

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Чорноморський державний університет імені Петра Могили

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Ректор ЧДУ ім. Петра Могили
_____ Л.П. Клименко
„___” _____ 2012 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни **МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**
назва дисципліни
статус дисципліни **нормативна циклу професійної та практичної підготовки**
нормативна чи вибіркова
для напрямку підготовки **6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування»**
шифр, назва

АВТОР ПРОГРАМИ:

ст. викладач, кандидат технічних наук
вчене звання, науковий ступінь

кафедра екології та природокористування
назва кафедри

Андреєв Вячеслав Іванович
прізвище, ім'я, ім'я по-батькові автора

„1” вересня 2012 р.

Миколаїв, 2012 р.

Лист погодження робочої програми

Робочу програму схвалено:

на засіданні кафедри Екології та природокористування
назва кафедри, за якою закріплена дисципліна
Протокол № ____ від „____” _____ 2012 р.

Завідувач кафедри _____ Мітрясова О.П.
підпис ПІБ

на засіданні методичної ради факультету Еколого-медичних наук
назва факультету, за яким закріплена дисципліна
Протокол № ____ від „____” _____ 2012 р.

Голова _____ Зюзін В.О.
підпис ПІБ

Робочу програму погоджено за формами навчання:

Денна форма навчання:
Декан факультету Еколого-медичних наук
назва
„____” _____ 2012 р.
дата підпис ПІБ Лебідь С.Г.

Начальник навчально-
методичного відділу _____ В.І. Калініченко
„____” _____ 2012 р.

Перший проректор _____ О.М. Трунов
„____” _____ 2012 р.

Розділ 1. Концепція дисципліни

Інтенсивний антропогенний вплив на довкілля поставив перед людством за необхідне збереження природних систем та запобігання їх руйнуванню. Одна з передумов цього — моделювання і прогнозування спричинених людською життєдіяльністю процесів у природі. Використання математичних та імітаційних методів моделювання і прогнозування конкретизує розуміння усього, що відбувається і може відбутися у водних системах, атмосфері, ґрунтах, рослинному середовищі.

Метою навчального курсу “Моделювання та прогнозування стану довкілля” є опанування загальними поняттями та навичками побудови математичних, фізичних та емпіричних моделей об’єктів довкілля; розв’язок моделей, перевірка на адекватність моделі об’єкту; аналіз отриманих даних та прогнозування екологічних наслідків за допомогою отриманих моделей.

Основне завдання навчального курсу – формування знань, умінь та навичок створення моделей, розв’язання рівнянь, що визначають модель, аналіз та прогнозування процесів у екологічних системах.

В курсі прогноуються наслідки людського втручання в процеси довкілля, пропонуються шляхи обґрунтування власної оцінки і висновків щодо моделювання стану навколишнього середовища.

В рамках курсу розглянуто основні наукові та методичні підходи до прогнозування оцінки стану довкілля на основі попередньо побудованих моделей. Розглянуто методи математичного моделювання на основі обробки конкретних фактографічних та картографічних баз даних.

Студентам надаються знання щодо моделювання та прогнозування довкілля: предмет та завдання дисципліни; деякі відомості про моделі; знайомство з класифікацією моделей та термінологією; фізичне моделювання; математичне моделювання абіотичних процесів; побудова кінетичних моделей; способи розв’язку диференціальних рівнянь моделей; математичний опис процесів у живій природі; модель розмноження популяції в сприятливих умовах у відсутності лімітуючих факторів; модель типу “користувач-ресурс (хижак-жертва)”; логістичне рівняння; поняття трофічної сітки і трофічних ланцюгів та використання їх для створення моделей; моделювання процесів реаерації; моделювання викидів в атмосферу.

Базовими курсами для зазначеної дисципліни є “Неорганічна та загальна хімія”, «Вища математика», “Фізична хімія”, “Біохімія”, «Інформатика та системологія», “Обчислювальна техніка та основи програмування”.

В результаті ознайомлення студентів з теоретичним курсом та виконання практичних робіт вони повинні отримати реальні навички створення моделей та прогнозування екологічного стану навколишнього природного середовища, знаходити оптимальні технічні, технологічні, організаційні та природоохоронні рішення при моделюванні та прогнозуванні стану довкілля.

