

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра екології та ботаніки

**«Затверджую»
Завідувач кафедри
екології та ботаніки
_____ (В.Г. Скляр)
“ _____ ” _____ 2019 р.**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК.19. МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

Спеціальність 101 «Екологія», ОС «Бакалавр»

Факультет: *Агротехнологій та природокористування*

2019-2020 н. р.

Робоча програма з «Моделювання і прогнозування стану довкілля» для студентів за спеціальністю: 101 «Екологія»

Розробник: д. б. н., професор кафедри екології та ботаніки

Скляр В.Г. _____

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри екології та ботаніки

Протокол від 8 квітня 2019 року №14

Завідувач кафедри _____ (Скляр В.Г.)

Погоджено:

Декан факультету _____ І.М. Коваленко

Методист навчального відділу _____ Г.О. Бабошина

Зареєстровано в електронній базі: дата: _____ 2019 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6,5	Галузь знань: 10 Природничі науки	Нормативна	
	Спеціальність: 101 Екологія		
Модулів – 4		Рік підготовки:	
Змістових модулів: 5		2019-2020-й	
		Курс	
		4	
		Семестр	
Загальна кількість годин - 195		7, 8-й	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 3	Освітній ступінь: бакалавр	26 год.	
		Практичні, семінарські	
		56 год.	
		Лабораторні	
		-	
		Самостійна робота	
		113 год.	
		Індивідуальні завдання: Вид контролю: Залік, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання - 42,1/57,9 (82/113)

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок в галузі математичного моделювання реальних процесів, які мають місце у довкіллі, складання прогнозів забруднення довкілля та застосування їх для регулювання промислових викидів підприємств в навколишнє середовище.

Завдання: навчити студентів основам використання методів математичного моделювання при дослідженні процесів антропогенного впливу на навколишнє природне середовище та здійсненні різних функцій екологічного управління, зокрема:

- у циклі процесу екологічного моніторингу довкілля - на етапі розробки стратегії та програми моніторингу та на етапі обробки даних;
- при оцінці впливу різних факторів антропогенного навантаження на довкілля (фактичного або прогнозного), прогнозуванні стану компонентів навколишнього середовища під впливом природних та антропогенних факторів; у тому числі при виконанні процедури оцінки впливу на навколишнє середовище – ОВНС;
- при розробці та оцінці ефективності природоохоронних заходів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- Визначення понять «модель» та «прогноз».
- Типи моделей, що використовуються в області охорони навколишнього природного середовища. Етапи моделювання та їх послідовність.
- Базові поняття теорії ймовірностей і математичної статистики.
- Базові поняття вибіркового методу.
- Основні поняття кореляційного та регресійного аналізу.
- Процедури оцінки параметрів регресійної моделі та якості підгонки.
- Умови використання регресійного аналізу.
- Основні поняття теорії випадкових процесів.
- Методи оцінки тренду та сезонної компоненти випадкового процесу.
- Основні визначення щодо моделі випадкового процесу з стаціонарними припущеннями (фрактального броунівського руху).
- Базові концепції геостатистики.
- Концептуальні моделі розповсюдження забруднюючих речовин у водних об'єктах та атмосфері.
- Загальне рівняння транспорту забруднюючих речовин.
- Математична модель дифузії.
- Модель евтрофікації водних об'єктів.
- Моделі азотного і фосфорного циклів у гідросфері.
- Модель балансу розчиненого кисню в водних об'єктах.
- Модель біоаккумуляції забруднення.

- Підходи до схематизації об'єктів моделювання при моделюванні розповсюдження забруднення.
- Особливості моделювання різних типів водних об'єктів.
- Процеси розповсюдження забруднення в атмосферному повітрі.
- Основні моделі для розповсюдження забруднення в атмосферному повітрі.
- Концептуальна модель міграції радіонуклідів.
- Сучасні моделі кругообігу хімічних елементів у біосфері.
- Підходи до моделювання динаміки еколого-економічних систем.
- Головні положення концептуальної моделі біосфери Вернадського.

вміти:

- Оптимально визначати клас моделей та засобів моделювання, який є необхідним для практичної задачі екологічного управління.
- Визначати програму розробки моделі. Оцінювати необхідні ресурси.
- Оцінювати доцільність і можливість використання регресійної моделі. Вибирати модель.
- Оцінювати параметри регресійної моделі.
- Оцінювати якість моделі і якість відповідного прогнозу.
- Виділяти тренд і сезонну складову в часовому рядку. Оцінювати тренд.
- Оцінювати параметри процесу ARIMA. Виконувати прогноз на основі отриманої моделі.
- Оцінювати параметри моделі процесу зі стаціонарними прирощеннями. Виконувати прогноз на основі отриманої моделі.
- Оцінювати просторову змінність і виконати просторову інтерполяцію.

