

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЕКОСИСТЕМ МЕТОДАМИ ВІРТУАЛЬНОЇ СИМУЛЯЦІЇ

Р.В. Чернишов, студент магістратури  
Науковий керівник – к.т.н., професор Б.А. Шелудченко  
*Кафедра моніторингу навколишнього середовища  
та збалансованого природокористування*

Будь-яку умовно виділену за допомогою уявної граничної поверхні частину матеріального світу, яка являє собою комплекс так чи інакше пов'язаних між собою об'єктів Гольдштейн називає системою. Її властивості, які проявляються в процесі взаємодії з іншими, які утворюють навколишнє середовище, безпосередньо пов'язані з властивостями її більш елементарних складових і відповідно залежать від складу системи.

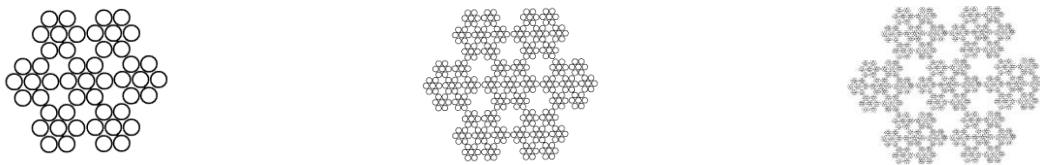
Властивості елементів утворюючих систему в свою чергу проявляються в особливостях взаємодії між собою цих елементів. Таким чином кожна система визначається складом, будовою і зв'язками. Будова і зв'язки системи взаємозалежні і утворюють діалектичну єдність.

Слід зазначити, що будь-яка система завжди є частиною, елементом іншої системи, більш високого порядку (структурного рівня) і навпаки - кожен елемент системи даного порядку підчиняється закономірностям різного характеру.

В деяких випадках один і той самий елемент може одночасно входити в декілька систем, однак одна з них є для нього головною – визначальною. Разом з тим на тій, чи іншій стадії розвитку можуть співіснувати різні структури одного і того ж рівня, що складаються із одних і тих же елементів більш низького структурного рівня. Структури не є нерухомими. Вони розвиваються, видозмінюються, розпадаються, утворюючи нові.

Дослідження предметів зазвичай починають із вивчення їх зовнішніх стосунків і взаємодій, тобто їх зв'язків з іншими елементами тої системи в яку вони входять і лише потім переходять до досліджень складу, будови і взаємодії між внутрішніми елементами самого предмету.

Однією з головних проблем дослідження динаміки екологічних систем є відсутність моделей у вигляді фізичного симулятора, який дозволив би на підставі досліджень властивостей цього симулятора визначити окремі властивості екосистеми. Застосовувані віртуальні моделі екологічних процесів є штучно сконструйованими лінеаризованими структурами, які передбачають їх дослідження методами математичного аналізу з отриманням віртуального лінеаризованого результату. Саме тому аби прослідкувати за цими закономірностями розроблена модель матеріально реалізована у вигляді структури складеної із металевих кілець, зібраних відповідно до рис.1 і основана на припущенні Кеплера про найбільш щільне розташування куль у просторі.



*Рис. 1. Модель-симулятор структури екосистеми  
(наведено другу, третю і четверту ітерацію фрактальної побудови)*

Зв'язки структурних елементів виконані за допомогою каліброваних метизів, затяжка яких буде контролюватись динамометричним ключем, що забезпечує їх рівномірність. Таким чином структур реальної екосистеми пов'язаний із структуром моделі в кожному з розглядуваних горизонтів таким співвідношенням:

$$S_{\text{системи}} = k \times S_{\text{моделі}};$$

де,  $k$ - коефіцієнт подібності, який визначає лінійний силовий масштаб сил зчеплення, масштаби моделювання.

Розроблена модель дозволяє зрозуміти не лише характер екологічного процесу, але і певні кількісні закономірності цього процесу. У зв'язку із хімізацією сільського господарства, подальшою індустріалізацією народного господарства, розвитком нових видів зброї, та інших факторів негативного впливу на навколишнє середовище, антропогенний тиск, від якого сьогодні страждає уся планета, проявляється через виснаження природних ресурсів і деградацію екосистем. Саме тому дослідження реологічних властивостей динаміки сталості структур екосистем є актуальними.

#### *Література :*

1. Шелудченко Б.А. Агромеханіка ґрунтів. – Житомир: Полісся, 1992. – 249с.
2. Шелудченко Б.А. Методологія досліджень екосистем. – Кам'янець-Подільський: Видавництво ПДАТУ, 2008. – 110 с.
3. Гольштейн М.Н. Механические свойства ґрунтов. – Москва: Стройиздат, 1971. – 366с.
4. Семевский Ф.Н. Математическое моделирование экологических процессов. – Ленинград, 1982. – 280 с.