



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 92971

(13) C2

(51) МПК-2011.01  
G01N 33/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ, ҐРУНТІВ, ВОДНИХ ГОРИЗОНТІВ

1

2

(21) a200905147

(22) 25.05.2009

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл.№ 24, 2010 р.

(72) ПЕНДЕРЕЦЬКИЙ ОРЕСТ ВОЛОДИМИРОВИЧ,  
ГОРБІЙЧУК МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(56) UA 83563, 25.07.2008

UA 67391, 15.06.2004

SU 1388798, 15.04.1988

SU 1385075, 30.03.1988

RU 2132606, 10.07.1999

RU 2164030, 10.03.2001

DE 41277894, 26.03.1992

JP 2001042052, 16.02.2001

(57) Спосіб прогнозування техногенного забруднення повітря, ґрунтів, водних горизонтів, що включає гідродинамічні дослідження, збір та аналіз проб хімічних елементів і сполук, характерних для забруднюючих речовин, за якими оцінюють характер і ступінь забруднення, який **відрізняється** тим, що додатково оцінюють сучасний екологічний стан повітря і ґрунтів за екологічними показниками в зоні впливу техногенно небезпечних

об'єктів, отримані показники зводять у бази даних і порівнюють з нормативними, складають комплекс комп'ютерних еколого-техногеохімічних карт, як за окремими компонентами довкілля і окремими елементами забруднювача, так і синтетичної інтегральної карти, на якій визначають зони екологічної небезпеки різного ступеня, на наступному етапі здійснюють екологічний моніторинг, згідно з яким, безперервно стежать за змінами кожного компонента на певний час спостережень, результати досліджень вводять в базу даних екологічної інформації, дані з якої подають в нейронну мережу, де згідно з розрахунковим алгоритмом по отриманій послідовності попередніх даних нейронна мережа формує рішення про те, чому повинно дорівнювати значення досліджуваної послідовності у майбутньому, на підставі отриманої інформації складають прогнозні аналітичні та синтетичні карти, та приймають управлінські рішення про введення відповідної керуючої дії до зміни техногенної ситуації, для чого нейронна мережа ідентифікує параметри, необхідні для формування відповідного керуючого сигналу і одночасно відслідковує змінні параметри навколишнього середовища і пристосовується до них.

Винахід належить до визначення забруднення навколишнього середовища, які виникають внаслідок господарської діяльності, і може бути використаний для моделювання забруднення середовища від техногенного навантаження, оцінки екологічної безпеки території та прогнозування подальшого розповсюдження техногенного забруднення повітря ґрунтів, водних горизонтів з метою прийняття попереджувальних заходів.

Для території України характерно формування системи «повітряні викиди в атмосферу - осадження на поверхні ґрунту». Динамічна рівновага концентрації забруднюючих речовин у предметному шарі забезпечується високою швидкістю їх осадження. Внаслідок цього на поверхні та у верхній зоні ґрунтів формуються високі концентрації забруднень; так звані ореоли техногенних змін геохімічного поля, які негативно впливають на довкілля і безпеку життєдіяльності людей.

Ореоли розсіювання забруднюючих речовин, що виникають поблизу промислових підприємств, за рахунок транспортуючої дії підземних вод, які виступають сприятливим міграційним середовищем для всіх водорозчинних, дрібнодисперсних речовин, та речовин, які мають густину меншу за густину води і які здатні вступати в хімічні реакції з водою, призводять до змін гідродинамічного режиму і, як наслідок - до пониження або підвищення рівня підземних вод, формування депресійних ліюк, мульд осідання або зон підтоплення та заболочування, забруднення водоносних горизонтів, виснаження запасів підземних та ґрунтових вод.

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для людини посідає перше місце. Це обумовлене тим, що забруднюючі речовини з атмосферного повітря переходять до інших компонентів навколишнього середовища. Кількісна оцінка стану атмосферного повітря визначається

(13) C2

(11) 92971

(19) UA

граничнодопустимими концентраціями різних шкідливих речовин у приземному шарі (1,5 м) на рівні дихання людини. Основна маса забрудників повітря утворюється внаслідок спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу, торфу інше). Внаслідок спалювання вугілля, природного газу мазуту в димових газах ТЕС містяться газоподібні продукти окислення вуглецю, сірки, азоту. Одним з найбільш токсичних викидів енергоустановок є сірчаний ангідрид, який легко окислюється в атмосфері до сірчаного ангідриду. В атмосфері сірчаний ангідрид є аерозолем або розчином сірчаної кислоти в дощовій воді. Сірчаний ангідрид спричиняє корозію металу, руйнування гуми, підкислює ґрунти, порушує життєдіяльність рослин, сприяє загостренню захворювань легеневої системи та дихальних шляхів людини та тварин. Шкідливою газоподібною домішкою, що викидається з димовими газами є оксиди азоту, які утворюються при окисленні азоту-палива, та азоту-повітря в зоні високих температур. Оксид азоту, який викидається з димовими газами в атмосферу, доокислюється до двооксиду азоту, що являє собою бурий отруйний газ.