3. Програма навчальної дисципліни

Затверджено: Рішенням Вченої ради Сумського національного аграрного університету, протокол №5 від 31 жовтня 2019 року

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля.

Тема 1. Загальні вимоги щодо використання математичного моделювання в галузі охорони навколишнього середовища. Поняття «модель». Основні принципи математичного та імітаційного моделювання. Системний підхід до побудови математичних моделей. Основні етапи розробки та використання моделі. Класифікації моделей. Використання математичного моделювання в галузі охорони навколишнього середовища. Верифікація моделі. «Зворотна задача» в моделюванні. Іспит моделі. Поняття «прогноз». Моделювання як етап прогнозування. Ситуаційний прогноз. Етапи розробки імітаційної моделі. Експортна модель навантаження на річковий басейн від дифузних джерел забруднення. Теоретико-методологічні засади прогнозування.

Тема 2. Математична статистика як інструмент аналізу даних в екології. Історія розвитку ідей математичної статистики. Сучасний стан математичної статистики. Основні поняття теорії імовірності. Математична статистика та різноманітність вирішуваних нею завдань. Сучасні статистичні пакети. Спеціальні комп'ютерні програми. Статистичне оцінювання. Концепція рандомізації.

Репрезентативність вихідного матеріалу. Поняття про помилки. Систематичні та випадкові помилки. Прийняття рішення. Сучасні статистичні пакети та пакети наукової графіки.

Тема 3. Ознаки в біології та екології. Поняття про ознаки. Ознаки та властивості об'єктів. Кількісні та якісні ознаки. Ранги та ранжування. Кодування якісних ознак. Особливості збирання інформації про ознаки, які характеризують стан об'єктів. Сезонність. Мінливість ознак з часом. Методи раціонального планування експериментів та польових дослідів. Таблиці випадкових чисел. Генерування випадкових чисел ЕОМ. Представлення вихідного матеріалу у формі таблиць.

Тема 4. Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання. Поняття про статистичні ряди. Гістограми. Перевірка на відповідність нормальному статистичному розподілу. Нормальний імовірнісний графік. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу. Робастність в статистиці. Виявлення та вибраковування "вискакуючих" значень. Трансформація статистичних рядів. Поняття про генеральну сукупність. Поняття про вибірку. Теорія вибірок. Великі й малі вибірки. Визначення статистично достатнього обсягу вибірок.

МОДУЛЬ 2.

Змістовий модуль 2. Основні статистичні параметри.

Тема 5. Теорія оцінювання. Метод максимальної правдоподібності і метод найменших квадратів. Середнє та його види: середнє арифметичне, медіана, мода. Їх властивості. Математичне очікування як характеристика центру розподілу. Показники розсіювання. Розмах. Стандартне відхилення. Дисперсія. Похибка середнього арифметичного. Мінливість. Коефіцієнт варіації та коефіцієнт Джині. Точкове оцінювання та його застосування в екології. Інтервальне оцінювання. Поняття про довірчі рівні та їх границі. Коефіцієнт Ст'юдента. "Ящик з вусами". Оцінка часток. Графічне представлення результатів.

Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез. Порівняння середніх арифметичних при рівних та нерівних дисперсіях. Нульова гіпотеза H_0 . Помилки першого та другого роду. Критерії значущості. Сенс критеріїв значущості. Форми представлення рівнів статистичної достовірності в сучасних статистичних пакетах. Метод хі-квадрат. Точний критерій Фішера. Параметричні та непараметричні критерії при перевірці статистичних гіпотез.

Тема 7. Кореляційний аналіз. Типи залежності між ознаками. Коефіцієнт лінійної кореляції. Статистична достовірність кореляцій. Кореляційні матриці. Біологічне та агрономічне значення кореляцій. Табличне та графічне представлення результатів кореляційного аналізу.

МОДУЛЬ 3.

Змістовий модуль 3. Основні статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля.

