



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134575** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
G01N 33/00
C12N 15/00
A61P 39/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2018 12443	(72) Винахідник(и): Ключко Олена Михайлівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.12.2018	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, просп. Комарова, 1, м. Київ, 03058 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.05.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.05.2019, Бюл.№ 10	

(54) СПОСІБ ПРОВЕДЕННЯ МОНИТОРИНГУ ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН НА БІОРГАНІЗМИ У КІЛЬКОХ ІНТЕРВАЛАХ ЧАСУ

(57) Реферат:

Спосіб проведення моніторингу екологічної (хімічної) безпеки територій шляхом вивчення впливу хімічних речовин на біоорганізми, причому здійснюють поєднані роботи у кількох часових інтервалах, які відображають відповідно різні групи процесів життєдіяльності організмів на різних рівнях ієрархії, на які впливають ці хімічні речовини:

- на початкових етапах дії хімічних речовин застосовують методи реєстрації змін електричних характеристик мембран клітин біоорганізмів - методи мікроелектродів, patch-clamp, voltage-clamp та ін.;

- на другому етапі застосовують методи прижиттєвого забарвлення внутрішньоклітинного вмісту біоорганізмів барвниками, чутливими до впливу досліджуваних хімічних речовин (флуоресцентними барвниками та ін.);

- на третьому етапі - виконують збір, обробку отриманих даних от біоорганізмів (біологічних організмів-індикаторів), якісного та кількісного складу їх популяцій; отримана інформація надходить безпосередньо у бази даних електронних мережевих інформаційних систем для виконання обчислень, аналізу, зберігання та моделювання.

UA 134575 U

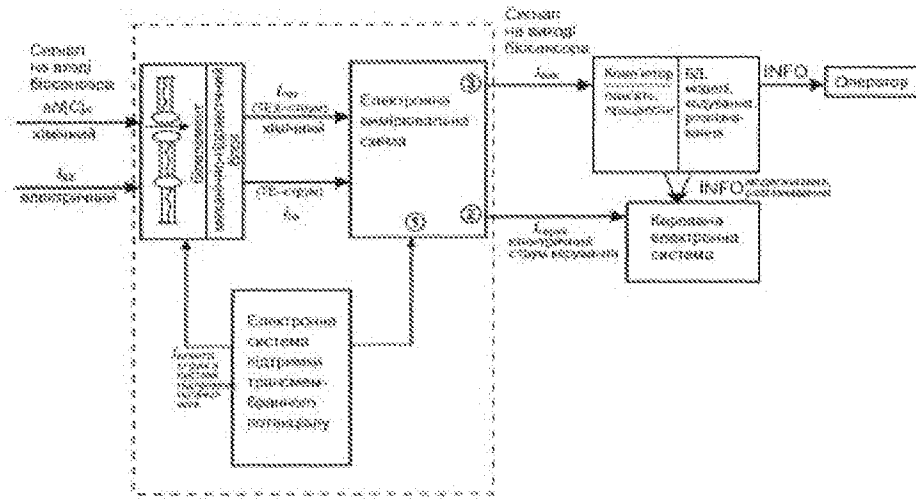


Fig. 5

Запропонована корисна модель належить до галузей екологічної безпеки, екології для розширення їх науково-технічних можливостей для моніторингу, вивчення механізмів дії хімічних речовин на організми-біоіндикатори в широкому діапазоні часу: від моменту початку дії хімічної речовини до віддалених наслідків через кілька років (у т. ч. дії речовин-забруднювачів довіклля); також до біофізики та біотехнології для поглибленого вивчення дії на організм хімічних речовин.

Відомий спосіб організації моніторингу стану довіклля з відбором проб у довікллі та їх аналітичним дослідженням [1]. Описана технічна мережева аналітична система для комплексного аналізу і відбору проб біофізичних аерозолів містить електронний мікроскоп, телевізійний мікроскоп, виконаний на базі біологічного мікроскопа з волоконно-оптичним освітлювачем бокового освітлення великих полів предметної площини для визначення гранулометричного складу і питомої щільності частинок у відібраній пробі. Аналітична система має електронні ваги і багатоканальний пробовідбірник з усмоктувальними каналами. Останні з'єднані з різновидними вловлюючими елементами з підкладками для відбору проб, фільтром, живильними середовищами, термостійкою касетою для підкладок, імпакторами і наконечниками для ізокінетичного відбору. Наконечники мають поворотні перехідники та встановлені на імпакторах. Підкладки для мікробіологічного аналізу виконані з заглибленнями і з плоскими кришками, прозорими для світлового та електронного потоків зонduючого випромінювання. Живильне середовище поміщене у заглибленнях. Підкладки для осадження фізико-хімічних аерозолів виконані у вигляді кришок, аналогічних кришок підкладок для мікробіологічного аналізу. Спосіб дозволяє здійснити комплексний аналіз і відбір проб біофізичних аерозолів. Корисна модель підвищує вивчення природи мінералогічних, фізичних, бактеріальних і вірусних аерозолів, дозволяє вживати заходів з охорони навколишнього середовища.

