

О.О. Кривошеїн

МОДЕЛЮВАННЯ КИСЛОТНОЇ ВІДМОВИ ГЕОСИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІЧНОЇ МОДЕЛІ У ВИГЛЯДІ «ДЕРЕВА ВІДМОВ»

Обґрунтовано способи побудови та вперше розроблено комплексну («багатогілкову») графічну модель кислотної відмови геосистеми, що дає змогу описати механізм виникнення відмови, виділити ступінь порушення стійкості геосистеми, а також визначити шляхи її покращення, змінюючи структуру формування кислотної відмови.

Ключові слова: кислотні опади, кислотна відмова, геосистема, «дерево відмов»

Вступ

Спочатку в загальних рисах розглянемо поняття про модель і моделювання.

Існує декілька визначень терміна «модель», який загалом походить від латинського *modulus* – «міра», «зразок». Найпростішим змістовним визначенням є її визначення як *об'єкта-замінника, що в чомусь є подібним до оригіналу*. Оригінал при цьому виступає як об'єкт досліджень, причому під останнім будемо розуміти певний досліджуваний процес (в даному випадку кислотна відмова геосистеми) [1].

Модель у широкому розумінні визначена як умовний образ об'єкта досліджень, сконструйований таким чином, щоб віддзеркалити риси цього об'єкта, істотні для поставленої мети досліджень [2]. У такому разі ступінь відображення об'єкта досліджень, або ступінь адекватності моделі об'єкту досліджень ніколи не може бути повною і визначається залежно від мети і способів моделювання. Отже, необхідним атрибутом виконання моделлю функцій замінника є визначені дослідником ті, що його цікавлять, відношення подібності між елементами оригінала і моделі.

Процес моделювання в цій статті будемо розглядати як дослідження структури, динаміки та стану кислотної відмови геосистеми за допомогою моделей. Процес моделювання буде направлено на проблему кислотної

відмови геосистеми (рН – поштовх), що пов'язана з понаднормовим вмістом кислотних речовин (завдяки кислотним опадам) у компонентах геосистеми і призводить до порушення її основних функцій. Тому слід зупинитися на такому явищі як кислотні опади (або «кислотні дощі»).

Широко відомий нині термін «кислотні дощі» з'явився в 1872 р. Його ввів у практику англійський інженер Роберт Сміт, що опублікував книгу «Повітря і дощ: початки хімічної кліматології».

За словами канадського міністра навколишнього середовища Джона Робертса, «кислотний дощ – одна з найбільш важких форм забруднення довкілля, яку тільки можна собі уявити. Небезпечна хвороба біосфери».

Максимальний негативний ефект кислотні дощі і газові викиди наносять повітряному середовищу, а через нього – флорі та фауні. Також великий рівень забруднень і водного середовища. Разом з тим є ще багато проблем, обумовлених кислотними дощами, – викидами в атмосферу двооксиду сірки (SO_2), оксидів азоту (N), летючих органічних сполук, які перетворюються на кислоти, що потрапляють з опадами на земну поверхню, внаслідок чого знижується врожайність сільськогосподарських культур, гинуть ліси, руйнуються конструкційні матеріали, виникає смог. Негативно впливають кислотні дощі і на здоров'я людей [3].

Основні положення методу «дерева відмов». Моделювання кислотної відмови

Кислотна відмова – це процес порушення функцій та стану природно-територіальних комплексів внаслідок дії на них кислотних опадів.

Утворення кислотних опадів – це процес складний, початок якого залежить від наявності кислототворних речовин у повітрі під час випаровування [3]. Виходячи з цього, на рис. 1 запропоновано модель у вигляді графа «дерева відмов», що попередньо змальовує процес формування кислотних опадів. «Дерево» має три «гілки», «корінням» яких є надходження опадів з високим значенням рН. Цікавим фактом на цьому «дереві» є те, що найнижчі елементи даної структури можуть мати протилежно різні якісні характеристики. Тобто, випаровування може супроводжуватися як великою кількістю кислотних речовин, що призводить до безпосереднього формування кислотних опадів, так і мінімальним вмістом рН речовин.

