

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
Львівський національний університет імені Івана Франка

Факультет прикладної математики та інформатики  
Кафедра обчислювальної математики

**ПРОГРАМА КУРСУ**

**ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ**

Напрямок : інформатика  
Факультет : прикладної математики та інформатики  
Форма навчання : денна

Виписка з навчального плану

Семестр	Кількість кредитів	Загальний обсяг (год.)	Всього аудит. (год.)	у тому числі (год.):			Самос. роб. (год)	Контрольні (модульні) роботи (шт.)	Курсові роботи (проекти) (шт.)	Залік	Іспит
				Лекції	Лабор	Практичні					
8	2	72	24	24		48			+		

1. АНОТАЦІЯ

Даний курс знайомить студентів із  
(i) основами класифікації екологічних систем та екологічним законодавством;  
(ii) прикладами математичних моделей та дослідженням специфіки задач забруднення довкілля шкідливими домішками та шумами і вібраціями;  
(iii) способами дослідження стійкості та чутливості екологічних систем;  
(iv) аспектами програмної побудови комп'ютерних систем моніторингу та прийняття рішень в проблемах охорони довкілля.

## 2. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Концептуальні та математичні моделі в екології

**Тема 1.1.** *Біосфера.* Вчення Вернадського про біосферу. Кругообіг речовини та енергії в доквіллі. Активне середовище та динамічні системи. Задачі теплопровідності та дифузії-адвекції-реакції. Планетарний кругообіг тепла та вологи: модель Ліонса-Темама-Вонга (1999).

**Тема 1.2.** *Біогеоценоз.* Базиси МСЕ для просторів апроксимацій Структура напівдискретної задачі. Алгоритми обчислення коефіцієнтів результуючої задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

**Тема 1.3.** *Біоценоз* напівдискретної задачі. Кусково лінійні апроксимації її розв'язку. Процедура Петрова-Гальоркіна і параметри схеми.

**Тема 1.4.** *Екологічне законодавство України і світової спільноти.*

### 2. Проблеми хімічного забруднення довкілля

**Тема 2.1.** *Мігрування субстанції в нестисливому середовищі.* Кругообіг речовини та енергії в доквіллі. Складові механізми мігрування: конвекція, дифузія, біохімічний розпад. Потік субстанції. Джерела домішок.

**Тема 2.2.** *Фундаментальні рівняння хімічного забруднення довкілля.* Рівняння мігрування субстанції в термінах концентрації та концентрації і потоку домішки.

**Тема 2.3.** *Критерії подібності процесів мігрування.* Система вимірів. Характерні швидкості проходження процесів. Критерії подібності Пекле, Фур'є та Струхалія. Перехід до безрозмірних змінних. сингулярне збурення задач мігрування субстанції, примежеві та внутрішні шари.

**Тема 2.3.** *Варіаційна задача мігрування субстанції в термінах концентрації.* Варіаційне рівняння і простір допустимих функцій. Властивості білінійних форм механізмів дифузії, конвекції та біохімічного розпаду. Закони збереження маси та енергії.

**Тема 2.4.** *Схема Петрова-Гальоркіна* для задач мігрування та обчислювальні аспекти її програмної реалізації.

### 3. Підтримка прийняття рішень та керування процесами мігрування

**Тема 3.1.** *Основні завдання охорони території:* санітарні зони та санітарні норми, функціонали антропогенного забруднення та їх роль в задачах підтримки прийняття управлінських рішень.

**Тема 3.2.** *Оптимальне розміщення додаткових джерел домішок в регіоні із охоронними зонами:* розв'язок задачі – множина точок регіону, неможливість безпосереднього перебору допустимих розв'язків.

**Тема 3.3.** *Спряжені крайові задачі та альтернативне формулювання:* спряжених задач мігрування стільки, скільки функціоналів забруднення; новий вираз функціоналу забруднень та обчислення його значень на розв'язках спряжених задач; обчислення необхідних санітарних норм.

**Тема 3.4.** *Алгоритм розв'язування задачі оптимального розміщення джерел домішок.*

### 4. Проблеми забруднення довкілля шумом та вібраціями

**Тема 4.1.** Побудова варіаційної задачі, що відповідає початково-крайовій задачі для гіперболічного рівняння. Простір допустимих функцій. Класифікація крайових умов. Варіаційне трактування початкових умов. Характеризація білінійних та лінійних функціоналів.

**Тема 4.2.** Рівняння балансу енергії. Потенціальна та кінетична енергії, дисипація енергії, потужність джерел розподілених і поверхневих навантажень. Енергетичні та дисипативна норми. Побудова апіорних оцінок для норм розв'язку. Умови стійкості (стабільності, неперервної залежності) та регулярності розв'язку. Єдиність розв'язку еволюційної варіаційної задачі. Коректність еволюційної варіаційної задачі.

**Тема 4.3.** Аналіз збіжності напівдискретних апроксимацій Гальоркіна. Простори апроксимацій методу скінченних елементів. Побудова апіорних оцінок похибок та оцінок швидкості збіжності напівдискретних апроксимацій.

**Тема 4.4.** Аналіз збіжності однокрокових рекурентних схем інтегрування в часі. Побудова ОРС з використанням кусково квадратичних апроксимацій розв'язку та зважування лишків. Двопараметричне сімейство ОРС. Рівняння енергетичного балансу цілком дискретизованої задачі та апіорні оцінки енергетичних норм. Безумовна та умовна стійкість ОРС. Варіаційне рівняння для похибок дискретизації в часі, апіорні оцінки та швидкість збіжності ОРС.

### **Рекомендована література**

1. [Шинкаренко Г.А. Основи екології \(Математичні проблеми охорони довкілля\). – Львів, 2006.](#)
2. Quarteroni G. and others. Numerical Mathematics. - Berlin:Springer, 2001.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы.-М.: Наука, 1987.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы.-М.: Наука, 1978.

Програму підготував проф. Г.А.Шинкаренко