

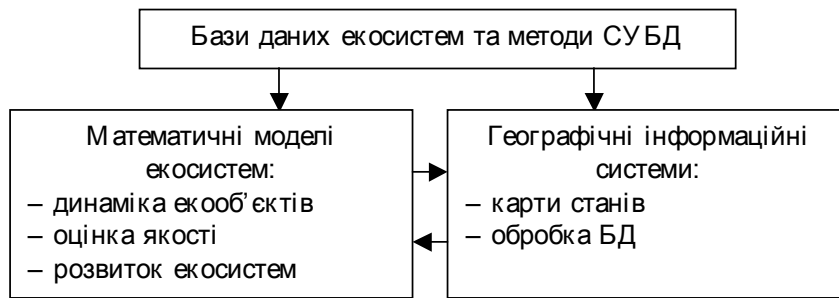
**В.В. Войтенко, к.т.н., доц.**  
*Житомирський інженерно-технологічний інститут*  
**Ю.В. Загородній, к.т.н., докторант**  
*Київський університет ім. Т.Шевченка*

**ГІМС-ТЕХНОЛОГІЇ – НОВИЙ ЕТАП ЕКОЛОГІЧНОГО ΜΟΝΙΤΟΡΙΝΓУ**

*Розглядаються перспективи сучасної екоінформатики, ідея створення географічної інформаційної моніторингової системи (ГІМС), а також приклад інтерактивного екологічного моделювання із застосуванням мережі Інтернет.*

На сьогоднішній день проблеми дослідження і охорони навколишнього середовища стають життєво важливими не лише для окремих держав, але й для людства в цілому. При накопиченні великої кількості інформації з різним ступенем повноти про стан об’єктів середовища, перше місце в розв’язанні екологічних задач посідають глобальні інформаційні системи.

Зусилля деяких вчених на сучасному етапі призвели до появи нового наукового напрямку у цій галузі – розробки технології побудови географічної інформаційної моніторингової системи (ГІМС) [2, 11]. Така технологія базується на синтезі методів управління базами даних [4], ГІС-технологій і математичного моделювання. Головна мета таких досліджень полягає у побудові автоматичної системи менеджменту, оцінювання та передбачення станів об’єктів навколишнього середовища.



*Рис. 1. Принципова схема ГІМС-системи*

Ідея створення ГІМС-систем базується на розвитку чотирьох методик, які добре відомі на сьогоднішній день. Нижче наводиться їх скорочений огляд.

**1. Ідентифікація та оцінка станів об’єктів навколишнього середовища [3, 5, 6, 8]**

До цього класу задач відносяться:

- задачі отримання та первинної обробки даних дистанційних радіометричних та фізичних вимірювань;
- задачі спектральної, просторово-частотної та міжкадрової обробки зображень (що, наприклад, отримані через супутникові системи);
- задачі реєстрації екологічного стану довкілля за допомогою різноманітних датчиків тощо.

Розв’язування таких задач допомагає отримувати якісну та адекватну інформацію про стан навколишнього природного середовища, на базі якої можна робити експертні висновки про доцільність тих чи інших заходів екологічного, економічного або соціального спрямування.

**2. Дослідження та імітація процесів розвитку об’єктів навколишнього середовища за допомогою математичного моделювання [1, 5, 6, 9]**

У створенні гнучкої експертної комп’ютерної системи моніторингу довкілля, далеко не останню роль відіграють її “знання”, які можна “викласти” через адекватні математичні моделі розвитку та поведінки об’єктів дослідження.

В ГИМС-технологиях доречными є такі класи математичних моделей:

– моделі оцінки динаміки стану об'єктів середовища при впливі на них біотичних та абіотичних факторів (наприклад, розповсюдження та поглинання забруднюючих речовин, перетворення хімічних домішок в атмосфері тощо);

– моделі росту природних об'єктів при вивченні дії різноманітних факторів навколишнього середовища;

– моделі оцінки екологічного ризику в різних середовищах [1];

Моделі розвитку та динаміки об'єктів природного середовища дають ГИМС-системам необхідні “знання” для отримання адекватних експертних результатів та висновків.

