

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ**

**«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ»**

Напрямок підготовки *«Екологія»*
Спеціальність *«Екологія та охорона навколишнього середовища»*
Спеціалізація *«Гідроекологія»*

Одеса - 2009

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ**

**«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ»**

Напрямок підготовки *«Екологія»*
Спеціальність *«Екологія та охорона навколишнього середовища»*
Спеціалізація *«Гідроекологія»*

“Затверджено”
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № 9 від “14” травня 2009 р.

Одеса - 2009

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів V курсу по вивченню дисципліни «**Математичне моделювання гідроекологічних систем**», напрям підготовки «Екологія», спеціальність «Екологія та охорона навколишнього середовища», спеціалізація «Гідроекологія» / к.г.н., доц. Белов В.В., к.г.н., ас. Гриб О.М. / – Одеса, ОДЕКУ, 2009. – 10 с.

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	4
1.1 Передмова.....	4
1.2 Зміст дисципліни.....	4
1.3 Перелік навчальної та методичної літератури	6
1.4 Перелік знань та вмінь	6
1.5 Організація навчального процесу	7
2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА	7
2.1 Повчання та поради по вивченню теоретичного матеріалу	7
2.2 Повчання по вивченню першої теми «Методи системного аналізу з використанням математичних моделей»	8
2.3 Повчання по вивченню другої теми «Моделювання потоків хімічних речовин в річках, проточних водоймищах і лиманах»	8
2.4 Повчання по вивченню третьої теми «Моделювання якості води озер і водосховищ»	9
2.5 Повчання по вивченню четвертої теми «Моделювання міських і сільськогосподарських стоків»	9
2.6 Повчання по вивченню п'ятої теми «Просторові моделі виносу забруднень з річних водозборів в водойми»	10

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Передмова

Дисципліна “Математичне моделювання гідроекологічних систем” відноситься до професійно-орієнтованого циклу навчального плану підготовки студентів за напрямом підготовки “Екологія”, спеціальністю “Екологія та охорона навколишнього середовища”, спеціалізацією “Гідроекологія”.

Метою дисципліни є надання студентам необхідних знань в області математичного моделювання гідроекологічних систем та ознайомлення з використанням математичного моделювання для розрахунків якості природних вод і розробки заходів для їх захисту та охорони від забруднення.

Вивчення дисципліни базується на знаннях студентів, отриманих при попередньому вивченні таких дисциплін: «Вища математика», «Лінійна алгебра», «Фізика», «Гідробіологія», «Загальна гідрологія», «Біогеохімія», «Метеорологія і кліматологія», «Моніторинг довкілля», «Гідравліка річок і водойм», «Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин», «Гідроекологія» та інших.

Знання та вміння отримані в результаті вивчення дисципліни будуть використовуватись при підготовці дипломної або магістерської роботи та у подальшій фаховій діяльності.

1.2 Зміст дисципліни

Тема 1. Методи системного аналізу з використанням математичних моделей

Основні етапи розвитку математичного моделювання. Задачі, що виникають при дослідженні динаміки гідроекологічних систем. Математичне та програмне забезпечення задач гідроекологічного моделювання та управління. Практична значимість моделювання гідроекосистем.

Поняття про системний аналіз. Головні етапи системного аналізу. Схема виділення системи з навколишнього середовища. Форми зв'язків між елементами системи. Вхідні та вихідні змінні та змінні стану системи. Системний аналіз з використанням математичних моделей. Аналітичне моделювання. Формування концепції моделі та її побудова. Способи параметризації моделі. Аналіз параметрів моделі.

Тема 2. Моделювання потоків хімічних речовин в річках, проточних водоймищах і лиманах

Ландшафти та прісноводні екосистеми. Класифікація зовнішніх факторів, які визначають функціонування гідроекологічних систем та якість їх водних мас. Метеорологічні фактори. Розрахунок балансу біоти. Поняття про імітаційні моделі глобального клімату. Загальна база моделей переносу речовин річковими водами. Закон дифузії Фіка. Стаціонарні моделі переносу однокомпонентних домішок. Інтегрування рівняння для різних режимів і співвідношень адвективного переносу та дифузії. Динамічні моделі. Моделі багатоконпонентної річкової системи. Формула Міхаеліса-Ментена. Розрахунки інтенсивності росту біомаси водоростей. Моделювання продукції різних трофічних рівнів. Компоненти біологічної частини прісноводної екосистеми.

Тема 3. Моделювання якості води озер і водосховищ

Моделі входу-виходу для озер постійного об'єму при змішуванні їх вод. Оцінка динаміки концентрації домішок у часі. Схематична модель концентрації речовин в стратифікованих водоймах. Аналіз лінійних диференціальних рівнянь балансу речовин для різних періодів року.