Розділ 2. Витяг з навчального плану спеціальності

Форма навчання	Курс	Триместр	Всього годин	У тому числі						Форма підсумкового контролю		
				аудиторних					самостійна робота студента		іспит	залік
				лекцій	семінарських	практичних	лабораторних	консультації	триместрова робота по дисципліні	курсорова робота (проект)*		
денна	IV	10	162	28	-	42		2	90	+	8	-
денна	IV	11										

Розділ 3. Тематичний план дисципліни

№№ з/п	Номер модуля	Назва розділів, тем	Форма занять і години					Форма контролю	
			аудиторні				самостійна робота студентів		
			лекційні	семінарські	практичні	лабораторні			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1. Теоретичні основи моделювання екологічних систем	Тема 1: Зміст і характер екологічного моделювання. Зміст моделювання. Мета моделювання. Необхідність (актуальність) моделювання. Об'єкти моделювання. Обов'язкові умови моделювання.	2						Виконання індивідуальних завдань, або тестування –6
		Тема 2: Типи екологічних моделей. Типи моделювань. Класифікація моделей	2		2	2			Виконання індивідуальних завдань, або тестування –6
		Тема 3: Системологія – основа екологічного моделювання. Зміст, поняття і види систем. Класифікація екологічних систем. Поняття «елемент» і «чорний ящик». Типи зв'язків в екологічних системах. Піраміда моделювання систем. Декомпозиція екологічної системи. Спрощення екологічної системи. Композиція (синтез) моделі системи.	2		4	4			Виконання індивідуальних завдань, або тестування –6 Виконання та захист лабораторних робіт - 2
		Тема 4: Основи теорії подібності. Зміст поняття і види	2		2	4			Виконання індивідуальних

		<p>подібності. Види моделей рідини. Критерії подібності. Умови подібності процесів. Виконання подібності при екологічному моделюванні.</p>						<p>завдань, або тестування –4 Виконання та захист лабораторних робіт - 2</p>
		<p>Тема 5: Методологія екологічного моделювання. Послідовність операцій екологічного моделювання. Аналіз властивостей об'єкту екологічного моделювання Особливості декомпозиції. Особливості збору та підготовки даних для моделювання. Особливості композиції моделі. Ідентифікація екологічної моделі.</p>	2		2	4		<p>Виконання індивідуальних завдань, або тестування - 2 Виконання та захист лабораторних робіт - 2</p>
2	2. Моделі екосистем	<p>Тема 6: Матеріальні екологічні моделі. Види матеріальних екологічних моделей. Сутність фізичного моделювання. Сутність біологічного моделювання. Сутність комплексного моделювання. Особливості аналогового моделювання.</p>	2		2	4		<p>Виконання індивідуальних завдань, або тестування – 4 Виконання та захист лабораторних робіт - 2</p>

		Тема 7: Графічні екологічні моделі. Суть графічного моделювання. Біологічне моделювання Лотки. Біологічне моделювання Розенцвейга та Мак-Артура. Модель біологічної конкуренції.	2		2	4		Виконання індивідуальних завдань, або тестування Виконання та захист лабораторних робіт - 2
		Тема 8: Характеристики об'єктів моделювання. Елементи системи і його довкілля. Зв'язки між складовими системи. Поняття «характеристика об'єкта моделювання». Особливості біологічних характеристик. Особливості екологічних характеристик	2		2	4		Виконання та захист лабораторних робіт 4
3	3. Математичне моделювання	Тема 9: Основи математичного моделювання. Сутність математичного моделювання біологічних об'єктів. Класифікація математичного моделювання. Етапи математичного моделювання. Системний аналіз об'єкту моделювання.	4		2	4		Виконання індивідуальних завдань, або тестування - 2 Виконання та захист лабораторних робіт - 2
		Тема 10: Математичні біологічні моделі. Моделювання демографічної ситуації. Моделювання поведінки популяції. Моделювання системи хижак-жертва. Моделювання	2		2	4		Виконання індивідуальних завдань, або тестування Виконання та захист лабораторних робіт

		міжвидової конкуренції.						- 2
		Тема 11: Математичне моделювання абіотичних систем. Особливості абіотичних систем. Розробка моделі штучного водосховища. Декомпозиція складної технічної системи. Моделювання підсистем. Стиковка моделей підсистем.	2		2	4		Виконання та захист лабораторних робіт
	4. Екологічне прогнозування	Тема 12: Прогнозування еволюції екологічних систем. Сутність прогнозування. Глобальні прогнозні моделі. Схема інтегральної моделі демографічної ситуації. Схема деталізованої моделі демографічної ситуації. Прогнозування чисельності виду тварин.	4		4	4		Виконання індивідуальних завдань, або тестування
Разом			28		26	42		