Оксиди азоту легкорозчинні у воді та вимиваються з атмосфери, утворюючи кислотні дощі. По глибині і біологічному впливу оксиди азоту не менш небезпечні, ніж сірчаний ангідрид. Оксиди азоту, з'єднуючись з водою в легенях людини і тварин утворюють азотну та азотисту кислоти, викликаючи сильні подразнення слизових оболонок та глибоке ураження легеневих тканин. Оксиди азоту мають значний токсичний вплив: двооксид азоту у великих концентраціях викликає задуху, а моно оксид азоту - слабкість, оніміння кінцівок, запаморочення.

Викиди в атмосферу димових газів, які крім перерахованих, утримують і інші шкідливі речовини, що потрапляють в повітряний басейн і викликають фізіологічні та патологічні зміни в організмі людини.

Крім забруднення атмосфери, викиди промислових підприємств інтенсивно забруднюють атмосферні опади за рахунок розчинення в них окислів азоту та сірки; земну поверхню ґрунтів і рослинність за рахунок зсідання на них пилу та випадання забрудненого дощу та снігу; поверхневої води - за рахунок зсідання на водні об'єкти викинутих у повітря шкідливих речовин.

Відомий спосіб визначення хлорорганічних пестицидів в ґрунті [АС ССРСР № 1385075 Бюл. №12, 30.03.88].

Залишки пестицидів під впливом різних факторів можуть звільнитись, абсорбуватись рослинами і накопичуватись в них на протязі вегетаційного періоду, що створює загрозу як для людини, так і всього навколишнього середовища. Тому для правильної оцінки характеру і ступеня забруднення ґрунтів пестицидами і прогнозування забруднення ними рослин отримують інформацію про наявність пестицидів. При цьому використовують методи тонкошарової, газової, газово-рідинної хроматографії. У вільному способі відбирають зразок ґрунту, зволожують його і витримують зволожений зразок на протязі 5-15 годин, після чого од-

ним із відомих методів визначають вміст пестицидів у ґрунті. Відомий спосіб виявлення техногенного забруднення ландшафтів в місцях проведення бурових робіт [А.С. ССРСР №1388798, Бюл. №14, 15.04.88], який визначає техногенне забруднення не тільки в межах бурового майданчика але і на значній віддалі від нього. Таке збільшення площі забруднення обумовлене розповсюдженням внутрішнього ґрунтового забруднення по водозабірній площі, на якій розташований досліджу вальний буровий майданчик.

Згідно з відомим способом на березі потічка, який дренає ділянку на якій розташована бурова, виділяли ділянки з яскраво-охристим забарвленням з яких відбирали проби намулів і плівки гідрату закису заліза. Проби висушували, розтирали і аналізували емісійним спектральним аналізом на вміст важких металів. Як інформативний параметр про ступінь забруднення був вибраний гідрат закису заліза, який має яскраво-охристе забарвлення і володіє сорбційними властивостями.

Найбільш близьким до запропонованого виходу відомий спосіб прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку (патент України № 67391, Бюл. № 6, 15.06.2004), що включає гідродинамічні дослідження, аналіз проб хімічних елементів і сполук, характерних для забруднюючих речовин, за якими оцінюють характер і ступінь забруднення, будують прогнозну модель міграції забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку [патент України № 67391, Бюл. № 6, 15.06.2004], що включає гідродинамічні дослідження, аналіз проб хімічних елементів і сполук, характерних для забруднюючих речовин, за якими оцінюють характер і ступінь забруднення, будують прогнозну модель міграції забруднюючих речовин в тріщинувато-пористому середовищі з конвективним зносом на одній із границь у вихідному напрямку для чого визначають початкову концентрацію природних вод, які забруднюються, концентрацію речовини-забруднювача, швидкість молекулярної дифузії для вміщуючи порід, глибину залягання джерела забруднення, дійсну швидкість водного припливу після чого, на підставі розв'язання одновимірного диференційного рівняння дифузійної міграції, складають графіки зміни концентрації забруднюючої речовини у природному підземному потоці за часом та глибиною, за якими методом екстраполяції прогнозують розповсюдження забруднення. Спосіб дозволяє прогнозувати механізм руху і поведінку потоку підземних вод з розчиненими забруднюючими речовинами в напрямку до водонасного горизонту, що залягає вище, з відтворенням результатів у часі і просторі. Проте спосіб не враховує взаємозв'язок і вплив кожного компонента екосистеми, таких як атмосферне повітря, водні горизонти і ґрунти.

Щоб визначити екологічний стан певної природно-техногенної системи, зробити прогноз її подальшого розвитку, запобігти негативним наслідкам її впливу на людей, необхідно отримати дані динаміки природних змін всіх вищезазначених компонентів та вплив на них антропогенних чинників.

Забруднення, деградація і руйнування довкілля в зонах впливу промислових об'єктів, техногенні аварії, які є наслідком цього, є одним з найбільш екологічно небезпечних.

