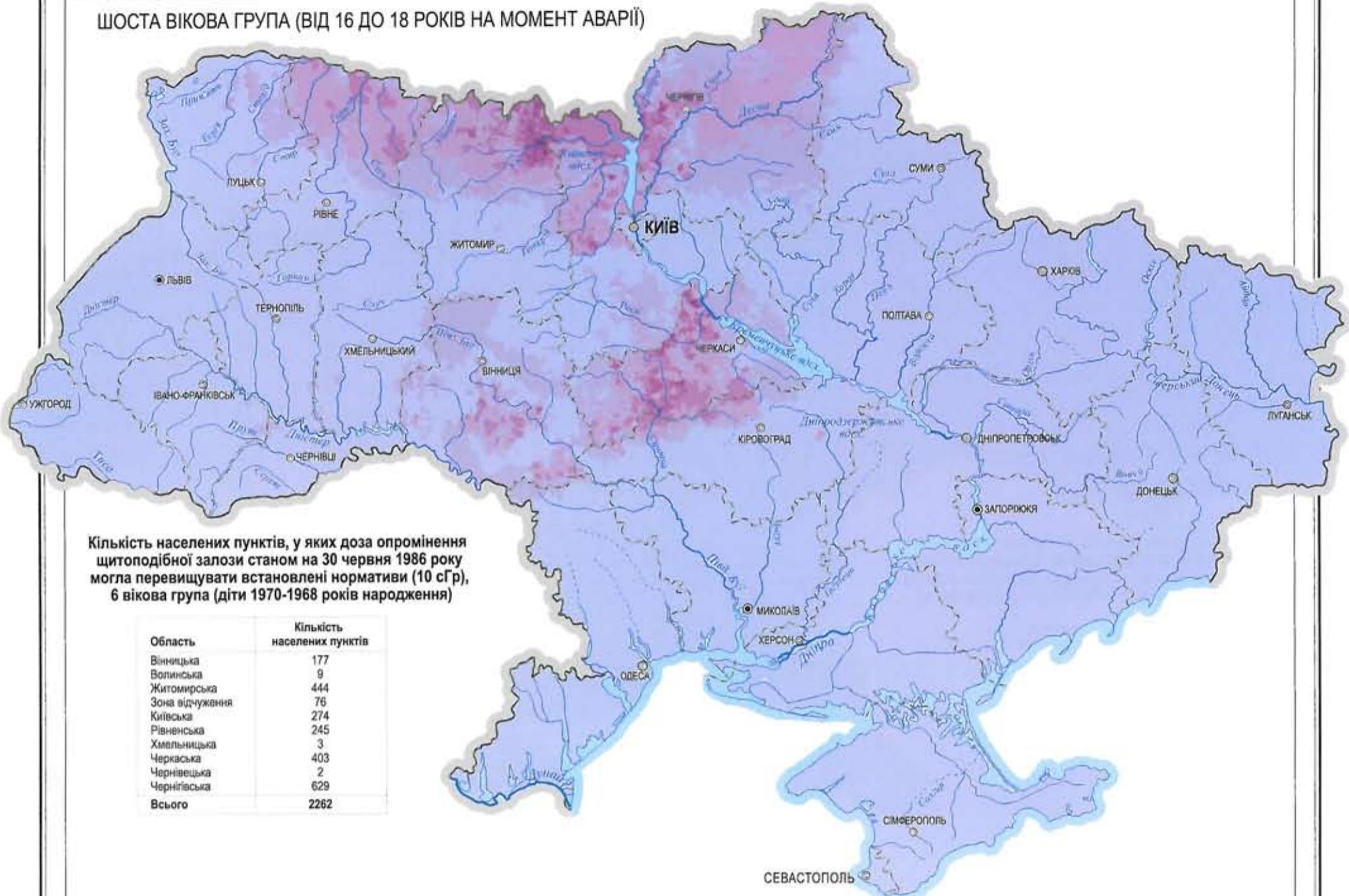
П'ЯТА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 12 ДО 15 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)



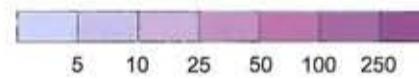
Масштаб 1:5 000 000

ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

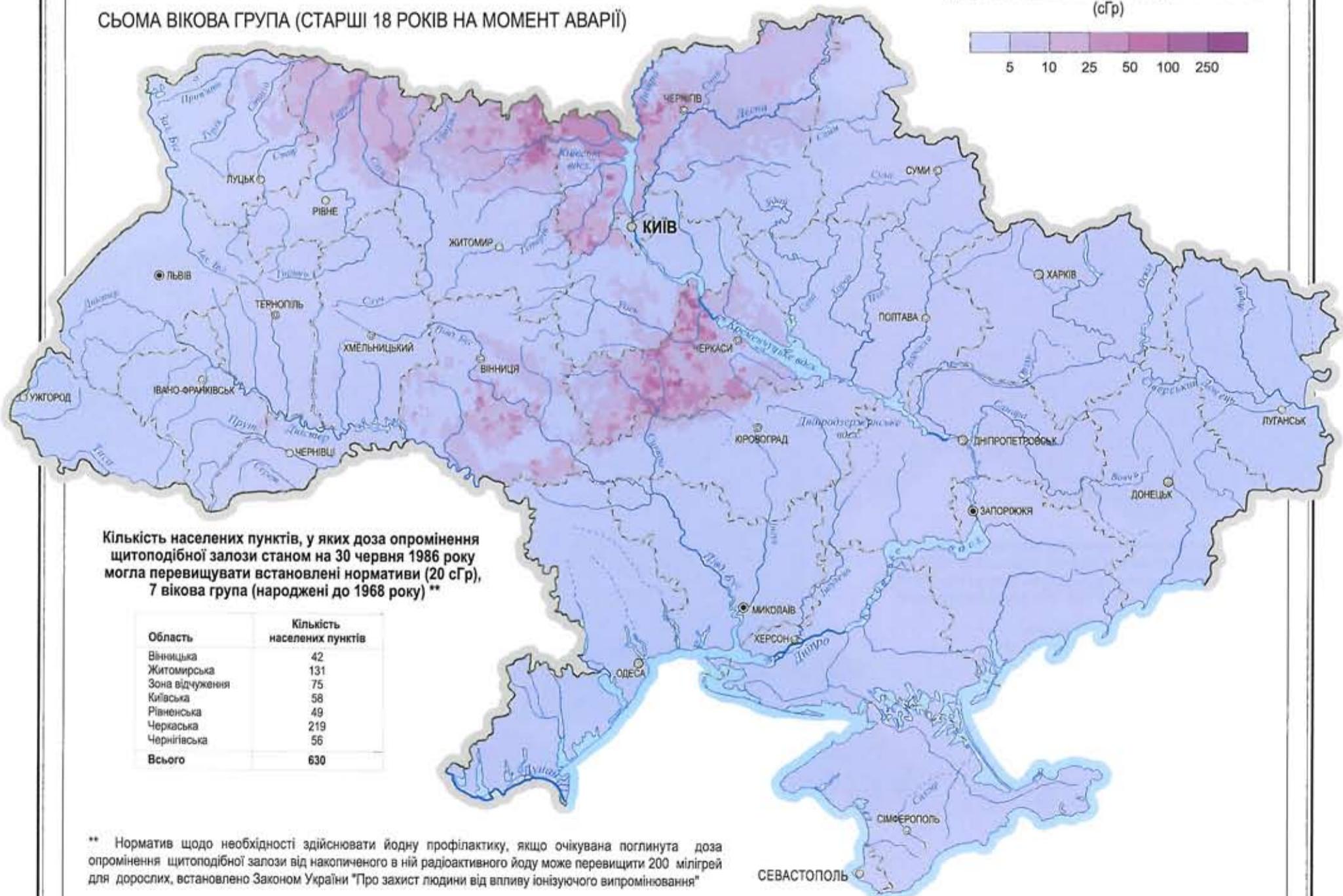
ШОСТА ВІКОВА ГРУПА (ВІД 16 ДО 18 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)



ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ (сГр)

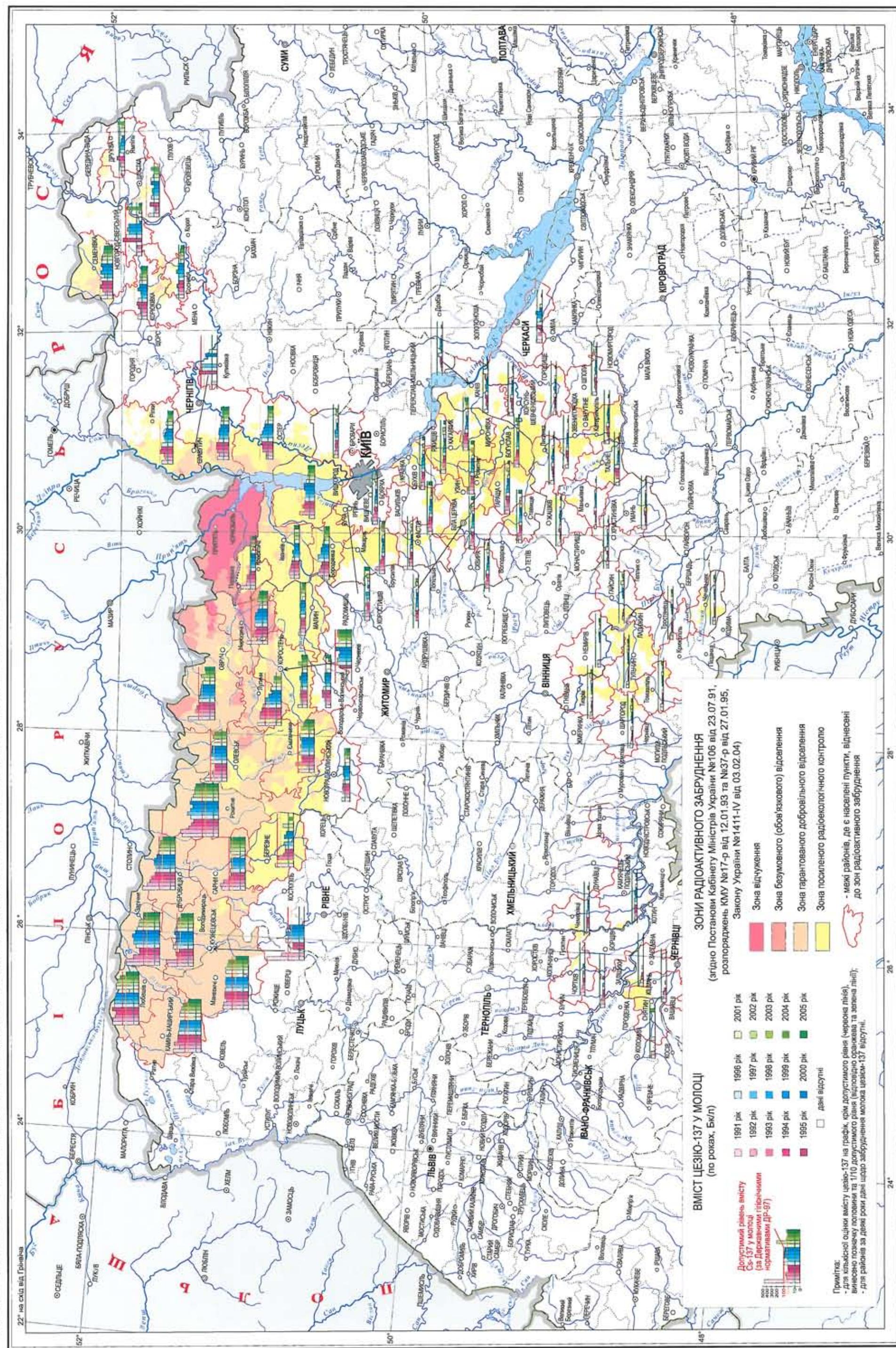


СЬОМА ВІКОВА ГРУПА (СТАРШІ 18 РОКІВ НА МОМЕНТ АВАРІЇ)