Тема 8. Дисперсійний аналіз. Завдання та можливості дисперсійного аналізу. Основні моделі дисперсійного аналізу. Критерій Фішера. Найменша істотна різниця. Порівняння варіантів в моделях дисперсійного аналізу. Перевірка однорідності дисперсій. Метод латинського квадрату. Поняття про варіанти та повторення в польових дослідях. Блочний метод та його недоліки. Однофакторний дисперсійний аналіз - ANOVA. Двофакторний та багатофакторний дисперсійний аналіз - MANOVA. Взаємодія між факторами.

Тема 9. Регресійний аналіз. Основні ідеї регресійного аналізу. Парний регресійний аналіз. Коефіцієнти та вільні члени регресійних рівнянь. Графічне представлення результатів регресійного аналізу. Множинний регресійний аналіз. Покрокова регресія. Площина регресії. Регресійний аналіз як засіб прогнозування явищ та процесів.

Тема 10. Багатовимірний статистичний аналіз. Концепція "згортки" інформації. Багатоознакові системи в екології. Метрики схожості та відстаней в багатовимірному просторі. Класифікація багатовимірних спостережень. Неоднозначність багатовимірних статистичних рішень. Багатовимірний аналіз як засіб побудови наукових гіпотез в агрономії. Кластерний аналіз. Матриця вихідних даних. Проблема вибору ознак. Інформаційний шум. Метрики схожості і відстаней у кластерному аналізі. Q- та R-техніки у кластерному аналізі: аналіз об'єктів та аналіз ознак. Графічне представлення результатів кластерного аналізу. Факторний аналіз. Матриця вихідних даних. Проблема вибору ознак. Інформаційний шум. Метрики схожості і відстаней у факторному аналізі. Q- та R-техніки у факторному аналізі: аналіз об'єктів та аналіз ознак. Графічне представлення результатів факторного аналізу. Полярна вісконсинська ординація. Матриця вихідних даних. Особливості метода. Представлення результатів. Віталітетний аналіз в агрономії. Ознаки життєздатності рослин в посівах. Реалізація метода на ЕОМ. Представлення і інтерпритація результатів.

Тема 11. Прогнозування в біології та екології. Теоретичні основи прогнозування. Типи моделей. Інтерполяція та її границі. Метод ковзаючої середньої. Аналіз рядів динаміки. Компоненти ряду динаміки. Стаціонарність. Сезонність. Виявлення тренду. Графічне представлення та інтерпритація результатів тренд-аналізу. Теорія епідемій. Детерміністські та стохастичні моделі. Комп'ютерна діагностика у фітопатології.

МОДУЛЬ 4.

Змістовий модуль 4. Введення в математичні моделі популяційної екології.

Тема 12. Моделювання процесів в популяції. Популяції як самостійні функціонуючі біологічні системи. Концепція морфометрії. Моделювання чисельності популяцій. Моделювання ізольованої популяції. Фазовий простір. Фазовий портрет системи. Рівновага у екологічній системі. Моделювання динамічних показників популяції. Модель ізольованої популяції. Модель популяції, обмеженої зовнішніми ресурсами. Моделювання відношення «хижак – жертва». Модель відносин конкуренції «хижак-хижак» та «продуцент-продуцент». Модель популяції, що підлягає промислу. Модель Лотка-Вольтерра. Особливості функціонування, моделювання та прогнозування популяцій рідкісних видів рослин.

Тема 13. Модель відносин конкуренції. Модель системи трьох трофічних рівнів. Критична щільність популяції продуцента. Хвильові процеси в динаміці популяцій

Змістовий модуль 5. Моделювання і прогнозування процесів у геосферах та наслідків антропогенного впливу на довкілля.

Тема 14. Моделювання і прогнозування процесів в атмосфері та наслідків антропогенного впливу на неї. Концептуальна модель поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Процеси конвекції та адвекції в атмосфері. Масова турбулентна дифузія в атмосфері. Модель гравітаційного осідання часток.

Модель вологого видалення часток із атмосфери. Модель хімічних процесів у атмосфері.

