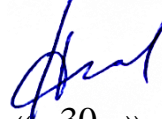


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра геоінформаційних технологій
та космічного моніторингу Землі (№ 407)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



С.М. Андреев

(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2023 р

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Алгоритмічні основи геоматики та системології

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Геоінформаційні системи і технології
(найменування освітньої програми)

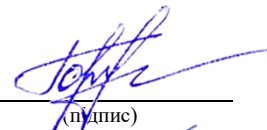
Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

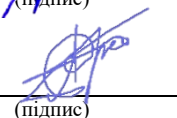
Силабус введено в дію з 01.09.2023 року

Харків – 2023 р.

Розробник: Горелик С.І., зав.каф., к.т.н., доц.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)


Гребень О.С., доц., к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі. (№ 407)


Протокол № 1 від « 30» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доц.


Горелик С.І.

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студентка гр 432


Самохвалова Ю.В.

2 Загальна інформація про викладача



Горелик Станіслав Ігорович, к.т.н., доцент. З 2014 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- геологія та геоморфологія;
- геодезія;
- математична обробка геодезичних вимірів;
- тематичне дешифрування та інтерпретація даних дистанційного зондування.

Напрями наукових досліджень: розробка систем космічного моніторингу за екологічним станом навколишнього середовища; геоінформаційні системи та технології; аерокосмічні методи в науках про Землю.



Гребень Олександр Сергійович, к.т.н.. З 2015 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- ГІС в екосистемах;
- геоінформаційні системи і бази даних;
- технології геоінформаційних систем;
- GPS-технології.

Напрями наукових досліджень: розробка систем космічного моніторингу за екологічним станом навколишнього середовища; геоінформаційні системи та технології; аерокосмічні методи в науках про Землю.

3 Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1, 2 семестр.

Обсяг дисципліни:

9 кредитів ЄКТС (270 годин), у тому числі аудиторних – 152 години, самостійної роботи здобувачів – 118 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – вища математика.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – геодезія.

4 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Вивчення навчальної дисципліни «Алгоритмічні основи геоматики і системології» полягає у удосконаленні базових знань з інформатики, отриманих студентами у попередніх навчальних закладах, надання нових знань з геоматики, методів і технологій розроблення алгоритмів обчислювальних процесів обробки геоданих та їх реалізації засобами сучасних об'єктно-орієнтованих мов програмування високого рівня, а також вивчення концептуальних основ системології.

Завдання

Вивчення дисципліни полягає у прищепленні знань з основ геоматики і системології, навичок розроблення алгоритмів обчислювальних процесів обробки геоданих та їх реалізації засобами мов програмування високого рівня.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступних **компетентностей**:

ЗК1 – здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК2 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6 – здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК7 – здатність працювати автономно.

ЗК8 – здатність працювати в команді.

ЗК9 – здатність до міжособистісної взаємодії.

СК4 – здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

СК5 – здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою.

СК7 – здатність збирати, оновлювати, опрацьовувати, критично оцінювати, інтерпретувати, зберігати, оприлюднювати і використовувати геопросторові дані та метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження.

СК15 – здатність розробляти підсистеми прийняття рішень для впровадження їх в існуючі геоінформаційні системи за допомогою мов програмування Python.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувачем будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде знати:

РН16 – використовувати навичок програмування для вирішення прикладних завдань геодезії, землеустрою та суміжних наук.

5 Зміст навчальної дисципліни

Семестр I.

Змістовний модуль 1. Алгоритми й типи даних.

Тема 1. Вступ

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття «програма», «комп'ютерна програма» та «мова програмування». Мови програмування, особливості мови Python. Синтаксична однозначність та обмеженість мов програмування. Складові мови програмування: «алфавіт», синтаксис і семантика мов програмування. Класифікація мов програмування: за рівнем абстракцій (низького й високого рівня); областю застосування (універсальній й спеціалізовані); за парадигмою програмування (структурна, процедурна, об'єктно-орієнтована). Поняття про транслятори, інтерпретацію та компіляцію програм. Основні етапи розвитку мов програмування

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Мови програмування, їх характеристики та напрямки використання.