Розділ 4. Аудиторна робота

4.1. Денна форма навчання

4.1.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми та основний зміст занять	Кількість годин
10 триместр		
Модуль I. Теоретичні основи моделювання екологічних систем		
1.1.	Тема 1: Зміст і характер екологічного моделювання. Зміст моделювання. Мета моделювання. Необхідність (актуальність) моделювання. Об'єкти моделювання. Обов'язкові умови моделювання.	2
1.2.	Тема 2: Типи екологічних моделей. Типи моделювань. Класифікація моделей.	2
1.3.	Тема 3: Системологія – основа екологічного моделювання. Зміст, поняття і види систем. Класифікація екологічних систем. Поняття «елемент» і «чорний ящик». Типи зв'язків в екологічних системах. Піраміда моделювання систем. Декомпозиція екологічної системи. Спрощення екологічної системи. Композиція (синтез) моделі системи.	2
1.4	Тема 4: Основи теорії подібності. Зміст поняття і види подібності. Види моделей рідини. Критерії подібності. Умови подібності процесів. Виконання подібності при екологічному моделюванні.	2
1.5	Тема 5: Методологія екологічного моделювання. Послідовність операцій екологічного моделювання. Аналіз властивостей об'єкту екологічного моделювання Особливості декомпозиції. Особливості збору та підготовки даних для моделювання. Особливості композиції моделі. Ідентифікація екологічної моделі.	2
Модуль II. Моделі екосистем2		
2.1	Тема 6: Матеріальні екологічні моделі. Види матеріальних екологічних моделей. Сутність фізичного моделювання. Сутність біологічного моделювання. Сутність комплексного моделювання. Особливості аналогового моделювання.	2
2.2	Тема 7: Графічні екологічні моделі. Суть графічного моделювання. Біологічне моделювання Лотки. Біологічне моделювання Розенцвейга та Мак-Артура. Модель біологічної конкуренції.	2
2.3	Тема 8: Характеристики об'єктів моделювання. Елементи системи і його докільця. Зв'язки між складовими системи. Поняття «характеристика об'єкта моделювання». Особливості біологічних характеристик. Особливості екологічних характеристик.	2
Модуль III. Математичне моделювання		
3.1	Тема 9: Основи математичного моделювання. Сутність математичного моделювання біологічних об'єктів. Класифікація математичного моделювання. Етапи математичного моделювання. Системний аналіз об'єкту моделювання.	4
3.2	Тема 10: Математичні біологічні моделі. Моделювання демографічної ситуації. Моделювання поведінки популяції. Моделювання системи хижак-жертва. Моделювання міжвидової конкуренції.	2
3.3	Тема 11: Математичне моделювання абіотичних систем. Особливості абіотичних систем. Розробка моделі штучного водосховища.	2

	Декомпозиція складної технічної системи. Моделювання підсистем. Стиковка моделей підсистем.	
Модуль IV. Екологічне прогнозування		
4.1	Тема 12: Прогнозування еволюції екологічних систем. Сутність прогнозування. Глобальні прогнозні моделі. Схема інтегральної моделі демографічної ситуації. Схема деталізованої моделі демографічної ситуації. Прогнозування чисельності виду тварин.	4
	Разом	28

4.1.2. Лабораторні заняття

№№ з/п	Кількість годин	Тема занять	Методика проведення
1	2	3	4
10 триместр			
1	4	Лабораторна робота № 1. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Прогнозування кількості населення	Першою дією для встановлення закономірностей, що виражені в варіаційному ряді є його графічний аналіз.
2	4	Лабораторна робота № 2. Особливості використання Mathcad для побудови імітаційних моделей	Визначення простору у одно- і двовимірних комірних імітаційних моделях. Визначення перебігу часу у імітаційних моделях. Зв'язування значень параметрів просторово розподілених об'єктів і процесів із координатами в межах моделі. Циклічні операції в Mathcad. Відтворення динамічної зміни значень параметрів моделі з перебігом часу. Відтворення просторової динаміки значень параметрів моделі з перебігом часу.
3	2	Лабораторна робота № 3. Основи моделювання гідроекологічних процесів	Декомпозиція модельного гідрологічного об'єкту для побудови часткової моделі окремого явища. Розрахунок стоку у відкритих водотоках на основі формули Манінга.
4	4	Лабораторна робота № 4. Моделювання гідрофізичних процесів	Декомпозиція системи водосховища. Побудова балансової моделі заповнення руслового водосховища у середовищі MathCAD (за бажанням можна використовувати Excel). Встановлення параметрів моделі. Розрахунок об'єму водосховища. Розрахунок стоку з зони водосховища з врахуванням опадів, випаровування і фільтрації. Пошук часу заповнення. Аналіз сценаріїв заповнення водосховища.
5	4	Лабораторна робота № 5. Моделювання гідрохімічних процесів	Моделювання впливу кратності розбавлення стоків на концентрацію речовини у водоймищі-приймачі забрудненого стоку. Чисельно описати зміну концентрації речовини А у водоймищі-приймачі внаслідок впливу забрудненого стоку, враховуючі, початкову концентрацію речовини.