Задача, що ставилась при створенні винаходу - створити систему контролю за природно-техногенною безпекою, яка дозволила стежити за змінами екологічної ситуації на території, де багато техногенно-небезпечних об'єктів, прогнозувати зміни екологічної ситуації для попередження переростання поступових змін у критичні, що завершуються потужними катастрофами та аваріями, на підставі яких приймати управлінські рішення про введення керуючих дій до зміни техногенної ситуації.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що у спосіб прогнозування техногенного забруднення повітря, ґрунтів, водних горизонтів, що включає гідродинамічні дослідження збір та аналіз проб хімічних елементів і сполук, характерних для забруднюючих речовин, за якими оцінюють характер і ступінь забруднення, згідно з винаходом, додатково оцінюють екологічний стан повітря і ґрунтів, які є взаємозалежними з водними горизонтами і взаємодіють один з одним як компоненти єдиної екосистеми. Дослідження здійснюються в зоні впливу техногенно-небезпечних об'єктів, отримані дані зводять у бази даних і порівнюють з нормативними, складають комплекс комп'ютерних еколого-техногеохімічних карт як по окремих елементах забруднювачах і компонентах екосистеми, так і інтегральної (сумарної) карти, на якій визначають зони екологічної безпеки різного ступеня. На наступному етапі здійснюють екологічний моніторинг, згідно з яким безперервно стежать за змінами кожного компонента на певний час спостережень, результати досліджень яких вводять в базу даних екологічної інформації, дані з якої подають в нейромережу, де згідно з розрахунковим алгоритмом по отриманій послідовності попередніх даних мережа формує рішення про те, чому повинно дорівнювати значення досліджуваної послідовності у майбутньому. На підставі вихідних даних мережі складають прогнозні аналітичні та інтегральні карти та приймаються управлінські рішення про введення відповідної керуючої дії до зміни техногенної ситуації в обстежуваному районі, для чого нейронна мережа ідентифікує параметри, необхідні для формування відповідного керуючого сигналу і відслідковує змінні параметри навколишнього середовища і пристосовується до них.

Спосіб прогнозування техногенного забруднення повітря, ґрунтів, водних горизонтів складається з наступних головних етапів.

Оцінюють сучасний екологічний стан повітря, ґрунтів, водних горизонтів за екологічними показниками в зоні впливу об'єкта, які визначаються різними методами, характеристикою природного і антропогенного впливу техногенних об'єктів і всі ці показники порівнюють з нормативними. Після чого складають комплекс комп'ютерних еколого-техногеохімічних карт, як по окремих елементах забруднювачах так і інтегральної карти, на якій визначають зони екологічної безпеки різного ступеня.

На наступному етапі здійснюють екологічний моніторинг, принцип якого ґрунтується на безперервних стеженнях за змінами кожного компонента довкілля, що характеризують стан екосистем на певний час спостережень.

Прогноз змін екологічної ситуації в залежності від різних обставин розвитку виконується шляхом комп'ютерного моделювання екологічних станів певної території в залежності від існуючого чи заданих режимів функціонування за допомогою нейронних мереж за розрахунковими алгоритмами.

Користуючись комп'ютерними прогнозними екологічними картами можна моделювати різні екологічні ситуації. Різні прогнозні моделі порівнюються з нормативним станом довкілля, визначаються розміри відхилень та їх негативні наслідки, на підставі чого нейромережею формується сигнал про введення відповідної керуючої дії до зміни техногенної ситуації.

Винахід ілюструється графічними матеріалами, де наведені комп'ютерні карти екологічного стану атмосфери, ґрунтів, водних горизонтів (на прикладі Галицького району) отримані за пропонованим способом: на Фіг. 1 - карта сумарних показників забруднення питних ґрунтових вод; на Фіг. 1.1, як приклад, карта розповсюдження ДДТ у питних водах. На Фіг. 2, карта сумарних показників забруднення повітря, а на Фіг. 2.1 - карта вмісту SO<sub>x</sub> в атмосферному повітрі. Карта сумарних показників забруднення ґрунтів показана на Фіг. 3, а Фіг 3.1 показана карта забруднення ґрунтів свинцем.

Спосіб здійснюють наступним чином.

Приклад.

Дослідження екологічного стану основних компонентів навколишнього середовища здійснювались в Галицькому районі Івано-Франківської області в зоні Бурштинської ТЕС, яка створює техногенне навантаження на район.

Для рішення поставленої задачі, виходячи із особливостей геологічної будови, геоморфології, розповсюдження ґрунтів різних типів, ландшафтно-ї структури території, на площі 722 км<sup>2</sup> була розбита мережа із 217 точок спостережень, які охоплюють район забруднення. За цими точками проводились польові екологічні маршрути з метою картування деградаційних явищ ландшафту на основі візуальних спостережень і отримання інформації для складання карт забруднення території та порушень геологічного середовища. Проби ґрунтів, повітря, води відбирались в місцях активної дії джерел забруднення, особлива увага приділялась автомобільним та залізничним магістралям, зонам скидання стічних вод. Для вивчення динаміки атмосферної циркуляції враховувалась тривалість односпрямованого атмосферного переносу над містом або промисловим комплексом. Важливе значення мала тривалість штільового періоду, з яким пов'язане застоювання повітря та акумуляція поліютантів в улоговинних формах рельєфу. При цьому враховувались також впливи глобальних та регіональних повітряних переносів, оцінювалась форма рельєфу та його розміщення по відношенню до переважаючих напрямів вітру та джерел забруднення. Відбір проб ґрунтів здійсню-