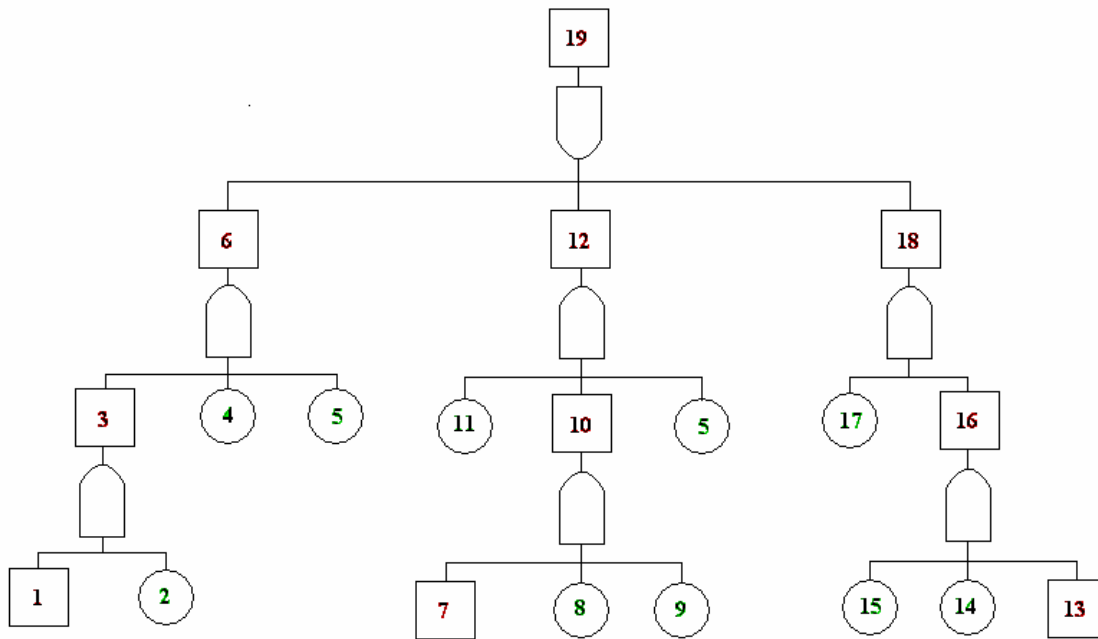


Рис. 1. «Дерево» формування кислотних опадів:

- 1) випаровування з великою кількістю кислототворних речовин;
- 2) часткового розсіювання немає;
- 3) формування хмари з великим значенням рН;
- 4) перемішування повітряних мас із нормальним вмістом рН;
- 5) вміст рН залишається понаднормовим;
- 6) вода опадів з великим значенням рН;
- 7) випаровування з дуже великою кількістю кислотних речовин через надмірність промислових одиниць;
- 8) часткове розсіювання;
- 9) кількість N, S залишається великою;
- 10) утворення хмари з великим значенням рН;
- 11) перемішування повітряних мас, що містять лужні речовини;
- 12) вода опадів з підвищеним значенням рН;
- 13) випаровування з нормальним значенням рН;
- 14) немає великої кількості N, S;
- 15) часткове розсіювання N-вмісних та S-вмісних речовин;
- 16) формування дощової хмари з нормальним значенням рН;
- 17) перемішування повітряних мас, що містять багато кислототворних речовин;
- 18) вода опадів з надмірним значенням рН;
- 19) надходження кислотних опадів.