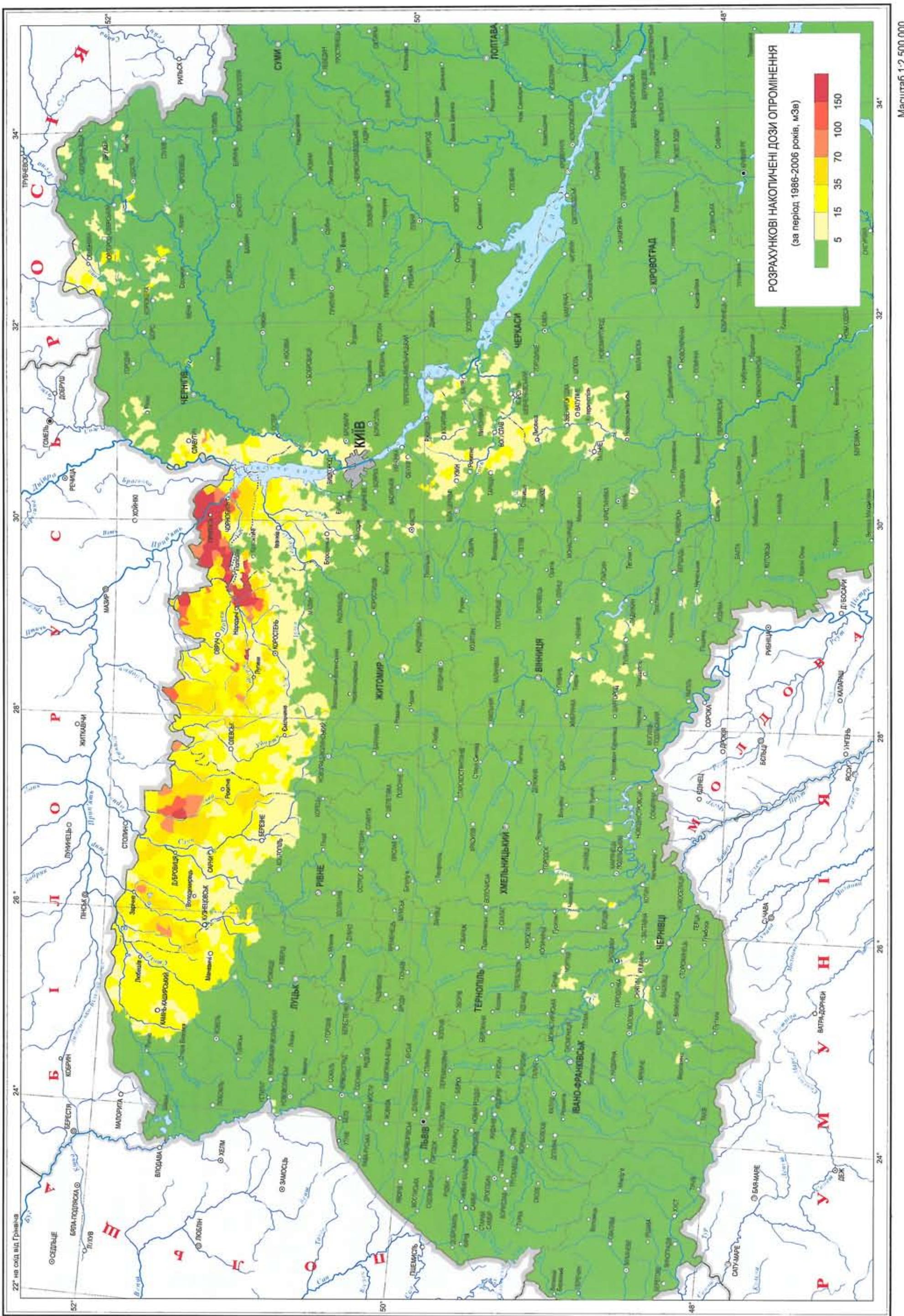


Масштаб 1:5 000 000

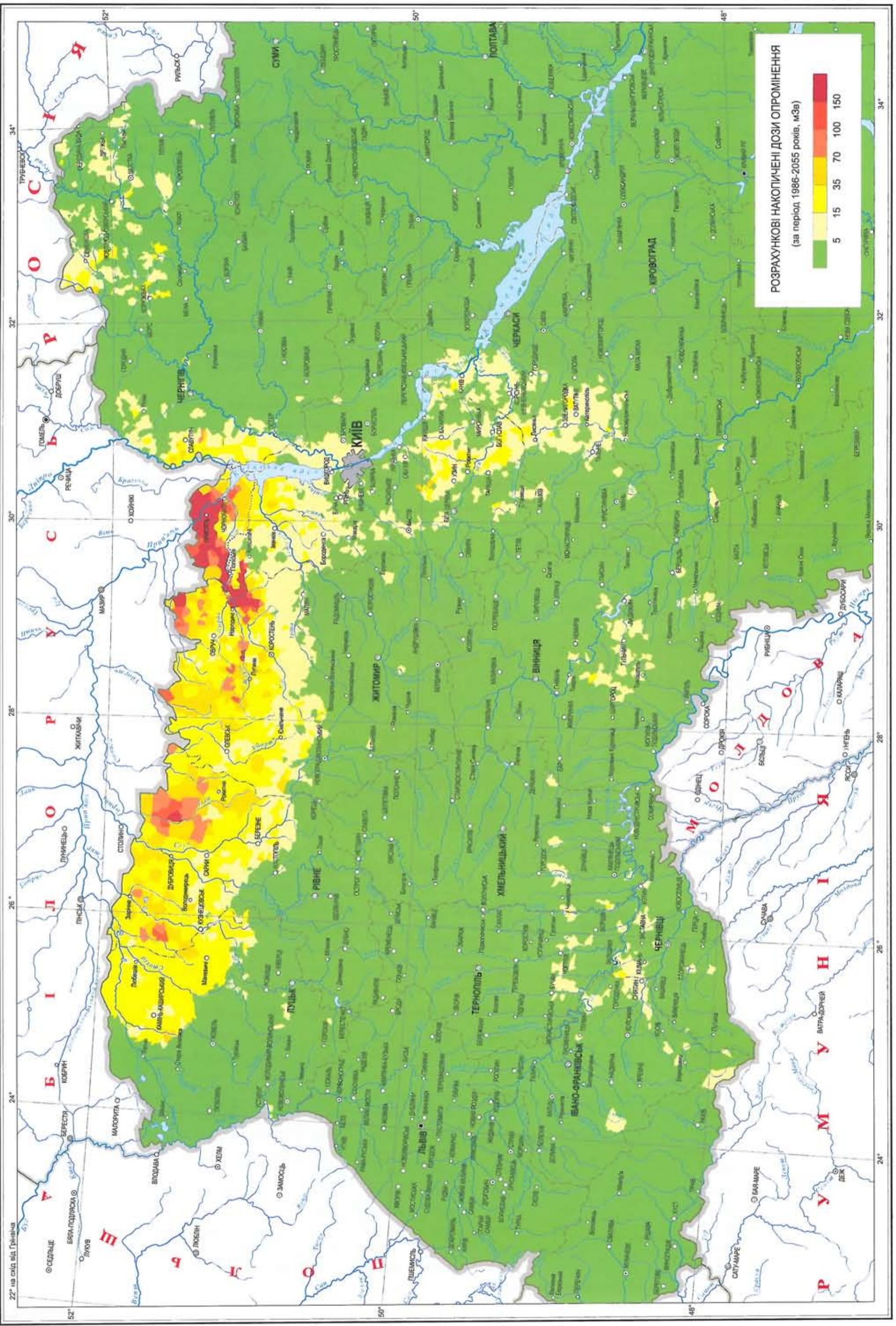
ВМІСТ ЦЕЗІЮ-137 У МОЛОЦІ (СЕРЕДНЬОРЧНІ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ НАЙБІЛЬШ ПОСТРАЖДАЛИХ РАЙОНІВ, 1991-2005 РОКИ)



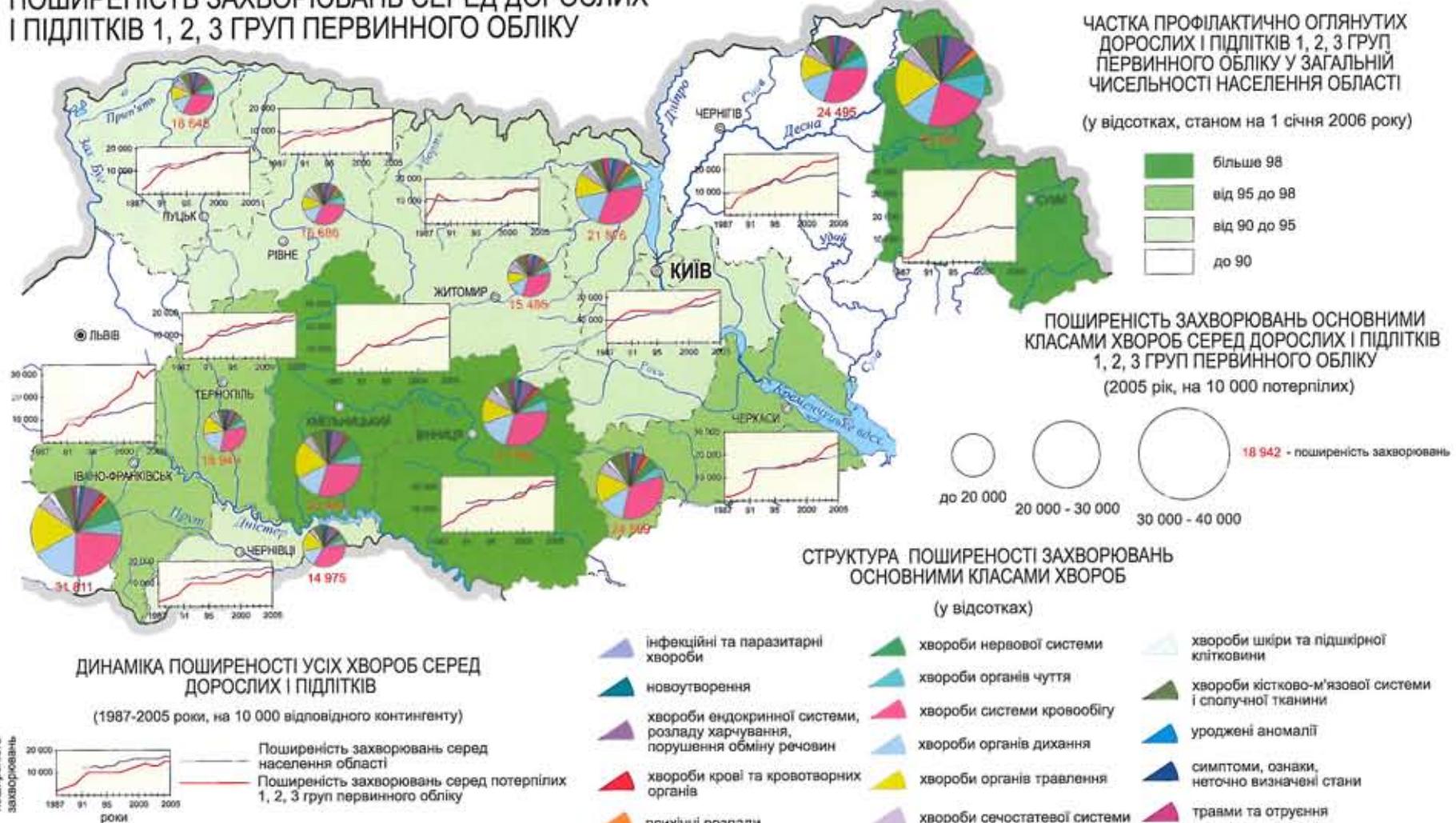
СУМАРНІ ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ЗОВНІШньОГО ТА ВНУТРІШньОГО (ВІД РАДІОІЗОТОПІВ ЦЕЗІЮ, СТРОНЦІЮ ТА ТРАНСУРАНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ) ОПРОМІНЕННЯ, РОЗРАХОВАНІ НА ПЕРІОД 1986-2006 РОКІВ (20 РОКІВ ПІСЛЯ АВАРІЇ)



