

**Національний університет біоресурсів і природокористування України**

Кафедра комп'ютерних наук

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан факультету інформаційних технологій

\_\_\_\_\_ О. Г. Глазунова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«СХВАЛЕНО»**

на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Б. Л. Голуб

**”РОЗГЛЯНУТО ”**

Гарант ОП «Інформаційні управляючі системи та технології»

\_\_\_\_\_ проф., д.т.н., Бондаренко В. Є.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В СФЕРІ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»**

**освітня програма «Інформаційні управляючі системи та технології»**

**факультет інформаційних технологій**

Розробник: доцент кафедри комп'ютерних наук , к.т.н. Басараб Р. М.

**Київ – 2021 р.**

**1. Опис навчальної дисципліни**  
**Моделювання та прогнозування в сфері природокористування**

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>	
Галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)
Спеціальність	<u>122 «Комп'ютерні науки»</u> (шифр і назва)
Освітня програма	«Інформаційні управляючі системи та технології»
Освітній ступінь	Магістр (бакалавр, спеціаліст, магістр)
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>	
Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	135
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	КП
Форма контролю	Іспит
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>	
	денна форма навчання
Рік підготовки	1
Семестр	1
Лекційні заняття	30 год.
Практичні, семінарські заняття	
Лабораторні заняття	30 год.
Самостійна робота	75 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	12 год.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Моделювання може бути визначено як процес застосування фундаментальних знань або досвіду для імітації або опису поведінки реальних систем з метою отримання певної інформації. До найбільш поширених видів моделювання в системному аналізі проблем ресурсів природокористування умовно можна віднести:

- фізичне моделювання з використанням матеріальних моделей, що є геометрично та динамічно подібні реальній системі;

- емпіричне моделювання (наближення "чорної скрині"), що у пошуку причинно-наслідкових зв'язків між змінними системи безпосередньо спирається на дані спостережень процесів навколишнього середовища з використанням апарату математичної статистики;

- математичне моделювання, що базується на знанні фундаментальних принципів і теорій щодо властивостей систем і процесів ресурсів природокористування разом із застосуванням апарату математичного аналізу.

Саме два останніх види моделювання є предметом вивчення у дисципліні "Моделювання та прогнозування в сфері природокористування". Математичні моделі можуть бути економним і ефективним інструментом досліджень, тому що доцільніше працювати з модельною заміною, що зберігає суттєві властивості реальної системи, ніж з реальними складними системами. Сучасні комп'ютерні технології та програмне забезпечення дозволяють розробляти і використовувати на інженерному рівні математичні моделі досить складних систем використання ресурсів природокористування. Моделювання вже довгий час використовується як складова компонента оптимізації спостережень, з'ясування причинно-наслідкових зв'язків і прогнозування процесів в сфері природокористування.

Специфічними цілями математичного моделювання можуть бути інтерпретація систем, аналіз їх поведінки, оптимальний контроль та управління системами для досягнення бажаних результатів, перевірка гіпотез щодо властивостей систем а також прогнозування відгуків систем на зовнішні впливи. Різні за фахом управлінці, інженери, дослідники з різних галузей діяльності з успіхом використовують у своїх потребах математичні моделі різних видів.

Все це обумовлює актуальність вивчення дисципліни "Моделювання та прогнозування в сфері природокористування".

Приєднання України до Болонського процесу передбачає впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП), яка є українським варіантом ECTS. Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

**Мета:** формування у студентів знань стосовно розрахункових методів і моделей, що найширше використовуються у моделюванні та прогнозуванні процесів у навколишньому середовищі, в сфері природокористування.

**Предмет:** принципи і засоби побудови і застосування математичних моделей (детермінованих та імовірнісних) довкілля, теоретичні засади прогнозування стану в сфері природокористування.

**Зміст:** забезпечення можливостей використання набутих знань та умінь для моделювання і прогнозування процесів в сфері, що відбуваються в сфері природокористування.

Завдання вивчення дисципліни полягає в освоєнні базових принципів і методів побудови і дослідження математичних моделей.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- знати принципи моделювання процесів і систем використання ресурсів природокористування.
- вміти застосовувати теоретичні знання й практичні навички в розробці й застосуванні математичних моделей для аналізу й прогнозування стану ресурсів природокористування в інженерних і природних системах.

Отримані знання можуть бути використані у практичній діяльності при управлінні інформаційно-технологічними проектами і програмами.