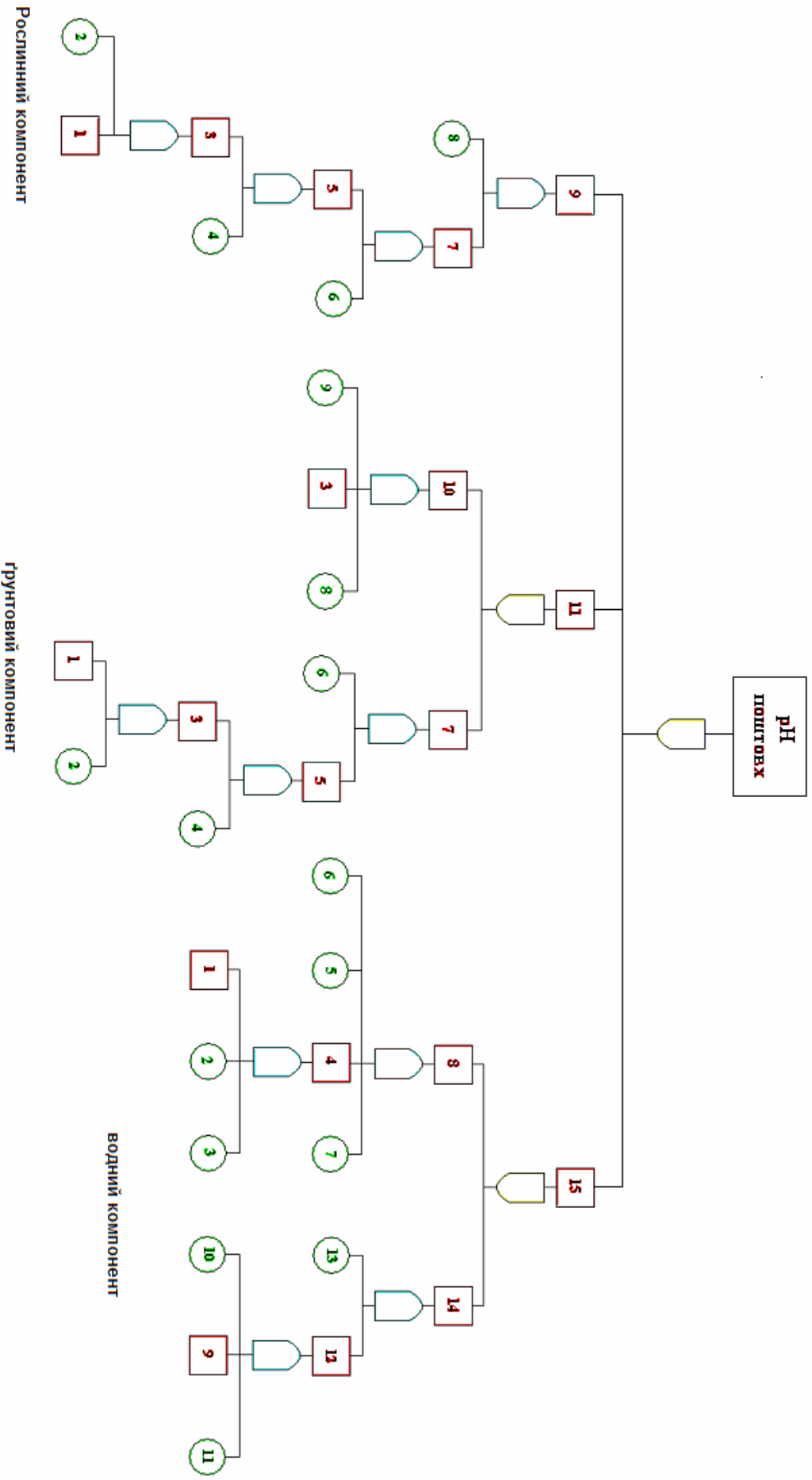


Рис. 2. «Дерево» кислотної відмови геосистеми (рН – поштовх)