### 3. Експертна оцінка стану навколишнього природного середовища і його вплив на біосферу Землі. Пошук соціально-економічних заходів для покращення ситуації [4, 7]

Такий клас задач базується на вже отриманій і математично обробленій інформації про реальний стан навколишнього середовища та про набір можливих його станів на перспективу при дотриманні тих чи інших можливостей впливу на довкілля. При цьому експертне передбачення наслідків різних заходів впливу на динаміку розвитку біосфери дає можливість розробити цілий комплекс експертних порад з покращення екологічної ситуації як в окремо розглянутому регіоні, так і на глобальному рівні в межах планети.

### 4. Підтримка інтерактивного моделювання в Інтернет за допомогою засобів ГИМС-технологій [9, 10]

Такий клас задач є необхідністю сьогодення. Контрольований та експертно-оброблений обмін екологічною інформацією віддалених учасників дослідження надає широкі можливості для залучення дослідників різних організацій, регіонів та у перспективі країн у єдину ГИМС-систему, що спроможна пропонувати адекватні і реальні експертні висновки та давати конкретні пропозиції, базуючись на результатах досліджень у різних галузях екологічного моніторингу.

Як наочний приклад такої підтримки розглянемо вірусний вплив, що є частиною біологічної підсистеми у складі комп'ютерної екологічної інформаційної системи KEIC [9]. Сучасні екологічні дослідження свідчать, що зміна екологічних умов біосфери приводить до швидкої зміни властивостей вірусів. Віруси – дуже мобільні системи, тому проблема екологічної нестійкості середовища сильно залежить від різкої зміни властивостей патогенних вірусів. З цього випливає, що необхідно спрямувати увагу на можливості спалахи вірусних хвороб в екологічно нестійких зонах, оскільки відомо, що ознаки будь-якого організму залежать як від генотипу, так і від зовнішніх умов існування.

Розглянемо проведені дослідження впливу факторів навколишнього середовища на розвиток рослин хмелю та вірусу скручування листя. Як фактор впливу розглянемо міру ураження рослин за чотирма градаціями (контроль, слабкий вплив, середній та сильний вплив) та тип ґрунтів за двома градаціями. Ґрунти представлені чорноземом та темно-підзолистим типом за двома районами Полісся. Показниками розвитку рослин виступали врожайність ( $u$ ), кількість гірких речовин у відсотках до сухої маси ( $g$ ), кількість альфа-кислоти ( $a$ ) і розмір лукулинових зерен ( $z$ ). Для кожного показника отримані залежності від показників навколишнього середовища.

В результаті, на врожайність та розмір лукулинових зерен істотно впливає лише міра врожайності рослин. Для опису такої залежності було отримано такі формули:

$$u(v) = 16 - 11,5v;$$

$$z(v) = 0,33 - 0,235v,$$

де  $v$  – кількісна міра ураження рослин:

$$v = \begin{cases} 0 - \text{контроль}; \\ 0,33 - \text{слабке}; \\ 0,66 - \text{середне}; \\ 1,0 - \text{сильне}, \end{cases}$$

$u(v)$  – врожайність рослин хмелю (ц/га);

$z(v)$  – середній розмір лукулинових зерен.

На кількість гірких речовин істотно впливає не тільки рівень вірусного ураження рослин, але й тип ґрунту, що відображається такими залежностями:

1) для темно-сірих ґрунтів:  $g(v) = 16,78 - 6,11v$  ;

2) для чорноземних ґрунтів:  $g(v) = 16,03 - 3,37v$  .

