

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**

**Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук**

**Кафедра математичних проблем управління і кібернетики**

## **СИЛАБУС**

**навчальної дисципліни**

**Обробка результатів експерименту**

(назва навчальної дисципліни)

**Освітньо-професійна програма Географія**

(назва програми)

**Спеціальність 106 Географія**

(вказати: код, назва)

**Галузь знань 10 Природничі науки**

(вказати: шифр, назва)

**Рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий) рівень**

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

**географічний**

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

**Мова навчання**

**українська**

(вказати: на яких мовах читається дисципліна)

---

**Розробники: Малик І.В., доктор фіз-мат. наук, професор кафедри математичних проблем управління і кібернетики**

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

### **Мета навчальної дисципліни:**

формування у аспірантів теоретичної бази знань, прикладних навичок і компетенцій у галузі математичної та прикладної статистики, методів машинного навчання та штучного інтелекту для обробки результатів дисертаційних досліджень.

Дана дисципліна спрямована на поглиблення знань щодо аналізу результатів експерименту, аналізу процесів та явищ різної природи (фізичних, хімічних) за допомогою формалізації та дослідження відповідних математичних процесів та подій.

## **1. Результати навчання**

Аспірант, який засвоїв дисципліну «Обробка результатів експерименту» повинен:

### **знати:**

- фундаментальні класичні та сучасні результати регресійного аналізу та теорії часових рядів;
- основні методи визначення точкових оцінок параметрів моделі, в тому числі методу найменших квадратів та методу максимальної правдоподібності;
- основні типи статистичних гіпотез та відповідних їм критеріїв, методи побудови критеріїв, оцінки потужності критерію;
- можливості сучасного математичного та програмного забезпечення у галузі статистичних математичної та прикладної статистики;
- фундаментальні методи машинного навчання, включаючи основні методи кластеризацій, класифікації та навчання із підкріпленням.

### **уміти:**

- здійснювати статистичний аналіз моделей та отримувати обґрунтовані висновки для підтримки процесу прийняття рішень для прикладних задач;
- отримувати оцінки параметрів моделей за допомогою різних статистичних підходів, будувати регіони надійності для точкових оцінок параметрів, робити висновки на основі отриманих значень параметрів;
- визначати тип моделі, ґрунтуючись на значеннях інформаційних критеріїв, визначати оптимальну модель в певному класі моделей;
- будувати статистичні гіпотези та відповідні їм критерії, отримувати висновок, ґрунтуючись на даних критеріях, визначати найбільш потужні критерії;
- виконувати найпростіші аналітичні та експериментальні дослідження з моделями реальних економічних, фізичних процесів та явищ;
- організовувати самостійну пізнавальну діяльність та здобувати нові знання з методології і методики статистичних досліджень;
- перевіряти умови використання моделей машинного навчання та інтерпретувати результати прогнозування чи оцінки реальних значень;
- опрацьовувати статистичні дані за допомогою пакетів статистичного аналізу.

У результаті опанування навчального матеріалу студент має набути наступних компетентностей, передбачених освітньо-науковою програмою спеціальності 106 Географія:

*Загальні компетентності (ЗК):*

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність працювати у міжнародному контексті.

ЗК03. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

*Спеціальні (фахові) компетентності (ФК)*

ФК04. Здатність до наукової аргументації, володіння системним науковим світоглядом, застосовувати сучасні методи географічних та міждисциплінарних досліджень, інформаційні та комунікаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій діяльності.

ФК05. Здатність дотримуватись етики та правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

*Наслідком вивчення навчальної дисципліни має бути досягнення наступних програмних результатів:*

ПРН01. Застосовувати сучасні концептуальні знання географії, її окремих напрямків та суміжних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових досліджень та здійснення професійної діяльності.

ПРН05. Використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, програмне забезпечення при проведенні наукових досліджень та в освітній діяльності.

ПРН06. Вільно презентувати і обговорювати державною та іноземною мовами з фахівцями та широкою аудиторією з дотриманням норм академічної етики результати досліджень, наукові та прикладні проблеми з географії, природокористування та регіонального розвитку, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних вітчизняних та міжнародних наукових виданнях.