Тема 2. Алгоритми.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 7 годин.*
- *Практична робота: «Знайомство з Python. Складання блок-схем»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття «алгоритм». Методи розробки алгоритмів (зверху вниз, знизу верх, розширення ядра). Поняття «виконавець алгоритму». Методи записів алгоритму: блок-схем, текстовим розпорядженням, малюнками, таблицями, спеціальною алгоритмічною мовою. Властивості алгоритмів: дискретність, масовість, визначеність, однозначність. Правила запису алгоритмів за допомогою блок-схем. Типи алгоритмічних структур: лінійний, «розгалуження», «цикл». Етапи розробки алгоритмів.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Розробити алгоритм на прикладі вирішення геодезичних завдань.

Тема 3. Типи даних.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Практична робота: «Змінні з Python. Змінна типу string (рядок)»*
«Оператори. Змінні типу integer та float. Логічний тип даних. Коментарі»
 - *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття «тип даних». Види типізації у мовах програмування: сильна й слабка, статична й динамічна. Типізація мови програмування Python. Основні типи даних у Python. Прості типи даних – рядок (string), цілі числа (integer), дійсні числа (float), логічний (bool). Методи роботи з простими типами даних. Операції з арифметичними і логічними даними. Булева алгебра. Коментарі.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 14 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Практичне використання арифметичних й логічних даних в геодезії.

Тема 4. Вбудовані функції, модулі і бібліотеки в Python

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*
- *Практична робота: «Вбудовані функції Python. Модуль Math»*
 - *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття про бібліотеки, модулі і пакети у Python. Бібліотеки та модулі для роботи з таблицями й масивами, візуалізацією даних, графічним інтерфейсом програми, обробки графічних зображень тощо. Вбудовані функції: модуль числа, максимальне й мінімальне значення, округлення. Вбудований модуль Python – math. Основні функції бібліотеки math.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Проаналізувати наявні бібліотеки й модулі у Python для вирішення практичних завдань у геодезії й землеустрою.

Модульний контроль 1.

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: за необхідністю.*

Змістовний модуль 2. Алогритмічні структури, поняття про об'єктно-орієнтоване програмування.

Тема 5. Структури даних

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Практична робота: «Списки й кортежі». «Множини та словники.*

Перетворення типів»

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття про структури даних. Фізична й логічна структура даних. Класифікація структур даних: за наявністю зв'язків, за змінністю даних, за типом зв'язків (найпростіші, лінійні й нелінійні). Головні структури даних у Python: списки (list), кортежі (tuple), множини (set), словники (dictionary). Їх властивості. Багаторівневі структури.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Можливості використання словників для зберігання геоданих.

Тема 6. Алгоритмічні структури

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 17 годин.*
- *Практична робота: «Розгалуження. Оператор if », «Цикли».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Основні алгоритмічні структури: слідування, розгалуження, цикл. Реалізація алгоритмів із розгалуженням у Python: if, else, elif. Типи розгалуження: одноальтернативне, двоальтернативне, багатоальтернативне. Порожній оператор «pass». Реалізація циклічних алгоритмів Python: for, while. Тип циклів: параметром, з умовою, з передумовою, з післяумовою. Поняття лічильника. Нескінченні цикли. Оператор «continue» і «break». Функція «enumerate» та «zip». Вкладені функції.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Можливості зчитування даних з геодезичними координатами, використовуючи цикли та розгалуження.

Тема 7. Функції. Поняття про об'єктно-орієнтоване програмування.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*
- *Практична робота: «Функції у Python».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття функції у програмуванні. Вбудовані та власні функції у Python. Призначення та властивості функцій. Правила створення власних функцій у Python. «Пуста» функція. Параметри функції: формальні й фактичні. Поняття про глобальні та локальні змінні. Анонімні функції – lambda-функції. Функції «map» і «filter». Поняття про рекурсії, їх застосування у Python. Поняття про об'єктно-орієнтоване програмування (ООП). Інкапсуляція, успадкування, поліморфізм.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Використання функцій для розв'язання простих геодезичних завдань.