З формул випливає, що вплив вірусної інфекції на кількість гірких речовин майже в два рази більший для темно-сірих ґрунтів, ніж для чорноземів. Для концентрації альфа-кислоти знайдено наступні залежності:

- 1) для темно-сірих ґрунтів:  $\frac{a(v)}{g(v)} = 0,31 - 0,19v$ ;
- 2) для чорноземів:  $\frac{a(v)}{g(v)} = 0,41 - 0,22v$ ,

де  $a(v)$  – кількість альфа-кислоти у відсотках до сухої маси.

Досліджувати показники розвитку рослин при впливі різних факторів навколишнього середовища зручно за допомогою інтерактивного моделювання в Інтернеті. Загалом проведені сценарії моделювання підтверджують залежності, що попередньо отримані аналітичним шляхом.

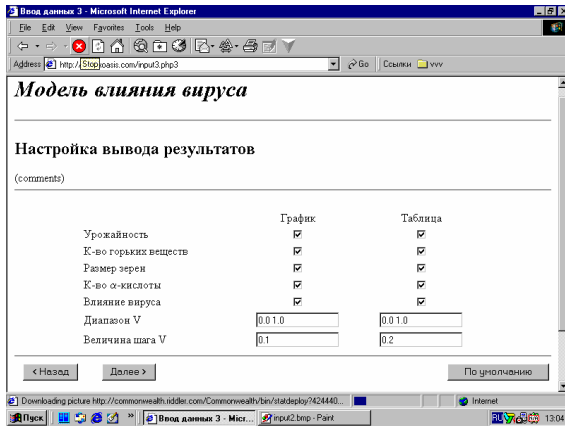


Рис. 2. Приклад введення даних моделі

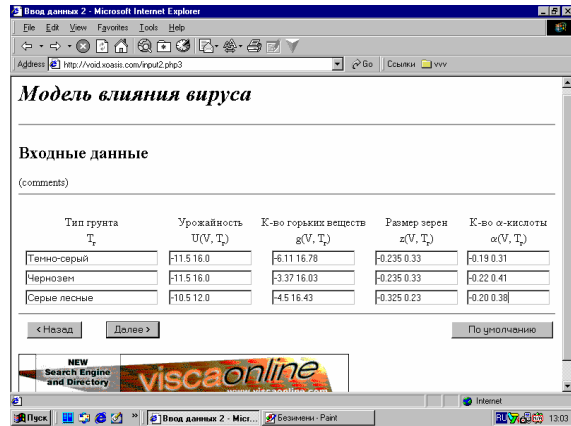


Рис. 3. Настройка параметрів моделі

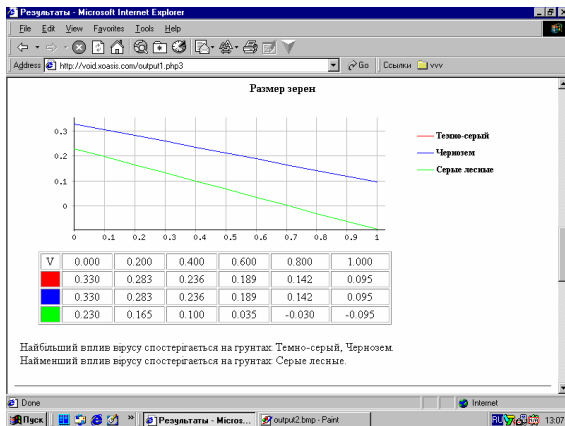


Рис. 4. Отримання результатів

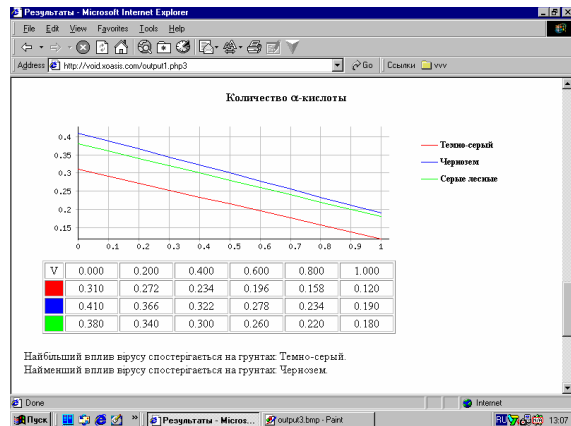


Рис. 5. Приклад порівняння результатів

В процесі дослідження є можливість обирати кількість проведених вимірювань, керувати списком та значеннями окремих параметрів, що входять до моделі, та, як результат, отримувати вихідні дані з можливістю їх візуального порівняння (рис. 2–5). Поширення у природних умовах епітофій вірусів залежить від багатьох факторів навколишнього середовища, проте, на сьогоднішній день вчені ще не мають повного уявлення про механізми впливу умов біогеоценозів на процес вірусної репродукції. Слід зважити й на те, що в окремих екологічних умовах фітовіруси можуть завдавати істотної шкоди сільськогосподарському виробництву. Тому використання вірусів як індикаторів навколишнього середовища, є одним із пріоритетних напрямків у складі КЕІС. Це є особливо важливим при розв'язуванні теоретичних і практичних задач як в області вірусології, так і в області загальної екології.

Сторінки моделювання в мережі Інтернет розміщені в локальній мережі за адресою: <http://www.ziet.zhitomir.ua:8118/>, а також документована частина та дзеркало за адресою: <http://void.xoaxis.com>.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Амбросимов А.К. Модель оценки экологического риска в морской среде // Проблемы экоиформатики / Материалы IV международного симпозиума. – М., 2000. – С. 39–43.

2. *Кративин В.Ф., Буй Та Лонг, Нгуен Минь Нам.* Применение ГИМС-технологии для экологического контроля зоны эстуария // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 11–15.
