

Міністерство освіти і науки України
Житомирський державний університет імені Івана Франка

Інструктивно-методичні матеріали
до лабораторних занять
з освітньої компоненти
«Статистичні та картографічні методи в екології»
для підготовки фахівців
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньо-професійної програми «Екологія»

Житомир – 2025

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету
імені Івана Франка*

(протокол №8 від 23.04.2025)

Рецензенти:

ШЕЛЮК Юлія – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка;

МУДРАК Олександр – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри екології та природничо-математичних дисциплін Комунального закладу вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти»

КРАТЮК Олександр – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри лісового та садово-паркового господарства Поліського національного університету.

Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять з освітньої компоненти «Статистичні та картографічні методи в екології» / **Укладачі:** О.В. Гарбар, Д.А. Гарбар – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2025. – 93с.

Збірник містить інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять з освітньої компоненти «Статистичні та картографічні методи в екології». Призначений для студентів 2 курсу денної форми навчання, що здобувають освіти за ОПП Екологія.

УДК 502

© Гарбар О.В., 2025
© Гарбар Д.А., 2025
© Житомирський державний
університет імені Івана
Франка, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
Критерії оцінювання занять	5
Тема № 1. Формування бази даних та статистичний аналіз в Excel	6
Тема № 2. Візуалізація даних в Excel	12
Тема № 3. Ознайомлення з програмним забезпеченням Past для статистичного аналізу	17
Тема № 4-5. Описові статистики. Порівняння вибірок. Кореляційний аналіз. Графічне представлення даних.	20
Тема № 6. Дисперсійний аналіз	25
Тема № 7. Статистичні методи редукції даних	31
Тема № 8. Статистичні методи класифікації даних	35
Тема № 9. Методи аналізу а- та b-біорізноманіття.	39
Тема № 10. Узагальнення, модульна контрольна робота №1	44
Тема № 11. Основи роботи з просторовими даними в Q-GIS. Створення макету карти та підготовка до друку.	45
Тема № 12. Приєднання атрибутів за значенням поля таблиці. Візуалізація атрибутивних даних.	56
Тема № 13. Зональні статистики, екстрагування та статистичний аналіз даних растру для набору точок.	61
Тема № 14-15. Візуальне дешифрування та цифрування об'єктів космічних знімків	65
Тема № 16. Базові операції з цифровою моделлю рельєфу (ЦМР)	75
Тема № 17-18. Координатна прив'язка сканованих картографічних матеріалів. Цифрування сканованих карт.	84
Тема № 19. Проектування тематичних карт екологічного змісту	91
Тема № 20-21. Укладання тематичної карти екологічного змісту на основі розробленого проекту. Захист проекту.	91
Тема № 22. Узагальнення. модульна контрольна робота №2	92
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	93

ВСТУП

Метою вивчення освітньої компоненти «Статистичні та картографічні методи в екології» є ознайомлення студентів з сучасними методами статистичного та картографічного аналізу екологічних даних. Студенти мають засвоїти теоретичні основи екологічної статистики і картографії, оволодіти навичками статистичної обробки екологічних даних та навичками аналізу та створення екологічних карт з використанням сучасного програмного забезпечення.

Методичні рекомендації до лабораторних занять з освітньої компоненти «Статистичні та картографічні методи в екології» містять основні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з метою оволодіння базовими навичками аналізу та картографічного представлення екологічних даних.

Збірник розрахований для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти другого року навчання за ОПП Екологія.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАНЯТЬ

Оцінювання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансферно - накопичувальною системою» https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf.

На кожному лабораторному занятті студент може отримати такі максимальні бали за наступні види робіт:

Вид заняття	Тестовий контроль знань	Усний контроль знань	Виконання та оформлення роботи
Лабораторне заняття	20	30	50
Індивідуальне заняття			100
МКР	100		

Лабораторна робота №1

Тема: Формування бази даних та статистичний аналіз в Excell.

Мета: оволодіти навичками формування бази даних, сортування і фільтрування даних, застосування базових арифметичних та статистичних операцій в Exell. Навчитися застосовувати інструмент «Описова статистика».

Теоретичні питання

1. Поняття про статистику та її значення для наукових екологічних досліджень.
2. Імовірність.
3. Генеральна сукупність і вибірка.
4. Статистична значущість, нульова і альтернативна гіпотези.

Хід роботи

1. Перенесіть таблицю із даними про середньомісячні температури для основних адміністративних одиниць України у книгу Excell і збережіть її. Для коректної подальшої роботи важливо вставляти дані починаючи з першої клітинки. Порожніх рядків вище заголовку таблиці бути не повинно! Корисно також закріпити рядок із заголовками таблиці, щоб він не зникав при прогортанні таблиці донизу. Для цього зайдіть у меню «Вигляд» - «Закріпити області» - «Закріпити перший рядок».

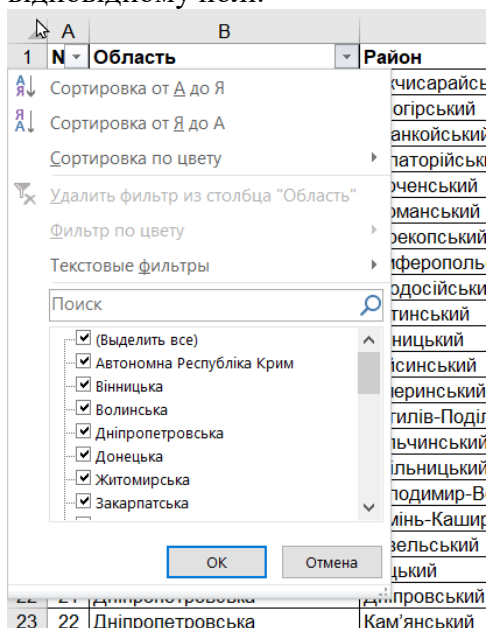
№	Область	Район	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1	Автономна Республіка Крим	Бахчисарайський	-0,14	0,43	3,51	9,20	14,14	18,38	21,08	20,50	15,96	10,66	5,91	2,20
2	Автономна Республіка Крим	Білогірський	-0,18	1,21	3,50	9,07	13,90	18,63	21,46	21,44	16,76	11,61	6,38	3,04
3	Автономна Республіка Крим	Джанкойський	-1,21	-0,24	3,21	9,78	15,47	19,92	22,41	21,71	16,74	10,99	5,98	2,13
4	Автономна Республіка Крим	Євпаторійський	0,42	1,08	4,24	9,73	15,10	19,86	22,65	21,94	17,26	11,63	7,04	3,40
5	Автономна Республіка Крим	Керченський	0,30	0,90	3,77	10,06	15,38	20,26	23,07	22,54	17,59	11,88	6,47	2,95
6	Автономна Республіка Крим	Курманський	1,17	1,92	4,60	10,24	15,40	20,00	22,91	22,47	17,79	12,07	7,51	4,12
7	Автономна Республіка Крим	Перекопський	-0,74	0,13	3,68	9,97	15,49	19,99	22,50	21,66	16,86	10,92	6,09	2,25
8	Автономна Республіка Крим	Сімферопольський	1,08	1,50	4,03	9,42	14,27	18,72	21,67	21,25	16,73	11,40	6,71	3,36
9	Автономна Республіка Крим	Феодосійський	0,01	1,30	3,85	9,71	14,77	19,58	22,38	22,20	17,40	12,03	6,61	3,22
10	Автономна Республіка Крим	Ялтинський	-0,49	-0,24	2,26	7,88	12,50	16,62	19,34	18,97	14,60	9,75	4,86	1,51
11	Вінницька	Вінницький	-5,59	-3,87	0,82	7,81	13,97	17,01	18,14	17,67	13,48	7,44	1,91	-2,61
12	Вінницька	Гайсинський	-4,85	-4,01	0,80	7,81	13,99	17,08	18,27	17,50	13,45	7,35	2,79	-2,09
13	Вінницька	Жмеринський	-4,74	-3,51	0,91	7,99	14,14	16,93	18,19	17,69	13,27	7,59	1,93	-2,18
14	Вінницька	Могилів-Подільський	-3,87	-2,64	1,75	8,71	14,58	17,60	18,93	18,32	13,98	8,28	2,59	-1,49
15	Вінницька	Тульчинський	-4,47	-3,28	1,04	8,19	13,98	17,28	18,48	17,78	13,73	7,83	2,39	-1,85
16	Вінницька	Хмільницький	-5,18	-3,96	0,65	7,79	14,08	16,90	17,98	17,59	13,11	7,27	1,41	-2,62
17	Волинська	Володимир-Волинський	-3,64	-2,82	1,35	7,50	13,38	16,31	17,63	17,07	12,74	7,81	2,51	-1,43
18	Волинська	Камінь-Каширський	-3,88	-2,91	0,79	7,40	13,29	16,72	18,01	17,87	13,19	8,96	3,29	-1,64
19	Волинська	Ковельський	-3,92	-2,95	1,22	7,28	13,34	16,56	17,50	17,19	12,60	8,07	2,84	-1,47
20	Волинська	Луцький	-3,82	-2,96	0,92	7,60	13,28	16,52	17,92	17,69	13,29	8,71	3,09	-1,47
21	Дніпропетровська	Дніпровський	-4,36	-3,45	1,40	9,69	16,01	19,62	21,29	20,54	15,30	8,51	2,01	-2,20
22	Дніпропетровська	Кам'янський	-4,83	-3,81	0,94	9,11	15,32	18,84	20,37	19,67	14,73	8,12	1,91	-2,36
23	Дніпропетровська	Криворізький	-3,94	-2,92	1,66	9,58	15,71	19,33	21,11	20,38	15,43	8,87	2,60	-1,61
24	Дніпропетровська	Нікопольський	-3,62	-2,53	2,04	9,91	16,13	19,94	21,82	21,23	16,20	9,43	3,31	-0,96
25	Дніпропетровська	Новомосковський	-4,92	-4,08	1,00	9,45	15,74	19,11	20,78	20,15	14,78	8,07	1,45	-2,90
26	Дніпропетровська	Павлоградський	-5,10	-4,23	0,93	9,35	15,48	18,91	20,77	20,08	14,73	8,05	1,53	-2,89
27	Дніпропетровська	Синельниківський	-5,06	-3,99	1,07	9,37	15,34	18,92	20,95	20,27	15,01	8,40	1,88	-2,66
28	Донецька	Бахмутський	-5,52	-4,90	0,61	9,63	15,54	19,30	20,88	19,73	14,43	7,64	0,98	-3,15
29	Донецька	Волноваський	-5,19	-3,89	0,95	9,34	15,25	19,16	21,48	21,12	15,74	9,18	2,54	-2,15
30	Донецька	Горлівський	-5,75	-4,60	0,55	9,41	15,24	19,31	21,28	21,02	15,49	8,71	1,62	-2,75
31	Донецька	Донецький	-5,18	-3,87	1,09	9,65	15,44	19,50	21,56	21,61	16,04	9,34	2,11	-2,10
32	Донецька	Кальміуський	-4,49	-3,38	1,33	9,80	15,73	19,90	22,07	21,97	16,43	9,67	2,52	-1,56
33	Донецька	Краматорський	-5,39	-4,65	0,67	9,47	15,39	19,06	20,74	19,55	14,22	7,60	1,08	-3,09
34	Донецька	Маріупольський	-4,08	-3,12	1,43	9,53	15,64	19,87	22,25	21,62	16,27	9,60	3,03	-1,37