Тема 15. Моделювання і прогнозування процесів в гідросфері та наслідків антропогенного впливу на неї. Концептуальна модель впливу забруднення на водні екосистеми. Концептуальна модель внутрішніх водоймних процесів. Використання моделювання процесів динаміки якості поверхневих вод при обробці результатів моніторингу. Використання моделювання процесів динаміки якості поверхневих вод при визначенні екологічних нормативів антропогенного навантаження на водні об'єкти. Використання моделювання процесів динаміки якості поверхневих вод при оптимізації програм моніторингу. Можливості й обмеження одновимірної (точкової) моделі водного об'єкту. Область її ефективного використання. Моделювання процесів стратифікації та перемішування. Моделювання процесів ремінералізації в водоймах. Модель азотного циклу в водоймах. Модель фосфорного циклу в водоймах. Модель динаміки біомаси фітопланктону та обмежуючі фактори. Біоаккумуляція забруднюючих речовин. Біотрансформація забруднюючих речовин. Моделювання процесів сорбції й десорбції. Фізико-хімічні процеси розповсюдження забруднення СОЗ: сорбція, біодеградація, гідроліз, іонізація, фотоліз. Стохастичне випробування детерміністської моделі. Аналіз невизначеності при обробці результатів моделювання. Сегментація та модульний підхід при моделюванні динаміки якості води водних об'єктів. Можливості та область застосування 1D (точкових), лінійних, 2D- і 3D-моделей при моделюванні якості поверхневих вод. Концептуальна модель процесу евтрофікації. Модель динаміки (балансу) розчиненого кисню. Концептуальна модель розповсюдження стійких органічних забруднюючих речовин в водному середовищі. Особливості моделювання процесів формування якості води річок і водостоків. Особливості моделювання процесів формування якості води озер і водосховищ. Врахування вертикальної стратифікації водних об'єктів при моделюванні. Особливості моделювання процесів формування якості води естуаріїв. Проблеми, де застосовується моделювання в області охорони підземних вод. Двохвимірна модель динаміки підземних вод. Трьохвимірна динаміка підземних вод. Граничні умови першого, другого та третього роду в гідродинамічних моделях підземних вод. Граничні умови в гідродинамічних моделях підземних вод. Методи моделювання процесів забруднення підземних вод. Моделювання адвекції та дисперсії хімічних речовин у підземних водах. Моделювання хімічних реакцій у підземних водах. Моделювання траєкторій елементів трасерів у підземних водах.

Тема 16. Моделювання і прогнозування процесів у літосфері та наслідків антропогенного впливу на неї. Концептуальна модель міграції радіонуклідів у екосистемах. Модель міграції радіонуклідів у водному середовищі. Модель міграції радіонуклідів у ґрунтах. Моделювання міграції радіонуклідів по харчових ланцюжках.

Тема 17. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів. Сучасні моделі кругообігу елементів в системі атмосфера – рослинність – ґрунти – океан. Роль моделювання в глобальних дослідженнях. Система моделей глобальних біогеохімічних циклів у біосфері. Моделі кругообігу елементів в системі атмосфера – рослинність – ґрунти – океан. Принцип Ле-Шательє. Концепція сталого розвитку. Роль і місце моделювання в процесі вибору та оцінки стратегії сталого розвитку.

Моделювання в процесі оцінки стратегій розвитку. Сценарії розвитку водокористування, охорони водних ресурсів та прогнозування соціально-екологічних та економіко-екологічних криз. Модель Форрестера.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усь о- го	у тому числі					усього о	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с.р		л	п	ла б	ін д	с. р.
МОДУЛЬ 1												
Змістовий модуль 1. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля												
Тема 1. Загальні вимоги щодо використання математичного моделювання в галузі охорони навколишнього середовища.	13					13						
Тема 2. Математична статистика як інструмент аналізу даних в екології.	19	2	4			13						
Тема 3. Ознаки в біології та екології.	6	2	4									
Тема 4. Ряди розподілу та їхнє статистичне оцінювання.	6	2	4									
Разом за змістовим модулем 1	44	6	12			26						
Разом за модулем 1	44	6	12			26						
МОДУЛЬ 2												
Змістовий модуль 2. Основні статистичні параметри												
Тема 5. Теорія оцінювання.	12	4	8									
Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез.	8	2	6									
Тема 7. Кореляційний аналіз.	19	2	4			13						
Разом за змістовим модулем 2	39	8	18			13						

Разом за модулем 2	39	8	18			13						
Усього за VII семестр	90	12	26			52						
МОДУЛЬ 3												
Змістовий модуль 3. Основні статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля.												
Тема 8. Дисперсійний аналіз.	13	2	4			7						
Тема 9. Регресійний аналіз.	6	2	4									
Тема 10. Багатовимірний статистичний аналіз.	13	2	4			7						
Тема 11. Прогнозування в біології та екології	9	2				7						
Разом за змістовим модулем 3	41	8	12			21						
МОДУЛЬ 4												
Змістовий модуль 4. Введення в математичні моделі популяційної екології.												
Тема 12. Моделювання процесів в популяції.	15	4	4			7						
Тема 13. Модель відносин конкуренції.	7					7						
Разом за змістовим модулем 4	22	4	4			14						
Змістовий модуль 5. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля												
Тема 14. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на атмосферу.	11		4			7						
Тема 15. Моделювання і прогнозування наслідків	11		4			7						