Недоліками цього способу є наступне. 1. У таку систему моніторингу надходить та вивчається інформація щодо аерозолів, проте багато хімічних речовин в організми може потрапляти іншим шляхом - з рідинами та з твердих зразків, на аналіз яких необхідно звертати особливу увагу. 2. У таку систему моніторингу надходить лише інформація про обмежену кількість речовин, сполук у довікллі, які є шкідливими для організмів. 3. Достатньо обмежений інтервал часу після дії хімічної речовини, протягом якого можна реєструвати зміни та виконувати моніторинг. Внаслідок вищенаведеного у прототипі [1] неможливо відслідковувати зміни концентрацій деяких інших речовин, наприклад, неможливо попередити аварійні ситуації у довікллі при підвищенні концентрацій сполук - похідних фенолів, індолів тощо, проте їх наявність у середовищі може призводити і до летальних наслідків. 4. Моніторинг за прототипом [1] не дає можливості відслідковувати ті оптичні характеристики внутрішнього середовища, що характеризують реакцію організму на хімічні речовини довіклля.

Найближчий аналог до запропонованого технічного рішення є система організації моніторингу [2], згідно з якою, у регіоні моніторингу розміщують стаціонарні і мобільні контрольні пости, оснащені вимірною апаратурою. Реєструють і аналізують різні параметри середовища. Так, реєструють сигнали гідрофізичних полів, проводять хемілюмінесцентний, хроматографічний, іонселективний, спектральний і радіометричний аналізи. Крім того, реєструють сигнали акустичного імпедансу донних шарів, детектують молекулярні спінові взаємодії протонів морської води, виявляють артефакти, обумовлені магнітогідродинамічними, біоелектричними і концентраційними ефектами, визначають вміст синтетичних поверхнево-активних речовин у водному середовищі, концентрацію хлорофілу, мікроорганізмів, фітопланктону, зоопланктону. Отриману інформацію передають на пристрої документування і виконують моделювання. Для реалізації способу запропонована система, до складу якої входить водозабірні лінія з розміщеними на ній численними датчиками гідрофізичних полів, спектрометра протонного спінового відлуння та ін., пристроями для реєстрації кількості хлорофілу, мікроорганізмів, фітопланктону, зоопланктону, центрифугою та ін. Більш того, запропонована система містить пристрої хемілюнесцентного, хроматографічного, іонселективного, спектрального, радіометричного аналізів, спектрометр іонізуючих випромінювань, атомно-абсорбційно спектрофотометр, рентгено-флуоресцентний аналізатор, телевізійні датчики, датчики інфрачервоного випромінювання, датчики теплового випромінювання, гідролокатор бокового огляду, багатопроменевий ехолот та ін., датчики для виявлення метану і сірководню.

Недоліками найближчого аналога [2] є те, що 1 - така система не спеціалізована для виконання функцій моніторингу стану довіклля на великих територіях суходолу (оскільки була розроблена для моніторингу моря та узбережжя); 2 - перелік типів хімічних речовин - забруднювачів довіклля, що можна зареєструвати, є достатньо обмеженим; 3 - система-прототип не відслідковує вплив хімічних речовин на біоорганізми у інтервалах часу одразу після

дії речовини та через кілька (багато) років після цього; 4 - система-прототип занадто переобтяжена обладнанням; 5 - прототип є занадто дорогим, трудомістким та наукоємним для проведення регулярних робіт з аналізу хімічних забруднювачів, а особливо при виконанні експрес-аналізу зразків виїзною лабораторією на забрудненій місцевості; це ставить під сумнів

5

ефективність роботи такої системи як експрес-системи моніторингу. В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб організації системи моніторингу без відповідних недоліків найближчого аналога [1] та [2] для моніторингу й поглибленого широкомасштабного вивчення дії великого переліку типів хімічних речовин на організми-біоіндикатори в широкому діапазоні часу: від моменту початку дії хімічної речовини до