6	4	Лабораторна робота № 6. Моделювання переносу агрохімікатів поверхневим стоком	Створення імітаційної комірної моделі переносу розчинених агрохімікатів за рахунок поверхневого стоку атмосферних опадів в середовищі MathCAD: визначення параметрів моделі; визначення напрямків поверхневого стоку на основі даних топографічної карти; підмодель усередненої за площею і часом інтенсивності атмосферних опадів; модель виносу агрохімікатів з окремої комірки; синтез моделі виносу розчинених агрохімікатів з модельної ділянки.
7	4	Лабораторна робота №7 Моделювання динаміки лісових насаджень	Закріпити вміння студентів моделювати і прогнозувати зміни в навколишньому середовищі, використовуючи програму Microsoft Excel. <i>Об'єкт</i> – лісові насадження Новоодеського лісництва. За останні роки спостерігаємо ситуацію катастрофічного зменшення кількості світових лісових насаджень. Кількість запланованих насаджень зменшується, хоча існують державні плани і програми по збільшенню площ лісів, переважна кількість яких не відповідає дійсній ситуації і взагалі не може бути досягнутою.
8	4	Лабораторна робота № 8 Моделювання і прогнозування впливу Миколаївського міського звалища на атмосферного повітря	Ознайомитись з програмою LandGEM; навчитись прогнозувати зміни параметрів в об'єктах навколишнього середовища, використовуючи програму LandGEM (Landfill gas Emissions Model). <i>Об'єкт</i> – Миколаївське міське звалище. Програма LandGEM дозволяє визначати кількість забруднюючих газів, які надходять в навколишнє середовище в процесі експлуатації полігонів та визначати динаміку зміни цього впливу з роками. Студентам запропоновано провести моделювання і прогнозування зміни концентрації метану, вуглекислого газу, ацетону та ін., визначити динаміку їх зміни за допомогою програми LandGEM.
9	4	Лабораторна робота №9 Моделювання динаміки лісових насаджень в програмі Advanced Grapher	Навчитись моделюванню і прогнозуванню зміни в навколишньому середовищі, використовуючи програму Advanced Grapher. Потужна і проста у використанні програма для побудови і аналізу графіків. Підтримує побудову графіків функцій виду $Y(x)$, $X(y)$ і в полярних координатах, заданих параметричними рівняннями, а також графіків таблиць, неявних функцій (рівнянь) і нерівностей. <i>Об'єкт</i> – лісові насадження Новоодеського лісництва.
10	4	Лабораторна робота №10 Моделювання і прогнозування зміни концентрації фосфатів та	Навчитись прогнозувати і моделювати зміни параметрів в об'єктах навколишнього середовища, використовуючи програму Curve Expert. <i>Об'єкт</i> – очисні споруди МКП

		завислих речовин у місцях скиду з очисних споруд МКП «Миколаївводоканал» у Бузький лиман	«Миколаївводоканал». Програма Curve Expert дозволяє виконувати різні операції, що допоможуть фахівцям різного профілю, в тому числі екологам, аналізувати дані проведених досліджень. Студентам запропоновано провести моделювання і прогнозування зміни концентрації фосфатів та завислих речовин у місцях скиду з очисних споруд МКП «Миколаївводоканал» у Бузький лиман та визначити динаміку їх зміни за допомогою програми Curve Expert.
11	4	Лабораторна робота №11 Моделювання динаміки лісових насаджень в програмі SPSS. Порівняння отриманих результатів з результатами, отриманими в інших програмах	Закріпити вміння студентів моделювати зміни в навколишньому середовищі, використовуючи програму SPSS (Statistical Package for the Social Science). <i>Об'єкт</i> – лісові насадження Новоодеського ліництва. За останні роки спостерігаємо ситуацію катастрофічного зменшення кількості світових лісових насаджень.
Разом	42		

4.1.3. Практичні заняття

№№ з/п	Кількість годин	Тема занять	Методика проведення
1	2	3	4
1 тримістр			
1	2	Практичне заняття № 1. Аналіз літературних матеріалів	Всі вивчені джерела інформації необхідно внести в інформаційний банк даних студента. Виявлена в джерелах інформація накопичується окремо по розділах – теоретичні питання, фактичні дані, питання загального характеру
2	2	Практичне заняття № 2. Обґрунтування межі екологічної системи	Метою заняття є аналіз екологічної системи будь-якого рівня. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання: - обґрунтування межі екологічної системи; - розробка структури екологічної системи; - визначення зв'язків екологічної системи; - обґрунтування екологічних характеристик системи і її складових; - визначення властивостей екологічної системи.
3	2	Практичне заняття № 3. Схематичне представлення екологічної системи	Для отримання повного уявлення про досліджувану екосистему необхідно розробити її графічне представлення
4	2	Практичне заняття № 4. Встановлення зовнішнього впливу на екосистему	Встановлюються складові системи, які знаходяться під безпосереднім впливом зовнішніх факторів, а також такі, що відчують цей вплив опосередковані, як складові екологічної системи, на яку діють зовнішні фактори.