антропогенного впливу на гідросферу.													
Тема 16. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на літосферу.	7					7							
Тема 17. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів.	7		2			5							
Разом за змістовим модулем 5	26		10			26							
Усього за VIII семестр	105	14	30			61							
Усього годин	195	26	56			113							

5. Теми та план лекційних занять VII семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математична статистика як інструмент аналізу даних в екології 1. Роль математичної статистики в біологічних дослідженнях 2. Різноманітність пакетів прикладних програм, придатних для використання в біологічних та екологічних дослідженнях	2
2	Ознаки в біології 1. Поняття про ознаки. 2. Кількісні та якісні ознаки. Ранги та ранжування. Кодування якісних ознак 3. Методологічні основи статистики 4. Нормальний статистичний розподіл	2
3	Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання 1. Основні правила отримання вибірок 2. Різноманітність вибірок 3. Трансформація статистичних рядів	2
4	Основні статистичні параметри. 1. Основні точкові параметри та їх характеристика 2. Властивості середнього арифметичного 3. Інтервальне оцінювання та його сутність	4
5	Перевірка статистичних гіпотез. Метод парних порівнянь	2

	1. Критерій Стюдента. 2. Порівняння «залежних» та «незалежних» даних. 3. Найменша істотна різниця	
6	Кореляційний аналіз. 1. Сутність кореляційного аналізу. 2. Коефіцієнт лінійної кореляції. 3. Статистична достовірність кореляцій	2
	Разом	14

VIII семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дисперсійний аналіз. 1. Завдання та можливості дисперсійного аналізу. 2. Основні моделі дисперсійного аналізу. 3. Дисперсійний комплекс. 4. Математична сутність однофакторного дисперсійного аналізу. 5. Форма подачі результатів однофакторного дисперсійного аналізу. 6. Математична сутність двофакторного дисперсійного аналізу. 7. Форма подачі результатів двофакторного дисперсійного аналізу.	2
2	Регресійний аналіз. 1. Сутність регресійного аналізу 2. Апроксимація при лінійному регресійному аналізі 3. Рівняння регресії 4. Загальні вимоги щодо використання регресійного аналізу	2
3	Багатовимірний статистичний аналіз. 1. Кластерний аналіз: його сутність та значення. 2. Розрахункова процедура кластерного аналізу 3. Графічне представлення результатів кластерного аналізу.	2
4	Прогнозування в біології. 1. Аналіз рядів динаміки. Компоненти ряду динаміки. 2. Стаціонарність. Сезонність. Виявлення тренду. 3. Графічне представлення та інтерпретація результатів тренд-аналізу.	2
5	Моделювання процесів в популяції (1 частина) 1. Моделювання ізольованої популяції. 2. Фазовий простір. Фазовий портрет системи. 3. Рівновага у екологічній системі.	2
6	Моделювання процесів в популяції (2 частина) 1. Модель ізольованої популяції. 2. Модель популяції, обмеженої зовнішніми ресурсами. 3. Моделювання в популяціях рідкісних рослин	2
	Разом	12

6. Теми лабораторних занять VII семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математична статистика як інструмент аналізу даних в екології. Сучасні статистичні пакети	4
2	Ознаки в екології	4
3	Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання	4
4	Основні статистичні параметри. Точкове та інтервальне оцінювання	8
5	Перевірка статистичних гіпотез	6
6	Кореляційний аналіз	4
	Разом	30

VIII семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дисперсійний аналіз	4
2	Регресійний аналіз	4
3	Багатовимірний статистичний аналіз	4
4	Моделювання процесів в популяції	4
5	Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на атмосферу.	4
6	Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на гідросферу.	4
7	Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів	2
	Разом	26

7.Самостійна робота VII семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математична статистика як інструмент аналізу даних в екології	13
2	Сучасні статистичні пакети	13
3	Кореляційний аналіз	13
4	Спеціальні комп'ютерні програми	13
	Разом	52

VIII семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дисперсійний аналіз.	7
2	Регресійний аналіз.	7
3	Багатовимірний статистичний аналіз.	7
4	Прогнозування в біології та екології	7
5	Моделювання процесів в популяції	7
6	Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на атмосферу.	7
7	Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на гідросферу.	7
8	Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на літосферу	7
9	Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів	5
	Разом	61

11. Методи навчання

Словесні: розповідь, пояснення, бесіда, лекція, інструктаж, робота з книгою.