вався на геологічних полігонах через 0,5-1,2 км. Для визначення внутрішнього циклу поступлення забруднювачів у ґрунти проводився відбір проб на 2-3-х репрезентативних ділянках. На цих ділянках відбирались проби кілька разів впродовж кількох місяців. Швидкість міграції забруднювачів по вертикалі та на глибину їх максимальної концентрації визначились на всю його потужність від 0 до літогенної основи, з кроком через 5 см, відповідно до відстані від джерела забруднення, умов поверхневої підземної міграції та характеру забруднення.

Відбір проб поверхневих вод здійснювався на полігонах, максимально наближених до техногенних зон, щоб отримати характеристику забруднення.

Відбір проб донних відкладів обумовлювався донними відкладами. Відомо, що донні відклади намули та тонкі дрібнозернисті фракції осадових порід, що накопичуються на дні річок і потічків, особливо в заводях, місцях різкого зниження швидкої течії, адсорбують на собі солі важких металів, нафтопродукти, радіонукліди, пестициди та інші забруднювачі. Тим самим донні відклади концентрують усе те, що переноситься поверхневими водотоками. Проби донних відкладів відбирались на тих самих полігонах, де були відібрані проби поверхневих вод.

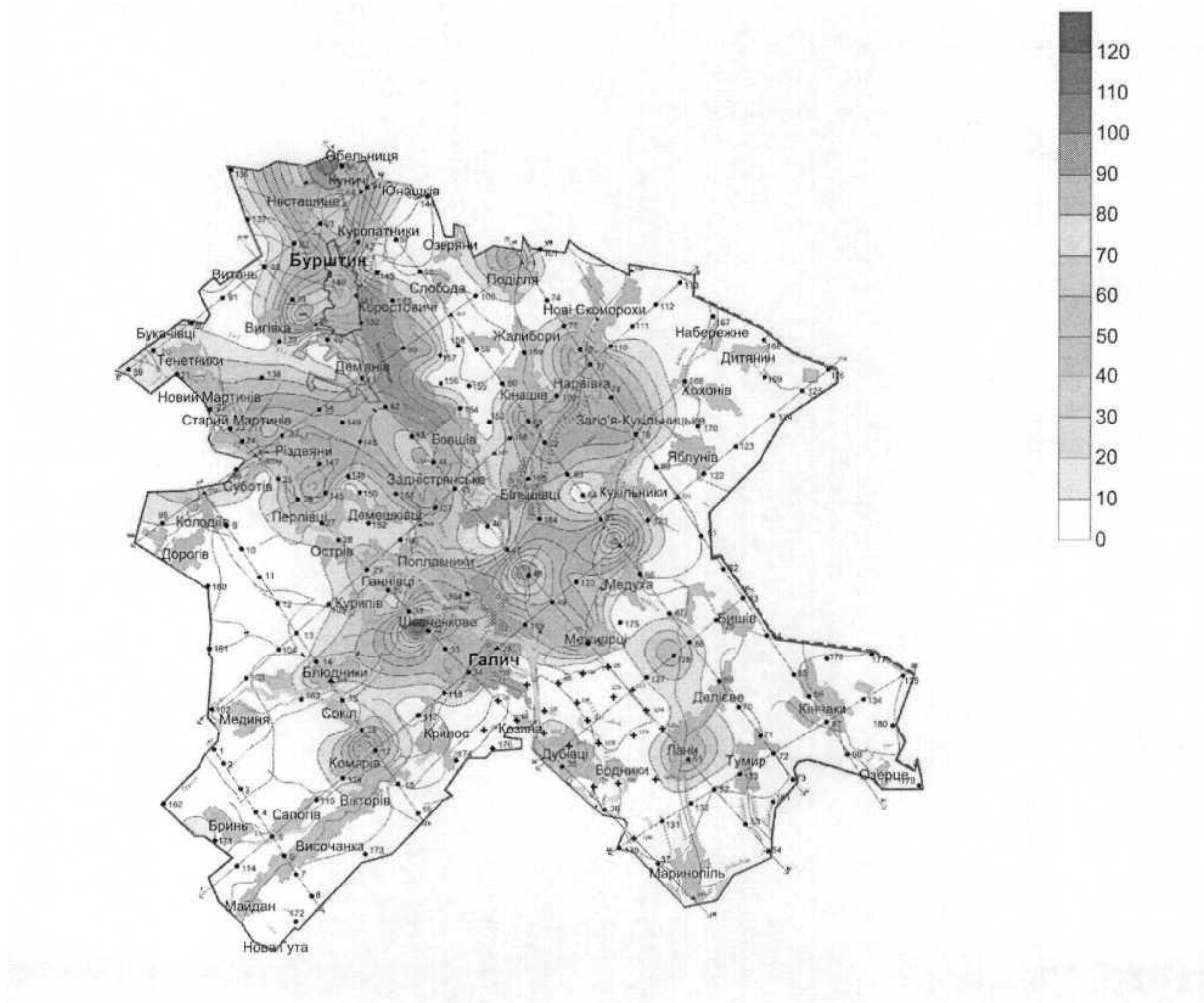
Важливість відбору проб ґрунтових вод обумовлюється тим, що з поверхні цей горизонт не захищений водонепроникними породами і тому приймає усі забруднення, що проникають через ґрунт з атмосферними опадами, під час танення снігів, при повеннях чи зливових дощах ґрунтові води можуть залягати на глибинах від 0,5 до 20 м. Ґрунтові води безнапірні, вільно перетікають по горизонталі і служать джерелом живлення для горизонтів підземних вод, що залягають нижче. В населених пунктах ґрунтові води відкриваються буровими свердловинами або криницями.