10

віддалених наслідків через кілька років (у т. ч. дії речовин-забруднювачів довкілля). Вирішення полягає у тому, що необхідно застосувати спосіб організації проведення моніторингу та/або вивчення дії хімічних речовин на біоорганізми, який відрізняється тим, що при його організації поєднують роботи у кількох часових інтервалах; ці інтервали відображають відповідно різні групи процесів життєдіяльності організмів на різних рівнях ієрархії, на які можуть

15

впливати ці хімічні речовини; їм відповідають різні групи науково-дослідницьких, технічних методів; на початкових етапах дії хімічних речовин застосовують методи реєстрації змін електричних характеристик мембран клітин - методи мікроелектродів, patch-clamp, voltage-clamp та ін.; на другому етапі - методи прижиттєвого забарвлення внутрішньоклітинного вмісту барвниками, чутливими до впливу досліджуваних хімічних речовин (флуоресцентними барвниками та ін.); на третьому етапі - методи збору, визначення та обліку біологічних організмів-індикаторів (якісного та кількісного складу їх популяцій); отримана інформація надходить безпосередньо у бази даних електронних мережових інформаційних систем для виконання обчислень, аналізу, зберігання, моделювання та інших процедур.

20

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у тому, що запропонований спосіб дозволяє розширення функціональних можливостей на якісно новому рівні. Так, він дозволяє набагато краще, ніж найближчий аналог: 1 - виконувати моніторинг на якісно новому рівні наслідків дії набагато більшої кількості типів різних хімічних речовин та більш ефективно; 2 - вивчати вплив на біомедичні об'єкти найбільш точними на сьогоднішній день біофізичними методами; 3 - виконувати моніторинг наслідків дії хімічних речовин на організми-біоіндикатори у будь-який момент часу: від моменту початку дії хімічної речовини до віддалених наслідків через кілька років; 4 - реєструвати безпосередній вплив хімічних речовин довкілля на внутрішні процеси у клітинах організму завдяки змінам оптичних характеристик їх вмісту; 5 - виконувати моніторинг стану не тільки одноклітинних, але й багатоклітинних організмів; 6 - записувати у мережі у пам'ять комп'ютерів отримані результати як у вигляді оцифрованих електричних, оптичних сигналів (в т. ч. у локальних і мережових базах даних - БД), візуалізовувати їх, виконувати процесінг, аналіз та вивід даних, їх передачу із застосуванням всіх переваг мережових технологій; 7 - реалізувати спосіб набагато дешевшими засобами без втрати якості моніторингу. Для розробленої нами системи моніторингу з широкими часовими інтервалами моніторингу була введена загальна назва "Екологічна інформаційна система" - "EcolC" (аНra."EcolS", рос. "ЭкоИС")

30

35

40

Таким чином, суть запропонованого способу досягнута за рахунок того, що роботи з моніторингу та/або дослідження дії хімічних речовин на біооб'єкт організують відповідно до схеми на фігурі 1 у різних часових інтервалах, на основі БД, з безпосереднім та/або дистанційним доступом системою моніторингу, що містить підсистеми трьох типів. Часові інтервали моніторингу на цих трьох етапах (відповідно, трьома підсистемами) можуть не співпадати. У залежності від поставлених завдань моніторинг можна виконувати протягом одного, другого або третього етапів послідовно, або паралельно; або виключивши один або два етапи з трьох етапів та виконуючи роботи, відповідно, у рамках вибраних одного або двох етапів. Виконання вказаних трьох етапів робіт у складі електронної системи моніторингу "EcolC" наведене на фігурі 2.

45

50

Фіг. 1 Схема організації виконання робіт з моніторингу та дослідження дії хімічних речовин на біооб'єкти. Різні етапи проведення робіт окреслені пунктирними лініями й відповідно позначені на фігурі 1.

P2 - Етап 1. Реєстрація змін електричних характеристик досліджених біооб'єктів у відповідь на безпосередню дію хімічних речовин на мембрани їх клітин. На першому етапі виконують моніторинг у перші миттєвості після дії на організм шкідливих речовин протягом інтервалів часу до кількох хвилин, реєструють перші електричні реакції нейронів організму на дію шкідливих речовин.

55

P3 - Запис змін електричних характеристик досліджених біооб'єктів у відповідь на безпосередню дію хімічних речовин на мембрани їх клітин у цифровому вигляді у БД комп'ютера, обробка цих даних, математичне та програмне моделювання на їх основі.