Тема 4. Моделювання міських і сільськогосподарських стоків

Емпіричні методи розрахунків поверхневого стоку води, наносів і хімічних речовин з полів. Методи розрахунків виносу з полів водним стоком адсорбованих і розчинених форм забруднювальних речовин. Схематична модель міського стоку. Розрахункові формули на базі даних опадів, коефіцієнту стоку та вільного об'єму в низинах. Емпіричні формули накопичення осадочного матеріалу на міських територіях. Залежність параметрів формул накопичення забруднень від щільності населення.

Тема 5. Просторові моделі виносу забруднень з річних водозборів в водойми

Характер розподілу джерел забруднень по поверхні річкових водозборів. Просторова модель трансформації русловою системою притоки води, змиву наносів і забруднювальних речовин зі схилів. Кінематико-хвильова модель процесів стоку води та винесення наносів і забруднювальних речовин зі схилів річкових водозборів. Модель змиву наносів з поверхні схилів. Перевірка моделей за експериментальними даними.

1.3 Перелік навчальної та методичної літератури

Основною навчально-методичною літературою при вивченні дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» є наступна:

1. Іваненко О.Г. Математичне моделювання гідроекологічних систем. Навчальний посібник. – Одеса, Екологія, 2007. – 144 с.
2. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» для студентів 5 курсу денної форми навчання за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища» / к.г.н., доц. Белов В.В. – Одеса, ОДЕКУ, 2006. – 21 с.

Додатковою навчально-методичною літературою при вивченні дисципліни «ГІДРОЕКОЛОГІЯ» є наступна:

3. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Підручник. – К.: Обереги, 2001. – 728 с.
4. Горєв Л.М. Основи моделювання в гідроекології. Підручник. – К.: Либідь, 1996. – 336 с.

1.4 Перелік знань та вмінь

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- принципи вивчення гідроекологічних систем та їх структури;
- основні чинники, що визначають функціонування прісноводних екосистем та якість їх водних мас;
- розрахунки балансу хімічних речовин в водоймах;
- принципи побудови математичних моделей змиву хімічних речовин з річкових басейнів, моделей біологічної продуктивності прісноводних екосистем;
- моделювання процесів евтрофікації водойм;
- методи оптимального програмування якості води гідроекологічних систем.

Після вивчення дисципліни студенти повинні вміти:

- оцінювати головні показники гідрологічного режиму водного об'єкту для використання їх в моделюванні гідроекологічних систем;
- оцінювати гідрохімічні та гідробіологічні показники для формування бази вихідних даних гідроекологічних моделей;
- вибирати цільові функції для реалізації моделей оптимального програмування;
- оцінювати результати розрахунків якості води та біологічної продукції за гідроекологічними моделями.

1.5 Організація навчального процесу

Відповідно до робочого навчального плану на вивчення дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» для студентів п'ятого курсу денної форми навчання за спеціальністю «Екологія навколишнього природного середовища» відводиться 135 годин, які розподілені наступним чином:

– 30 години на лекційні заняття для викладення і закріплення теоретичного матеріалу та написання конспекту лекцій студента;

– 15 години на лабораторні заняття з викладачем для отримання основних навичок і вмінь математичного моделювання гідроекологічних систем, у тому числі з використанням спеціалізованого програмного забезпечення на ПЕОМ;

– 90 годин на самостійну роботу студента, а саме:

1) вивчення та засвоєння теоретичного матеріалу при підготовці до лекційних занять (36 години),

2) підготовка до захисту лабораторних робіт (15 години);

3) підготовка до написання теоретичних модулів (15 годин);

4) підготовка курсового проекту (30 годин);

5) участь у науково-дослідній роботі (24 годин).

Контроль самостійної роботи студента здійснюється шляхом перевірки рукописного конспекту по теоретичному матеріалу, опитувань на лекційних і лабораторних заняттях, а також за результатами написання теоретичних модулів, захисту лабораторних робіт і курсового проекту та участі студента у науково-дослідних роботах з доповідями на студентських наукових конференціях і семінарах.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

2.1 Повчання та поради по вивченню теоретичного матеріалу

Впродовж навчального семестру студент може самостійно, за допомогою навчальної та методичної літератури [1 – 4] (див. п. 1.3) і пояснень в цих методичних вказівках, вивчити та законспектувати в окремому зошиті теоретичний матеріал відповідно до розділів тем, наведених вище (див. п. 1.2).

У наступних пунктах цих методичних вказівок по кожній з тем вказані посилання на навчальну та методичну літературу, де знаходиться теоретичний матеріал по всім питанням, що відведені на вивчення студентом (див. пп. 2.2 – 2.9).

Після вивчення теоретичного матеріалу та складання рукописного конспекту кожної з тем, перевірте, як Ви засвоїли їх зміст. Для цього спробуйте відповісти на всі “Запитання для самоперевірки...”, що наведені нижче для кожної з тем (див. пп. 2.2 – 2.9).

Якщо у Вас виникли труднощі або питання стосовно теоретичного матеріалу або підготовки до виконання лабораторних робіт, які Ви не в змозі подолати самотійно, потрібно негайно звернутися до викладача, який веде лекції чи практичні заняття по дисципліні «Математичне моделювання гідроекологічних систем», за адресою: м. Одеса, вул. Львівська, буд. 15, Одеський державний екологічний університет, кафедра гідроекології і водних досліджень, НЛК №2, каб. 513, 514 або електронною поштою: gideko@ogmi.farlep.odessa.ua.