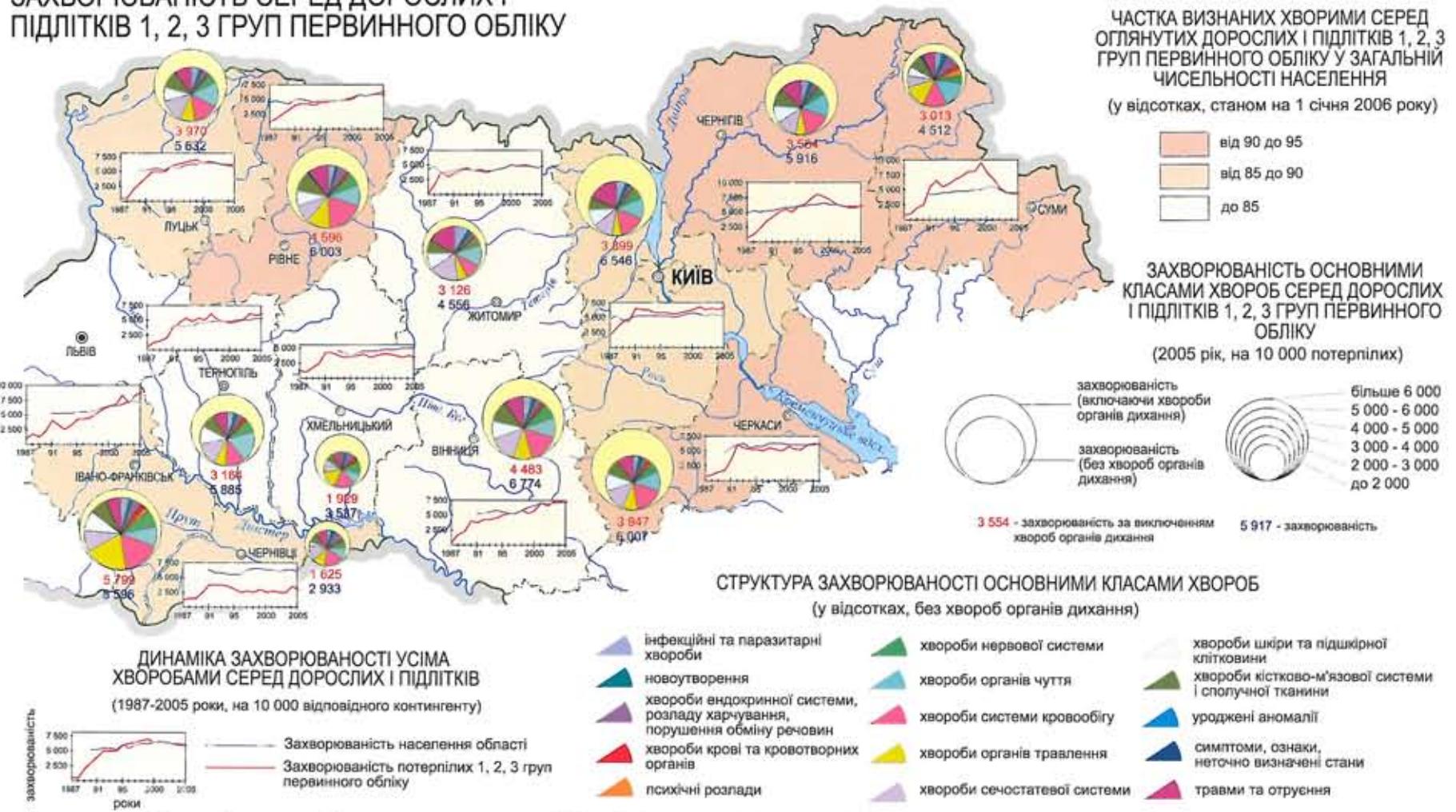
СУМАРНІ ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ЗОВНІШньОГО ТА ВНУТРІШньОГО (ВІД РАДІОІЗОТОПІВ ЦЕЗІЮ, СТРОНЦІЮ ТА ТРАНСУРАНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ) ОПРОМІНЕННЯ, РОЗРАХОВАНІ НА ПЕРІОД 1986-2055 РОКІВ (70 РОКІВ ПІСЛЯ АВАРІЇ)



ПОШИРЕНІСТЬ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЕД ДОРОСЛИХ І ПІДЛІТКІВ 1, 2, 3 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ



ЗАХВОРЮВАНІСТЬ СЕРЕД ДОРОСЛИХ І ПІДЛІТКІВ 1, 2, 3 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ



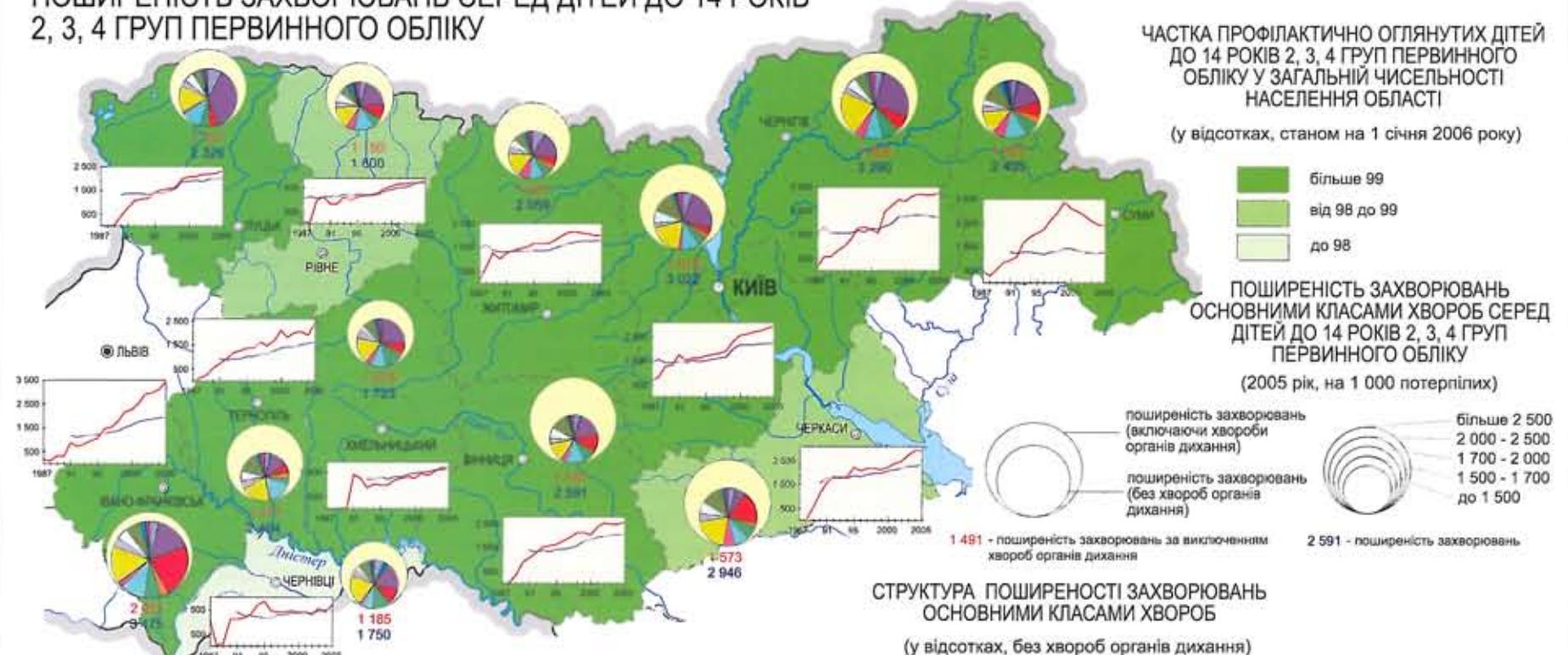
Захворюваність усіма хворобами серед дорослих і підлітків, потерпілих внаслідок аварії на ЧАЕС на 10 000 відповідного контингенту

Область	1987	1993	1999	2005	2006*	2007*	2008*	2009*
Вінницька	415.5	4205.1	5248.7	7001.69	7129.71	7003.98	7261.78	7675.84
Волинська	560.1	4917.5	6912.9	5941.12	5952.37	5818.13	5705.84	6058.07
Житомирська	329.6	4515.2	4479.6	4736.84	4962.10	4977.29	4705.82	4698.97
Івано-Франківська	997.1	2482.6	6118.1	8652.03	8263.22	8693.46	8351.37	8339.87
Київська	1975.6	6313.6	5978.2	6782.74	6572.82	6807.98	6324.62	6483.33
Рівненська	1257.1	4254.2	5104.1	6367.58	6582.08	6615.67	6222.53	6123.24
Сумська	816	5549.8	9401.9	4534.11	4677.06	4457.06	3695.07	3368.69
Тернопільська	618.3	5372.4	4739.7	6097.06	6629.22	6414.8	6052.15	6069.79
Хмельницька	1170.5	3757.5	3628.1	3588.65	3982.01	4114.85	3755.82	3426.62
Черкаська	825.1	5508.8	5004.3	6107.77	6374.78	7117.60	7654.2	8001.18
Чернівецька	1152.7	3626.1	3050.8	2943.9	3033.66	3157.03	2617.12	3612.51
Чернігівська	731.5	5402.9	7598.9	5998.1	6215.09	5901.28	5731.25	6150.41

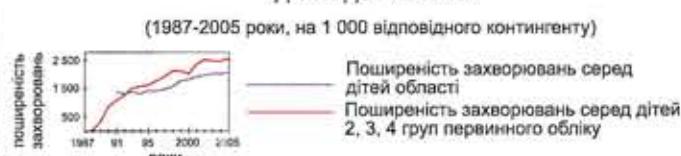
* Статистика за 2006, 2007, 2008, 2009 роки представлена тільки в таблиці

Масштаб 1:5 000 000

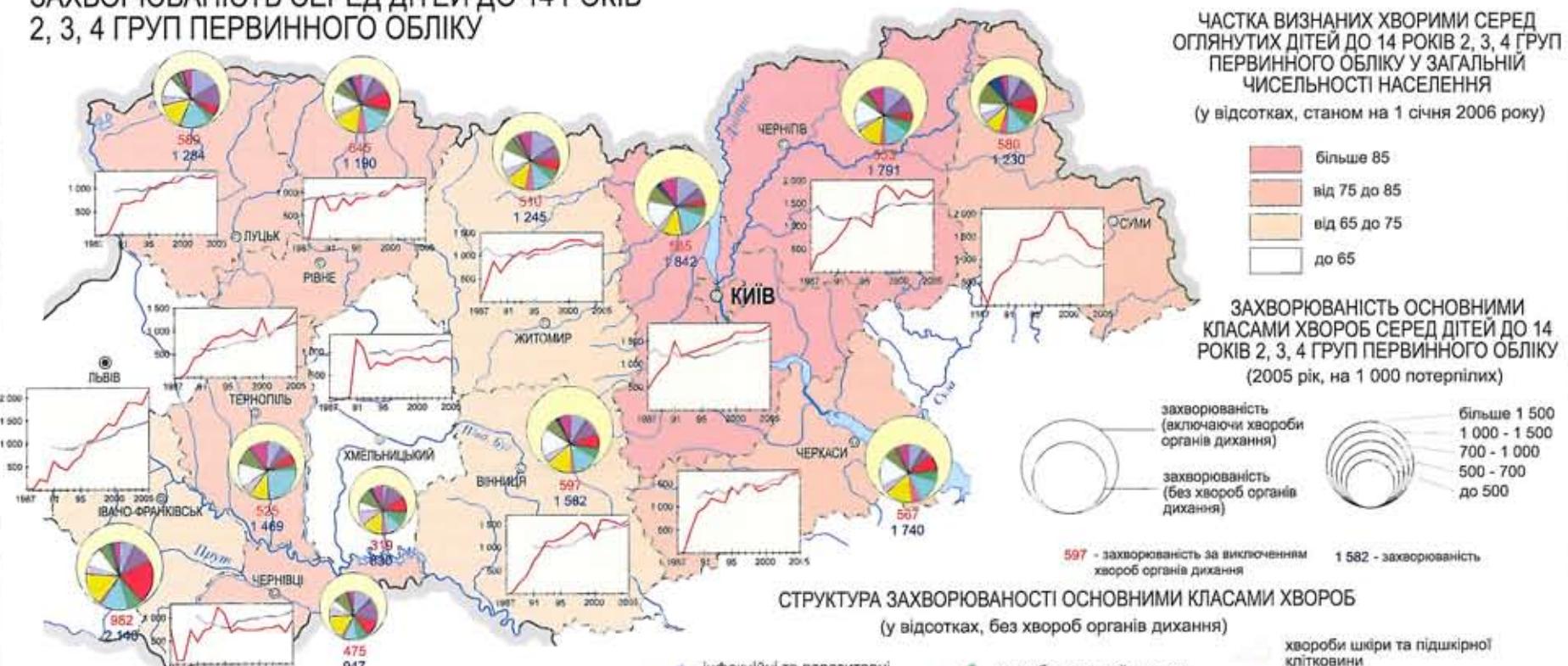
ПОШИРЕНІСТЬ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЕД ДІТЕЙ ДО 14 РОКІВ 2, 3, 4 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ



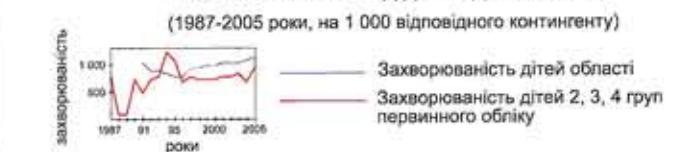
ДИНАМІКА ПОШИРЕНОСТІ УСІХ ХВОРОБ СЕРЕД ДІТЕЙ ДО 14 РОКІВ



ЗАХВОРЮВАНІСТЬ СЕРЕД ДІТЕЙ ДО 14 РОКІВ 2, 3, 4 ГРУП ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ



ДИНАМІКА ЗАХВОРЮВАНОСТІ УСІМА ХВОРОБАМИ СЕРЕД ДІТЕЙ ДО 14 РОКІВ



Захворюваність усіма хворобами серед дітей, потерпілих внаслідок аварії на ЧАЕС на 1 000 відповідного контингенту

Область	1987	1993	1999	2005	2006*	2007*	2008*	2009*
Вінницька	20	1132.6	1478.1	1582.4	1478.2	1618.27	1550.09	1517.67
Волинська	16.5	746.7	1170.2	1283.6	1297.65	1313.01	1147.55	1266.28
Житомирська	68.5	1100.3	1294.4	1244.9	1299.67	1302.17	1213.83	1343.28
Івано-Франківська	63.1	472.8	1446.6	2140.3	2103.9	1911.68	1704.81	1783.15
Київська	459.8	1273.1	1559.9	1842.4	1893.58	1974.11	1833.8	1967.28
Рівненська	64.7	905.5	972.2	1189.8	1213.76	1240.19	1182.11	1142.12
Сумська	395.8	1472.8	2052.3	1230.2	1172.24	1244.79	1085.32	1115.98
Тернопільська	11.9	830.1	880.4	1468.8	1636.38	1669.38	1656.34	1666.75
Хмельницька	29.9	644.3	904.8	829.6	1034.3	1142.29	911.12	1000.0
Черкаська	18.3	1166.9	1356.5	1740.3	1655.93	1852.21	1699.05	1949.81
Чернівецька	795.3	797.4	770.3	947.4	890.06	855.57	722.79	958.74
Чернігівська	65.9	1210.7	1775.5	1790.6	1713.82	1723.64	1509.81	1599.53

* Статистика за 2006, 2007, 2008, 2009 роки представлена тільки в таблиці

Масштаб 1:5 000 000

РОЗДІЛ III. Соціально-економічні наслідки Чорнобильської катастрофи

Внаслідок Чорнобильської катастрофи більша частина території України зазнала радіоактивного забруднення, а населення окремих північних районів отримало і продовжує отримувати значні дози додаткового іонізуючого опромінення, спричиненого наслідками Чорнобильської катастрофи. Законодавством України передбачено соціальний захист населення, яке постраждало внаслідок аварії. Визначальними є закони України "Простатус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи" [1] та "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" [2].

У Законі [1] зазначено, що "Чорнобильська катастрофа торкнулася долі мільйонів людей. У регіонах виникли нові соціальні та економічні умови. Україну оголошено зону екологічного голіха. Створення системи надійного захисту людей від наслідків Чорнобильської катастрофи потребує застосування значних фінансових, матеріальних та інтелектуальних ресурсів." У цьому розділі Атласу наведено карти, що відображають соціально-економічні проблеми, виникнення яких зумовлено Чорнобильською катастрофою.

Згідно зі статтею 2 Закону [1], в Україні виділено території, віднесені до зон радіоактивного забруднення:

"Залежно від ландшафтних та геохімічних особливостей ґрунтів, міри перевищення природного доаварійного рівня накопичення радіонуклідів у навколошньому середовищі, пов'язаних з ними ступенів можливого негативного впливу на здоров'я населення, вимог щодо здійснення радіаційного захисту населення та інших спеціальних заходів, з урахуванням загальних виробничих і соціально- побутових відносин, територія, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, поділяється на зони. Такими зонами є:

1. зона відчуження – це територія, з якої проведено евакуацію населення в 1986 році;
2. зона безумовного (обов'язкового) відселення – це територія, що зазнала інтенсивного забруднення довготривалими радіонуклідами, з щільністю забруднення ґрунту понад доаварійний рівень ізотопами цезію від 15.0 Ki/km^2 та вище, або стронцію від 3.0 Ki/km^2 та вище, або плутонію від 0.1 Ki/km^2 та вище, де розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослині та інших факторів може перевищити 5.0 mZv (0.5 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у доаварійний період;

Перелік населених пунктів, віднесені до зон забруднення, визначено низкою актів законодавства України [3, 8-10]. Всього до зон забруднення віднесено 2293 населені пункти, в яких проживає 2155.1 тис. осіб, у т. ч. 460.6 тис. дітей віком до 17 років включно (станом на 1 січня 2007 року, за даними Держкомстату України [4]). Площа території, віднесеної до зон забруднення, становить 53.5 тис. km^2 , у т. ч. 25.4 тис. km^2 лісів.

Згідно зі статтею 2 Закону [1] основним критерієм при віднесені наслідних пунктів до конкретних зон має бути розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини. У 1991 році на час прийняття постанови РМ УРСР [3] повна дозиметрична паспортизація всіх населених пунктів на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення, не була завершена. Тому майже 1300 населених пунктів було віднесено до відповідних зон забруднення за показниками рівнів забруднення ґрунту. На с. 44 наведена карта зонування території України згідно чинних нормативно-правових актів. Після проведення дозиметричної паспортизації, виконаної у наступні роки, виявилось, що показники рівнів забруднення та значення паспортних доз дають різні результати при зонуванні територій, що легко встановити шляхом зіставлення карт забруднення (див. розділ I) та дозиметричних карт (див. розділ II). Це зумовлено тим, що для переважної частини забруднених територій наявні ландшафтно-геохімічні умови визначають відносно незначні коефіцієнти переходів радіонуклідів у продукти харчування та їх наступне надходження до тіла людини. Якщо взяти за основу дозовий критерій, то склад та межі зон можуть суттєво змінитися. На с. 45 наведено карту проекту зон за дозовим критерієм. Порівняльні характеристики існуючих зон забруднення та зон забруднення за дозовим критерієм наведено в табл. 3.1.

Соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, є пріоритетом державної політики у подоланні наслідків Чорнобильської катастрофи. Відповідно до чинного законодавства України громадянам, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, надається близько 50 видів допомог, пільг та компенсацій. Згідно із Законом [1] виділяють учасників ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС, потерпілих від Чорнобильської катастрофи, дітей, віднесених до потерпілих від Чорнобильської катастрофи, та осіб, які не віднесені до категорій, але мають право на пільги за статтею 24 Закону [1]. Пільги отримують також сім'ї при втраті годувальника, смерть якого пов'язана з Чорнобильською катастрофою. Згідно з даними Держкомстату та МНС України [4, 5] чисельність постраждалого населення в Україні станом на 1 січня

Таблиця 3.1. Порівняльні характеристики зон забруднення (існуючих та згідно з проектом зонування за дозовим критерієм)

	Згідно чинних нормативно-правових актів					За проектом зонування				
	Всього	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4	Всього	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4
Кількість населених пунктів	2293	76	86	841	1290	814	76	44	357	337
Чисельність населення ¹⁾ (осіб)	2155129	0	4513	603951	1546665	511656	0	1040	301688	208928
у т.ч. дітей до 17 років включно (осіб)	460591	0	1358	156176	303057	140976	0	327	78719	61930
Площа території (km^2)	53500	2100	1800	22900	26700	24100	2100	1000	12600	8400
у т.ч. лісів (km^2)	25400	1100	1300	14200	8800	15000	1100	500	8400	5000

¹⁾ Станом на 1 січня 2007 року

3. зона гарантованого добровільного відселення – це територія зі щільністю забруднення ґрунту понад доаварійний рівень ізотопами цезію від 5.0 до 15.0 Ki/km^2 , або стронцію від 0.15 до 3.0 Ki/km^2 , або плутонію від 0.01 до 0.1 Ki/km^2 , де розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослині та інших факторів може перевищити 1.0 mZv (0.1 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у доаварійний період;
4. зона посиленого радіоекологічного контролю – це територія зі щільністю забруднення ґрунту понад доаварійний рівень ізотопами цезію від 1.0 до 5.0 Ki/km^2 , або стронцію від 0.02 до 0.15 Ki/km^2 , або плутонію від 0.005 до 0.01 Ki/km^2 за умови, що розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослині та інших факторів перевищує 0.5 mZv (0.05 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у доаварійний період (частина друга статті 2 в редакції Закону N2532-12 від 01.07.92).

2007 року становила 2526.2 тис. осіб, у тому числі ліквідаторів – 297.85 тис., потерпілих – 1636.3 тис., дітей – 589.45 тис., потерпілих, не віднесених до категорій, – 2.59 тис. осіб, сімей, що отримували пільги внаслідок втрати годувальника, – 20.89 тис. Карта розподілу кількості постраждалих по областях України наведена на с. 46.

Загальні витрати на ліквідацію аварії на Чорнобильській АЕС та втрати від аварії з кожним роком зростають. Складність таких визначень полягає в тому, що основні роботи з ліквідації наслідків аварії були виконані ще за часів СРСР і в перші роки незалежності України, в період спаду економіки і значних інфляційних процесів. Порівняно з першими роками після аварії, коли більшість коштів витрачалась на фінансування витрат з капітального будівництва, в останні роки частка коштів, спрямованих на соціальний захист населення, суттєво збільшилась, і частка видатків на соціальний захист у загальних обсягах видатків складає близько 85% (табл. 3.2). Найбільша частка видатків припадає на фінансування за статтями "Виплата компенсацій і надання пільг" та "Надання

Таблиця 3.2. Статті витрат Державного бюджету України на ліквідацію наслідків Чорнобильської катастрофи в 2001 та 2011 роках [6]

Стаття витрат	Обсяг фінансування, (тис. гривень)	Відсоток від загального обсягу фінансування (%)	
		2001	2011
Виплата компенсацій і надання пільг, соціальне страхування	976406	2464361	64.38
Надання пільг по пенсійному забезпеченню та допомоги	583203	*	*
Державні капітальні вкладення	99700	-	6.57
Самостійне переселення громадян з радіоактивно забруднених територій і будівництво житла для громадян, віднесених до категорії I постраждалих	17000	-	1.12
Здійснення заходів на об'єкті "Укриття" та виведення ЧАЕС з експлуатації	280500	213191 **324059	18.50
Здійснення інших заходів у зонах відчуження і безумовного (обов'язкового) відселення (у т.ч. будівництво скринь РАВ "Вектор")	73000	** 226639	4.81
Комплексне медико-санітарне забезпечення постраждалого населення	39390	6300	2.60
Радіологічний захист населення та екологічне оздоровлення території, що зазнала радіаційного забруднення	12000	1861	0.79
Наукове забезпечення робіт та інформаційні системи	10000	3258	0.66
Непередбачені витрати (резерв)	5500	-	0.36
Здійснення окремих заходів Всеукраїнською громадською організацією "Союз Чорнобиль України" та іншими громадськими організаціями щодо соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи	1000	1000	0.07
Інформування громадськості з питань ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи	2000	4080	0.13
*** Разом	1516496	2 694 051 **650 698	0.15
Видатки загального фонду Держбюджету України	32 597 824	321 920 850	
Частка "чорнобильських" витрат у видатках загального фонду Держбюджету України	4.65%	0.837%	

Примітки:

* – відрахування до Пенсійного фонду відповідно до Закону України "Про Державний бюджет України на 2011 рік" не мають поділу за окремими програмами, у т.ч. не зазначена частка для пенсійного забезпечення осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи [6];

** – додаткове фінансування за рахунок спеціального фонду Держбюджету України, збору за РАВ;

*** – без урахування видатків на пенсійне забезпечення осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, та видатків спеціального фонду Держбюджету України.

пільг по пенсійному забезпеченню та допомоги". За розрахунками на фінансування соціального захисту за всіма статтями Закону потрібно понад 60 млрд гривень.

Виконання плану в 2007 році близьке до 100% (у 1998 році – 53.8%, в 1999 році – 92.2%).