5 P4 - Етап 2. Оптична реєстрація змін у клітинах біоорганізмів у відповідь на дію хімічних речовин, за допомогою методик внутрішньоклітинних барвників (флуоресцентних (примулін та ін.) тощо). На другому етапі виконують моніторинг у інтервали часу від кількох хвилин до кількох годин після дії на організм шкідливих речовин; таким чином реєструють зміни в біохімічних процесах клітин у відповідь на цей вплив.

10 P5 - Етап 3. Збір, визначення та облік біологічних організмів-індикаторів, як індивідуальних організмів, так і з аналізом якісного та кількісного складу їх популяцій. На третьому етапі виконують моніторинг у інтервалах часу довжиною місяці-роки після дії на організми шкідливих речовин; таким чином реєструють зміни на рівні організмів та їх популяцій у відповідь на цей вплив.

15 Інші позначення - на схемі. Зі схеми видно, що результати на всіх етапах моніторингу та/або дослідження дії хімічних речовин у чисельному вигляді надходять у електронні БД з наступними можливостями їх обробки, пересилки та інших процедур за допомогою переваг сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій.

20 Фіг. 2. Організація всіх етапів виконання робіт з моніторингу забезпечується технічною системою "ЕкоІС" - "Екологічною системою моніторингу". Числові значення інтервалів часу, які відповідають етапам 1, 2, 3, наведені на цій схемі, можуть відрізнитися у залежності від кожного конкретного випадку моніторингу й дослідження. Позначення - на схемі.

Як додаткову інформацію щодо всіх етапів організації з виконання робіт необхідно вказати наступне.

25 1 - У технічну систему моніторингу "ЕкоІС" вводять підсистему P5 для етапу 3 - обліку та дослідження біологічних організмів-біоіндикаторів, обладнану пастками та іншими засобами, в т. ч. для механічного збору таких організмів, оптичними мікроскопами, оптичними скануючими системами, іншим відповідним обладнанням та наборами хімічних речовин для реалізації збору й дослідження біоорганізмів, визначниками видів у електронному та/або паперовому вигляді, відповідними базами даних (БД), системами управління базами даних (СУБД) та іншим програмним забезпеченням, комп'ютерною та мережевою технікою із засобами виходу у локальні та/або глобальні інформаційні мережі (у т. ч. всесвітню мережу Інтернет) (фіг. 3. Підсистема P5. Фрагмент реляційної таблиці з бази даних підсистеми P5 про організми-біоіндикатори, на прикладі Noctuidae (Lepidoptera) - комах-нічниць).

35 2 - У "ЕкоІС" вбудовують підсистему P4 - принаймні одну сенсорну оптичну підсистему для етапу 2 - оптичної реєстрації сигналів від клітин організмів, що містить мікроскоп з відповідним додатковим обладнанням для роботи в діапазонах хвиль оптичному та ближнього ультрафіолету й застосуванням внутрішньоклітинних оптично-активних маркерів, сканери та інші пристрої оптичного детектування. В наших експериментах застосовували ряд речовин-флюорохромів (примулін та інші). Крім того, в наших експериментах дію електричних та хімічних сигналів на вході візуалізували за допомогою змін інтенсивності світлового потоку ("спалаху") від комплексів білкових молекул з флюорохромом (фіг. 4. Приклад зареєстрованої реакції-відповіді при оптичній реєстрації дії хімічних речовин на клітину біооб'єкту. Застосовано маркер-флюорохром примулін. Посилення світіння молекулярних комплексів білок-примулін в нейронах після дії агоністів. Видно флуоресціюючі гранули, що містять комплекси примуліна з білками цитоплазми: а - контроль: слабка флуоресценція при відсутності дії агоністів; б, в - посилена флуоресценція нейронів після 5-40 хв. від початку дії збуджуючих агоністів (б - ГАМК, в - ацетилхолін)).

50 3 - Для реалізації робіт етапу 3 у "ЕкоІС" вбудовують підсистему P2: принаймні одну сенсорну групу з датчиком - біосенсором, або біосенсорною тест-системою (БТС) з біологічним фрагментом (БФ) Біосенсор БТС з БФ містить частини: механіко-гідролічну з біологічним фрагментом БФ, електричну та комп'ютерну, за допомогою чого можлива реєстрація електричних імпульсів, що характеризують дію різних хімічних речовин (фіг. 5). При реєстрації таких нових отриманих даних, їх можна записувати у пам'ять комп'ютерів (в т. ч. у локальні та мережеві БД, підсистема P3). (фіг. 5. Блок-схема технічної біосенсорної тест-системи (БТС) у загальному вигляді. На вхід цієї системи інформація надходить у вигляді електричних або хімічних сигналів, на виході системи після перетворень інформацію реєструють у вигляді електричних сигналів. Принаймні одну таку БТС вбудовують у застосовану, розроблену нами систему моніторингу).