Відбір проб атмосферного повітря, здійснювався медичним шприцом об'ємом 20 см<sup>3</sup> на висоті

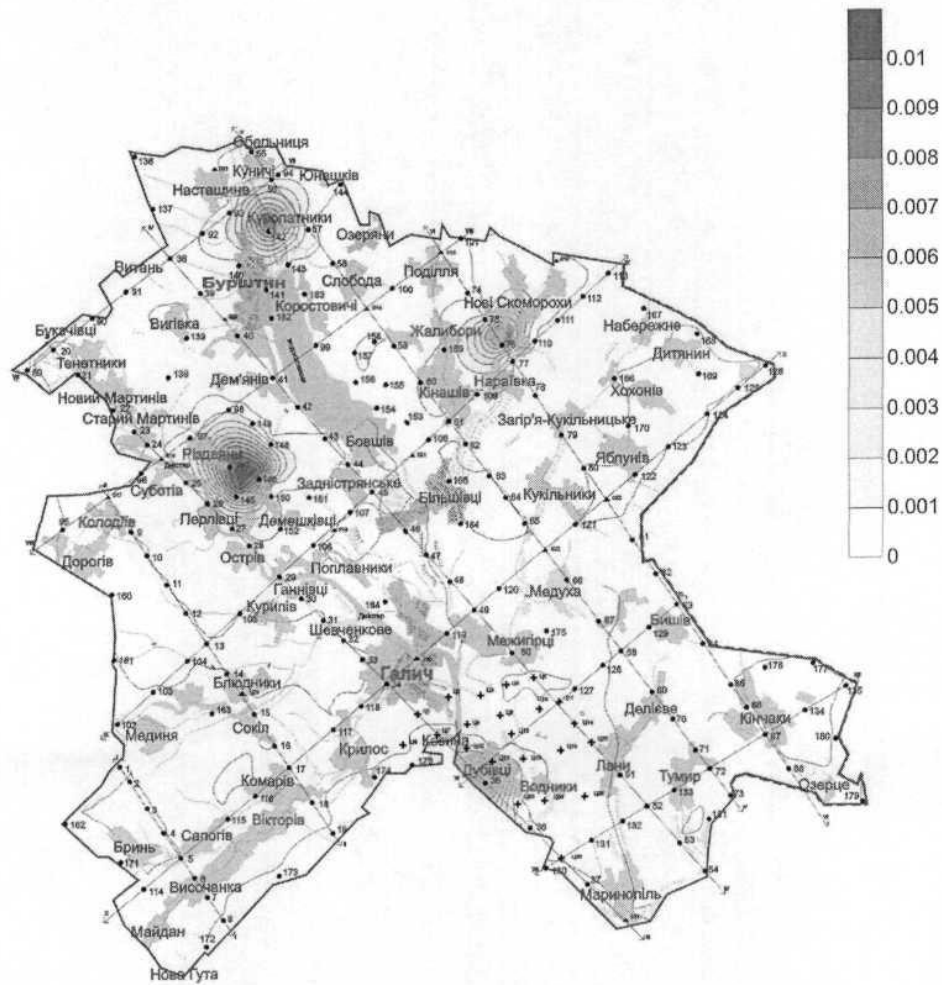
1,5-1,7 м від поверхні землі. Після чого повітря із шприца переводилось у спеціально підготовлені герметично закриті і заповнені насиченим розчином NaCl флакончики. Після цього проби аналізувались на хроматографах.

Атмосферні опади, особливо сніг, концентрують у собі забруднюючі речовини, і за певний період випадання і залягання снігу накопичується певна кількість поліутантів, що можуть характеризувати екологічний стан атмосферного повітря. Тому були відібрані 192 проби снігу впродовж певного часу, які після танення давали необхідну кількість води для аналізів. Снігова вода і твердий залишок аналізувались окремо. Тверда нерозчинена фракція (атмосферний пил) залишалась при фільтруванні на базальному фільтрі і просушувалась, просіювалась і аналізувалась, результати аналізу доповнювали картину екологічного стану атмосферного повітря.