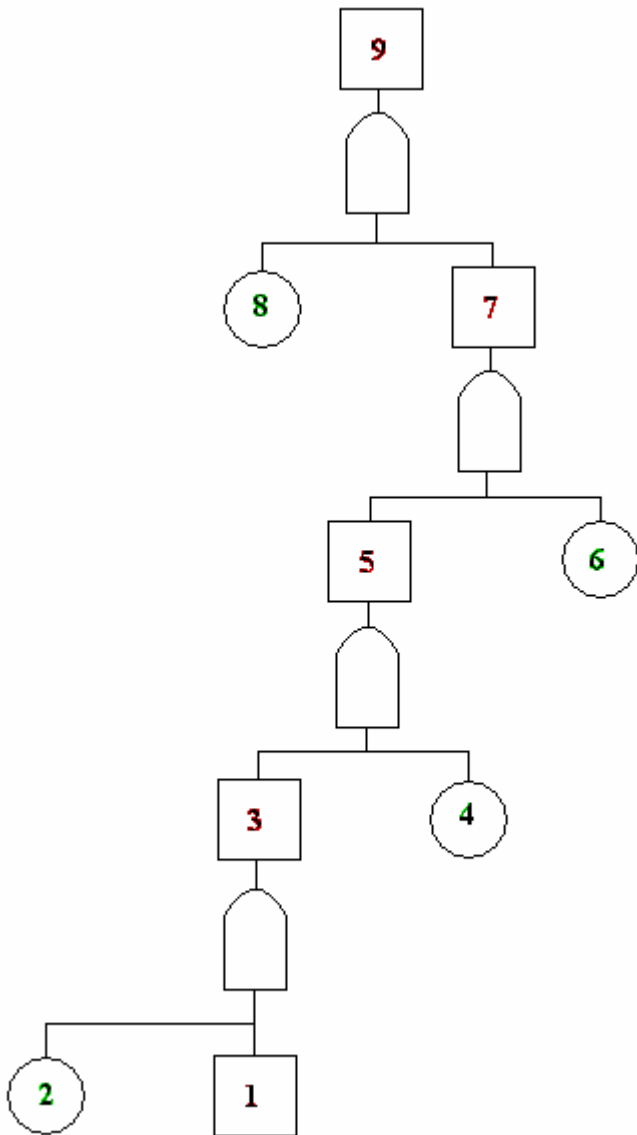


Рис. 3. Відмова через рослинний компонент:

- 1) надходження кислотних опадів;
- 2) наявність деревної рослинності в геосистемі;
- 3) затримання кронами дерев;
- 4) частковий дренаж;
- 5) ураження листя дерев;
- 6) недостатність резервування фотосинтезуючої дії через надмірність структурних елементів (дерев);
- 7) погіршення фотосинтезуючої дії;
- 8) здатність до реабілітації через самовідновлення маленька;
- 9) кислотна відмова (рН – поштовх).

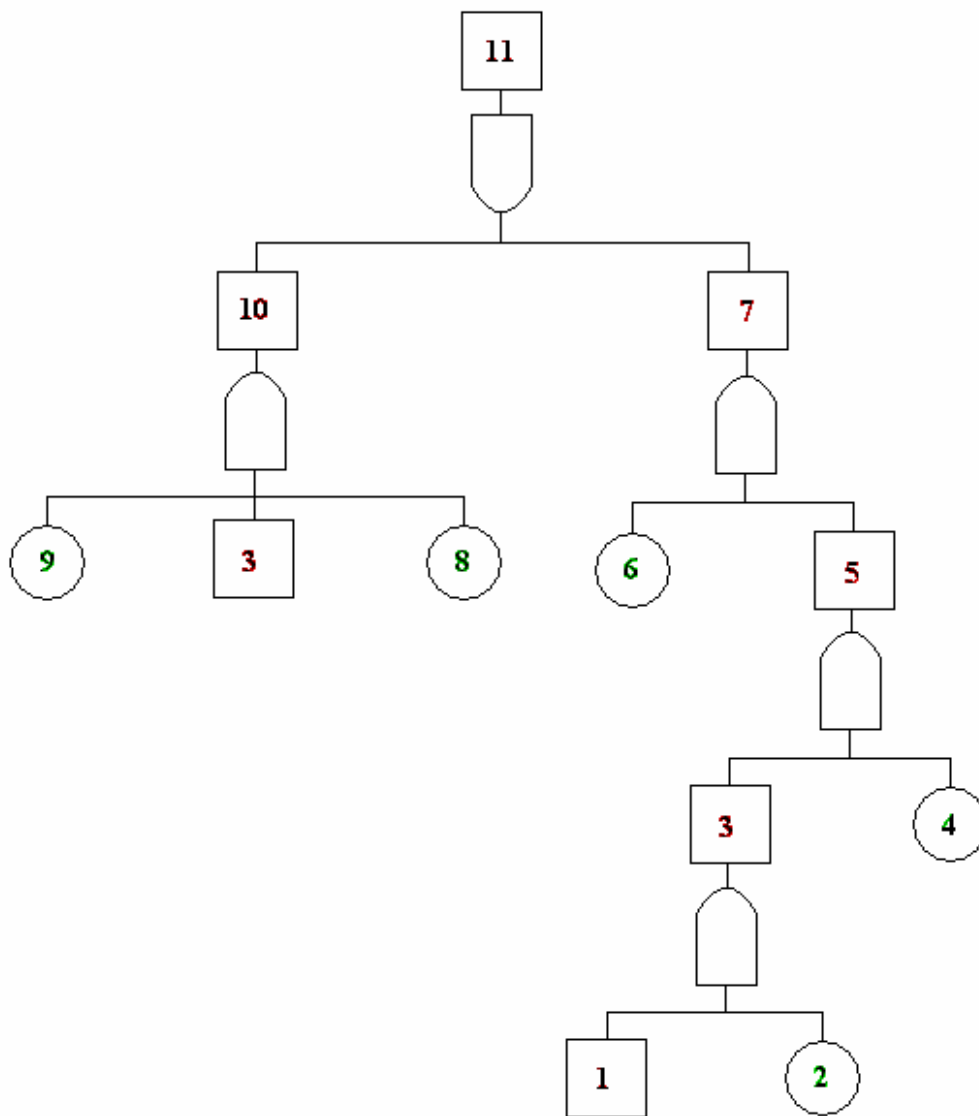


Рис. 4. Відмова через ґрунтовий компонент:

- 1) надходження кислотних опадів;
- 2) невелике затримання опадів верхнім ярусом геосистеми;
- 3) значне просочування в товщу ґрунту;
- 4) наявність у ґрунті важких металів;
- 5) мобільність токсичних металів;
- 6) поглинання важких металів рослинами;
- 7) загибель ґрунтово-рослинного покриву;
- 8) значна рухливість металів у товщі ґрунту;
- 9) велика кількість алюмінію;
- 10) ураження ґрунтових мікроорганізмів;
- 11) кислотна відмова (рН – поштовх).

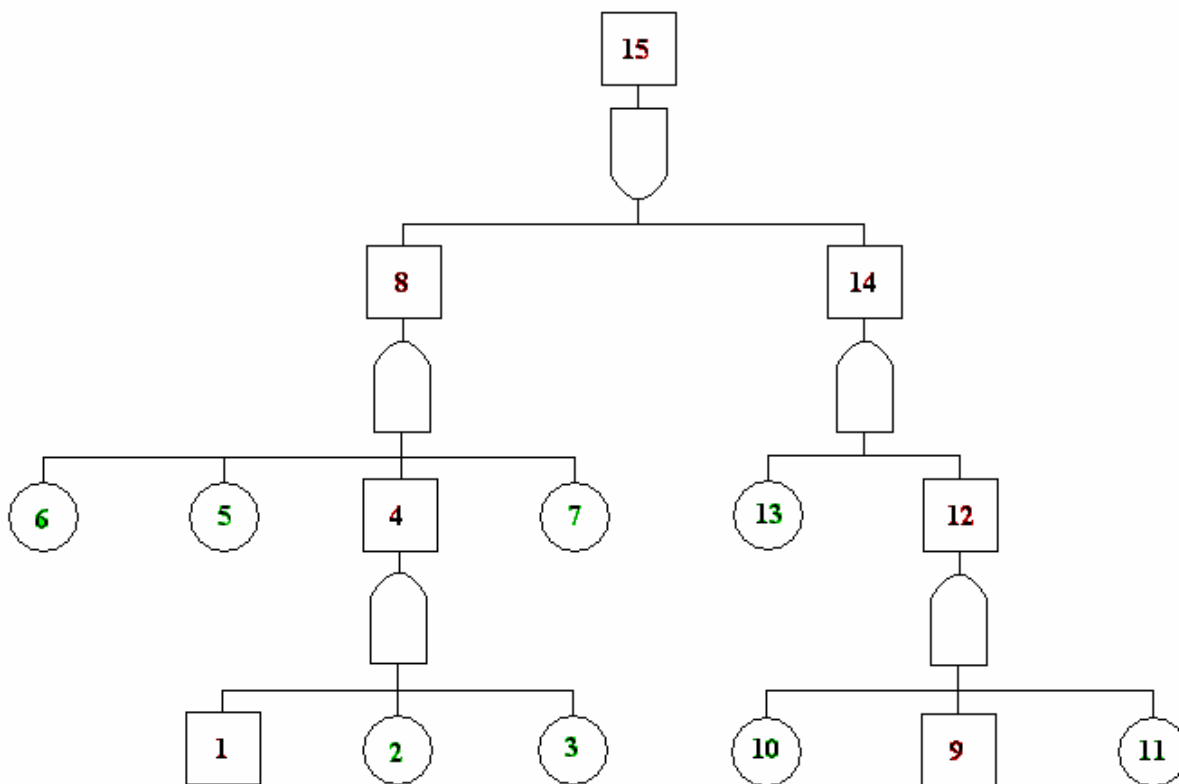






Рис. 5. Відмова через водний компонент:

- 1) надходження кислотних опадів;
- 2) наявність водного об'єкту;
- 3) безпосередня взаємодія;
- 4) велика кількість сульфатів та нітратів у водній товщі;
- 5) надходження чистих вод поверхневого стоку;
- 6) нездатність вод поверхневого стоку нейтралізувати кислотні речовини;
- 7) втрата здатності до реабілітації;
- 8) закислення водного об'єкту (безопосередковано);
- 9) надходження нормальних опадів на територію водного басейну;
- 10) велика кількість кислотних речовин, що змивається з ґрунту;
- 11) слабка здатність ґрунту до нейтралізації;
- 12) потрапляння кислотних речовин у водний об'єкт з водами поверхневого стоку;
- 13) здатність водного середовища до нейтралізації втрачена;
- 14) закислення водного об'єкту через поверхневий стік (опосередковано).