60 4 - Перед початком роботи БТС зразки БФ (у т. ч. молекули його поверхні) проходять попередню обробку за спеціально розробленими процедурами, включаючи обробку

ферментами (комплексами протеаз) із *A. oryzae* (*Aspergillus oryzae*) та/або ін. речовинами у розчинах зі спеціально підібраним сольовим складом, у рідких середовищах, що контактують із газовими середовищами відповідного складу, температурними та часовими режимами обробки - все це виключає загибель БФ та зберігає у робочому стані молекули біосенсорів БФ, через які

5

проходять електричні струми. Чутливий шар БФ (наприклад мембрана, інше) містить біологічний матеріал: ферменти, тканини, бактерії, антигени, антитіла, ліпосоми, органели, рецептори, інше.

5 - Речовини, що наносять на зразок БФ і які діють на біологічні рецептори, отримують за допомогою різноманітних хімічних та біохімічних методик, що значно розширює перелік хімічних речовин, які можна досліджувати й аналізувати у БТС. У тому числі стає можливим вивчати дію таких небезпечних органічних речовин-забруднювачів довкілля, як деякі похідні фенолів та індолів.

10

6 - Досліджуючи зразки біооб'єктів у підсистемі з датчиком - біосенсором БТС з БФ, БФ переносять до цієї підсистеми, яка складається з кількох основних блоків: механіко-гідролічного, електричного та комп'ютерного (фіг. 5.).

15

7 - Спочатку БФ вміщують у механіко-гідролічний блок БТС. БФ можна замінювати у залежності від їх типу та типу хімічних речовин, що аналізують, а також БФ виконують роль первинної ланки в біосенсорі, де вони можуть виконувати також функції біодетектора та біоаналізатора діючих речовин.

20

8 - У БФ виникає імпульс електричного струму, оскільки БФ містить рецептори хімічних речовин (антагоністів, модуляторів, ін.). Ці речовини подають безпосередньо на БФ, його молекули активуються відповідним рецепторним агоністом і в результаті цієї активації виникає імпульс електричного струму з фізичними характеристиками, які підлягають точному вимірюванню та реєстрації у електричному блоці БТС (ця реакція може вимірюватись з високою точністю).

25

9 - Активація біосенсора з БФ, що призводить до виникнення електричних імпульсів внаслідок аплікації агоніста на БФ, відбувається протягом короткого періоду часу за методом "фіксації концентрації" (concentration clamp). Періоди аплікації речовин на БФ розділяються іншими періодами, коли агоніст не подається до біосенсора.

30

10 - У електричному блоці БТС вимірюють також зміну відповіді БФ (імпульсу електричного струму), спричинену деактивацією біосенсора, активованого агоністом рецептора або модулятором, при цьому перевага надається способам вимірювання мікроелектродами з використанням методів патч-кламп (patch-clamp) з фіксацією потенціалу (voltage-clamp). Додатково у біосенсорі реалізований метод "фіксації концентрації" для вимірювання швидких змін електричних струмів у відповідь на вплив хімічних речовин, у т. ч. шкідливих та токсичних забруднювачів довкілля.

35

На фігурі 6 наведені записи електричних сигналів, зареєстровані "ЕкоІС" під час експериментів при дії на БТС з БФ хімічним антагоністом - блокатором глутаматних рецепторів мембран JSTX-3 як експериментальне підтвердження розробленого способу. Наведені електричні сигнали були отримані в при реєстрації трансмембранних електричних струмів із застосуванням методу фіксації потенціалу на мембрані (БФ); як об'єкти - мембрани нейронів гіпокампу щура (подібні експерименти ми проводили також на численних об'єктах інших типів: мотонейронах, нейронах головного мозку щура, інших різноманітних живих об'єктах протягом багаторічних досліджень). Фіг. 6. Електричні сигнали на виході біосенсорної підсистеми. Блокування КК-активованих електричних трансмембранних струмів токсином JSTX-3 при значенні підтримуваного потенціалу -30 мВ. Записи зроблені послідовно на одному нейроні. Концентрація агоніста електричних струмів - каїнової кислоти (КК) становила 1 ммоль/л. Концентрація токсичної речовини JSTX-3 становила 10^{-4} моль/л).