Поточний та підсумковий контроль знань виконується у вигляді двох модулів, в які увійшли основні розділи курсу.

Поточний контроль знань виконується у вигляді поточного опитування, виконання лабораторних та контрольних робіт, тестування.

Підсумковий контроль знань виконується по результатам поточного контролю по модулям та результатам колоквиумів, які проводить викладач дисципліни.

У процесі вивчення дисципліни студенти вивчають самостійно питання, що не розглядаються на лекціях у виді виконання завдань для самостійної роботи.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Основи інтелектуального аналізу даних.**

##### **Лекція 1. Вступ до курсу.**

Поняття математичної моделі. Класифікація математичних моделей. Моделювання як метод наукового пізнання. Використання моделювання при дослідженні і проектуванні складних систем.

Поняття про множинне, ієрархічне та цілісне представлення системи. Функція елемента. Функціональне та процесуальне представлення системи.

Формальна точка та формальний простір. Елементарний формальний простір. Модель. Різні підходи до визначення властивостей і функцій моделей. Моделі об'єктів і процесів у сфері природокористування. Типи моделей (матеріальні і уявні). Групи моделей. Особливості моделей різних типів і груп.

### **Лекція 2. Побудова математичних моделей.**

Етапи побудови моделі. Взаємозв'язки етапів. Моделювання складних систем із використанням ІКТ (імітація). Виділення та види ресурсів природокористування. Класифікація математичних моделей відповідно до властивостей, процесів що моделюються. Порядок розробки математичних моделей процесів оцінки ресурсів природокористування

### **Лекція 3 Системний підхід до побудови математичних моделей.**

Поняття системи. Властивості систем. Порядок розробки математичних моделей у сфері природокористування

### **Лекція 4. Синтез алгебраїчних моделей та їх предметна ідентифікація.**

Схематизація моделювання. Вибір алгебраїчних моделей. Принцип матеріального балансу. Закон діючих мас та стехіометричні обмеження в моделюванні процесів використання ресурсів природокористування

### **Змістовий модуль 2.**

#### **Лекція 1. Імовірнісні моделі.**

Імовірнісні моделі процесів використання ресурсів природокористування Детермінована послідовність. Випадкова послідовність. Випадкові послідовності у типових об'єктах. Ймовірності пов'язані з випадковими послідовностями. Ймовірнісне дерево. Марковські послідовності. Стаціонарність, однорідність та зворотність. Складні ланцюги Маркова. Немарковські послідовності. Розподіл серій в марківських ланцюгах.

#### **Лекція 2. Візуалізації даних спостережень.**

Моделі візуалізації даних спостережень. Згладжування даних методом ковзаючого середнього. Згладжування методом експонентного усереднення. Згладжування методом медіанного усереднення. Статистичні моделі процесів використання ресурсів природокористування.

#### **Лекція 3. Статистичне моделювання.**

Основні задачі статистичного моделювання. Поняття про метод найменших квадратів. Основи аналізу рівнянь регресії. Метод введення параметра часу в рівняння регресії. Лінійні регресійні моделі, Марковські моделі процесів використання ресурсів природокористування. Моделі Монте-Карло.

#### **Лекція 4. Види і методи прогнозування.**

Види і методи прогнозування. Моделювання в прогнозах і сценаріях у сфері природокористування. Засоби Microsoft Excel® для імітаційного моделювання і прогнозування.

**Лекція 5. Засоби MathCad® для імітаційного моделювання і прогнозування.**

**4. Програма та структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Змістовий модуль 1. Основи інтелектуального аналізу даних</b>														
Вступ до курсу		18	4		4		10							
Побудова математичних моделей		17	4		4		9							
Системний підхід до побудови математичних моделей		15	3		3		9							
Синтез алгебраїчних моделей та їх предметна ідентифікація		17	4		4		9							
Разом за змістовим модулем 1	67		15		15		37							
<b>Змістовий модуль 2.</b>														
Імовірнісні моделі.		12	3		3		6							
Візуалізації даних спостережень.		13	3		3		7							
Статистичне моделювання.		12	3		3		6							
Види і методи прогнозування.		11	3		3		7							
Засоби MathCad® для імітаційного моделювання і прогнозування.		10	3		3		6							
Разом за змістовим модулем 2	68		15		15		38							
Усього годин			30		30		38							
Курсовий проект (робота) з _____			-		-		-							
(якщо є в робочому навчальному плані)														
Усього годин		135	30		30		75							

#### 4. Теми семінарських занять

#### 5. Теми практичних занять

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка математичних моделей процесів оцінки ресурсів природокористування. Аналіз параметрів моделей.	15
2	Реалізація лінійних та робастних лінійних моделей регресії для прогнозування врожайності, оцінки їх параметрів.	15

#### 7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

#### 8. Методи навчання

Форми навчання – лекції, та лабораторні заняття, самостійна робота під керівництвом НПП.