Внаслідок забруднення навколошнього середовища радіонуклідами чорнобильського викиду значна частина території України виявилась непридатною для проживання населення. Мешканці з населених пунктів, віднесених до зони відчуження, були повністю

евакуйовані, а до 2-ї зони – більшою частиною відселені. Кarta на с. 47 подає розподіл загальної кількості переселенців та місця компактного переселення постраждалих у сільській місцевості. При побудові карти використано дані з [7].

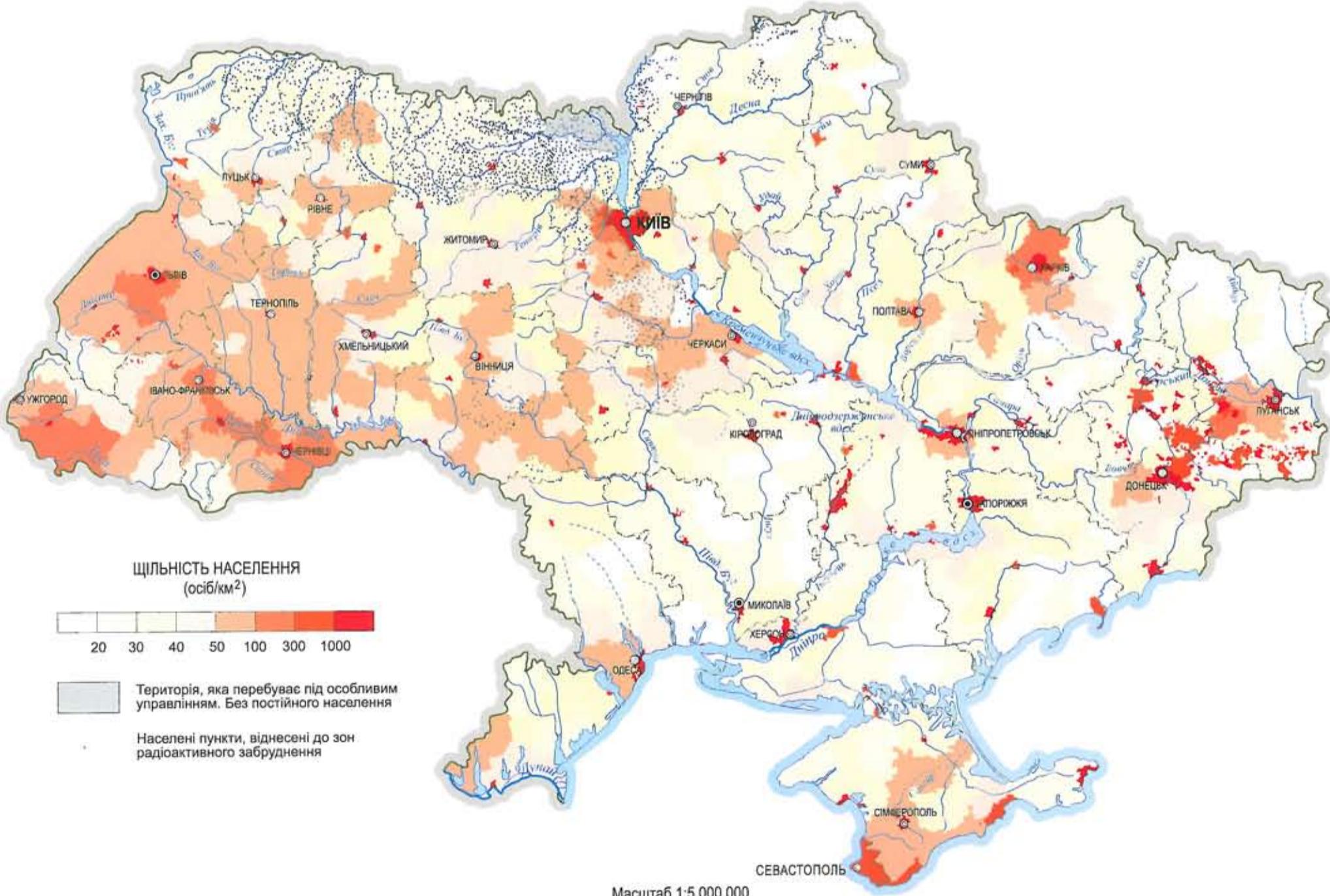
Карти розділу розроблені авторським колективом у складі: Л. Я. Табачний, С. В. Давидчук, В. І. Решетник, О. Р. Савчук, Г. Є. Сотнікова.

С. В. Давидчук, О. Р. Савчук, Л. Я. Табачний

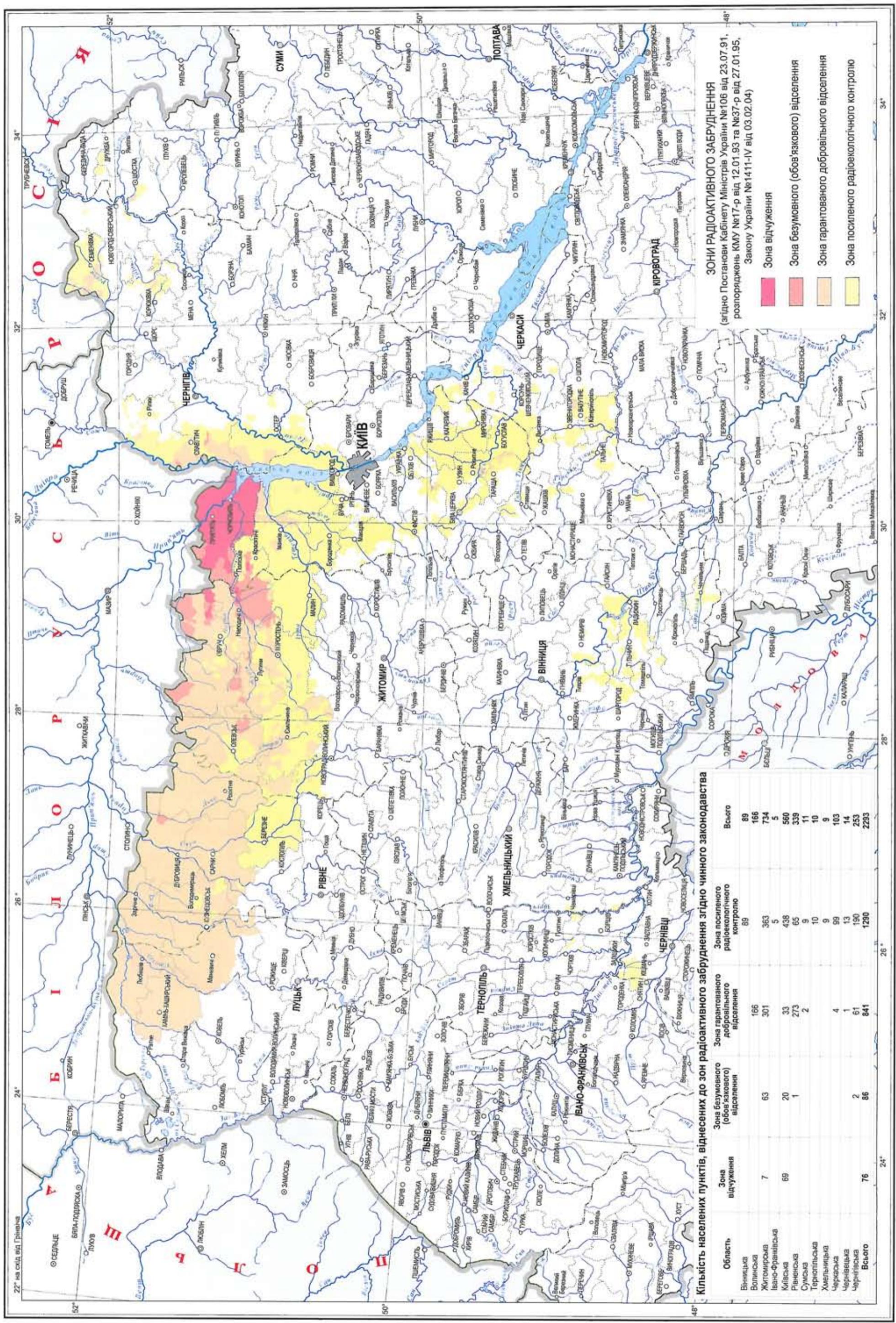
Література

1. Закон України від 28 лютого 1991 р. №796 - XII. Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи.
2. Закон України від 27 лютого 1991 р. №791а - XII. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи.
3. Постанова Кабінету Міністрів УРСР від 23 липня 1991 р. №106: Про організацію виконання постанов Верховної Ради Української РСР про порядок введення в дію законів Української РСР "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" та "Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи".
4. Виконання програми по ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС за I півріччя 2007 року. - К.: ІВЦ Держкомстату України, 2007. - 48 с.
5. Про стан подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в Україні за 2006-2007 роки / Щорічна Національна доповідь України / Під ред. Холоші В.І. - К., 2008. - 112 с.
6. Закон України від 23.12.2010 року №2857-VI. Про Державний бюджет України на 2011 рік.
7. Чорнобіль: післяаварійна програма будівництва / Під ред. Г.К. Злобіна та В.Я. Пінчука. - К.: Видавництво "Іван Федоров" за участю Академії будівництва України, МНС, НВЛ "Роса", 1998. - 440 с.
8. Розпорядження КМ України від 12.01.93, №17-р.
9. Розпорядження КМ України від 27.01.95, №37-р.
10. Закон України "Про віднесення деяких населених пунктів Волинської та Рівненської областей до зони гарантованого добровільного відселення" (Відомості Верховної Ради, 2004, №12, ст. 161).

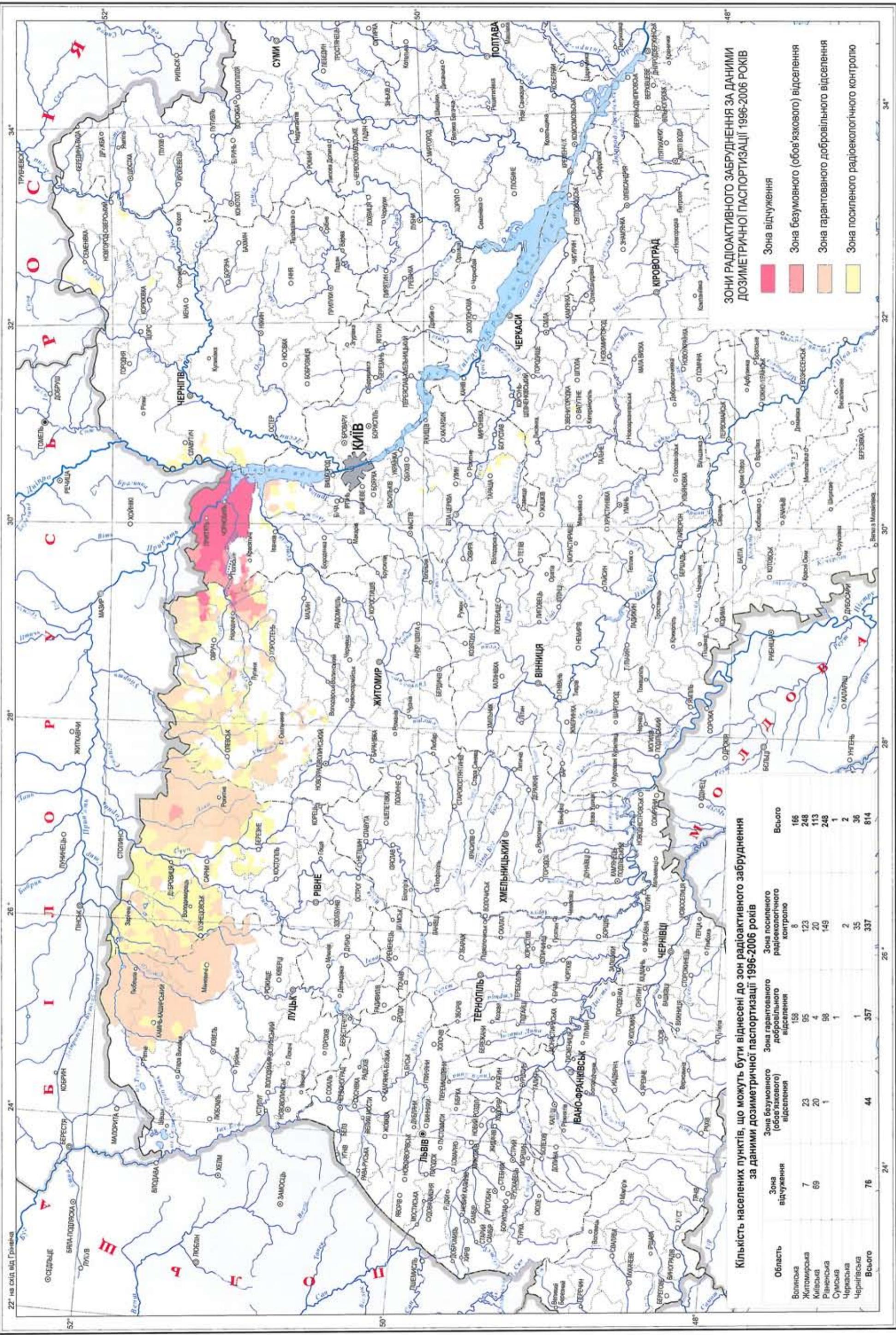
ЩІЛЬНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ



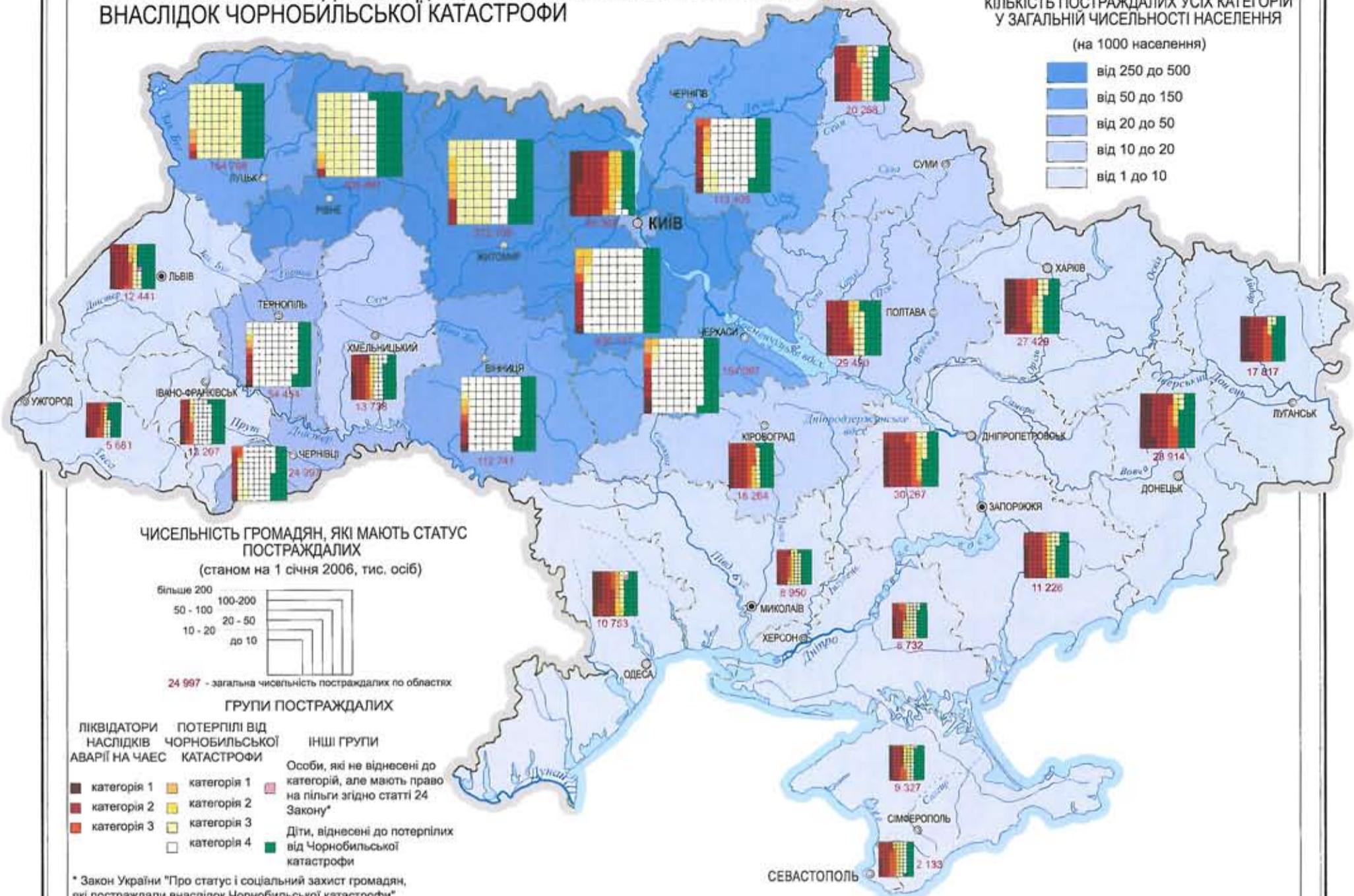
ЗОНУВАННЯ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗГІДНО ЧИННИХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТІВ



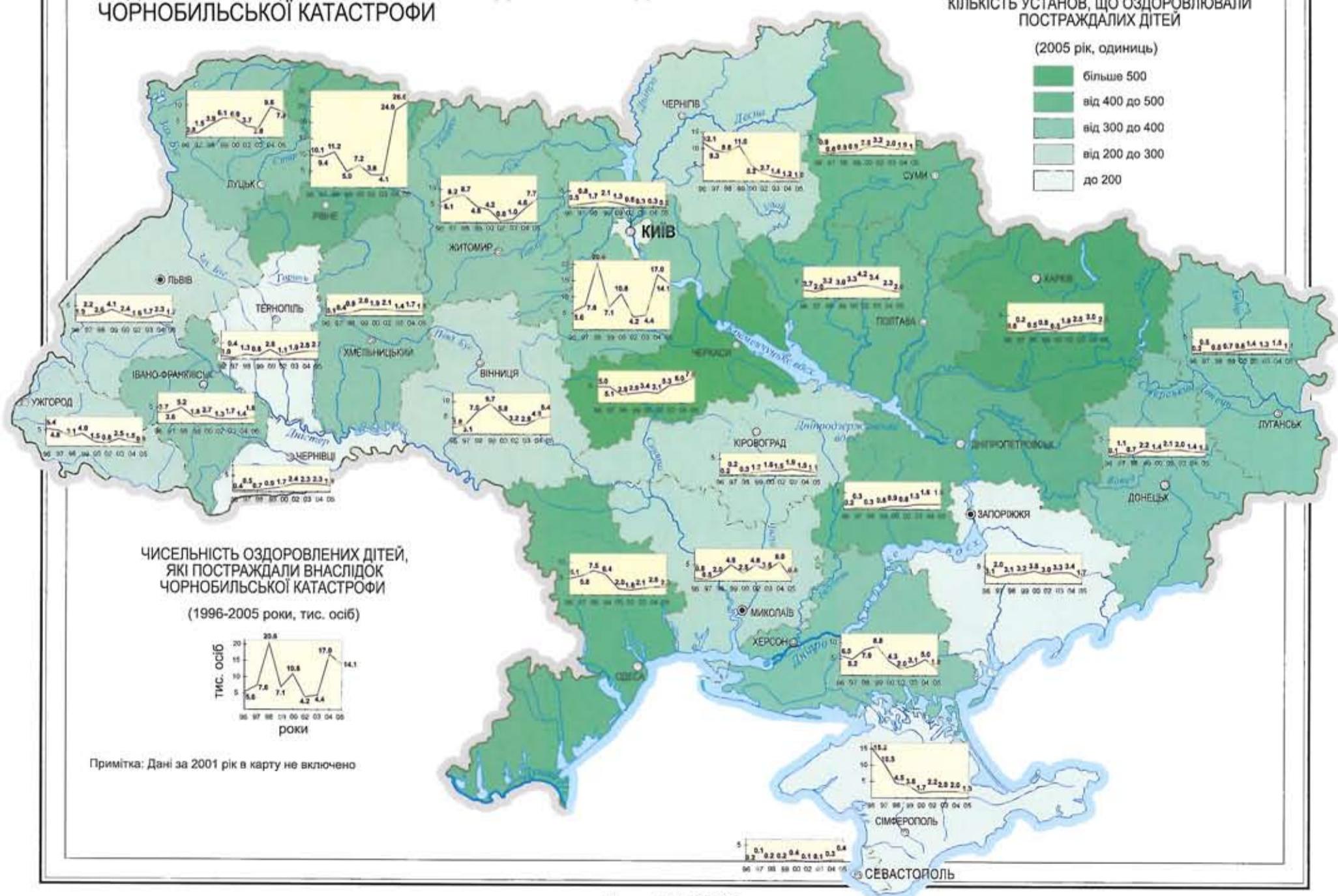
ПРОЕКТ ЗОНУВАННЯ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРІТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА ДАНИМИ ДОЗИМЕТРИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ



ЧИСЕЛЬНІСТЬ І СКЛАД ГРОМАДЯН, ЯКІ МАЮТЬ СТАТУС ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБІЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ



ОЗДОРОВЛЕННЯ ДІТЕЙ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ



Масштаб 1:5 000 000

МІГРАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ ІЗ ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

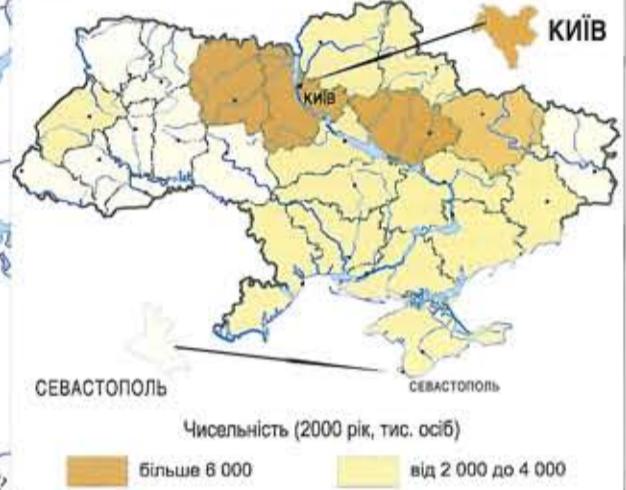


ТЕРИТОРІЇ ОБОВ'ЯЗКОВОГО ТА ДОБРОВІЛЬНОГО ВІДСЕЛЕННЯ

- зони відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення
- населені пункти, жителі яких відселені в 1986р.; зона відчуження
- населені пункти, жителі яких відселялись в обов'язковому порядку в 1989-2000 рр. згідно розпоряджень і постанов КМУ №224р, №333, №228, №32; зона безумовного (обов'язкового) відселення
- зона гарантованого добровільного відселення
- місця компактного переселення



ЧИСЕЛЬНІСТЬ ПОСТРАЖДАЛИХ, ЯКІ ВИХАЛИ ЗА ОБОВ'ЯЗКОВИМ ТА ДОБРОВІЛЬНИМ ПЕРЕСЕЛЕННЯМ



БУДІВЕЛЬНА ПРОГРАМА З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ У 1996-2000 РОКАХ

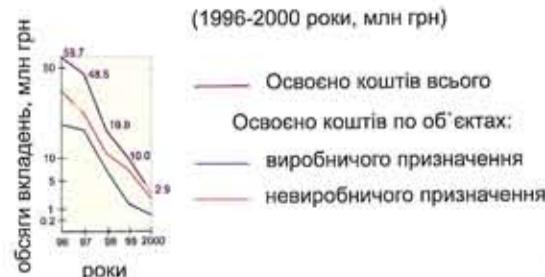
ВИКОНАННЯ ПІДРЯДНИХ РОБІТ ЗА ГЕНЕРАЛЬНИМИ ТА ПРЯМИМИ ДОГОВОРАМИ БУДІВЕЛЬНИМИ ОРГАНІЗАЦІЯМИ НА ОБ'ЄКТАХ З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС

(2000 рік, за договорними цінами, млн грн)



ОСВОЄННЯ ЛІМІТУ ДЕРЖАВНИХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ВКЛАДЕНИЙ ПО ОБ'ЄКТАХ ВИРОБНИЧОГО І НЕВИРОБНИЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В ЦІНАХ 2000 РОКУ

(1996-2000 роки, млн грн)



Примітка. З 1996 року по 2000 рік Запорізька область не мала інвестицій в основний капітал за рахунок коштів Державного бюджету, спрямованих на ліквідацію наслідків аварії на Чорнобильській АЕС

Масштаб 1:5 000 000

РОЗДІЛ IV. Довідкові дані

Методи побудови карт радіоактивного забруднення території

Формування поля радіоактивного забруднення території зумовлено низкою чинників, передусім динамікою та спектром викиду радіонуклідів та метеоумовами (розділ I).