40

45

11 - У комп'ютерному блоці БТС відбувається запис електричних сигналів від біосенсорів БФ, їх процесінг та довготривале зберігання у пам'яті локального комп'ютера.

50

12 - Той факт, що у мережеву технічну систему із локальними та мережевими БД вбудовані підсистеми для оптичної реєстрації та БТС з БФ, створює можливість запису у пам'ять мережевих комп'ютерів отримані результати, візуалізувати їх, виконувати процесінг, аналіз та вивід даних. Наявність БТС у складі мережевої, WEB-базованої системи моніторингу створює можливість передачі, розповсюдження даних із використанням усіх можливостей та переваг мережевих технологій.

55

Таким чином, досягнуто значні переваги заявленого способу у порівнянні з найближчим аналогом за рахунок того, що при його організації поєднані роботи у кількох часових інтервалах відповідно до представленої схеми; ці інтервали відображають відповідно різні групи процесів життєдіяльності організмів на різних рівнях ієрархії, на які можуть впливати ці хімічні речовини;

60

їм відповідають різні групи науково-дослідницьких, технічних методів реєстрації впливу хімічних речовин. Широкомасштабне екологічне сканування стало можливим за рахунок функціональних можливостей введених підсистем: 1 - для збору, дослідження та обліку організмів-біоіндикаторів, 2 - з використанням методик оптично-активних маркерів та 3 - спеціально розроблену БТС зі змінним БФ для реєстрації електричних хемокерованих (хемоактивованих) трансмембранних струмів. Завдяки цьому були розширені межі реєстрації змін в організмах при дії на них хімічних речовин, межі моніторингу цих змін у часі. Стає можливим дослідження речовин з трьох фаз докільця - з твердої, рідкої, газоподібної. Стало можливим одночасно реєструвати зміни при дії хімічних речовин на біоорганізми як у їх клітинах, так і на поверхневих мембранах з наступною реєстрацією впливу хімічних речовин на популяції біоорганізмів. Реалізація заявленого способу не потребує залучення таких значних коштів, як найближчий аналог.

Джерела інформації:

1. Патент RU 2145706. Аналітична система комплексного аналізу та відбору проб біофізичних аерозолів / Автори: Немцов В.И.; Немцов А.В. Дата подачі заявки 11.12.1997, дата публікації 20.02.2000 <http://ru-patent.info/21/45-49/2145706.html>.

2. Patent RU 2443001 C1. Method for the region's ecological state data collection and an automated system of ecological monitoring and emergency monitoring of the regional environment / Inventors: Alekseev S.P., Kursin S.B., Yatsenko S.B. et al. Priority date: 2010-08-05. Filed: 2010-08-05. Issued: 2012-02-20.

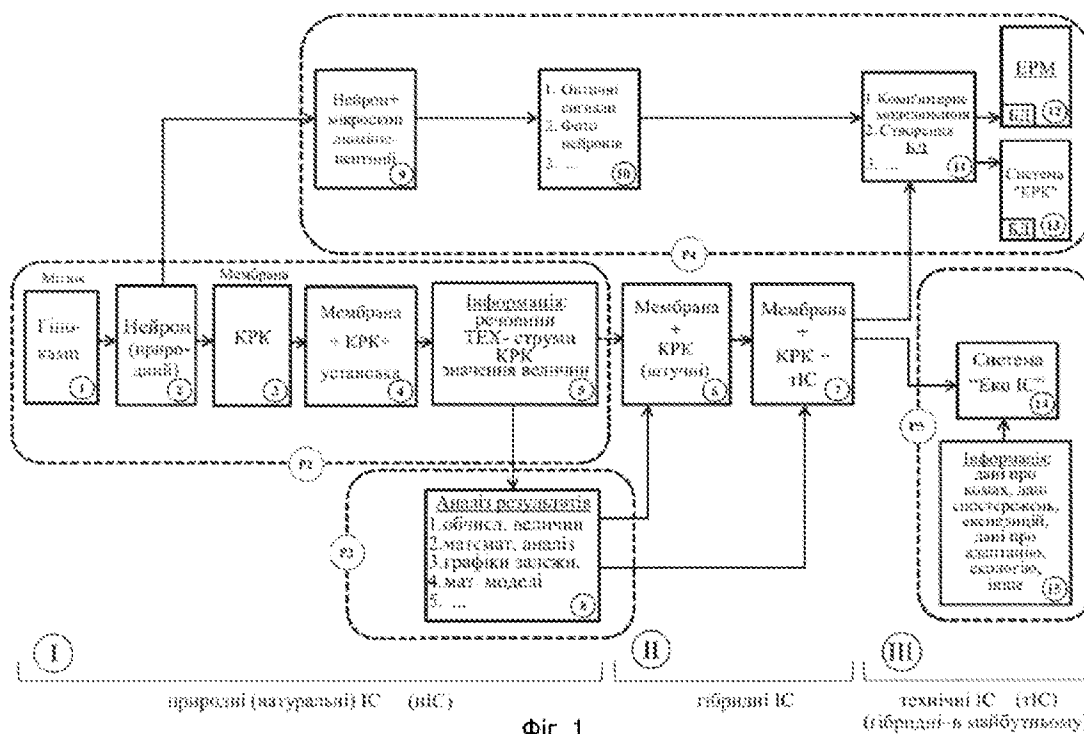
<https://patents.google.com/patent/RU2443001C1/en?q=patent&q=ecology&q=qualitative&q=quantitative+analysis&page=3>.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