Наочні: демонстрація, ілюстрація, спостереження.

Практичні: практична робота, вправа.

12. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:
 - рівень знань, продемонстрований на лабораторних, практичних та семінарських заняттях;
 - активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;
 - результати виконання та захисту лабораторних робіт;
 - самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
 - виконання аналітично-розрахункових завдань;
 - письмові завдання при проведенні контрольних робіт;
 - написання рефератів;
 - результати тестування.
4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

VII семестр

Поточне тестування та самостійна робота							Разом за модулі та CPC	Атестація	Сума
Модуль 1 0-35 балів				Модуль 2 0– 35 балів					
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7			
5	10	10	10	10	10	15	15	85 (70+15)	100

VIII семестр

Поточне тестування та самостійна робота										Разом за модулі та CPC	Атес-тація	Підсум-ковий іспит	Сума	
Модуль 1 0-20 балів				Модуль 2 0– 20 балів										CPC
Змістовий модуль 1				Змісто-вий модуль 1		Змістовий модуль 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	15	55 (40+15)	15	30	100
5	5	5	5	4	4	4	3	3	2					

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
69-74	D	задовільно	
60-68	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Методичне забезпечення

1. Гохман О.Г. Экспертное оценивание. - Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1991. - 150 с.

Рекомендована література

Базова

1. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. Київ: Фітоцентр, 1998. - 132 с.
2. Природа моделей и модели природы / Под ред. Д.М. Гришиани, И.Б. Новика, С.А. Пегова. - М.: Мысль, 1986. - 270 с.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование - искусство и наука. М.: Наука, 1978. - 418 с.
4. Кендалл М.Дж., Стюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.:Наука, 1976.

5. Калінін М.І., Єлісєєв В.В. Біометрія: Підручник для студентів вузів біологічних і екологічних напрямків. - Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. - 204 с.

6. Любищев А.А. Дисперсионный анализ в биологии. - М.: МГУ, 1986.

7. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. - Суми, 2000. - 201с.

Додаткова література

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы.- Л.:Гидрометеиздат,1985.

2. Владимиров А.М, Ляхин Ю.И. и др. Охрана окружающей среды.- Л.:Гидрометеиздат,1991.

3. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие/Под ред.Э.Ю.Безуглой, М.Е. Берлянда.- Л.:Гидрометеиздат,1983.

4. Методические указания по прогнозированию загрязнения воздуха в городах/Под ред.М.Е.Берлянда.- Л.:Гидрометеиздат,1979.

5. Методические указания по прогнозированию загрязнения воздуха в городах с учетом метеорологических условий. РД 52.04.78-85.-М.,1986.

6. Методические указания: Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. РД 52.04.52-85.-Л.: Гидрометеиздат, 1987.

7. Семенченко Б.А., Белов П.Н. Метеорологические аспекты охраны природной среды.- М.: Изд-во МГУ,1985.

8. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы – Л.: Гидрометеиздат, 1991.

9. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М.: Филинь, 1997.

10. Григорьев С.Г. и др. Statgraphics на персональном компьютере. - С.-Пб., 1992.

Інформаційні ресурси

1. <http://chitalka.info/>

2. <http://readbookz.com/>

3. <http://orel.rsl.ru>

4. <http://www.ecoline.ru>

5. <http://www.ukrntec.com><http://www.ecolife.org.ua>

6. <http://www.waste.com.ua/law/index.html>

7. <http://www.waste.com.ua/law/index.html>

8. <http://zelenyshluz.narod.ru/>

9. <http://proeco.visti.net/>

10. <http://lib.chdu.edu.ua/index.php?m=1&b=3> – електронний варіант підручника «Біометрія» (автори Калінін М.І., Єлісєєв В.В.)

11. <http://do.gendocs.ru/docs/index-250481.html> – електронний варіант навчального посібника «Введение в биометрию» (автори А. М. Мубараков, Н. Э. Пфейфер, Н. Е. Тарасовская, Химич Г. З., Хлущевская О. А.)