За умови точного відтворення просторово-часової карти повітряних струменів можна визначити достатньо точну структуру поля та врахувати анізотропію макро-структурі поля при виборі методів побудови карт забруднення. Проте підхід, що базується на апріорному визначенні структури поля забруднення, має ряд недоліків.

Макроструктуру поля можна вважати чітко вираженою лише для західного сліду. Для інших слідів структура поля має нечіткий, розмитий характер. Дані, що відображають метеоумови на момент формування поля забруднення, є менш точними та репрезентативними, ніж безпосередні дані спостережень цього поля. Причому останні можуть бути поновлені за рахунок нових вимірювань, в той час як інформація про метеоумови уточнюється лише за допомогою методів математичного моделювання.

Проблема ускладнюється ще й тим, що характер випадань не однозначно визначається набором струменів, а залежить від факторів мезомасштабного рівня стану пограничного шару атмосфери, опадів, ландшафтів і т. ін. Для більшості із названих факторів відомі лише якісні оцінки впливу, що можуть використовуватись для пояснення структури поля забруднення. окрім кількісні оцінки впливу перелічених факторів є менш точними, ніж прямі вимірювання. Загалом формування поля відбувалось у декілька фаз як суперпозиція відокремлених у часі випадів. Це ще більш ускладнює структуру поля, зумовлює його неоднорідність та утруднює використання інформації про вплив інших факторів для картографування.

Після аварії на Чорнобильській АЕС проведено сотні тисяч вимірювань рівнів забруднення в окремих точках чи на ділянках земної поверхні. Для побудови карт забруднення значення рівнів поля забруднення в точках повинні бути поширені на прилеглі території. Найчастіше для відновлення полів неперервної змінної за окремими вимірами застосовують різні методи інтерполяції, більшість з яких програмно реалізована в доступних комерційних геостатистичних пакетах та геоінформаційних інструментальних оболонках. Для побудови карт забруднення потрібно було вирішити послідовність задач щодо обробки та підготовки даних, інтерполяції даних та побудови карт, їх верифікації та редактування. При вирішенні задач використано як формальні алгоритмічні методи, так і методи, що передбачають застосування експертних оцінок.

Нижче коротко описано процедуру, згідно з якою побудовано карти радіоактивного забруднення. Загальна процедура побудови була одинаковою для різних карт забруднення, проте враховувалась специфіка для кожного показника. Найбільш відмінності зумовлені неоднозначністю наявних даних спостережень стосовно кожного з радіонуклідів. Специфіка побудови карт забруднення розглянута після опису загальних процедур. Побудова карт забруднення зводилась до послідовного виконання описаних нижче операцій.

Збір та обробка даних спостережень. Неважаючи на те, що існує багато вимірів значень радіоактивного забруднення, виконаних різними організаціями, поля радіоактивного забруднення характеризуються первинними даними недостатньо повно. З іншого боку, окремі набори даних часто суперечать один одному. Тому при побудові карт одне з основних завдань полягало у доборі точних та репрезентативних даних, а також у зведенні даних з різних джерел до одного масиву. При проведенні попередньої обробки даних значну увагу надано їх верифікації, для чого використано відомі кількісні співвідношення між різними радіонуклідами чорнобильського викиду та експертне оцінювання. За результатами верифікації проведено відбраковку аномальних даних.

Статистичний аналіз даних прямих спостережень. Аналіз даних проведено для довгоіснуючих радіонуклідів чорнобильського викиду. Для кожного ізотопу було виділено статистичні особливості, що враховувались при побудові карт.

Інтерполяція даних та побудова сіток полів забруднення. Для інтерполяції даних використано методи, апробовані при побудові карт в Атласі забруднення Європи цезієм [1], зокрема «метод зворотних відстаней». Застосування цього методу дає добре результати для детальних наборів даних. Якщо ж даних недостатньо, то це може привести до спотвореної картини, особливо для анізотропних полів. Для вірогідного відновлення поля забруднення вздовж повітряних струменів чорнобильського викиду необхідно, щоб вимірювання були проведені безпосередньо на струменях та на прилеглих територіях. При відсутності таких вимірювань структура поля не буде точно відтворена. Тому після побудови карт обов'язково проводилась процедура верифікації для територій з високоградієнтними полями з подальшими правками.

При інтерполяції значення рівнів забруднення обраховуються у вузлах квадратної решітки. Ця решітка служить основою для побудови ізоліній рівнів забруднення. Також за решіткою для окремих показників забруднення проведено перерахунок рівнів поля забруднення на різні дати.

Побудова ізолінійних карт. Для побудови ізолінійних карт використано решітки поля забруднення, отримані під час інтерполяції. Відновлення ізоліній виконано за допомогою системи ArcInfo (ESRI). Під час відновлення також проведено генералізацію, яка полягало у згладжуванні ліній та видаленні дрібних контурів.

Верифікація карт. Побудовані формальними методами карти не завжди точно відтворюють структуру поля забруднення, особливо вздовж «слідів» та на недостатньо вивчених територіях. Для виявлення при верифікації аномалій здійснювалось визначення причин, що призвели до їх утворення. Принципово питання полягало в тому, чи виникли аномалії внаслідок неточності процедури інтерполяції, чи вони зумовлені природою вхідних даних. Слід зазначити, що більшість проблемних позицій була спричинена саме вхідними даними, причому найчастіше проблеми виникали при поєднанні даних різних організацій. Тому повторно проводилося детальне дослідження даних для виділених територій, і після усунення проблем з даними процедура побудови карт повторювалась знову. В незначній кількості випадків некоректне відновлення поля забруднення виникало внаслідок невірної інтерполяції поля методом зворотних відстаней на ділянках із значною анізотропією. Для таких випадків, після детального вивчення даних, додаткової та допоміжної інформації, проводилось експертне редактування, при якому щоразу враховувалася структура гамма-полів

за даними аерогаммаспектрометричного знімання по енергетичному каналу 661 кев (з роздільною здатністю близько 10%) в масштабах 1:25 000–1:100 000.

Підсумовуючи, можна сформулювати основні принципи побудови карт забруднення:

- використання первинних даних спостережень для побудови карт;
- використання додаткових даних для верифікації карт та пошуку неточностей;
- побудова карт комп’ютерними методами, реалізованими в загальновідомих комерційних програмних системах;
- експертні методи для верифікації, генералізації та редактування карт;
- зіставлення карт забруднення різними радіонуклідами та їх взаємна верифікація;
- побудова карт забруднення різними радіонуклідами для одних і тих самих територій одинаковими чи близькими методами та алгоритмами.

Нижче коротко описана специфіка побудови карт забруднення території окремими радіонуклідами.

Цезій-137. Проведені обстеження стосовно цезію-137 є достатньо повними і дозволяють відновити структуру поля забруднення шляхом інтерполяції безпосередньо за даними спостережень. Для побудови карт використано такі основні набори даних:

- обстеження населених пунктів України;
- обстеження сільгоспугідь;
- результати аерогаммаспектрометричного знімання.

Ще ряд наборів даних використано як допоміжні при проведенні верифікації та співставленні основних наборів даних.

Основна проблема при підготовці даних полягалала в поєднанні даних аерогаммазнімання та даних гаммаспектрометричних вимірювань проб ґрунту. Проведене дослідження цих наборів даних показало, що для лісових масивів вони відтворюють близьку картину поля забруднення, в той час як для забудованих територій та сільськогосподарських угідь можуть мати місце певні відмінності. Тому результати аерогаммазнімання були відібрані лише для вкритих лісом територій. Відзначимо, що за винятком окремих ділянок, для лісів немає інших надійних даних радіологічного обстеження. Після аналізу та поєднання наборів даних за цезієм-137 подальшу побудову карт забруднення проведено за наведеною вище схемою.

Стронцій-90. При вивченні структури полів радіоактивного забруднення важливим є питання щодо співвідношень рівнів різних нуклідів. Спостереження за стронцієм-90 є менш повними, ніж за цезієм-137, особливо для малозабруднених та чистих територій, тому для визначення кількісних співвідношень між рівнями забруднення різними нуклідами було проведено статистичне дослідження наявних первинних даних спостережень, виміряних за однією пробою. Аналіз даних спостережень проведено на великій кількості однорідних ділянок, вибраних на різних відстанях від реактора вздовж усіх відомих слідів та струменів перенесення радіонуклідів. Дослідження наявних масивів даних показали, що незважаючи на кореляцію між рівнями чорнобильських випадань цезію-137 та стронцію-90, процедура відновлення значень стронцію-90 за цезієм-137 не дає необхідної для картографування точності і достовірності. В цілому прямі вимірювання стронцію-90 є більш точними і надійними, ніж розрахунки рівнів стронцію-90 за рівнями цезію-137, тому при побудові карт забруднення стронцієм-90 використано лише дані прямих спостережень. Були використані набори даних:

- обстеження населених пунктів України;
- обстеження сільгоспугідь.

Додаткові набори даних заличено для верифікації результатуючих карт.

Побудову карт забруднення проведено інтерполяційними методами, описаними вище у цьому розділі.

Трансуранові елементи. Для побудови карт забруднення ізотопами плутонію та америцієм-241 взято базу даних, що вміщує як дані за сумою ізотопів плутонію, так і за плутонієм-238. В ній зібрани верифіковані результати вимірювань, проведені різними організаціями. Всього база налічує близько п’яти тисяч записів. Дані щодо забруднення америцієм-241 в основному охоплюють біжню зону ЧАЕС, а в цілому для території України мають вибірковий характер.

Існує чимало об’єктивних та суб’єктивних факторів, які ускладнюють безпосереднє застосування єдиних формалізованих критеріїв та підходів щодо верифікації та побудови карт забруднення трансурановими елементами:

- протягом періоду, коли відбувалося забруднення території, змінювалися як інтенсивність, так і радіонуклідний і дисперсний склад викидів. Наявність конденсаційної і паливної компонент викидів, турбулентний характер атмосферних процесів перенесення та складний характер випадання на земну поверхню сформували картину забруднення з високим ступенем неоднорідності;
- при визначенні забруднення значної території України трансурановими елементами необхідно було враховувати рівні глобальних випадань, які свого часу не визначались досить ретельно;
- географічна прив’язка даних в основному була зведена до назви найближчого населеного пункту, це не давало зможи врахувати об’єктивно існуючі градієнти полів забруднення, які можуть суттєво змінюватись навіть у межах одного населеного пункту.

Ці причини спонукали до розроблення методів аналізу, верифікації та побудови відповідних карт забруднення. За основу були взяті дані організацій, які визначали широкий спектр довгоіснуючих радіонуклідів і мали більш надійний характер.

Для розроблення та обґрунтування запропонованих методів були вибрані експериментальні ділянки як у біжній зоні ЧАЕС, так і у віддалених регіонах за напрямами західного та південно-західного слідів. Протягом 1988-1997 років на цих територіях проведено обстеження з урахуванням специфіки чорнобильських випадань. В результаті цих досліджень були одночасно отримані дані про рівні забруднення цезієм-137, стронцієм-90, плутонієм-238, плутонієм-239, -240 та америцієм-241. Здійснено аналіз співвідношень цезію-137 до плутонію-239, -240 для західного та південно-західного слідів викиду. Це дозволило зробити висновки про постійність співвідношень і подібність за абсолютною величиною до паливного характеру забруднення по осі західного

сліду та виявити стійку тенденцію до зростання співвідношення до значень 40 000-50 000 по осі південно-західного сліду, що свідчить про конденсаційний характер викиду на цій території. Співвідношення між різними радіонуклідами мають досить виразні стійкі тенденції, які зберігаються загалом для окремих слідів та плям забруднення.

Отже, побудова карт забруднення трансураними елементами території України та окремих її регіонів здійснювалась поетапно:

- збір та попередній аналіз даних забруднення трансураними елементами;
- аналіз додаткових матеріалів (метеорологічні дані за період активної фази викидів, ландшафтні особливості, дані щодо забруднення іншими радіонуклідами і відповідні карти та ін.);
- аналіз та верифікація даних первинних спостережень (геостатистичний аналіз, загальні тенденції співвідношень між різними радіонуклідами, верифікація та коригування даних на основі виявлених тенденцій, вироблення методів прогнозних оцінок для територій, де ці дані відсутні, доповнення даних прямих визначень прогнозними для територій з високими рівнями забруднення цезієм-137, де дані щодо трансураних елементів відсутні);
- підготовка базових матеріалів (побудова на основі верифікованих даних та додаткових сіток полів співвідношень між радіонуклідами, побудова узагальненої сітки щільності забруднення цезієм-137 за всіма існуючими даними, побудова карт щільностей забруднення трансураними елементами шляхом накладання полів співвідношень та узагальненої сітки щільності забруднення цезієм-137);
- аналіз отриманих матеріалів, експертна оцінка та коригування з урахуванням характеру формування поля забруднення на різних територіях.