5	2	Практичне заняття № 5. Розробка структури екологічної системи	Розробка структури екологічної системи полягає у виборі принципу декомпозиції системи, визначенні кількості ієрархічних рівнів, встановленні внутрішніх зв'язків між складовими системи.
6	2	Практичне заняття № 6. Властивість і показники складових екосистеми	Система в цілому та підсистеми екологічної системи, які в ускладненому вигляді переходять з елементів в підсистему, мають власні емерджентні властивості. Задача студента – визначити ці властивості і показники, враховуючи особливості системи і підсистем.
7	2	Практичне заняття № 7. Характеристика складових екосистеми	Рекомендується пошук необхідного матеріалу вести по блокам складових системи: блок природних абіотичних складових, блок біотичних складових і блок штучних складових
8	2	Практичне заняття № 8. Чисельні рішення в межах аналізу екосистеми	Вирішення за допомогою комп'ютера практичних задач в межах аналізу екологічної системи
9	2	Практичне заняття № 9. Оформлення роботи з дисципліни “Моделювання та прогнозування стану НС”	Заняття має за мету ознайомлення студентів з вимогами до тематики, обсягу, структури, змісту і оформлення роботи з дисципліни “Моделювання та прогнозування стану НС”
10	4	Практичне заняття № 10. Побудова лінійної регресійної моделі процесу на основі даних багаторічного моніторингу стану довкілля	Першою дією для встановлення закономірностей, що виражені в варіаційному ряді є його графічний аналіз. 1. Сформулювати задачу для побудови регресійної моделі. 2. Відібрати змінні для аналізу та здійснити розрахунок регресійної моделі. 3. Проаналізувати результати регресійного аналізу. 4. Провести аналіз “залишків”. 5. Вивести результати у файл звіту.
11	4	Практичне завдання № 11. Побудова множинної регресійної моделі процесу на основі даних багаторічного моніторингу стану довкілля	1. Сформулювати задачу для побудови регресійної моделі. 2. Створити електронну таблицю з вихідними даними. 3. Перетворити вихідні дані. 4. Відібрати змінні для аналізу та здійснити розрахунок регресійної моделі. 5. Проаналізувати результати регресійного аналізу. 6. Провести аналіз “залишків”. 7. Вивести результати у файл звіту.
Всього	26		

4.2. Денно-вечірня форма навчання

Не передбачено.

4.3. Заочна форма навчання

Не передбачено.

Розділ 5. Самостійна робота

5.1. Перелік самостійних робіт

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Пошук, аналіз та узагальнення навчальної інформації.
- Підготовка до виконання практичних робіт.
- Виконання індивідуальних завдань.
- Підготовка до здачі іспиту.

5.2. Вказівки та пояснення до виконання завдань самостійної роботи

Перелічені в п. 5.1 види самостійної роботи можуть бути виконані студентами, користуючись літературою, що наведено у п. 9. Підготовка до лабораторних робіт полягає в аналізі, усвідомленні та узагальненні навчальної інформації. Виконання індивідуальних завдань полягає в опрацюванні навчального матеріалу, самостійний пошук наукової інформації з певного питання, аналізі та узагальненні інформації, одержаної в результаті самостійної навчально-пошукової діяльності.

КАРТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

з дисципліни

МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

назва дисципліни

кількість годин СРС згідно з навчальним планом

90

Види самостійної роботи	Трудо- місткість (годин)*	Планові терміни виконання	Форми контролю	Максимальна кількість балів
1.	2.	3.	4.	5.
Денна форма навчання				
10 триместр номер триместру				
I. О б о в ' я з к о в і				
<i>Види робіт на семінарських (практичних, лабораторних) заняттях</i>				
Опрацювання лекційного матеріалу, пошук та узагальнення навчальної інформації та підготовка до лабораторних робіт (11)	50	1-14 тижні	перевірка	5 (35)
<i>За виконання модульних (контрольних) завдань</i>				
Індивідуальні завдання, або тестування за підсумками вивчення модуля (3)	32	1-10 тижні	перевірка	5/10 (25)
Підготовка до здачі іспиту	8			
<i>За виконання завдань самостійного опрацювання та інших завдань</i>				
Разом балів за обов'язкові види СРС				60
II. В и б і р к о в і				
<i>За виконання творчих завдань для самостійного опрацювання</i>				
Разом балів за вибіркові види СРС				
Всього балів за СРС у 10 триместрі				60