### 3. Опис навчальної дисципліни

#### 3.1. Загальна інформація

| Форма навчання | Рік підготовки | Семестр | Кількість |       |                   | Кількість годин |           |             |             |                   |                        | Вид підсумкового контролю |
|----------------|----------------|---------|-----------|-------|-------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|-------------------|------------------------|---------------------------|
|                |                |         | кредитів  | годин | змістових модулів | лекцій          | практичні | семінарські | лабораторні | самостійна робота | індивідуальні завдання |                           |
| Денна          | 1              | 2       | 3         | 90    | 2                 | 5               |           | 10          |             | 75                |                        | іспит                     |
| Заочна         | 1              | 2       | 3         | 90    | 2                 | 1               |           | 3           |             | 86                |                        | іспит                     |

#### 3.2. Структура змісту навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                | Кількість годин |              |    |     |     |      |              |              |     |     |     |      |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----|-----|-----|------|--------------|--------------|-----|-----|-----|------|
|                                                              | Денна форма     |              |    |     |     |      | Заочна форма |              |     |     |     |      |
|                                                              | усього          | у тому числі |    |     |     |      | усього       | у тому числі |     |     |     |      |
|                                                              |                 | л            | с  | Лаб | інд | с.р. |              | л            | с   | лаб | інд | с.р. |
| 1                                                            | 2               | 3            | 4  | 5   | 6   | 7    | 8            | 9            | 10  | 11  | 12  | 13   |
| <b>Змістовий модуль 1. Статистична обробка даних</b>         |                 |              |    |     |     |      |              |              |     |     |     |      |
| Тема 1. Статистичні дані                                     |                 | 1            | 1  |     |     | 10   |              | 0.5          | 0.5 |     |     | 12   |
| Тема 2. Планування експерименту                              |                 | 1            | 1  |     |     | 10   |              |              | 0.5 |     |     | 12   |
| Тема 3. Статистичні гіпотези та тести                        |                 |              | 1  |     |     | 10   |              |              |     |     |     | 12   |
| Тема 4. Оцінка параметрів розподілу                          |                 | 1            | 1  |     |     | 10   |              |              | 0.5 |     |     | 12   |
| <b>Змістовий модуль 2. Основні моделі машинного навчання</b> |                 |              |    |     |     |      |              |              |     |     |     |      |
| Тема 1. Основні методи класифікації                          |                 | 1            | 2  |     |     | 11   |              |              | 1   |     |     | 12   |
| Тема 2. Основні методи кластеризації                         |                 |              | 2  |     |     | 12   |              | 0.5          |     |     |     | 12   |
| Тема 3. Задачі побудови регресії та навчання з підкріпленням |                 | 1            | 2  |     |     | 12   |              | 0.5          | 1   |     |     | 14   |
| Усього годин                                                 | 90              | 5            | 10 |     |     | 75   | 90           | 1            | 3   |     |     | 86   |

### 3.4. Теми практичних занять

| № | Назва теми                                                                    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Представлення статистичної інформації.<br>Оцінки числових параметрів вибірки. |
| 2 | Оцінки параметрів розподілу вибірки.<br>Перевірка статистичних гіпотез.       |
| 3 | Елементи регресійного аналізу та часових рядів.                               |
| 4 | Побудова класифікаторів та їх порівняння.                                     |
| 5 | Основні методи кластеризації. Нечітка кластеризація                           |

### 3.6. Тематика індивідуальних завдань

- а) Підготовка індивідуальних завдань (доповідь) щодо статистичних та математичних методів дослідження в дисертаційній роботі.
- б) Ознайомлення з питаннями, які недостатньо висвітлених в лекціях.
- в) Ознайомлення зі статистичними методами, що використовуються в дисертаційному дослідженні, проте недостатньо висвітлені в лекціях.

### 3.7. Самостійна робота

| Тема заняття                                                          | Завдання                                                                                 | Література |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Основні статистичні функції в Excel, R, Python                        | Ознайомлення з питаннями, які недостатньо висвітлюються в лекціях.                       | [4,6-8]    |
| Властивості оцінок параметрів розподілу                               | Ознайомлення з питаннями, які недостатньо висвітлюються в лекціях.                       | [1,11]     |
| Критерій статистичного тесту, побудова довірчих інтервалів            | Ознайомлення з питаннями, які недостатньо висвітлюються в лекціях<br>Розглянути приклади | [1,11]     |
| Порівняння алгоритмів машинного навчання                              | Ознайомлення з питаннями, які недостатньо висвітлюються в лекціях                        | [1,2,3,11] |
| Налаштування гіперпараметрів класифікаторів на основі точності моделі | Ознайомлення з питаннями, які недостатньо висвітлюються в лекціях                        | [2,3,11]   |

\* ІНДЗ – для змістового модуля, або в цілому для навчальної дисципліни за рішенням кафедри (викладача).