Ці речовини надалі зазнають опосередкованого впливу дифузивних процесів з повітряними масами, склад яких має кислотний характер, більш віддалених районів. У результаті всі вершини гілок мають майже однакове значення рН води і кожна з них може послугувати утворенню кислотної седиментації (ймовірність вирішальної ролі для кожної в даному випадку 30 %).

«Корінь» цього «дерева» є найнижчим елементом для наступних моделей, верхні щаблі яких уже формують кислотну відмову геосистеми в цілому (або рН – поштовх). Кислотна відмова геосистеми може трапитися як через відмову якогось з її компонентів окремо (в даному випадку через воду, ґрунт та рослинність), так і через їх суму (рис. 2). Все залежить від двох основних факторів: рівня забруднюваності геосистеми та її стійкості.

На рис. 2 зображено відмову геосистеми через три її основні компоненти, які з'єднані через оператор «або» . Це означає, що реалізація хоча б однієї події призведе до кислотної відмови всієї геосистеми. Оператором «І»  з'єднані всі події, процеси та умови ( – процеси, події;  – умови;), що необхідні для настання кислотної відмови. Саме завдяки «виключенням» цих операторів можна визначити оптимальні шляхи посилення стійкості геосистеми [2].

На рис. 3, 4, 5 зображено структури «гілок» «дерева» кислотної відмови, що ведуть до настання даної події. Розглядаючи кожен з них, можна визначити оптимальний засіб регулювання стійкості, впливаючи на оператори «І», які визначають найбільш імовірні події в графі. Хочу зазначити, що дана відмова може настати за умов настання багатьох елементарних подій та їх співвідношень, але, на мою думку, найсуттєвішими з них є ті, що викладені в цій роботі.

Ці три «гілки» формують загальну схему графа «дерева» кислотної відмови геосистеми (або рН – поштовх), що зображено на рис. 2.

Висновки

Побудова графічної моделі формування кислотної відмови у вигляді «дерева відмов» дозволяє в уніфікованій формі подати та описати механізм виникнення відмови, виявити та кількісно оцінити ступінь суттєвості елементів цієї структури щодо їх ролі в забезпеченні або порушенні стійкості геосистеми.

Ця модель також допомагає визначити оптимальні шляхи

підвищення стійкості геосистеми через зміну структури формування кислотної відмови (рН – поштовх).

У перспективі графічна модель кислотної відмови геосистеми буде використовуватися під час геоінформаційного аналізу стану ґрунтів та застосуванні його результатів для моделювання продуктивності агроландшафтів.

* *

1. Самойленко В.М. Математичне моделювання в геоекології: Навчальний посібник. – К.: Київ. ун-т, 2003. – 199 с.
2. Швобс Г.И. Теоретические основы эрозиоведения. – К., О.: Вища школа, 1981. – 224 с.
3. Хорват Ласло. Кислотный дождь: Научное издание. – Москва, 1990. – 81 с.

*Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут, Київ*

Кривошеин А.О.

Моделирование кислотного отказа геосистемы при помощи графической модели в виде «дерева отказов»

Обоснованы способы построения и впервые разработана комплексная («многоветочная») графическая модель кислотного отказа геосистемы, что позволяет описать механизм возникновения отказа, выделить степень нарушения устойчивости геосистемы, а также определить пути ее улучшения, изменяя структуру формирования кислотного отказа.

Ключевые слова: кислотные осадки, кислотный отказ, геосистема, «дерево отказов».

Kryvoshein O.O.

Modeling acid refusal of geosystem using graphical models «tree of refusal»

The methods of construction and complex («multiramose») graphical model of refusal acid of geosystem are developed. They describe the mechanism of refusal, select the level of stability of geosystem and define ways of improving by changing the structure of acid refusal.

Keywords: acid precipitation, acid refusal, geosystem, «tree of refusal».