Розділ 6. Питання для самоконтролю

№ з/п	Назва теми та основний зміст занять	Кількість годин
10 триместр		
Модуль I. Теоретичні основи моделювання екологічних систем		
1.1.	Наведіть приклади необдуманих вчинків, що призводять до глобальних екокатастроф та вкажіть яким чином, використовуючи моделювання в екології, можна попереджувати такі катастрофи. Принципи побудови моделей. Методи моделювання. Подібні об'єкти. Модель. Дайте визначення процесу моделювання, моделі, оригіналу. Фізичне моделювання. Уявлення про теорію подібностей. Знакові моделі. Математичне моделювання. Реальні моделі. Процес моделювання.	
1.2.	Детерміновані процеси та моделі процесів. Приклад. Пасивний та активний (планований) експеримент. Принцип «чорного ящика». Приклад. Дайте визначення кінетичній кривій, рівнянню. Наведіть приклади. Поясніть знак “+” та “-“, що стоїть перед константою швидкості у кінетичному рівнянні.	
1.3.	Модель Мальтуса. Її характеристика. Аналітичний розв'язок (виведення). Аналіз кінетичної кривої. Приклади процесів, що відповідають моделі Мальтуса. Межі застосування рівняння Мальтуса. Модель Ферхюльста-Перла. Аналітичний розв'язок (виведення). Аналіз кінетичної кривої.	
1.4	Запишіть кінетичні рівняння для незамкнутого трофічного ланцюга. Опишіть наступні етапи моделювання трофічної мережі після запису кінетичних рівнянь. Яким чином це реалізується на практиці? Трофічні ланцюги. Типи трофічних ланцюгів. Запишіть кінетичні рівняння для замкнутого трофічного ланцюга. Опишіть наступні етапи моделювання трофічної мережі після запису кінетичних рівнянь. Яким чином це реалізується на практиці? Охарактеризуйте проблеми при моделювання трофічних мереж. Наведіть приклади виходу з проблемних ситуацій. Зобразіть графічні розв'язки, характерні для трофічного ланцюга. Поясніть їх. На підставі яких даних побудовані графіки? Наведіть приклади трофічних ланцюгів у довкіллі та впливу людини на них. Закономірності розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері та джерела викидів.	
1.5	Поняття трофічної функції та трофічного коефіцієнта. Модель Вольтера, записана через трофічні функції. Опишіть наступні етапи моделювання після запису системи диференціальних рівнянь, що описує поведінку екосистеми. Трофічна мережа. Її призначення. Трофічні рівні. Замкнутий та незамкнутий трофічні ланцюги. Опишіть наступні етапи моделювання трофічної мережі після її схематичного запису. Яким чином це реалізується на практиці? Трофічні ланцюги. Типи трофічних ланцюгів.	
Модуль II. Моделі екосистем		
2.1	Фізичний зміст ємності середовища. Опишіть особливості моделювання систем типу “споживач-ресурс”. Динаміка популяцій хижаків і їх жертв. Модель Вольтера. Спосіб врахування людського фактору у моделі. Фізичний зміст коефіцієнтів у рівняннях. Модель типу конкуренція між двома видами. Запишіть рівняння моделі та поясніть їх. Опишіть наступні етапи моделювання після запису системи	

	<p>диференціальних рівнянь, що описує поведінку екосистеми. Запишіть і поясніть математичну модель взаємодії видів типу симбіоз. Опишіть наступні етапи моделювання після запису системи диференціальних рівнянь, що описує поведінку екосистеми.</p> <p>Запишіть і поясніть математичну модель взаємодії видів типу коменсалізм. Опишіть наступні етапи моделювання після запису системи диференціальних рівнянь, що описує поведінку екосистеми.</p>	
Модуль III. Математичне моделювання		
3.1	<p>Характеристики потоків. Типові моделі потоків, що рухаються за ознакою перемішування (моделі структури потоків). Вимоги до моделей структури потоків. Модель ідеального перемішування (виведення). Аналітичний (виведення) та графічний розв'язки. Приклади процесів у довкіллі, які можна описувати даною моделлю.</p> <p>Перетворення за Лапласом. Стандартні східчастий та імпульсний сигнали та процеси у довкіллі, що їм відповідають. Модель ідеального витіснення, диференціальне рівняння моделі (виведення) та розв'язок (виведення).</p>	
Модуль IV. Екологічне прогнозування		
4.1	<p>Прогнозування еволюції екологічних систем. Сутність прогнозування. Глобальні прогнозні моделі. Схема інтегральної моделі демографічної ситуації. Схема деталізованої моделі демографічної ситуації. Прогнозування чисельності виду тварин.</p> <p>Закономірності розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері та джерела викидів. Рівняння, що описують розсіювання домішок у просторі. Розподіл концентрації забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери під димарем точкового джерела.</p>	