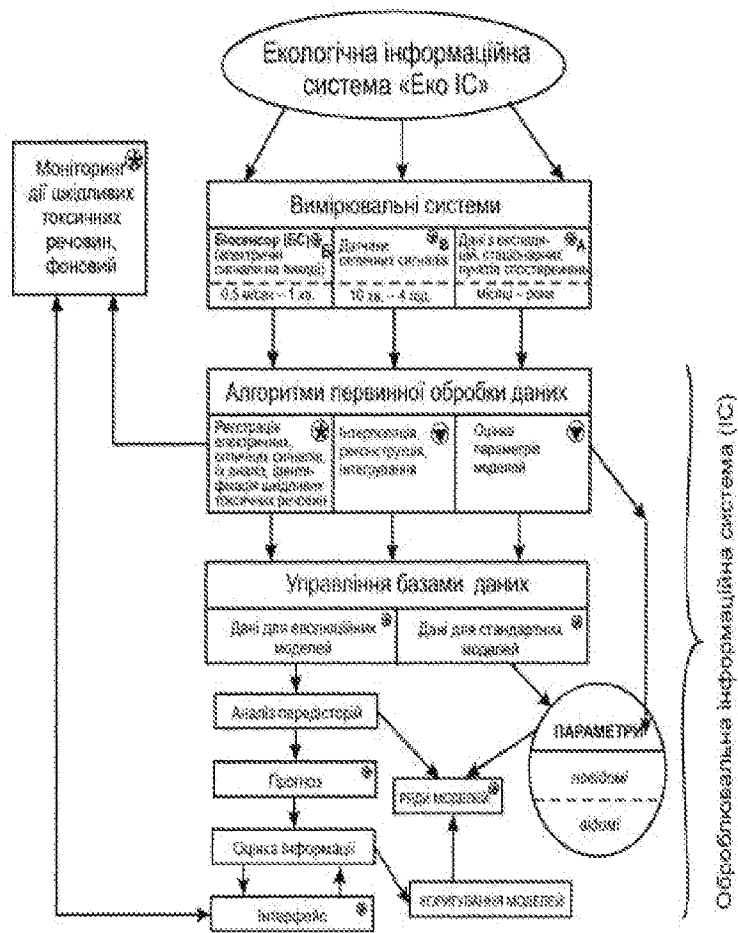
Спосіб проведення моніторингу екологічної (хімічної) безпеки територій шляхом вивчення впливу хімічних речовин на біоорганізми, який **відрізняється** тим, що здійснюють поєднані роботи у кількох часових інтервалах, які відображають відповідно різні групи процесів життєдіяльності організмів на різних рівнях ієрархії, на які впливають ці хімічні речовини:

- на початкових етапах дії хімічних речовин застосовують методи реєстрації змін електричних характеристик мембран клітин біоорганізмів - методи мікроелектродів, patch-clamp, voltage-clamp та ін.;
- на другому етапі застосовують методи прижиттєвого забарвлення внутрішньоклітинного вмісту біоорганізмів барвниками, чутливими до впливу досліджуваних хімічних речовин (флуоресцентними барвниками та ін.);
- на третьому етапі - виконують збір, обробку отриманих даних от біоорганізмів (біологічних організмів-індикаторів), якісного та кількісного складу їх популяцій; отримана інформація надходить безпосередньо у бази даних електронних мережевих інформаційних систем для виконання обчислень, аналізу, зберігання та моделювання.