Для термінової консультації дзвоніть викладачу на кафедру гідроекології і водних досліджень за телефоном: (8-048) 785-27-18.

2.2 Повчання по вивченню першої теми «Методи системного аналізу з використанням математичних моделей»

При вивченні першої теми необхідно використовувати навчальний посібник з дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» [1], а саме розділ з відповідною назвою.

Для самотійної перевірки засвоєння змісту першої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту першої теми:

1. Поняття про систему. Основні задачі системного аналізу.
2. Виділення системи з навколишнього середовища.
3. Основні етапи системного аналізу.
4. Математичне моделювання – метод системного аналізу.
5. Мета побудови математичних моделей водних екосистем.
6. Класифікація математичних моделей водних екосистем.
7. Поняття про аналітичне моделювання.
8. Параметризація моделей.
9. Критерії якості моделі, її випробування.
10. Поняття про вербальну модель і її значення.

2.3 Повчання по вивченню другої теми «Моделювання потоків хімічних речовин в річках, проточних водоймищах і лиманах»

При вивченні другої теми необхідно використовувати навчальний посібник з дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» [1], а саме розділ з відповідною назвою.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту другої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту другої теми:

1. Загальна математична база перенесення речовин водою.
 2. Стаціонарна модель однокомпонентної речовини.
 3. Аналітичне вирішення спрощеної стаціонарної моделі.
 4. Вирішення рівнянь стаціонарної моделі.
 5. Моделювання потоків хімічних речовин динамічними рівняннями.
 6. Моделі багатокомпонентної річної системи.
 7. Моделювання зміни концентрацій азотного циклу і циклу фосфору.
5. Модель процесу зміни БПК_с і концентрації розчиненого кисню.
 6. Моделювання змін концентрацій і радіонуклідів. Моделювання температурно-вимірного потоку в воді.

2.4 Повчання по вивченню третьої теми «Моделювання якості води озер і водосховищ»

При вивченні третьої теми необхідно використовувати навчальний посібник з дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» [1], а саме розділ з відповідною назвою.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту третьої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту третьої теми:

1. Особливості стратифікації озер за температурою і густиною води.
2. Моделі зміни речовин в озерах постійного об'єму з перемішуванням .
3. Моделі зміни розчиненого і завислого фосфору в епілімніоні озер.
4. Моделі зміни розчиненого і завислого фосфору в гіполімніоні озер.
5. Модель зміни видів фосфору в літньому гіполімніоні озер.
6. Модель зміни видів фосфору в озерах в зимових умовах.

2.5 Повчання по вивченню четвертої теми «Моделювання міських і сільськогосподарських стоків»

При вивченні четвертої теми необхідно використовувати навчальний посібник з дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» [1], а саме розділ з відповідною назвою.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту четвертої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту четвертої теми:

1. Особливості формування стоків при неточкових джерелах забруднення.
2. Емпіричні моделі концентрації зважених і розчинених речовин.
3. Аналіз схематичної моделі міського стоку.
4. Модель накопичення осадового матеріалу і забруднень в містах.
5. Щодобова модель виносу речовин стоком з міського водозбору.
6. Моделі виносу води і наносів з поверхні оброблених ґрунтів.
7. Моделі витрат джерел забруднювачів з сільськогосподарських земель.

2.6 Повчання по вивченню п'ятої теми «Просторові моделі виносу забруднень з річних водозборів в водойми»

При вивченні п'ятої теми необхідно використовувати навчальний посібник з дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем» [1], а саме розділ з відповідною назвою.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту п'ятої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту п'ятої теми:

1. Види джерел забруднення поверхні річкових водозборів.
2. Характер розподілу джерел забруднень на річкових водозборів.
3. Аналіз складових формули гідрографу стоку та виносу речовин.
4. Відновлення полів стоку по методу оптимальної інтерполяції.
5. Визначення полів опадів метеорологічними радіолокаторами.
6. Побудова полів зволоженості за супутниковими даними.
7. Оптимізація часового кроку дискретизації виносу речовин.
8. Оптимізація просторового кроку дискретизації виносу речовин.
9. Схема дискретизації водозбору на частинні площини.
10. Аналіз формул водовіддачі схилів і поверхневого соку зі схилів.
11. Обчислення рівнянь схилового стоку.
12. Врахування струмкового стоку зі схилів.
13. Модель підповерхневого стоку води зі схилів в гірських умовах.
14. Модель винесення наносів з поверхні схилів водозбору.
15. Модель винесення водою речовин зі схилів водозбору

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ»

Напрямок підготовки «Екологія»
Спеціальність «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Спеціалізація «Гідроекологія»

Укладачі: Белов В.В., к.г.н., доц.,
Гриб О.М., к.г.н., ас.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