Розділ 7. Підсумковий контроль

Контрольні запитання до іспиту

1. Сутність математичного моделювання біологічних об'єктів.
2. Класифікація математичних моделей.
3. Етапи математичного моделювання.
4. Системний аналіз об'єкту моделювання.
5. Моделювання демографічної ситуації.
6. Моделювання поведінки популяції.
7. Моделювання системи Хижак – Жертва
8. Моделювання міжвидової конкуренції.
9. Особливості абіотичних систем.
10. Розробка моделі штучного водосховища.
11. Декомпозиція складної технічної системи.
12. Моделювання підсистем.
13. Стиковка моделей підсистем.
14. Сутність прогнозування.
15. Глобальні прогнозні моделі.
16. Схема інтегральної моделі демографічної ситуації.
17. Схема деталізованої моделі демографічної ситуації.
18. Прогнозування чисельності виду тварин.
19. Теоретичні основи моделювання екологічних систем
20. Моделі екосистем
21. Математичне моделювання
22. Екологічне прогнозування
23. Зміст моделювання
24. Мета моделювання
25. Необхідність (актуальність) моделювання
26. Об'єкти моделювання
27. Обов'язкові умови моделювання
28. Типи моделювань
29. Класифікація моделей
30. Зміст, поняття і види систем.
31. Класифікація екологічних систем.
32. Поняття «елемент» і «чорний ящик».
33. Типи зв'язків в екологічних системах.
34. Піраміда моделювання систем.
35. Декомпозиція екологічної системи.
36. Спрощення екологічної системи.
37. Композиція (синтез) моделі системи.
38. Зміст поняття і види подібності.
39. Види моделей ріднини.
40. Критерії подібності.
41. Умови подібності процесів.
42. Виконання подібності при екологічному моделюванні.

Розділ 8. Система оцінювання роботи студентів з дисципліни

Відповідно до положення про систему рейтингової оцінки знань студентів під час вивчення спецкурсу «Моделювання і прогнозування стану довкілля» використовується наступна система оцінювання знань студентів:

10 триместр

1. Виконання індивідуальних завдань на лабораторних заняттях, або тестування (10), за що студент може отримати максимально 25 балів.

2. Підготовка до практичних занять, опрацювання навчального матеріалу, пошук наукової інформації оцінюється за кожну тему в 5 балів, за що студент може отримати максимально 35 балів.

3. Максимальна сума балів за іспит 40 балів.

Підсумкова оцінка визначається як сума балів, отриманих студентом під час поточного контролю протягом триместру та оцінки під час кінцевого контролю (іспит). Загалом оцінювання знань студентів за навчальну дисципліну здійснюється відповідно до наступної таблиці.

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90-100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1-34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)

Розділ 9. Картка інформаційного забезпечення дисципліни

№ п/п	Бібліографічний опис джерела	Місце знаходження (основні бібліотеки міста та ін.)			
		ЧДУ ім. Петра Могили	Обласна наукова бібліотека ім.О.Гмирьова	Міська центральна бібліотека ім. М.Кропивницького	Інтернет, внутрішня мережа (адреса)
1	2	3	4	5	6
1. Основні джерела					
1	Екологічний аудит: Посібник / За ред. В. Я. Шевчука. — К., 1997	+		+	
2	Екологічний менеджмент: Навч. посіб./ Заред. В. Ф. Семенова. — Одеса, 2004.	+			
3	Закон України “Про екологічний аудит” // ВВРУкраїни. — 2004. — № 45. — Ст. 500.	+			
4	Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 26.06.91.	+			
5	Ботюк А. В. Методика визначення платежів за використання природно-промислових ресурсів: Навч. посіб. — К., 2001. — 210 с.			+	
6	Гайченко В. А., Коваль Г. М. Безпека життєдіяльності людини: Навч. посіб. — К., 2004.	+			
7	Екологічне управління: Підруч. Для вузів. — К., 2004.				
2. Додаткові джерела					
1	Хорунжая Т. А. Методы оценки экологической опасности.— М., 1998.		+	+	
2	Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. — Л., 1984.		+		
3	Дробноход М. І., Вольвач Ф. В. Стійкий екологічно безпечний розвиток і Україна. — К.: МАУП, 2002.		+	+	
4	Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища: Підруч. Для вузів. — К., 2004.		+	+	