Логічна схема роботи



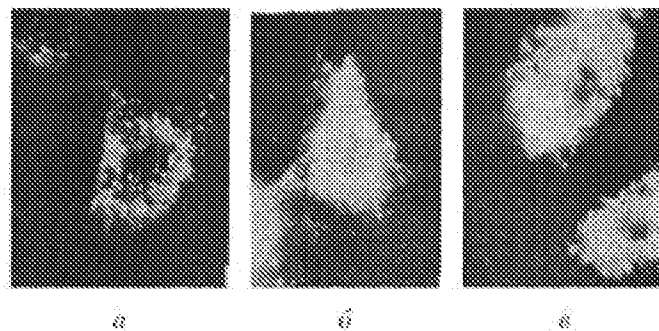
Фіг. 1



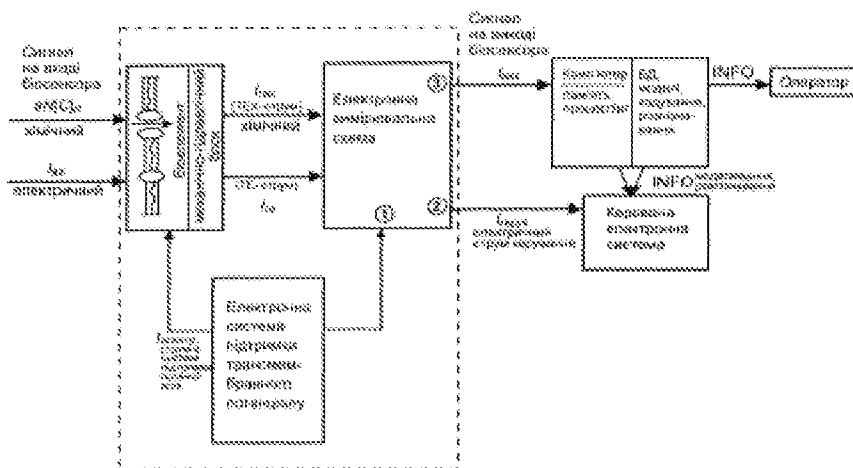
Фіг. 2

Назва виду:	Кількість біоорганізмів, зареєстрованих у різні роки			
	1965	1996-2002	2006	2007
<i>Eublemmis purpurina</i> Den. & Schiff.	31		21	8
<i>Phytometra viridaria</i> Cl.	30	1	2	2
<i>Lygephila basaria</i> L.		3		3
<i>L. lubrica</i> L.	33	8	3	4
<i>L. cracca</i> F.	34		3	
<i>Drasteria caucasica</i> Kol.	28		2	1
<i>Euclidia triquetra</i> Den. & Schiff.	464	1	6	1
<i>Catoecata hymenaea</i> Den. & Schiff.		1	56	26
<i>Abrastola tripartita</i> Hafn.	12	2	4	2
<i>A. asclepiadis</i> Den. & Schiff.	2		26	3
<i>Trichophusia ni</i> Hbn.	2		2	13

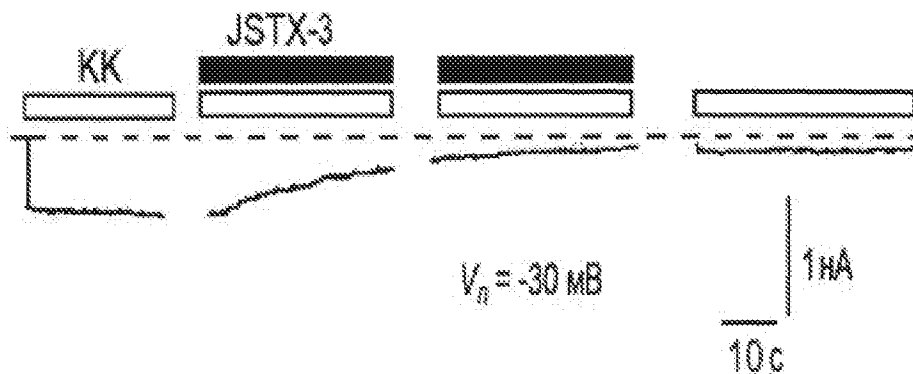
Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6