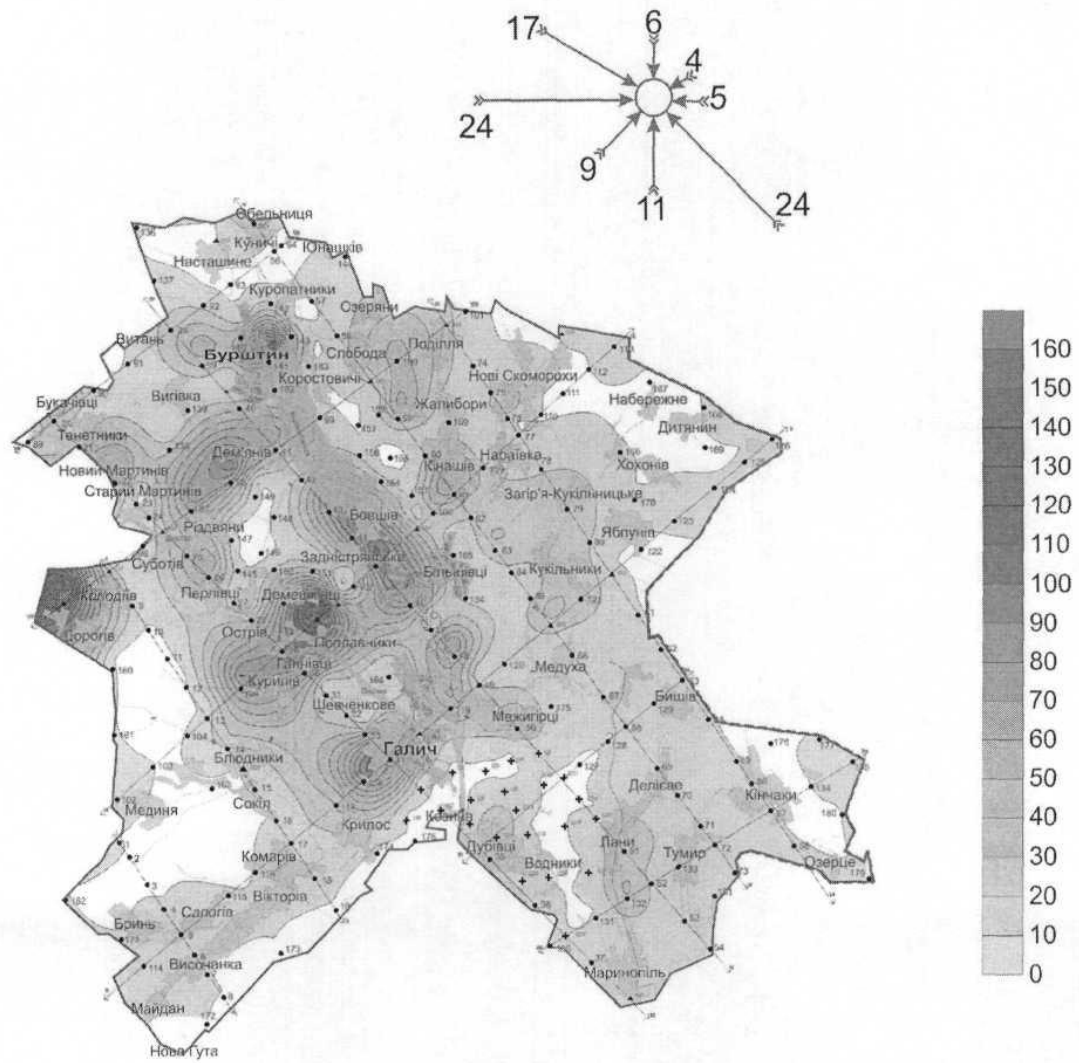
Аналіз зразків ґрунту та сухого залишку проб поверхневих вод здійснювались атомно-адсорбційним та рентгенофлюоросцентним методом. Результати аналітичних досліджень відібраних проб зводились у бази даних, які були оброблені методами комп'ютерних технологій, порівнювались з нормативними, на підставі яких складався комплекс комп'ютерних еколого-техногеохімічних карт як по окремих компонентах довкілля, і окремих елементах забруднювачах так і інтегральної карти, на які й визначились еколого-небезпечні зони різного ступеня. На наступному етапі досліджень здійснювали екологічний моніторинг, згідно з яким безперервно стежили за змінами кожного компонента на певний час спостережень, інформацію про які також заносили в базу даних. Отримані дані на різних етапах спостережень подавали в нейронну мережу, де згідно з розробленими алгоритмами складались прогнози аналітичні та інтегральні карти, на основі яких мережа формує управлінські рішення про вплив на техногенні об'єкти.