35	Донецька	Покровський	-5,38	-4,29	0,82	9,41	15,24	18,93	20,89	20,12	14,82	8,22	1,62	-2,78
36	Житомирська	Бердичівський	-5,33	-3,93	0,64	7,64	13,88	16,89	17,89	17,55	13,12	7,35	1,63	-2,61
37	Житомирська	Житомирський	-5,28	-4,02	0,44	7,37	13,86	16,70	17,76	17,34	12,57	7,18	1,74	-2,46
38	Житомирська	Коростенський	-6,03	-4,55	-0,01	7,01	13,58	16,38	17,31	16,53	11,85	6,83	1,96	-2,75
39	Житомирська	Новоград-Волинський	-5,40	-4,37	0,26	6,57	13,31	15,93	17,09	16,87	11,68	6,97	1,76	-2,63
40	Закарпатська	Берегівський	-1,97	-0,12	4,87	10,13	15,30	18,24	19,91	19,52	15,41	10,27	4,32	-0,16
41	Закарпатська	Мукачівський	-3,03	-1,76	2,69	7,56	12,73	15,76	17,31	16,95	13,21	8,66	3,21	-1,36
42	Закарпатська	Рахівський	-5,06	-4,02	-0,85	4,32	9,67	12,67	14,24	14,11	10,45	6,42	0,87	-3,66
43	Закарпатська	Тячівський	-4,31	-3,23	0,58	5,65	10,91	13,94	15,48	15,22	11,51	7,22	1,61	-2,82
44	Закарпатська	Ужгородський	-3,05	-1,74	2,67	7,54	12,70	15,57	17,10	16,71	12,90	8,38	2,96	-1,47
45	Закарпатська	Хустський	-3,82	-2,71	1,36	6,30	11,47	14,60	16,17	15,88	12,19	7,84	2,33	-2,16
46	Запорізька	Бердянський	-3,75	-2,43	1,76	9,37	15,34	19,74	22,06	21,30	16,29	9,70	3,95	-0,63
47	Запорізька	Василівський	-3,72	-2,66	1,99	9,61	15,68	19,54	21,55	20,83	15,80	9,26	3,39	-0,96
48	Запорізька	Запорізький	-4,45	-3,39	1,52	9,62	15,52	19,28	21,35	20,70	15,48	8,86	2,22	-2,11
49	Запорізька	Мелітопольський	-3,39	-2,41	2,04	9,23	15,46	19,82	21,88	21,14	15,88	9,48	4,49	-0,23
50	Запорізька	Пологівський	-4,81	-3,43	1,37	9,19	14,86	18,88	21,35	20,90	15,75	9,29	3,06	-1,72
51	Івано-Франківська	Верховинський	-6,18	-5,08	-2,61	2,83	8,29	11,43	13,06	13,15	9,63	5,88	0,26	-4,53
52	Івано-Франківська	Івано-Франківський	-4,25	-2,73	1,20	7,28	12,76	15,69	17,12	16,81	12,94	8,03	2,40	-1,91
53	Івано-Франківська	Калуський	-4,33	-3,32	0,15	5,60	10,74	13,99	15,56	15,36	11,66	7,37	1,82	-2,50
54	Івано-Франківська	Коломийський	-4,73	-2,58	1,02	7,61	12,97	16,16	17,76	17,68	13,85	9,13	2,96	-2,28
55	Івано-Франківська	Косівський	-4,93	-2,96	-0,18	6,07	11,26	14,56	16,23	16,34	12,75	8,63	2,52	-2,84
56	Івано-Франківська	Надвірнянський	-5,08	-3,98	-1,09	4,44	9,77	12,91	14,50	14,48	10,88	6,84	1,19	-3,42
57	Київська	Білоцерківський	-5,33	-3,68	0,88	8,00	13,86	17,80	19,09	19,19	14,44	9,16	3,36	-1,99
58	Київська	Бориспільський	-4,94	-4,00	0,69	8,47	14,88	17,82	19,18	18,59	13,63	7,55	1,33	-2,65
59	Київська	Броварський	-4,87	-4,05	0,74	8,43	14,76	17,68	19,02	18,35	13,34	7,35	1,08	-2,81
60	Київська	Бучанський	-5,65	-3,86	0,42	7,73	14,40	17,19	18,34	17,78	12,82	7,43	2,17	-2,27
61	Київська	Вишгородський	-5,21	-3,83	0,57	7,81	14,52	17,26	18,55	17,72	12,75	7,14	1,83	-2,40
62	Київська	Київська	-4,27	-3,23	1,25	8,78	15,00	18,12	19,36	18,78	13,73	7,98	1,73	-2,03
63	Київська	Обухівський	-4,80	-3,66	0,88	8,50	14,66	17,85	19,10	18,72	13,91	8,08	1,89	-2,35
64	Київська	Фастівський	-5,58	-3,78	0,55	7,95	14,10	17,47	18,46	18,47	13,63	8,34	2,55	-2,17
65	Київська	Чорнобильська зона відчуження	-5,24	-4,02	0,59	7,64	14,27	17,10	18,51	17,45	12,61	6,87	1,66	-2,68
66	Кіровоградська	Голованівський	-4,63	-3,65	1,35	8,71	14,58	18,06	19,42	18,97	14,22	8,35	2,76	-1,76
67	Кіровоградська	Кропивницький	-4,55	-3,77	1,02	8,87	15,02	18,51	20,11	19,59	14,60	8,27	1,89	-2,32
68	Кіровоградська	Новоукраїнський	-5,00	-4,30	0,83	8,27	14,39	18,35	19,68	19,59	14,40	8,66	2,73	-1,95
69	Кіровоградська	Олександрійський	-4,60	-3,63	1,06	9,13	15,41	18,95	20,72	19,97	14,77	8,30	2,05	-2,34
70	Луганська	Алчевський	-5,86	-5,11	0,28	9,39	15,24	19,26	21,11	20,26	14,75	7,95	1,21	-3,07
71	Луганська	Довжанський	-6,10	-5,22	-0,04	9,12	15,08	19,34	21,50	21,33	15,73	9,15	2,06	-2,82
72	Луганська	Луганський	-5,84	-5,02	0,22	9,36	15,15	19,37	21,33	20,71	15,18	8,55	1,65	-2,86
73	Луганська	Ровеньківський	-6,14	-5,00	0,12	9,14	14,98	19,24	21,34	21,29	15,71	9,17	2,05	-2,69
74	Луганська	Сватівський	-6,60	-6,08	-0,29	9,11	15,26	18,78	20,32	19,14	13,60	6,79	0,45	-4,00
75	Луганська	Сєвєродонецький	-5,83	-5,29	0,30	9,48	15,44	19,22	20,91	19,66	14,20	7,41	0,92	-3,33
76	Луганська	Старобільський	-6,70	-6,03	-0,39	9,34	15,54	19,28	20,92	19,75	14,16	7,07	0,61	-3,81
77	Луганська	Щастинський	-6,02	-5,33	0,11	9,49	15,42	19,38	21,11	19,99	14,52	7,65	1,04	-3,28
78	Львівська	Дрогобицький	-3,89	-2,63	0,78	6,34	10,99	14,75	16,47	16,47	12,87	8,74	3,15	-1,67
79	Львівська	Золочівський	-4,40	-3,35	0,92	7,18	12,92	15,61	16,68	16,29	12,37	7,46	2,89	-1,39
80	Львівська	Львівський	-3,89	-2,69	1,40	7,30	12,94	15,72	17,14	16,70	12,71	7,77	2,70	-1,45
81	Львівська	Самбірський	-3,70	-2,81	1,10	6,04	11,21	14,45	16,00	15,69	12,17	7,94	2,77	-1,78
82	Львівська	Стрийський	-4,18	-3,01	0,80	6,38	11,40	14,72	16,27	16,08	12,34	7,92	2,45	-2,02
83	Львівська	Червоноградський	-3,76	-2,85	1,42	7,40	13,32	16,03	17,40	16,78	12,66	7,64	2,82	-1,29
84	Львівська	Яворівський	-3,53	-2,22	1,68	7,18	12,80	15,73	17,36	16,93	13,04	8,27	3,15	-1,28
85	Миколаївська	Баштанський	-3,39	-2,58	1,97	9,40	15,43	19,17	21,27	20,70	15,50	9,13	2,76	-1,30
86	Миколаївська	Вознесенський	-3,36	-2,54	2,35	9,53	15,46	19,39	21,30	21,12	15,85	9,85	3,32	-0,75
87	Миколаївська	Миколаївський	-2,61	-1,69	2,76	9,97	16,00	19,97	22,12	21,70	16,46	10,06	3,72	-0,32
88	Миколаївська	Первомайський	-3,80	-2,81	2,05	9,20	14,88	18,90	20,63	20,56	15,36	9,57	3,04	-1,12