Модульний контроль 2.

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: за необхідністю.*

Семестр II.

Змістовний модуль 3. Робота з файловою системою у Python. Масиви.

Тема 8. Робота з файлами. Файлова система. Робота у Python з різними типами файлів

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 18 годин.*
- *Практична робота: «Робота з файловою системою у Python». «Робота з простими текстовими файлами у Python». Робота зі структурованими текстовими файлами та файлами MS Office у Python».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття про файл. Ім'я файлу та розширення: основні вимоги. Типи файлів. Поняття про файлову систему. Поняття теки. Типи шляхів: абсолютний і відносний. Командний рядок. Встановлення пакетів у Python у командному рядку за допомогою функції «pip». Принципи роботи з фалами у Python. Модуль os, path. Функції й методи відкриття й зчитування файлів: «open», «write», «print», «close». Прості й бінарні файли. Кодування символів. Функції при роботі з файловою системою (модулі glob, shutil, os). Принципи роботи з простими текстовими файлами формату txt. Обробка файлу тахеометричної зйомки. Принципи роботи зі структурованими текстовими файлами у форматі csv, xml (модулі csv, ElementTree). Принципи роботи з бінарними файлами MS Word, Excel (бібліотеки python-docx, openpyxl).

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Структура файлів з землеустрою у форматі xml та тахеометричної зйомки csv.

Тема 9. Масиви. Модуль NumPy.

– *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*

– *Практична робота: «Масиви. Модуль NumPy».*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття масив та матриця. Виміри матриць. Варіанти реалізації матриць у Python за допомогою списків (list) та модулю NumPy. Можливості списків (list) при роботі з масивами. Створення векторів-матриць, прямокутних і тривимірних матриць. Індксація масивів. Варіанти створення масивів у модулі NumPy. Атрибути NumPy-масиву. Операції з масивами (матрицями). Модуль Random. Зміна розмірності масиву. Дії з масивами (матрицями). Індксація масивів у модулі NumPy.

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Практичне використання модуля NumPy при обробці геодезичних даних.

Модульний контроль 1.

– *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: за необхідністю.*

Змістовний модуль 4. Основи геоматики й системології. Графічний інтерфейс користувача

Тема 10. Візуалізація даних.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Практична робота: «Візуалізація даних у Python».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття про дані, інформаційні технології, геоінформаційні технології. Поняття про Великі дані (Big Data). Візуалізація даних. Бібліотеки Python для візуалізації даних: MATPLOTLIB, SEABORN, PLOTLY. Принципи візуалізації даних у бібліотеці Matplotlib. Побудова різних види графіків. Інтерактивне налаштування графіків.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 14 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Можливості SEABORN, PLOTLY для візуалізації геоданих.

Тема 11. Основи геоматики й системології.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 годин.*
- *Практична робота: Візуалізація геоданих у Python. Бібліотеки Matplotlib, Folium»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття про геоматику й системологію. Становлення геоматики. Базові концепції геоматики. Положення та принципи системології. Візуалізація геоданих за допомогою бібліотеки Matplotlib. Візуалізація геоданих у тривимірній системі координат. Просторовий аналіз отриманих даних: побудова орогідраграфічної карти та цифрової моделі місцевості. Використання картографічної бібліотеки Folium для візуалізації просторових даних.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Можливості використання Folium в завданнях геоінформаційних систем.

Тема 12. Графічний інтерфейс користувача

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Практична робота: «Графічний інтерфейс користувача GUI (Graphical User Interface)»*
 - *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер.*

Поняття про графічний інтерфейс користувача GUI (Graphical User Interface). Поняття про інтерфейс і форму. Бібліотеки у Python для створення GUI: Tkinter, Kivi, PyQt та ін. Робота з модулем tkinter. Створення й налаштування головного вікна (контейнера). Віджети у tkinter: текстова мітка(Label), кнопка (Button), однорядкове текстове поле (Entry), багаторядкове текстове поле (Text) та ін. Налаштування віджетів. Компанування віджетів: «pack», «place», «grid».

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 14 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Можливості використання Folium в завданнях геоінформаційних систем.