Розділ 10. Словник термінів і понять зі спецкурсу

Абіотичні фактори	Абиотические факторы	Abitic
Агроєкосистема	Агроэкосистема	Agroecosystem
Агроценоз	Агроценоз	Agrocenosis
Адаптація	Адаптация	Adaptation
Аломони	Аломоны	
Аналітична хімія	Аналитическая химия	Analytical chemistry
Агроландшафт	Агроландшафт	Agrolandscape
Антропогенне навантаження	Антропогенная нагрузка	Anthropogenic load
Антропогенні фактори	Антропогенные факторы	Anthropogenic (human) factors
Ацидогенез	Ацидогенез	Acidogenesis
Биогаз	Биогаз	Biogas
Биогенна міграція хімічних елементів	Биогенная миграция химических элементов	Biogenic migration of chemical elements
Биогеоценоз	Биогеоценоз	Biogeocenosis
Биоіндикація	Биоиндикация	Biological indication
Биомаса	Биомасса	Biomass
Биометаногенез	Биометаногенез	Biomethane
Биоочистка	Биоочистка	Biological treatment
Биологічна потреба кисню (БПК)	Биологическое потребление кислорода (БПК)	Biological consumption of oxygen
Биосенсор	Биосенсор	Biosensor
Биотичний чинник	Биотический фактор	Biotic factor
Биосфера	Биосфера	Biosphere
Биохімічна конвергенція	Биохимическая конвергенция	Biochemical convergence
Биоценоз	Биоценоз	Biocoenosis
Вид	Вид	Species
Використання природних ресурсів нераціональне	Использование природных ресурсов нерациональное	Unreasonable use of natural resources
Використання природних ресурсів раціональне	Использование природных ресурсов рациональное	Rational use of natural resources
Виробництво безвідходне	Производство безотходное	Production waste-free
Газова функція живої речовини	Газовая функция живого вещества	Gaseous function of natural substances
Гідросфера	Гидросфера	Hydrosphere
Глобальні екологічні проблеми сучасності	Глобальные экологические проблемы современности	Global present-day ecological problem
Гранично допустима концентрація (ГДК)	Предельно допустимая концентрация (ПДК)	Maximum permissible concentration
Десикант	Десикант	Desiccant
Дефоліант	Дефолиант	Defoliant
Добрива	Удобрения	Fertilizer
Екзогенні речовини	Экзогенные вещества	Exogenous substances
Екзометаболіти	Экзометаболиты	Exometabolite
Екологія	Экология	Ecology
Екосистема	Экосистема	Ecosystem
Екотоксикант	Экотоксикант	Ecotoxicant
Екорегулятор	Экорегулятор	Ecoregulator
Екран озоновий	Экран озоновый	Ozone screen
Ендометаболіт	Эндометаболит	Endometabolite

Енергетична функція живої речовини	Энергетическая функция живого вещества	Energy function of natural substances
Ерозія ґрунту	Эрозия почвы	Erosion of soils
Жива речовина	Живое вещество	Natural substances
Забруднення	Загрязнение	Pollution
Забруднення антропогенне	Загрязнение антропогенное	Anthropogenic pollution
Забруднення атмосфери	Загрязнение атмосферы	Atmospheric pollution
Забруднення вод	Загрязнение вод	Water(s) pollution
Забруднення глобальне	Загрязнения глобальные	Global pollution
Забруднення ґрунту	Загрязнение почвы	Soil pollution
Забруднення локальне	Загрязнения локальные	Local pollution
Забруднення радіоактивне	Загрязнение радиоактивное	Radioactive contamination
Забруднення хімічне	Загрязнение химическое	Chemical pollution
Індикація	Индикация	Indication
Канцерогени	Канцерогены	Canzerogenes
Кислотні дощі	Кислотные дожди	Acid rains
Консумент	Консумент	Consumer
Концентраційна функція живої речовини	Концентрационная функция живого вещества	Concentration function of natural substances
Колообіг речовин і енергії	Круговорот веществ	Circuit of matters
Ксенобіотики	Ксенобиотики	Xenobiotics
Ланцюги живлення	Цепь питания	Food chains
Літосфера	Литосфера	Lithosphere
Метаболізм	Метаболизм	Metabolism
Метаногенез	Метаногенез	Methanogenesis
Моніторинг	Мониторинг	Monitoring
Мутагени	Мутагены	Mutagen
Некроз	Некроз	Necrosis
Ноосфера	Ноосфера	Noosphere
Нормування якості	Нормирование качества	Rate setting of quality
Озоновий екран	Озоновый экран	Osonosphere
Окисно-відновна функція живої речовини	Окислительно-восстановительная функция	Redox function
Охорона природного середовища	Охрана природной среды	Nature conservation
Очистка стічних вод	Очистка сточных вод	Sewage waste water treatment
Парниковий ефект	Парниковый эффект	Greenhouse effect
Період напіврозпаду ($T_{1/2}$)	Период полураспада	Half-life period
Поллютанти	Поллютанты	Contaminant
Поля фільтрації	Поля фильтрации	Disposal fields
Популяція	Популяция	Population
Природокористування	Природопользование	Nature management
Природний фон випромінювання	Природный фон излучения	Natural background radiation
Продуцент	Продуцент	Producer
Пил атмосферний	Пыль атмосферная	Atmospheric dust
Радіоактивність	Радиоактивность	Radioactivity
Радіочутливість	Радиочувствительность	Radiosensitivity
Редуцент	Редуцент	Reducer
Рекультивація	Рекультивация	Reclamation
Релаксації час	Релаксации время	Relaxation time

Середовище життя	Среда	Environment
Специфічна реакція	Специфическая реакция	Specific response
Спонтанне ділення	Спонтанное деление	Spontaneous fission
Супертоксианти	Супертоксианты	Supertoxicant
Токсичність	Токсичность	Toxicity
Функції живої речовини	Функции живого вещества	Functions of natural substances
Фреони	Фреоны	Freon, chlorofluorocarbon
Хемосинтез	Хемосинтез	Chemosynthesis
Хімічна екологія	Химическая экология	Chemical ecology
Цикл біогеохімічний	Цикл биогеохимический	Biogeochemical cycle