89	Одеська	Березівський	-3,30	-2,13	2,31	9,48	15,49	19,17	20,91	20,83	15,86	9,76	3,61	-0,65
90	Одеська	Білгород-Дністровський	-1,64	-0,46	3,09	9,38	15,30	19,63	21,22	20,56	16,44	10,76	5,58	1,02
91	Одеська	Болградський	-1,81	-0,55	3,41	9,94	15,82	19,61	21,23	20,75	16,42	10,63	5,10	0,58
92	Одеська	Ізмаїльський	-0,68	0,46	4,18	10,46	16,22	20,20	21,90	21,31	17,07	11,44	5,79	1,43
93	Одеська	Одеський	-2,32	-1,20	2,73	9,29	15,19	19,48	21,36	20,89	16,34	10,45	4,63	0,31
94	Одеська	Подільський	-3,93	-3,02	1,60	8,97	14,56	17,89	19,22	18,92	14,50	8,51	3,01	-1,46
95	Одеська	Роздільнянський	-3,67	-2,30	2,01	9,33	15,27	18,86	20,16	20,23	15,53	9,55	3,87	-0,75
96	Полтавська	Кременчуцький	-4,73	-3,82	1,05	9,18	15,55	18,93	20,56	19,84	14,66	8,15	1,96	-2,40
97	Полтавська	Лубенський	-5,31	-4,40	0,66	8,88	15,26	18,43	19,79	18,95	13,87	7,51	1,16	-2,96
98	Полтавська	Миргородський	-5,71	-4,79	0,35	8,64	15,06	18,13	19,50	18,66	13,59	7,19	0,85	-3,38
99	Полтавська	Полтавський	-5,57	-4,55	0,50	8,85	15,31	18,41	19,82	19,07	13,90	7,37	1,15	-3,26
100	Рівненська	Вараський	-3,86	-2,89	0,85	7,67	13,43	16,68	18,25	17,85	13,22	8,65	2,70	-1,91
101	Рівненська	Дубенський	-3,83	-2,96	0,93	7,71	13,16	16,57	17,83	17,89	13,70	9,11	3,24	-1,35
102	Рівненська	Рівненський	-4,00	-3,19	1,02	7,68	13,60	16,56	17,82	17,43	12,87	7,81	1,83	-2,00
103	Рівненська	Сарненський	-4,48	-3,46	0,81	7,44	13,35	16,42	17,63	17,04	12,41	7,55	1,94	-2,24
104	Севастопільська	Севастопільська	0,56	1,29	4,51	10,13	15,43	19,89	22,60	21,90	17,23	11,68	7,04	3,31
105	Сумська	Конотопський	-6,32	-5,56	-0,55	7,89	14,40	17,62	18,73	17,71	12,62	6,45	0,09	-4,02
106	Сумська	Охтирський	-6,34	-5,32	-0,33	8,11	14,57	17,75	19,04	18,01	12,78	6,56	0,28	-4,18
107	Сумська	Роменський	-6,59	-5,61	-0,45	8,11	14,72	17,77	18,94	18,08	13,03	6,73	0,52	-3,81
108	Сумська	Сумський	-6,37	-5,57	-0,58	7,97	14,46	17,76	18,95	17,91	12,70	6,45	-0,14	-4,32
109	Сумська	Шосткинський	-6,87	-6,06	-1,01	7,17	13,95	17,19	18,36	17,17	11,98	5,95	-0,04	-4,49
110	Тернопільська	Кременецький	-3,99	-3,04	0,76	7,59	12,98	16,49	17,72	17,99	13,86	9,23	2,76	-1,83
111	Тернопільська	Тернопільський	-4,71	-3,44	0,65	7,20	13,00	15,78	16,91	16,76	12,79	7,72	2,02	-2,22
112	Тернопільська	Чортківський	-4,53	-2,77	1,21	7,83	13,45	16,46	17,84	17,61	13,63	8,50	2,47	-1,96
113	Харківська	Богодухівський	-6,61	-5,43	-0,40	8,20	14,76	17,90	19,28	18,35	12,99	6,62	0,69	-4,10
114	Харківська	Ізюмський	-5,82	-5,05	0,33	9,15	15,39	18,96	20,47	19,29	13,85	7,23	0,98	-3,34
115	Харківська	Красноградський	-5,65	-4,84	0,37	8,91	15,26	18,52	20,15	19,57	14,09	7,49	1,01	-3,47
116	Харківська	Куп'янський	-7,10	-6,17	-0,48	8,41	15,14	18,43	19,78	18,73	13,19	6,52	0,67	-4,13
117	Харківська	Лозівський	-5,76	-4,91	0,38	9,08	15,36	18,77	20,42	19,64	14,22	7,53	1,18	-3,24
118	Харківська	Харківський	-6,45	-5,50	-0,26	8,83	15,20	18,80	20,29	19,22	13,64	6,98	0,72	-3,61
119	Харківська	Чугувський	-6,86	-5,89	-0,41	8,66	15,30	18,75	20,14	19,06	13,51	6,79	0,94	-3,67
120	Херсонська	Бериславський	-3,14	-2,30	2,15	9,57	15,53	19,41	21,70	20,95	15,79	9,37	3,34	-0,67
121	Херсонська	Генічеський	-2,84	-1,96	2,14	9,43	15,77	20,02	22,11	21,15	16,05	9,71	4,45	0,40
122	Херсонська	Каховський	-2,91	-1,89	2,37	9,64	15,57	19,74	21,93	21,09	16,02	9,66	3,94	0,01
123	Херсонська	Скадовський	-1,24	-0,67	3,24	9,95	15,68	20,05	22,37	21,62	16,74	10,62	4,74	0,90
124	Херсонська	Херсонський	-2,12	-1,33	2,92	9,97	15,80	19,95	22,28	21,46	16,35	10,01	3,91	0,04
125	Хмельницька	Кам'янець-Подільський	-4,61	-2,68	1,39	7,86	13,64	16,73	18,23	17,99	13,94	8,92	3,13	-1,61
126	Хмельницька	Хмельницький	-4,65	-3,53	0,76	7,61	13,69	16,47	17,71	17,47	13,10	7,76	1,71	-2,42
127	Хмельницька	Шепетівський	-4,41	-3,53	0,77	7,58	13,68	16,51	17,74	17,48	12,89	7,60	1,54	-2,32
128	Черкаська	Звенигородський	-5,56	-4,33	0,45	7,96	14,48	17,33	18,75	18,09	13,36	7,50	2,53	-2,45
129	Черкаська	Золотоніський	-5,39	-4,40	0,54	8,65	15,14	18,16	19,51	18,82	13,96	7,60	1,71	-2,62
130	Черкаська	Уманський	-4,90	-3,83	1,13	8,23	14,14	17,79	19,32	18,72	13,96	8,36	2,95	-2,05
131	Черкаська	Черкаський	-5,09	-4,32	0,43	8,22	14,63	17,58	18,98	18,33	13,66	7,43	1,86	-2,60
132	Чернівецька	Вижницький	-5,28	-3,49	-0,83	5,25	10,60	13,95	15,55	15,57	11,93	7,79	1,76	-3,27
133	Чернівецька	Дністровський	-3,94	-2,04	1,94	8,39	14,13	17,33	18,79	18,26	14,27	9,16	3,40	-1,12
134	Чернівецька	Чернівецький	-3,85	-2,07	1,85	8,35	13,74	17,05	18,54	18,08	14,03	8,87	2,61	-1,69
135	Чернігівська	Корюківський	-6,08	-5,20	-0,30	7,60	13,90	17,16	18,39	17,31	12,26	6,27	0,07	-3,77
136	Чернігівська	Ніжинський	-5,61	-4,86	0,17	8,04	14,41	17,42	18,70	17,83	12,83	6,75	0,44	-3,43
137	Чернігівська	Новгород-Сіверський	-6,56	-5,84	-0,74	7,18	13,65	16,86	18,13	17,04	11,94	5,96	-0,10	-4,25
138	Чернігівська	Прилуцький	-5,90	-5,12	0,12	8,14	14,59	17,54	18,89	18,03	13,07	6,82	0,56	-3,42
139	Чернігівська	Чернігівський	-5,56	-4,60	0,17	7,80	14,09	17,35	18,62	17,57	12,59	6,66	0,71	-3,24

2. Сорткування і фільтрування даних. Для запобігання втрати даних при маніпуляціях з ними доцільно всі операції з ними робити через фільтр. Для налаштування фільтра виділіть рядок

заголовків таблиці, зайдіть в меню «Сортування та фільтр» та оберіть «Фільтр». В кожному полі заголовка таблиці з'явиться меню фільтрування даних, яке розкривається, якщо клікнути мишкою по піктограмі чорного трикутника у відповідному полі.