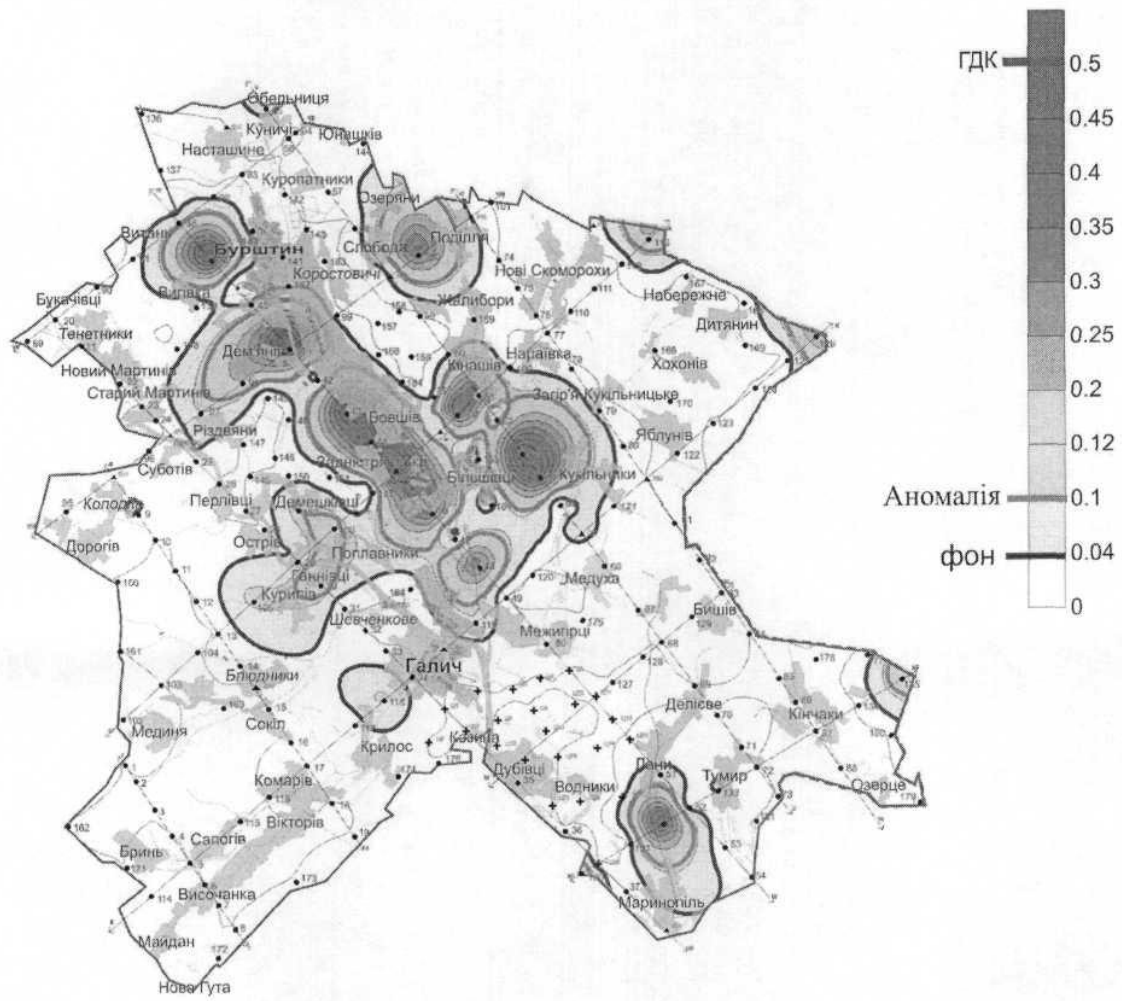
Фіг.1. Сумарні показники забруднення питних ґрунтових вод Галицького району, мг/дм<sup>3</sup>