#### 4. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни Види та форми контролю

1. **Методи усного контролю** (опитування).
2. **Методи практичного оцінювання** (оцінювання вміння застосовувати знання до розв'язування конкретних задач на практичних заняттях, оцінювання самостійної роботи).

##### Засоби оцінювання

- наскрізний проєкти, що ґрунтується на аналізі даних дисертаційного дослідження;
- розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;

#### Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Мінімальний пороговий рівень оцінки базується на захисті наскрізного проєкту, що включає в себе:

- 1) аналіз проблеми;
- 2) аналіз математичних методів, що можуть бути застосовані для заданої задачі;
- 3) обчислення щодо вибору оптимальної моделі;
- 4) висновки.

Мінімальна позитивна оцінка складає 50 балів зі 100.

#### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

| Оцінка за національною шкалою | Оцінка за шкалою ECTS |                                                     |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
|                               | Оцінка (бали)         | Пояснення за розширеною шкалою                      |
| <b>Відмінно</b>               | A (90-100)            | Зараховано                                          |
| <b>Добре</b>                  | B (80-89)             |                                                     |
|                               | C (70-79)             |                                                     |
| <b>Задовільно</b>             | D (60-69)             |                                                     |
|                               | E (50-59)             |                                                     |
| <b>Незадовільно</b>           | FX (35-49)            | (Незараховано)<br>з можливістю повторного складання |
|                               | F (1-34)              | (Незараховано)<br>з обов'язковим повторним курсом   |

#### 5. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- стандартизовані тести;
- проєкти (наскрізні проєкти; індивідуальні та командні проєкти; дослідницько-творчі та ін.);

- аналітичні звіти.

## 6. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль здійснюється на основі наскрізного проекту:

| Оцінювання наскрізного проекту                      |                           |               |                    |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|---------------|--------------------|
| Виклад та розуміння основних положень змісту роботи | Презентація змісту роботи | Захист роботи | Сумарна к-ть балів |
| до 35                                               | до 20                     | до 15         | 70                 |

Підсумковий контроль здійснюється на основі заліку – 30 б.

## 7. Рекомендована література

1. Королюк В.С., Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Ймовірність, статистика та випадкові процеси. Теорія та комп'ютерна практика. – Чернівці: Золоті литаври, 2007, 2008, 2009.
2. Машинне навчання. Навчання з прецедентами: навч. посіб. / С. В. Антонюк та ін. ; Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. - Чернівці : ЧНУ ім. Ю.Федьковича : Рута, 2021. - 163 с.
3. Машинне навчання. Методи кластерного аналізу. / С. В. Антонюк та ін. ; Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. - Чернівці : ЧНУ ім. Ю.Федьковича : Рута, 2023. - 220 с.
4. Програмування мовою Python: лаб. практикум / уклад.: Ю. А. Літвінчук, І. В. Малик, М. Ю. Горбатенко ; Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. - Чернівці : ЧНУ : Рута, 2021. - 100 с.
5. Brockwell P.J., Davis R.A. Time series: theory and methods. – NY: Springer-Verlag, 1991. – 434 p.
6. Gupta V., Statistical Analysis with Excel. - VJ Books, 2002. – 256 p.
7. Unpingco, Jose. (2019). Python for Probability, Statistics, and Machine Learning. 10.1007/978-3-030-18545-9.
8. Korstanje, Joos. (2021). Advanced Forecasting with Python: With State-of-the-Art-Models Including LSTMs, Facebook's Prophet, and Amazon's DeepAR. 10.1007/978-1-4842-7150-6.
9. Lehmann, E. L., Casella, G. Theory of point estimation. - NY: Springer. 1998. 617 p.
10. Freeman, L.C. The development of social network analysis: a study in the sociology of science. – Vancouver, B. C.: Empirical Press, 2004 – 389.
11. Murphy, Kevin P.. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*: The MIT Press, 2012.

## 8. Інформаційні ресурси

1. <https://www.solver.com/cluster-analysis>
2. <http://www.real-statistics.com/multivariate-statistics/cluster-analysis/>
3. <https://www.kaggle.com>
4. <https://www.researchgate.net>