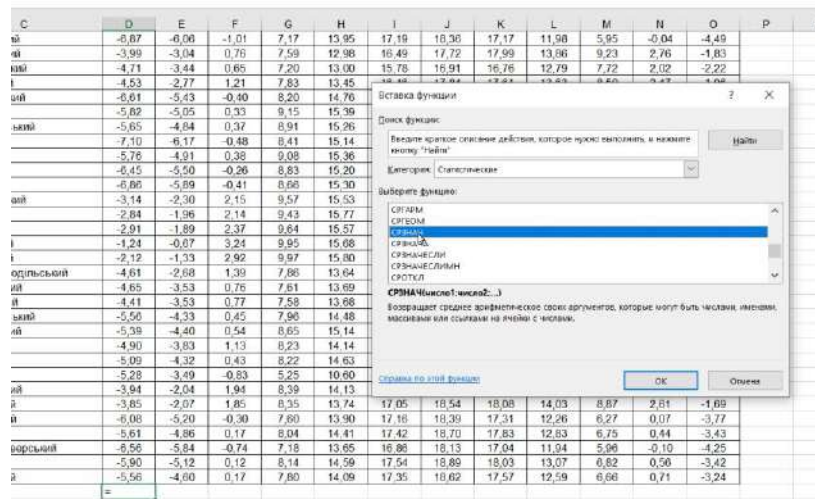
Ви можете відфільтрувати необхідні категорії, знявши відмітки біля тих категорій, які зараз не потрібні. Зверніть увагу, що дані при цьому не видаляються з таблиці, а лише згортаються непотрібні її рядки. Сортування даних в алфавітному порядку також краще здійснювати через меню фільтра. При цьому пам'ятайте, що таблиця буде сортуватись лише в межах колонок, для яких встановлено фільтр. Якщо ви після налаштування фільтрації будете додавати нові змінні – для них потрібно додатково підключити фільтр, щоб при сортуванні використовувався весь діапазон даних. Корисною опцією також може бути сортування за кольором. Якщо встановити заливку рядків різними кольорами за категоріями, то через меню фільтрування можна їх відсортувати.

3. Базові арифметичні та статистичні операції в Exell. Ви можете виконати з даними будь-які арифметичні операції, зберігши результат у нову змінну. Для цього в клітинку, у якій ви хочете вивести результат, потрібно поставити знак « $\Rightarrow$ » і далі, обираючи клітинки з даними і вводючи арифметичні знаки, записати формулу для розрахунку. Після натискання клавіші введення у відповідній клітинці буде проведено розрахунок.

Район	Січен	Люти	Березе	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень		
Бахчисарайський	-0,14	0,43	3,51	9,20	14,14	18,38	21,08	20,50	15,96	10,66	5,91	2,20	=D2+E2+F2+G2+H2	
Білогірський	-0,18	1,21	3,50	9,07	13,90	18,63	21,46	21,44	16,76	11,61	6,38	3,04		

Спробуйте виконати інші арифметичні операції з даними. Для операції віднімання використовуйте знак «-», множення – «*» та ділення «/».

Також в Excell є можливість використовувати готові формули з бібліотеки функцій. Спробуємо їх використати для розрахунку базових статистик для середньомісячних температур. При використанні формул знак « $\Rightarrow$ » вводиться не обов'язково. Поставте курсор в клітинку під першою змінною (у якій немає даних), зайдіть в меню функцій  і оберіть функцію «СРЗНАЧ», яка розраховує середнє арифметичне.



Після натискання «Ок» відкриється віджет налаштування аргументів функції. За замовчуванням програма автоматично обирає весь діапазон даних у відповідній змінній. Однак цей діапазон можна змінити, якщо, наприклад, потрібно розрахувати показник для окремої категорії. Якщо для першої змінної розрахунок проведений, для обчислення показника для інших змінних можна використати автозаповнення.

	-5,56	-4,60	0,17	7,80	14,09	17,35	18,62	17,57	12,59	6,66	0,71	-3,24
	-4,30	-3,24	1,16	8,40	14,32	17,81	19,46	18,92	14,17	8,41	2,53	-1,78

Розрахуйте, використовуючи статистичні функції, інші базові статистики: стандартне відхилення, стандартну похибку, медіану. Проведіть аналогічні розрахунки для Житомирської області і для Житомирського району (або для області і району, де ви проживаєте). **Звіт оформіть у вигляді статистичної таблиці.**

Показник	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Україна												
Середнє арифметичне												
Стандартна похибка												
Стандартне відхилення												
Медіана												
Житомирська область												
Середнє арифметичне												
Стандартна похибка												
Стандартне відхилення												
Медіана												
Житомирський район												
Середнє арифметичне												
Стандартна похибка												
Стандартне відхилення												
Медіана												

4. Застосування інструменту «Описова статистика».

Активация блоку інструментів. Щоб скористатися можливостями, які надає функція «Аналіз даних», потрібно активувати групу інструментів «Пакет аналізу», виконавши певні дії в Налаштуваннях Microsoft Excel. Перейдіть на вкладку «Файл». Клікаємо по пункту «Параметри» у лівій частині вікна, у вікні параметрів Excel переходимо в підрозділ «надбудови» (передостанній у списку в лівій частині екрана). У цьому підрозділі нас буде цікавити нижня частина вікна. Там представлений параметр «Управління». Якщо у випадючій формі, що відноситься до нього, обрано значення відмінне від «Надбудови Excel», то потрібно змінити його на вказане. Якщо ж встановлений саме цей пункт, то просто натискаємо на кнопку «Перейти...» праворуч від нього.

Відкривається невелике вікно доступних доповнень. Серед них потрібно вибрати пункт «Пакет аналізу» і поставити біля нього галочку. Після цього натиснути на кнопку «ОК», розташовану в самому верху правої частини віконця. Після виконання цих дій зазначена функція буде активована, а її інструментарій доступний на стрічці Excel.

Переходимо у вкладку «Дані» і виконуємо клацання по кнопці «Аналіз даних», яка розміщена на стрічці в блоці інструментів «Аналіз». Відкривається список інструментів, представлених в пакеті аналізу. Шукаємо найменування «Описова статистика», виділяємо його і клацаємо по кнопці «ОК». Після виконання цих дій безпосередньо запускається вікно «Описова статистика». В полі «Вхідний інтервал» вказуємо адресу діапазону, який буде піддаватися обробці цим інструментом. Причому вказуємо його разом з шапкою таблиці. Для того, щоб внести потрібні нам координати, встановлюємо курсор у вказане поле. Потім, затиснувши ліву кнопку миші, виділяємо на аркуші відповідну табличну область. Як бачимо, її координати тут же відображаються в полі. Оскільки ми захопили дані разом з шапкою, то біля параметра «Мітки в першому рядку» слід встановити прапорець. Тут же вибираємо тип групування, переставивши перемикач в позицію «По стовпцях» або «За рядками». У нашому випадку підходить варіант «По стовпцях», але в інших випадках, можливо, доведеться виставити перемикач інакше.

Далі переходимо до розбору налаштувань параметрів виведення, які розташовані в цьому ж вікні. Перш за все, нам потрібно визначитися, куди саме будуть виводитися оброблені дані:

- Вихідний інтервал;
- Новий робочий лист;
- Нова робоча книга.

У першому випадку потрібно вказати конкретний діапазон на поточному аркуші або його верхню ліву клітинку, куди буде виводитися оброблена інформація. У другому випадку слід вказати назву конкретного листа книги, де буде відображатися результат обробки. Якщо листа з таким найменуванням в даний момент немає, то він буде створений автоматично після того, як ви натиснете на кнопку «ОК». У третьому випадку ніяких додаткових параметрів вказувати не потрібно, оскільки дані будуть виводитися в окремому файлі Excel (книзі).

Ми вибираємо виведення результатів на новому робочому аркуші під назвою «Підсумки». Далі, якщо ви хочете щоб виводилася також підсумкова статистика, то потрібно встановити прапорець біля відповідного пункту. Також можна встановити рівень надійності, поставивши галочку біля відповідного значення. За замовчуванням він буде дорівнювати 95%, але його можна змінити, якщо внести інші числа в полі праворуч.

Крім цього, можна встановити галочки в пунктах «К-ий найменший» і «К-ий найбільший», встановивши значення у відповідних полях. Але в нашому випадку цей параметр так само, як і попередній, не є обов'язковим, тому прапорці ми не ставимо. Після того, як всі зазначені дані внесені, тиснемо на кнопку «ОК». Після виконання цих дій таблиця з описової статистики виводиться на окремому аркуші, який був нами названий «Підсумки». Як бачимо, дані представлені невпорядковано, тому їх слід відредагувати, розширивши відповідні колонки для більш зручного перегляду.

Після того, як дані отримані, можна приступати до їх безпосереднього аналізу. Як бачимо, за допомогою інструменту описової статистики були розраховані наступні показники:

- асиметричність;
- інтервал;
- мінімум;
- стандартне відхилення;
- дисперсія вибірки;
- максимум;
- сума;
- експес;

- середнє;
- стандартна помилка;
- медіана;
- мода;
- рахунок.

Якщо якісь з вищевказаних даних для конкретного виду аналізу не потрібні, то їх можна видалити, щоб вони не заважали. Далі проводиться аналіз з урахуванням статистичних закономірностей. **Результати аналізу оформіть у вигляді таблиці.**

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.С. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.