Модульний контроль 2.

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: за необхідністю.*

6 Індивідуальні завдання

Розрахункова робота:

1 семестр: «Створення власної функції для вирішення прикладних геодезичних завдань».

2 семестр: «Прикладне використання GUI для вирішення геодезичних задач (бібліотека tkinter)».

7 Методи навчання

Використовуються наступні методи навчання: словесні (пояснення, розповідь, бесіда тощо), наочна (демонстрування) та практичні (практичні роботи).

8 Методи контролю

Поточний контроль, тестовий контроль, підсумковий контроль. Семестровий контроль у вигляді семестрового іспиту. Форма проведення іспиту – письмово-усна.

9 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі Семестр 1

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Виконання і захист практичні робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...25	1	0...25
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Виконання і захист практичні робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання та захист РГР (РР, РК)	0...5	1	0...5
<i>За семестр</i>			0...100

Семестр 2

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Виконання і захист практичні робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...25	1	0...25
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Виконання і захист практичні робіт	0...7	3	0...21
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання та захист РГР (РР, РК)	0...9	1	0...9
<i>За семестр</i>			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для семестрового контролю (заліку)
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з десяти тестових теоретичних та практичних запитань.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

«відмінно» – відповідає високому (творчому) рівню компетентності:

– Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили;

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу.

«добре» – отримує Студент за двома рівнями оцінювання залежно від набраної кількості балів та відповідає достатньому (конструктивно-варіативному) рівню компетентності:

– Студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує справи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна;

– Студент вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок;

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування.

«задовільно» – отримує Студент за двома рівнями оцінювання залежно від набраної кількості балів та відповідає середньому (репродуктивному) рівню компетентності:

– Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;

– Студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні.

Незадовільно (0-59) – відповідає низькому (рецептивно-продуктивному) рівню компетентності:

– Студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані.

10 Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

11 Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

– http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/__1022Algometrichni.pdf

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

– <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3338>

12 Рекомендована література

Базова

1. Андрєєв С.М., Жилін В.А., Нечаусов А.С. Алгоритмічні основи геоматики і системології. Навчальний посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 88 с.

2. Основи програмування. Python. Частина 1 [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 122 "Комп'ютерні науки", спеціалізації "Інформаційні технології в біології та медицині" / А. В. Яковенко ; КПІ ім. Ігоря

Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 1,59 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 195 с.

3. Старіш О.Г. Системологія. Підручник. – Київ: "ЦУЛ", 2005. – 232 с.

4. Творошенко І. С. Спеціалізоване програмне забезпечення : конспект лекцій для магістрів денної та заочної форм навчання спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій освітньої програми «Геодезія та землеустрій» / І. С. Творошенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 118 с.

5. T.Gonzalez, J.Diaz-Herrera, A.Tucker. Computing Handbook. Computer Science and Software Engineering. – Chapman and Hall/CRC, 2014. – 206 p.

Допоміжна

1. Андрєєв С.М., Жилін В.А., Лазарєва О.Є. Геоінформаційні системи і бази даних. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 88 с.

2. Замуруєва О. В., Кримусь А. С., Ольхова Н. В. Об'єктно-орієнтоване програмування в Python : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2018. – 64 с.

3. Івашко В.В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Основи програмування». Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича 2021. – 177 с.

4. Курс лекцій з дисципліни «Алгоритми та структури даних» для студентів спеціальності 014 Середня освіта. Інформатика / Т.О. Гришанович; ВНУ імені Лесі Українки. Електронні текстові данні Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2021. – 110 с.

5. Принципи побудови геоінформаційних систем. Навчальний посібник. Андрєєв С.М., Бутенко О.С., Чорний С.В. XI ВПС. 2003. – 123 с.

6. Програмування числових методів мовою Python : підруч. / А. В. Анісімов, А. Ю. Дорошенко, С. Д. Погорілий, Я. Ю. Дорогий ; за ред. А. В. Анісімова. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 640 с.

Інформаційні ресурси

1. <https://www.python.org/>

2. <https://pythonguide.rozh2sch.org.ua/>