3. *Кративин В.Ф.* Методики восстановления двумерных изображений по отрывочной информации // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 19–23.
4. *Литовчинко Д.Ц., Ческидова А.С.* Методика создания баз данных по природным и техногенным катастрофам на основе наземных и спутниковых наблюдений с использованием ГИС-технологий // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 103–107.
5. *Мильшин А.А., Гранков А.Г., Паршина Л.А.* Экспериментальные значения радиоярких температур земных покровов в L- и R-диапазоне // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 90–94.
6. *Аржененко Н.И., Линник В.Н., Титова И.Л.* Модель преобразования полей случайных текстур в поля рельефа и яркости облачности // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 117–121.
7. *Геворгян С.А., Григорян В.С.* Влияние экологического состояния земельных ресурсов на биосферу и социально-экономический комплекс ее улучшения // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 59–64.
8. *Мкртчян Ф.А., Ничипур А.Е.* Результаты обработки спутниковых измерений для районов Арктики // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 146–152.
9. *Войтенко В.В., Загородний Ю.В.* Компьютерная экологическая информационная система и поддержка интерактивного моделирования в Интернет // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 160–164.
10. *Costica Nitu.* Intelligent Techniques for Soil Monitoring System by Internet // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 24–28.
11. *Krapivin V.F., Graur A., Nitu C.* Modelling technology in global ecoinformatics // International Conference D&AS. – Suceava, 1998.
12. *Nguyen Minh Nam, Le Thi Quynh Ha, Nguyen Vinh Nam, Bui Ta Long.* A Computer System for Supporting Analysis Negative Influence of The Contamination Discharge in the Sea Shore Zone // Проблемы экоинформатики / Материалы IV международного симпозиума. – Москва, 2000. – С. 35–38.

ВОЙТЕНКО Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри програмного забезпечення обчислювальної техніки Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- об'єктно-орієнтоване проектування та програмування;
- застосування об'єктно-орієнтованої методології до розробки складних екологічних моделей;
- математичне моделювання в екології.

ЗАГОРОДНІЙ Юрій Віталійович – кандидат технічних наук, докторант факультету кібернетики Київського університету ім. Тараса Шевченка.

Наукові інтереси:

- комп'ютерне моделювання природних і економічних систем;
- задачі оптимального керування екологічними і технічними процесами;
- системологія.

Подано 11.09.2000