#### 9. Форми контролю

Контроль знань - проміжні атестації, допуск до виконання лабораторних робіт, захист виконаних лабораторних робіт та здача екзамену.

#### 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи $R_{нр}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$	Рейтинг штрафний $R_{штр}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

**Примітки.** 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи  $R_{нр}$  стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$0,7 \cdot (R^{(1)}_{зм} \cdot K^{(1)}_{зм} + \dots + R^{(n)}_{зм} \cdot K^{(n)}_{зм})$$

$$R_{нр} = \frac{\dots}{K_{дис}} + R_{др} - R_{штр},$$

де  $R^{(1)}_{зм}, \dots, R^{(n)}_{зм}$  – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

$n$  – кількість змістових модулів;

$K^{(1)}_{зм}, \dots, K^{(n)}_{зм}$  – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} = K^{(1)}_{зм} + \dots + K^{(n)}_{зм}$  – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{др}$  – рейтинг з додаткової роботи;

**R штр** – рейтинг штрафний.



Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти  $K^{(1)}_{ЗМ} = \dots = K^{(n)}_{ЗМ}$ . Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}$$

**Рейтинг з додаткової роботи  $R_{ДР}$**  додається до  $R_{НР}$  і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

**Рейтинг штрафний  $R_{ШТР}$**  не перевищує 5 балів і віднімається від  $R_{НР}$ . Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{дис}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{НР}$  (до 70 балів):  $R_{дис} = R_{НР} + R_{ат}$ .

## 11. Методичне забезпечення

## 12. Рекомендована література

### Базова

1. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Підручник/ Лаврик В.І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.М., С.М., Ільїна В.Г. - К.: Альма-матер, 2010. – 357 с
2. Бейко І. В. Методи математичного і комп'ютерного моделювання для відшукування нових знань: Зб. лаборат. практикумів. НУКМА. — К.: Фітосоціоцентр. 2000. — Ч. 4.
3. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник /Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І., Іванов В.В., Дубровіна Н.А., Ставицький А.В. – Х.: ВД „ІНЖЕК”, 2005. – 396с.
4. . Краснощеков П. С., Петров А. А. Принципы построения моделей. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 264 с.
5. Салманов О. Н. Математическая экономика с применением MathCAD и Excel. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

6. Л. Л. Шамілева Статистическое моделирование и прогнозирование: курс лекцій – Донецк: «Каштан», 2008. – 304 с
7. . Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 188 с.
8. Пономаренко В.С., Малярець Л.М. Аналіз даних у дослідженнях соціально-економічних систем. Монографія, 2009, 432с.
9. Богобоящий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. - Київ: Центр навчальної літератури, 2004. - 216 с.
10. Винклер Х. Мировые ресурсы: Пер. с нем. - М.: Знание, 1986.-272 с.
11. Семененко М. Г. Введение в математическое моделирование. — М.: Солон-Р, 2002.

#### **Допоміжна**

1. Потравный И.М., Захожай В.Б. Ресурсосбережение и охрана окружающей среды.-К.: Урожай, 1990.-286с.
2. Ефремов И.В. Моделирование почвенно-растительных систем Москва, Издательство ЛКИ, 2008. - 152 с
3. Пряжинская В.Г., Рикун А.Д., Шнайрман В.М. и др. Математическое моделирование в управлении водными ресурсами М.: Наука, 1988. - 247 с.
4. Долгонос Б.М. Нелинейная динамика экологических и гидрологических процессов «Либроком». – 2009. – 440 с.
5. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища Навч. посібник. - К.: Либідь, 2003. - 208 с

#### **13. Інформаційні ресурси**

1. ЕНК по даній дисципліні доступний за електронною адресою:  
<http://it.nubip.edu.ua/course/view.php?id=130>