Лабораторна робота №2

Тема: Візуалізація даних в Excell.

Мета: оволодіти методами графічної візуалізації статистичних даних, навчитись застосовувати інструменти редагування графіків.

Теоретичні питання

1. Змінні та їх вимірювання.
2. Поняття про залежність між змінними. Залежні та незалежні змінні.
3. Статистичні таблиці та графіки.

Хід роботи

1. Побудова діаграми по таблиці.

Побудова різних видів діаграм практично нічим не відрізняється. Тільки на певному етапі потрібно вибрати відповідний тип візуалізації.

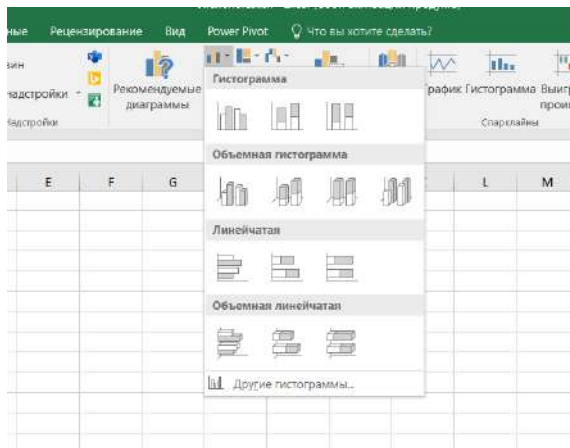
Перед тим, як приступити до створення будь-якої діаграми, потрібно побудувати таблицю з даними, на основі якої вона буде будуватися. Потім, переходимо у вкладку «Вставка», і виділяємо область цієї таблиці, яка буде виражена в діаграмі.

	A	B	C
1		Лісистість території України, % площі областей	
2		№	Адміністративна область
3			Лісистість
4	1	АР Крим	13,7
5	2	Вінницька	13,7
6	3	Волинська	34,5
7	4	Дніпропетровська	6,2
8	5	Донецька	8
9	6	Житомирська	36,4
10	7	Закарпатська	54,2
11	8	Запорізька	4,5
12	9	Івано – Франківська	45
13	10	Київська	27
14	11	Кіровоградська	6,8
15	12	Луганська	12,7
16	13	Львівська	31,6
17	14	Миколаївська	5,2
18	15	Одеська	7,8
19	16	Полтавська	9,4
20	17	Рівненська	42,1
21	18	Сумська	18,7
22	19	Тернопільська	14,2

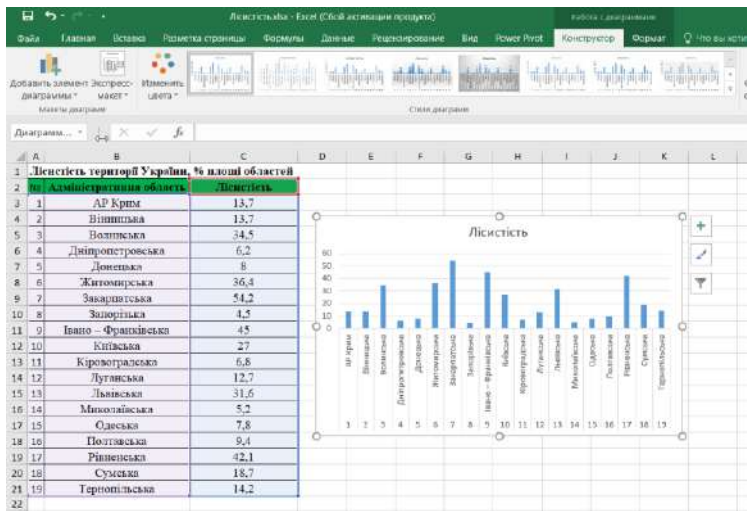
На стрічці у меню «Вставка», вибираємо один з шести типів основних діаграм:

- гістограма;
- графік;
- кругова;
- лінійна;
- з областями;
- точкова.

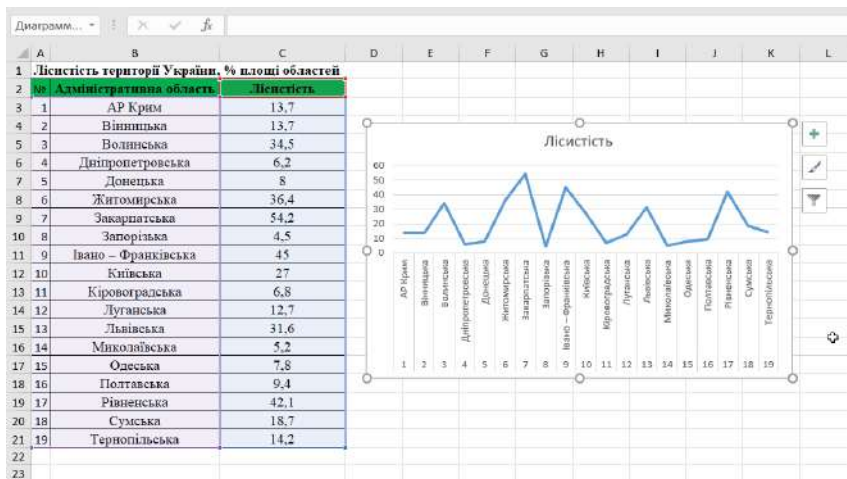
Після цього, клікаючи по одному з типів діаграм, пропонується вибрати конкретний підвид. Наприклад, для гістограми, або стовпчастої діаграми, такими підвидами будуть наступні елементи: звичайна гістограма, об'ємна, циліндрична, конічна, пірамідальна.



Після вибору конкретного підвиду, автоматично формується діаграма. Наприклад, звичайна гістограма буде виглядати, як показано на зображенні нижче.



Діаграма у вигляді графіка буде виглядати наступним чином.



2. Робота з діаграмами

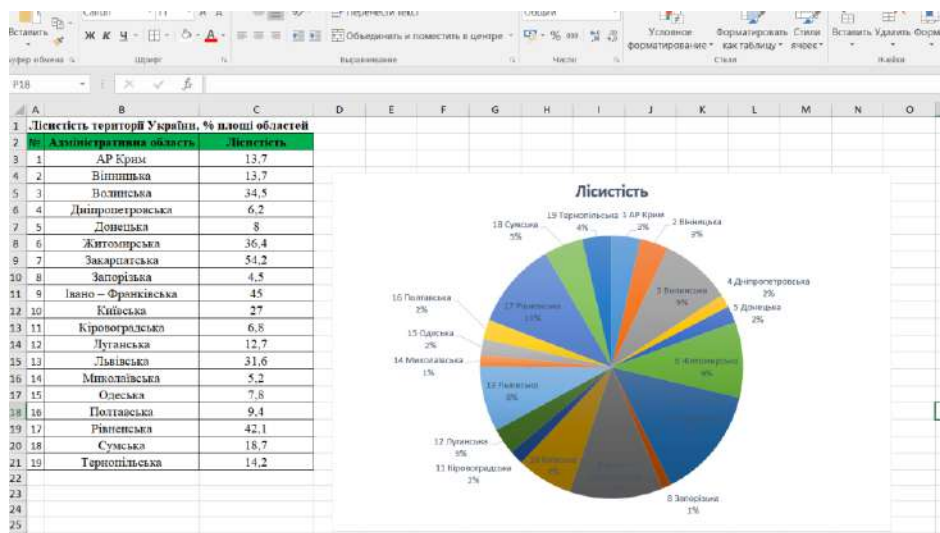
Після того, як діаграма створена, в новій вкладці «Робота з діаграмами» стають доступними додаткові інструменти для її редагування і зміни. Можна змінити тип діаграми, її стиль, і багато інших параметрів.

3. Відображення діаграми у відсотках

Для того, щоб відобразити відсоткове співвідношення різних показників, найкраще побудувати кругову діаграму.

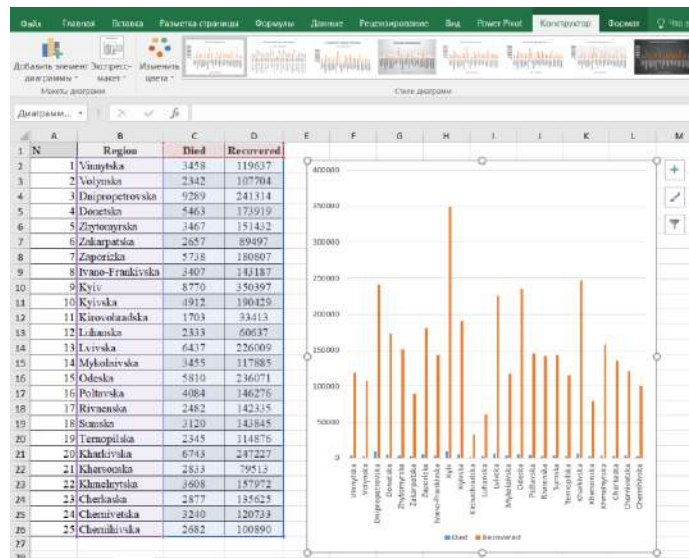
Так само, як ми робили вище, будуємо таблицю, а потім виділяємо потрібну її ділянку. Далі, переходимо у вкладку «Вставка», на стрічці вибираємо кругову діаграму, а потім, в списку, натискаємо на потрібний тип кругової діаграми.

Далі, програма самостійно переводить нас в одну з вкладок для роботи з діаграмами - «Конструктор». Вибираємо серед макетів діаграм в стрічці діаграму, в якій присутній символ відсотків.