Фіг. 1.1. Розповсюдження ДДТ у питних водах Галицького району, мг/дм<sup>3</sup>

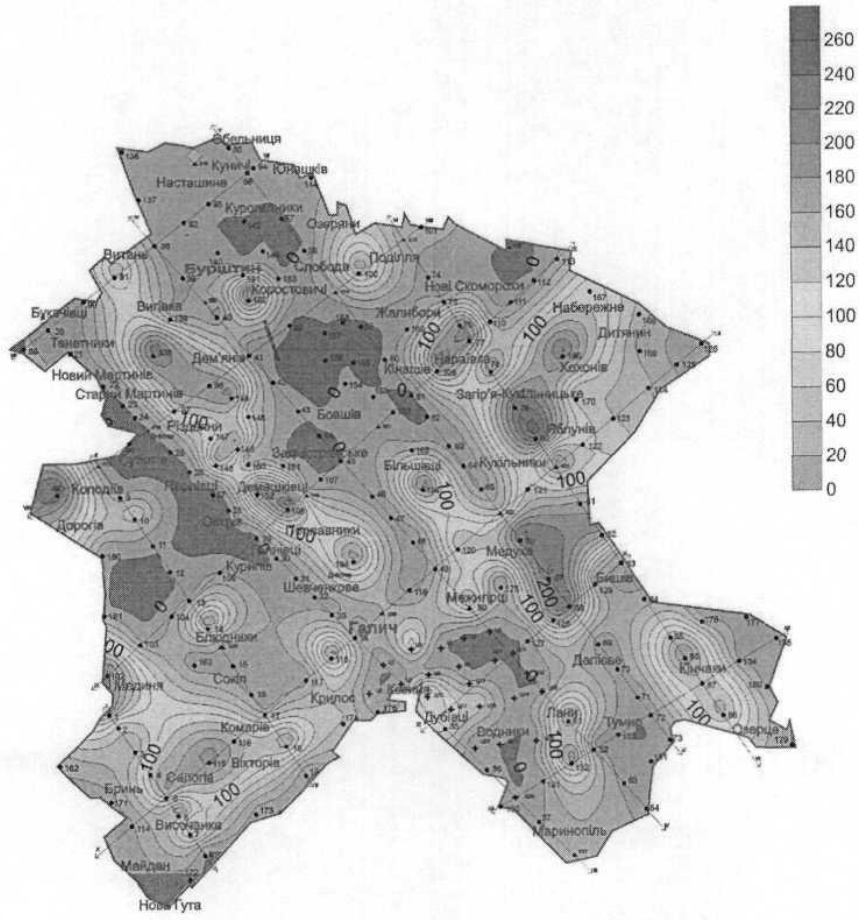


Фіг. 2. Сумарні показники забруднення атмосферного повітря Галицького району, мг/м<sup>3</sup>

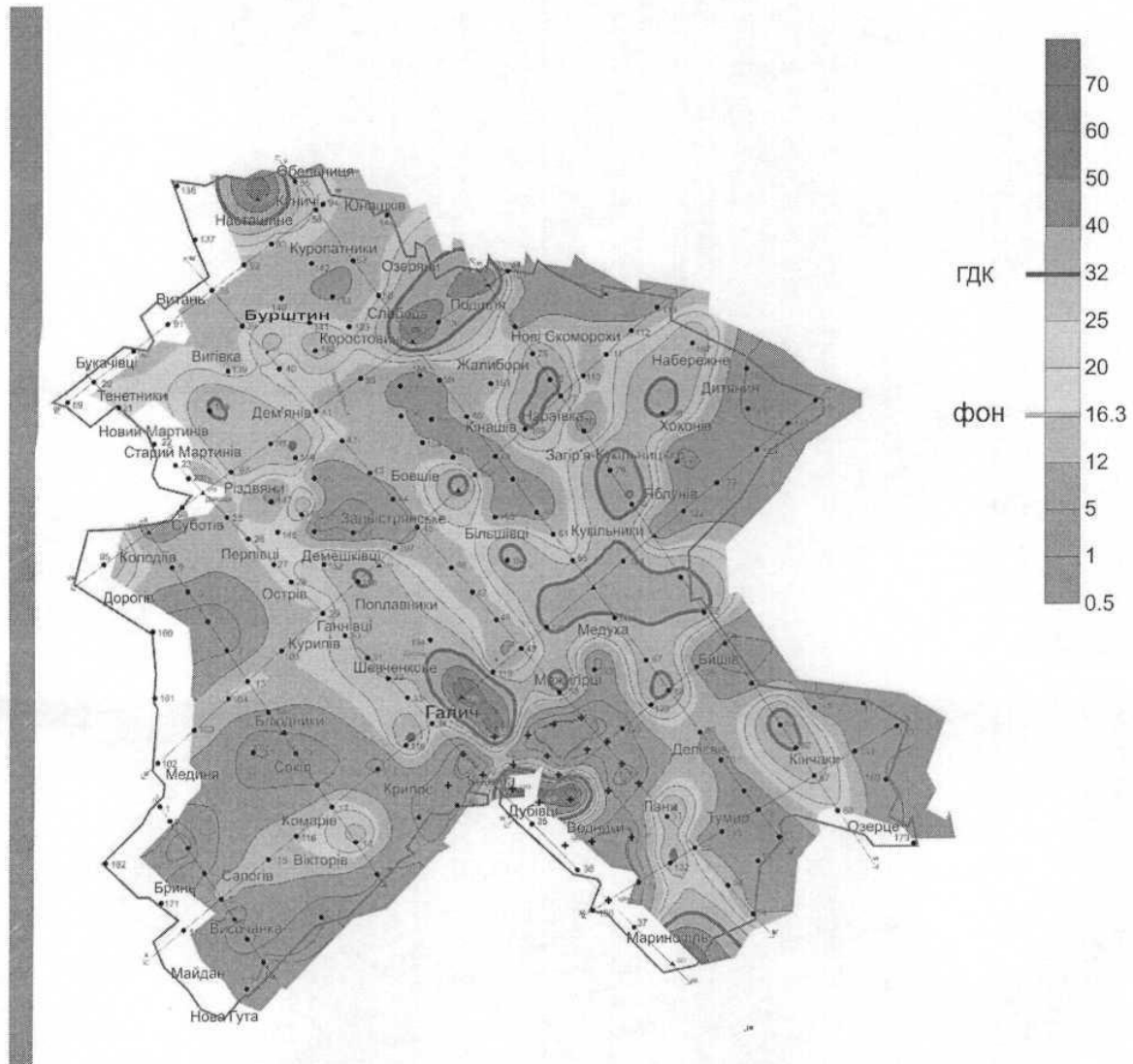


Фіг. 2.1. Вміст SOx в атмосферному повітрі (Галицький район), мг/м<sup>3</sup>





Фіг. 3. Сумарні показники забруднення ґрунтів хімічними елементами, мг/кг



Фіг. 3.1. Забруднення ґрунтів свинцем Галицького району, мг/кг