Довідкові карти

До розділу включені карти станцій радіометричної мережі спостережень Гідрометеорологічної служби України за видами спостережень (масштаб 1:5 000 000), карту ґрунтів, на якій відображені типи ґрунтів, гранулометричний склад та засолення, (масштаб 1:5 000 000), і карту зонування лісів за щільністю радіоактивного забруднення ґрунту цезієм-137 згідно з рекомендаціями [2] (масштаб 1:2 500 000).

Карту ґрунтів вміщено як складову для відображення комплексності такого явища як радіаційне забруднення, оскільки типи ґрунтів визначають коефіцієнти переходів радіонуклідів до рослин, які лежать в основі трофічних ланцюгів людини. Частина забрудненої території представлена лучно-болотними, торфово-болотними та дерново-підзолистими ґрунтами. В умовах підвищеної зволоженості території такі типи ґрунтів сприяють біологічній доступності радіонуклідів та їх міграції за трофічними ланцюгами. Наприклад, переход цезію з ґрунту до рослин на перевозложених луках та заплавах у декілька разів вищий, ніж на суходільних луках з аналогічним ґрутовим покривом. Доведено, що основна частина радіоцезію у торфово-болотних ґрунтах розподіляється у верхньому 0-6 см шарі, у дерново-підзолистому ґрунті цезій мігрує у вертикальному шарі на глибину до 20 см і більше.

Карти цього розділу розроблені авторським колективом у складі: О. Є. Литвиненко, С. В. Давидчук, В. І. Решетник, В. П. Разов

Л. Я. Табачний, О. В. Гайдар, С. В. Давидчук, О. Є. Литвиненко

Література

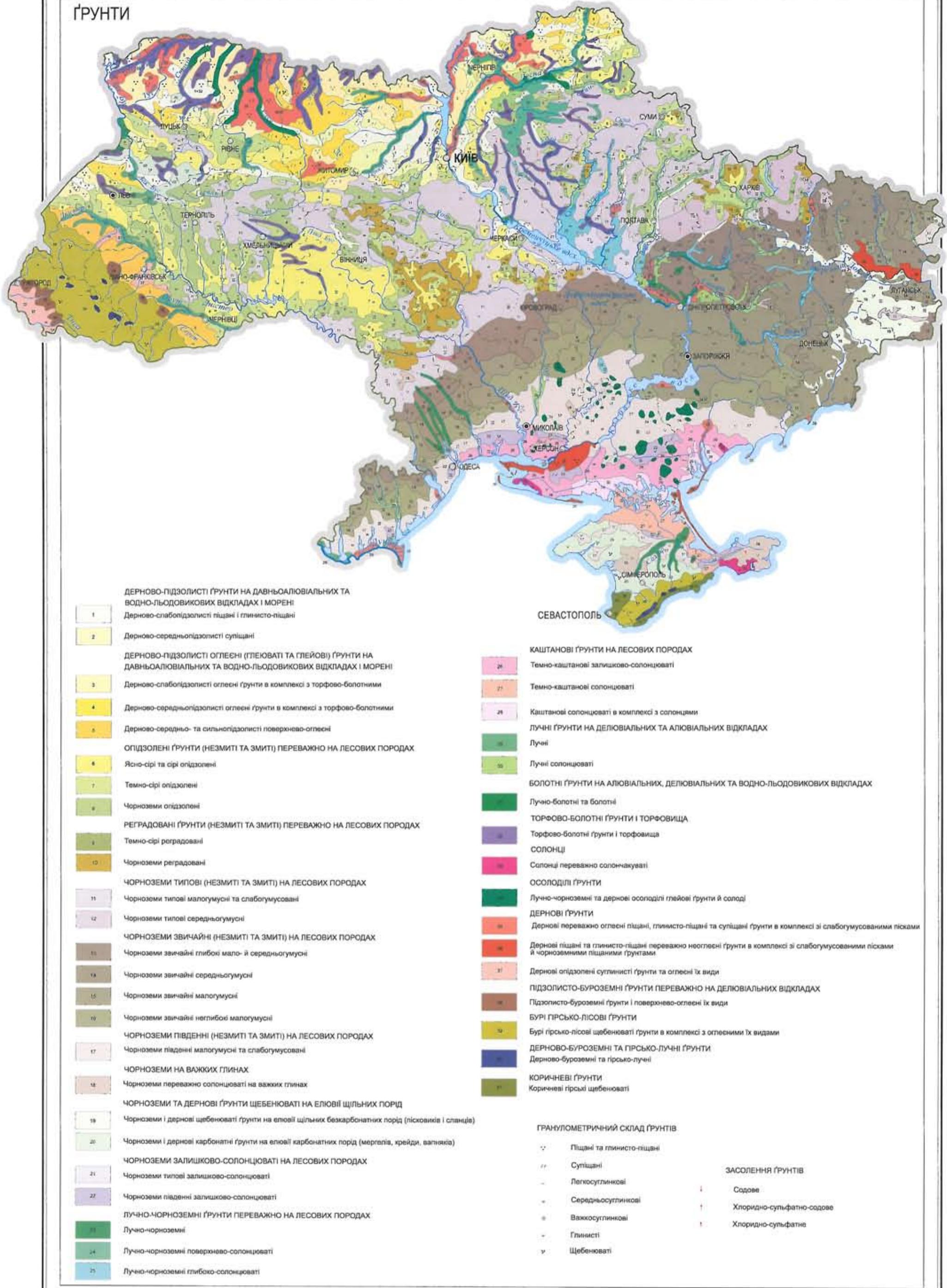
1. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии. - Люксембург: Люксембургское бюро официальных изданий Комиссии Европейских Сообществ, 1998. – 175 с.
2. Рекомендаций з ведення лісового господарства в умовах радіаційного забруднення / Краснов В.П., Орлов О.О., Ландін В.П. та ін. / Під ред. В.П. Краснова. - Київ, 2008. - 82 с.

СТАНЦІЇ РАДІОМЕТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ



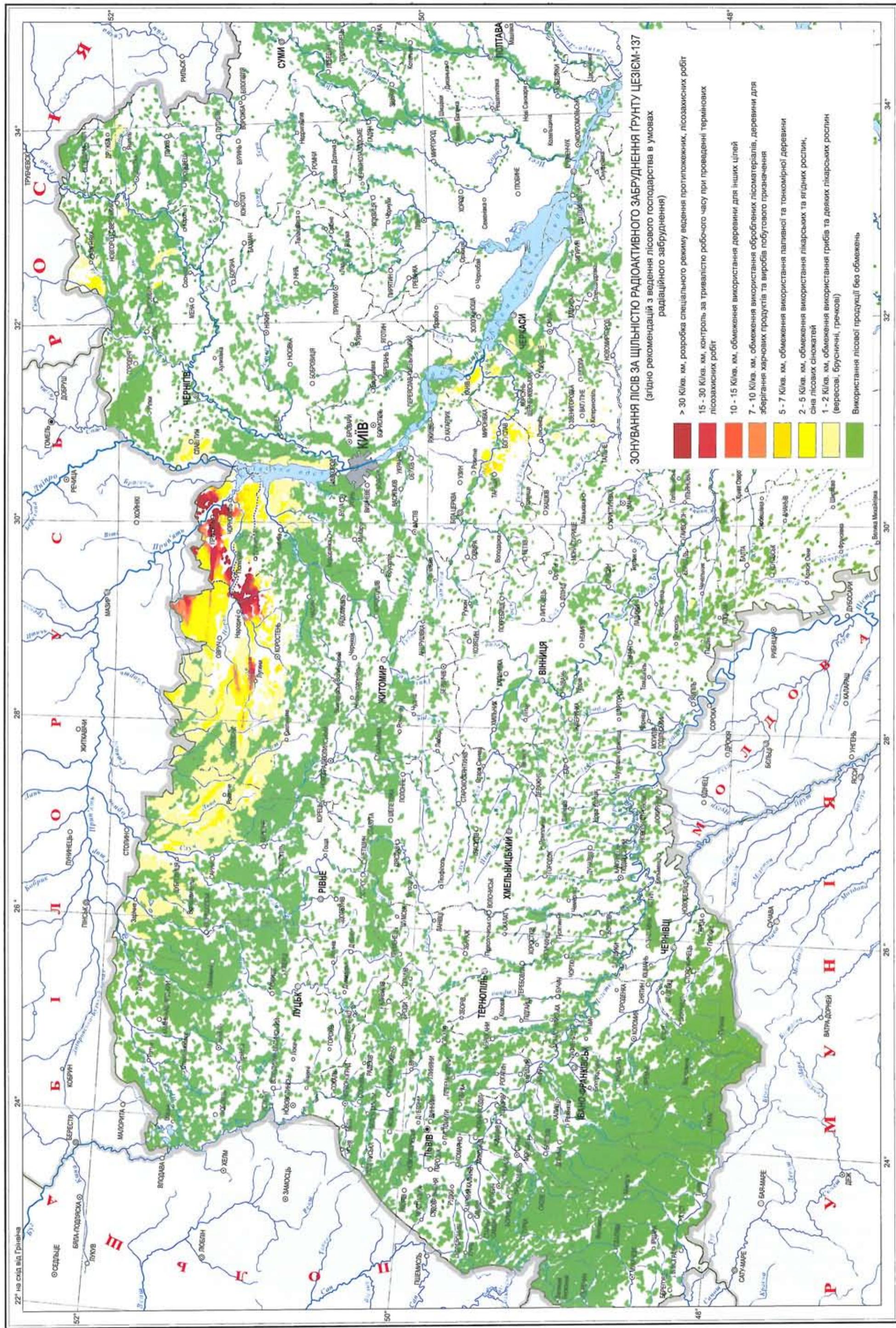
Масштаб 1:5 000 000

ГРУНТИ



Масштаб 1:5 000 000

ЗОНУВАННЯ ЛІСІВ ЗА ЩІЛЬНІСТЮ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТУ ЦЕЗІМ-137



Атлас. Україна. Радіоактивне забруднення.

Творчий задум, програма та проект Атласу розроблені Міністерством надзвичайних ситуацій України та ТОВ "Інтелектуальні Системи ГЕО".

Тематичний зміст основних карт Атласу та тексти підготовлено авторським колективом.

Географічна основа розроблена ТОВ "Інтелектуальні Системи ГЕО" на базі електронної карти виробництва підрозділів Укргеодезкартографії. Редагування, складання та підготовку карт до видання виконано ТОВ "Інтелектуальні Системи ГЕО" на замовлення МНС України.

This publication was printed with the support of EU-funded project

У науково-виробничій та технічній підготовці Атласу брали участь:

Вергун О.В., Давидчук С.В., Кудас І.Л., Литвиненко О.Є., Решетник В.І., Савчук О.Р., Самородов Є.Л., Святченко А.В., Сотніков С.О., Стеценко Є.І., Федунків О.М., Хрустальова А.С., Якименко А.В.

02100, м. Київ, вул. Будівельників, 34/1, оф.1

тел./факс: +38 (044) 503-64-43

ел. пошта: company@isgeo.kiev.ua, інтернет: <http://www.isgeo.com.ua>

Підписано до друку: 08.04.2011

Формат 60x90/4

Папір офсет. 100 г/м²

Ум. друк. аркушів 52

Тираж 1300 прим.

© МНС України, ТОВ "Інтелектуальні Системи ГЕО", 2002, 2008, 2011 (тематичний зміст)

© ТОВ "Інтелектуальні Системи ГЕО", 2002, 2008, 2011 (підготовка до друку)

© Укргеодезкартографія, 2002, 2008, 2011 (географічна основа)

Надруковано ТОВ «Компанія «BAITE»

01042, м. Київ, вул. П. Лумумби, 4/6, оф. 516

тел./факс: +38 (044) 529-35-88, +38 (044) 531-14-32

ел. пошта: vaite@vaite.kiev.ua, інтернет: <http://vaite.kiev.ua>