4. Побудова діаграми Парето

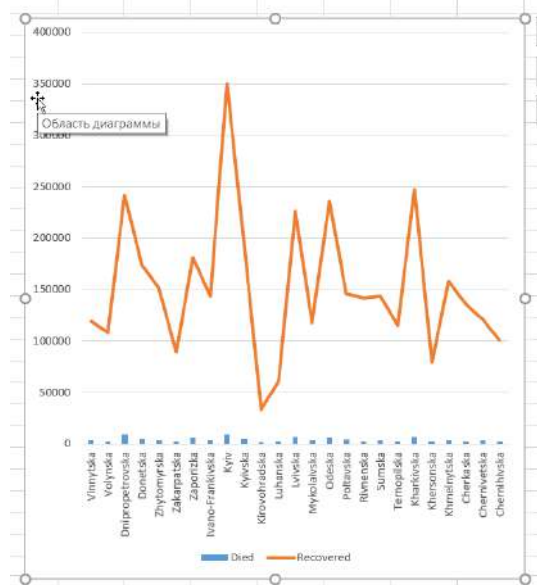
Найбільш зручно будувати діаграму Парето у вигляді гістограми, про яку ми вже говорили вище. У таблиці представлений список областей з оцінками смертності від коронавірусної інфекції. В одній колонці вписано число смертей, а в другій – кількість хворих, які одужали. Перш за все, будуємо звичайну гістограму. Переходимо у вкладку «Вставка», виділяємо всю область значень таблиці, натискаємо кнопку «Гістограма», і вибираємо потрібний тип гістограми.



Як бачимо, створена діаграма з двома видами стовпців: синім і червоним. Тепер нам потрібно перетворити червоні стовпчики в графік. Для цього, виділяємо ці стовпці курсором, і у вкладці «Конструктор», натискаємо на кнопку «Змінити тип діаграми».

Відкривається вікно зміни типу діаграми. Переходимо в розділ «Графік», і вибираємо відповідний для наших цілей тип графіка.

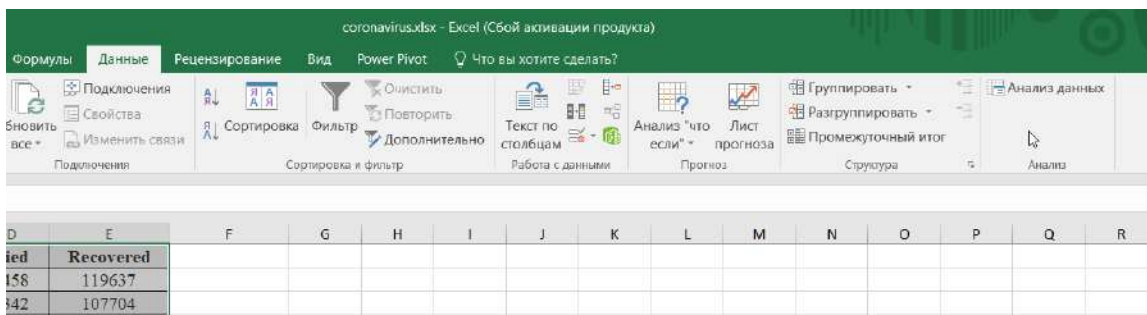
Отже, діаграма Парето побудована. Тепер, можна редагувати її елементи (назва діаграми і осей, стилі і т.д.), так само, як це було описано на прикладі стовпчастий діаграми.



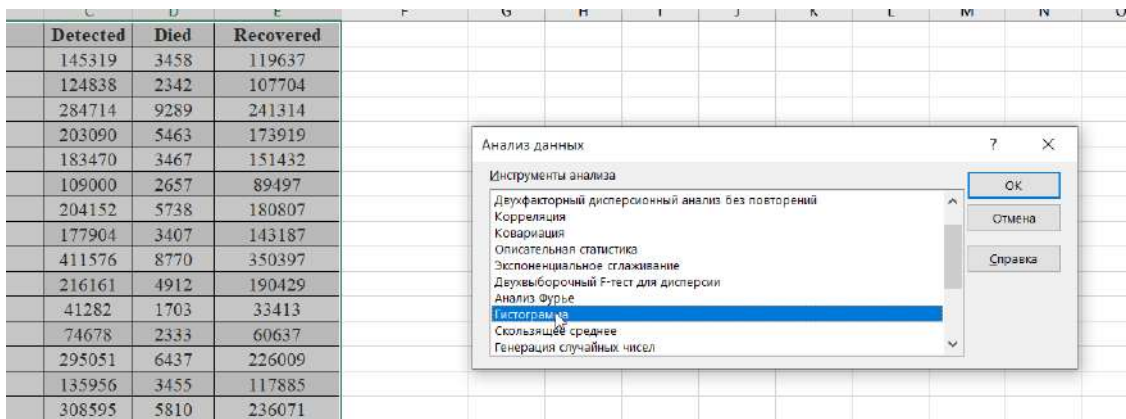
5. Побудова з використанням «Пакету аналізу»

Для того, щоб скористатися способом формування гістограми за допомогою пакета аналізу, потрібно цей пакет активувати, якщо ви не робили цього раніше.

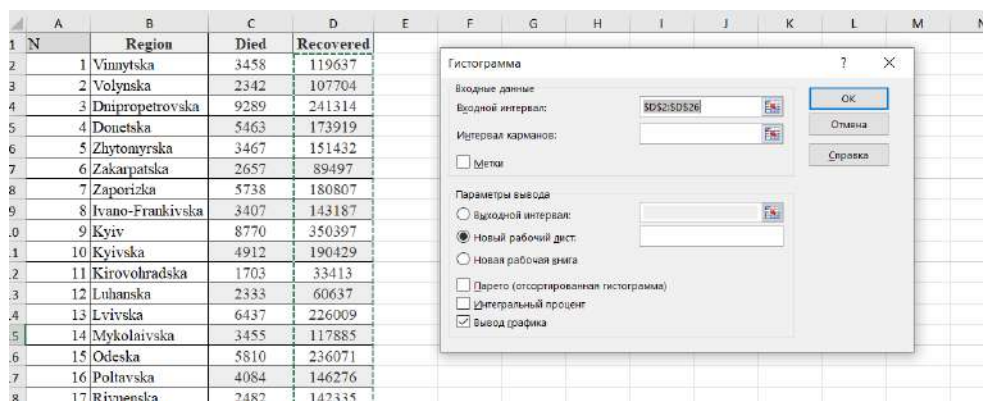
Переходимо у вкладку «Файл», клікаємо по найменуванню розділу «Параметри», переходимо до підрозділу «Надбудови». У блоці «Управління» переставляємо перемикач в позицію «Надбудови Excel». У вікні, біля пункту «Пакет аналізу» встановлюємо галочку і натискаємо на кнопку «ОК». Переміщаємося у вкладку «Дані». Клікаємо опцію «Аналіз даних».



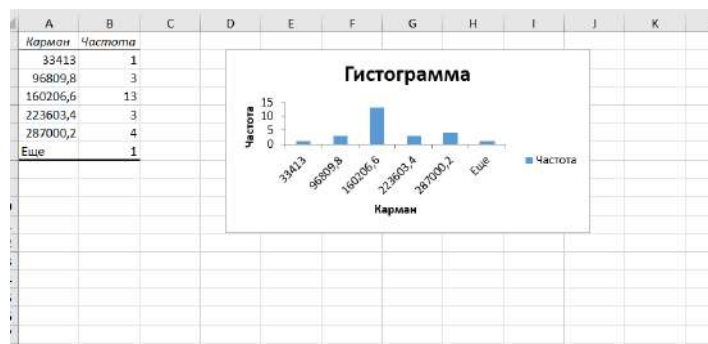
У відкритому невеликому вікні вибираємо пункт «Гістограми». Натискаємо на кнопку «ОК».



Відкривається вікно налаштування гістограми. В полі «Вхідний інтервал» вводимо адресу діапазону комірок, гістограму якого хочемо відобразити. Обов'язково внизу ставимо галочку біля пункту «Висновок графіка». В параметрах виведення можна вказати, де буде виводитися гістограма. За замовчуванням – на новому аркуші. Можна вказати, що висновок буде здійснюватися на даному аркуші в певних клітинках або в новій книзі. Після того, як всі налаштування введені, натискаємо кнопку «ОК».



Як бачимо, гістограма сформована в зазначеному вами місці.



Підготуйте звіт за результатами виконання роботи в книзі Excel. Він має включати використані дані та всі створені графіки.

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.С. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.

Лабораторна робота №3

Тема: Ознайомлення з програмним забезпеченням PAST для статистичного аналізу.

Мета: ознайомитися з особливостями роботи з даними у програмному пакеті для статистичного аналізу PAST.

Теоретичні питання

1. Генеральна сукупність та вибірка. Репрезентативність вибірки.
2. Статистична значимість.

Хід роботи

1. Використовуючи наведену інструкцію, ознайомтесь з інтерфейсом та особливостями роботи з даними у програмному забезпеченні для статистичного аналізу PAST.

PAST (PAlaeontological STatistics) (<https://past.en.lo4d.com/download>) – це безкоштовне програмне забезпечення для аналізу наукових даних із функціями для обробки даних, побудови графіків, одновимірної та багатовимірної статистики, аналізу біорізноманіття, аналізу часових рядів, морфометрії, стратиграфії тощо. На жаль, застосунок не має підтримки української мови, проте це компенсується тим, що він не вимагає встановлення (можна працювати навіть із флеш-накопичувача), швидко запускається і є досить компактним. Програмне забезпечення розробив співробітник Музею природознавства (Natural History Museum) міста Осло (Норвегія) Øyvind Hammer. Попри те, що спочатку застосунок був призначений для палеонтологічних досліджень, він набув широкої популярності у всьому світі серед екологів. На сьогодні використовується версія 2020 року – PAST 4.03, значно розширена та доповнена новими можливостями.

Електронна таблиця та меню «Правка»

PAST має інтерфейс користувача, схожий на електронну таблицю. Дані вводяться як масив комірок, організованих у рядки (горизонтально) і стовпці (вертикально).

Введення даних

Щоб ввести дані в комірку, клацніть на комірці мишкою та введіть дані. Клітинками також можна переміщатися за допомогою клавіш зі стрілками.

У комірці можна вводити будь-який текст, але більшість функцій потребують чисел. Кома (,) і десяткова крапка (.) приймаються як десяткові роздільники.

У PAST випадки займають рядки, а змінні – стовпці. Кластерний аналіз завжди групуватиме елементи, тобто рядки. Для перемикання між рядками та стовпцями можна використати операцію транспонування.

Вибір областей

Більшість операцій у PAST виконуються лише над областю масиву, яку ви вибрали (позначили). Якщо ви спробуєте запустити функцію, але не вибрано жодної області, ви отримаєте повідомлення про помилку.

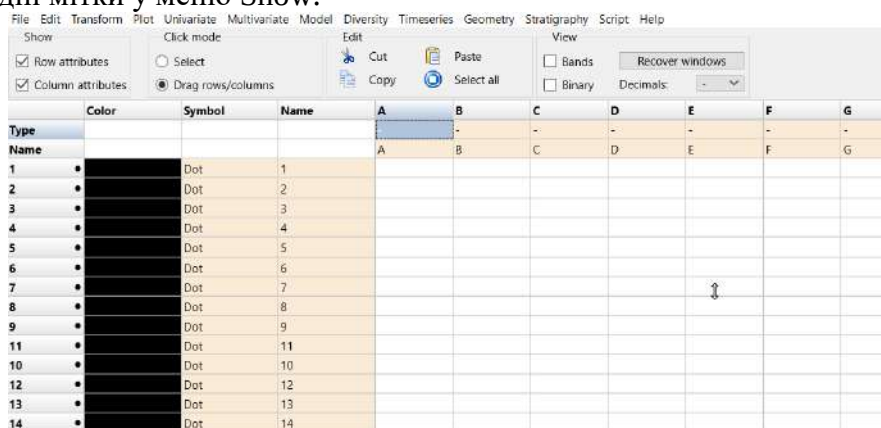
- Рядок вибирається клацанням миші на підпису рядка (крайній лівий стовпець).
- Стовпець вибирається клацанням миші на ярлику стовпця (верхній рядок).
- Кілька рядків вибираються шляхом вибору мітки першого рядка, а потім клацання міток додаткових рядків, утримуючи клавішу Shift. Зауважте, що ви не можете «перетягнути» кілька рядків – це натомість перемістить перший рядок (див. нижче).
- Кілька стовпців позначаються подібним чином, клацаючи на додаткових стовпцях, утримуючи клавішу Shift.
- Весь масив можна виділити, клацнувши верхній лівий кут масиву (порожня сіра клітинка) або вибравши «Виділити все» в меню «Правка».

Переміщення рядка або стовпця

Рядок або стовець (включаючи його мітку) можна перемістити, просто клікнувши мітку та перетягнувши її в нове положення в режимі Drag rows/columns (Click mode).

Перейменування рядків і стовпців

Рядки у PAST нумеруються від 1 до 99, а стовпці позначаються від A до Z. Для правильного підписування графіків слід давати рядкам і стовпцям більш описові, але короткі назви. Назви колонок і рядків, а також тип даних задаються в атрибутах рядків і колонок. Для цього потрібно поставити відповідні мітки у меню Show.



Збільшення розміру масиву

За замовчуванням PAST має 99 рядків і 26 стовпців. Якщо вам потрібно більше, ви можете додати рядки або стовпці, вибравши «Вставити більше рядків» або «Вставити більше стовпців» у меню «Правка». Рядки/стовпці буде вставлено після позначеної області або внизу/праворуч, якщо область не вибрана. Під час завантаження великих файлів даних рядки та/або стовпці додаються автоматично за потреби.

Вирізати, скопіювати, вставити

Функції вирізання, копіювання та вставки можна знайти в меню «Правка». Ви можете вирізати/скопіювати дані з електронної таблиці PAST і вставити в інші програми, наприклад Word і Excel. Подібним чином дані з інших програм можна вставити в PAST – вони мають бути у текстовому форматі, розділеному табуляцією.

Усі модулі, що видають графіки, мають кнопку «Копіювати графік». Це помістить графічне зображення в буфер для вставлення в інші програми для редагування зображення. Графіки копіюються за допомогою «розширеного формату метафайлу» у Windows.

Видалити

Функція видалення (меню «Правка») дозволяє видалити вибрані рядки або стовпці з електронної таблиці. Видалена область не копіюється в буфер вставки.

Групування (розфарбовування) рядів

Вибрані рядки (випадки) можна позначити кольором в атрибутах рядків. Кожна група також пов'язана з символом (крапка, хрест, квадрат, ромб, плюс, коло, трикутник, лінія, смуга, зафарбований квадрат, зірка, овал, зафарбований трикутник, перевернутий трикутник, зафарбований перевернутий трикутник, зафарбований ромб). Це корисно для відображення різних груп даних на графіках, а також потрібно для багатьох методів аналізу.

Важливо: для методів, які вимагають групування рядків за допомогою кольорів, рядки, що належать до однієї групи, мають бути послідовними.

•		Dot	4	Автономна Рє
•		Dot	5	Автономна Рє
□	Yellow	Square	6	Автономна Рє
•	Turquoise	Dot	7	Автономна Рє
•	Violet	Dot	8	Автономна Рє
•	Wheat	Dot	9	Автономна Рє
•	White	Dot	10	Автономна Рє
•	Whitesmo	Dot	11	Вінницька
•	Yellow	Dot	12	Вінницька
•	Yellowgre	Dot	13	Вінницька
•	Null	Dot	14	Вінницька
•		Dot	15	Вінницька
•		Dot	16	Вінницька
•		Dot	17	Волинська
•		Dot	18	Волинська
•		Dot	19	Волинська

Вибір типів даних для стовпців

Вибрані стовпці можна позначити типом даних (безперервний/невизначений, порядковий, номінальний або двійковий) в атрибутах колонок. Це потрібно, лише якщо ви бажаєте використовувати змішані міри подібності/відстані.

Видалити неінформативні рядки/стовпці

Рядки або стовпці можуть бути неінформативними, особливо щодо багатовимірного аналізу. Такі рядки та стовпці слід видалити. Можна шукати та видаляти: рядки чи стовпці лише з нулями, рядки чи стовпці лише з відсутніми даними («?»), а також рядки чи стовпці лише з однією ненульовою коміркою (одиначні).

Транспонувати

Функція «Транспонування» в меню «Правка» поміняє місцями рядки та стовпці. Це використовується для перемикання між режимами R і Q в кластерному аналізі, аналізі головних компонент та ін.

Завантаження та збереження даних

Функція «Відкрити» знаходиться в меню «Файл». Ви також можете перетягнути файл із робочого столу у вікно PAST.

2. Використовуючи дані з таблиці 1, створіть базу даних для аналізу у PAST

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.С. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.

Лабораторна робота № 4-5

Тема: Описові статистики. Порівняння вибірок. Кореляційний аналіз. Графічне представлення даних.

Мета: навчитися розраховувати основні описові статистики для однієї чи кількох вибірок однофакторних даних.

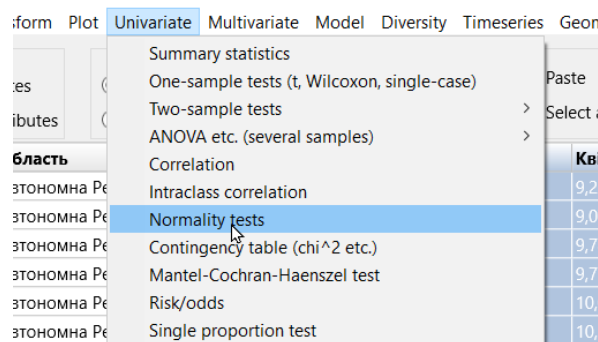
Теоретичні питання

1. Міри центральної тенденції. Мода. Медіана та її обчислення.
2. Середнє арифметичне: обчислення та властивості.
3. Інтерпретація мір центральної тенденції. Вибір міри центральної тенденції.
4. Аналіз зв'язку між змінними.

Хід роботи

1. Проведіть аналіз даних зі створеної на першому занятті бази.

Оцінка нормальності розподілу. Відкрийте файл з даними у PAST і виділіть всі клітинки з даними. Зайдіть у вкладку Univariate і оберіть Normality test.



Отриманий результат свідчить про відхилення від нормального розподілу для усіх змінних. Тому застосовувати параметричні методи до цих даних не рекомендується.

Tests for normal distribution						
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
N	139	139	139	139	139	139
Shapiro-Wilk W	0,8998	0,9329	0,9505	0,9136	0,8558	0,9305
p(normal)	3,353E-08	3,507E-06	7,073E-05	2,06E-07	2,481E-10	2,407E-06
Anderson-Darling A	4,106	2,619	2,686	2,596	5,499	2,222
p(normal)	2,907E-10	1,223E-06	8,421E-07	1,393E-06	1,259E-13	1,157E-05
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Lilliefors L	0,1408	0,1185	0,1296	0,1172	0,1244	0,1085
p(normal)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0009
Jarque-Bera JB	43,33	22,96	13,51	65,69	100,1	24,73
p(normal)	3,904E-10	1,033E-05	0,001164	5,439E-15	1,814E-22	4,273E-06
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0013	0,0064	0,0003	0,0001	0,0022

Monte Carlo N: 9999

Buttons: Copy, Print, Close, Help, Recompute

Для розрахунку параметричних статистик оберіть у вкладці Univariate опцію Summary statistics. Ця функція обчислює низку основних описових статистичних даних для однієї чи кількох вибірок однофакторних даних:

- N:** число випадків
Min: мінімальне значення
Max: максимальне значення
Sum: сума
Mean: середнє арифметичне
Std. error: стандартна похибка середнього.

Variance: дисперсія.
Stand. dev.: стандартне відхилення.
Median: медіана.
25 prcntil: 25 процентіль.
75 prcntil: 75 процентіль.
Skewness: асиметрія.
Kurtosis: ексцес.
Geom. mean: геометричне середнє.
Coeff.var: коефіцієнт варіації.

Кожен зразок повинен мати принаймні 3 значення та займати один стовпець у електронній таблиці. Стовпці не обов'язково повинні містити однакову кількість значень.

Univariate statistics						
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
N	139	139	139	139	139	139
Min	-7,1	-6,17	-2,61	2,83	8,29	11,43
Max	1,17	1,92	4,87	10,46	16,22	20,26
Sum	-597,61	-450,89	161,49	1166,98	1999,82	2475,93
Mean	-4,299353	-3,243813	1,161799	8,39554	14,31525	17,81245
Std. error	0,1489283	0,1483044	0,1090623	0,1091083	0,1217361	0,148052
Variance	3,082968	3,057195	1,653348	1,654742	2,059935	3,046794
Stand. dev	1,755838	1,748484	1,285826	1,286368	1,435247	1,745507
Median	-4,63	-3,46	0,92	8,64	14,66	18,06
25 prcntil	-5,52	-4,37	0,42	7,64	13,65	16,7
75 prcntil	-3,75	-2,58	1,76	9,4	15,38	19,26
Skewness	1,219894	0,9335199	0,675967	-1,226199	-1,580698	-0,9557579
Kurtosis	1,379077	0,8159606	0,8096979	2,466828	2,885709	0,9083257
Geom. mean	0	0	0	8,275481	14,23382	17,72059
Coeff. var	-40,8396	-53,90211	110,6755	15,32204	10,026	9,799366

☐ Bootstrap
 Bootstrap type:
 Simple
 Bootstrap N:
 9999
 Recompute

Оскільки для наших даних умова нормальності не виконується, з усіх розрахованих статистик ми можемо використати лише непараметричні показники. Наприклад, медіану.

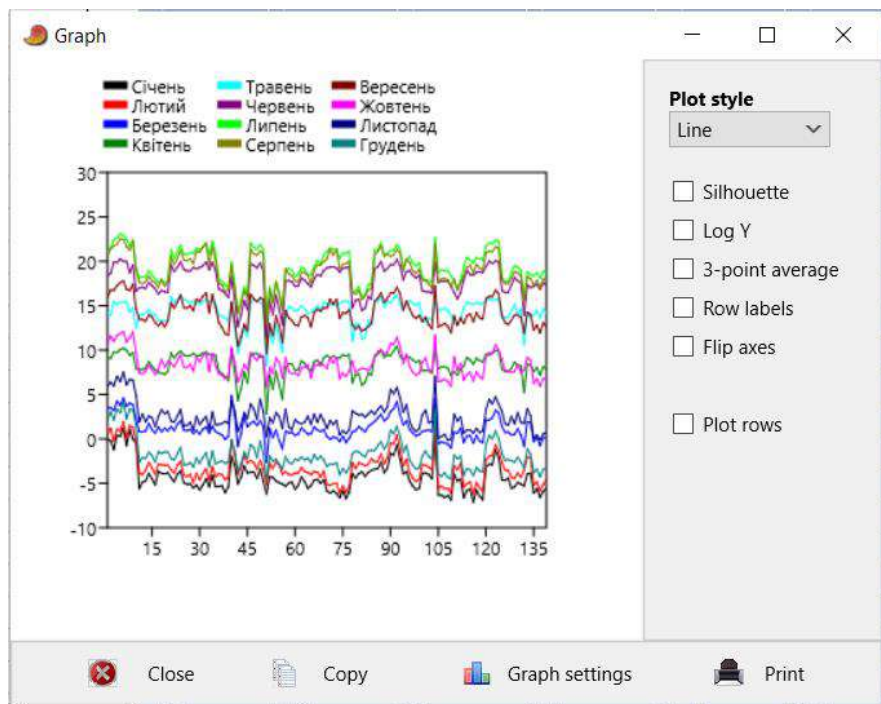
Якщо оцінити нормальність розподілу по окремих областях, то ми побачимо, що у більшості випадків умова нормальності виконується. Тобто на характер мінливості даних суттєвий вплив має географічний фактор. Тому ми можемо розрахувати і інтерпертувати параметричні статистики для кожної області окремо. Наприклад, описові статистики для АР Крим:

Univariate statistics												
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Min	-1,21	-0,24	3,21	9,07	13,9	18,38	21,08	20,5	15,96	10,66	5,91	2,13
Max	1,17	1,92	4,6	10,24	15,49	20,26	23,07	22,54	17,79	12,07	7,51	4,12
Sum	0,7	6,93	30,54	77,47	119,15	155,76	177,75	173,51	135,69	91,16	52,09	23,45
Mean	0,0875	0,86625	3,8175	9,68375	14,89375	19,47	22,21875	21,68875	16,96125	11,395	6,51125	2,93125
Std. error	0,2928966	0,2547123	0,1593261	0,1478771	0,237832	0,2667998	0,2562674	0,234021	0,2038508	0,175367	0,1962455	0,2489151
Variance	0,6663071	0,5190268	0,2030786	0,1749411	0,4525125	0,5694571	0,5253839	0,4381268	0,3324411	0,2460286	0,3080982	0,4956696
Stand. dev	0,8163066	0,7204351	0,4506424	0,4182596	0,6726905	0,7546238	0,7248337	0,6619115	0,576577	0,4960127	0,555066	0,7040381
Median	0,08	0,99	3,725	9,755	15,24	19,89	22,455	21,685	16,81	11,505	6,425	2,995
25 prcntil	-0,6	0,205	3,5025	9,255	14,1725	18,6525	21,5125	21,2975	16,7325	10,9375	6,0075	2,2125
75 prcntil	0,315	1,4275	4,1875	10,0375	15,4525	19,9975	22,845	22,3375	17,5075	11,8175	6,9575	3,39
Skewness	-0,1839547	-0,1838419	0,5747719	-0,2939808	-0,6229034	-0,6101962	-0,5112589	-0,4401849	-0,1905057	-0,196835	0,7880836	0,3900735
Kurtosis	-0,7737759	-0,7788718	-0,2070976	-1,269391	-1,870324	-1,906281	-1,298006	0,3501761	0,2125617	-1,28754	-0,1436549	-0,7238008
Geom. mean	0	0	3,794786	9,675788	14,88026	19,45704	22,20831	21,67985	16,95264	11,3895	6,491137	2,857916
Coeff. var	946,7846	83,16712	11,80465	4,31919	4,516596	3,875829	3,262261	3,051865	3,399378	4,352898	8,524722	24,01836

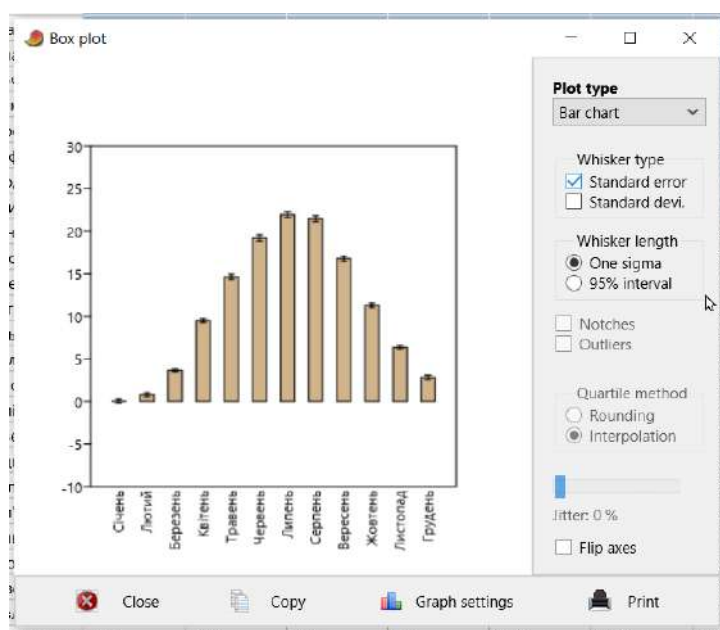
☐ Bootstrap
 Bootstrap type:
 Simple
 Bootstrap N:
 9999
 Recompute

Розрахуйте самостійно описові статистики середньомісячних температур для всіх областей України.

Для графічної візуалізації статистичних закономірностей в масиві даних можна побудувати різноманітні графіки. Наприклад, лінійні графіки. Виділіть всі числові дані і в модулі Plot оберіть Graf. Отриманий графік демонструє мінливість середньомісячних температур на території України. По осі x відкладено номери випадків, а по осі y – середньомісячні температури.

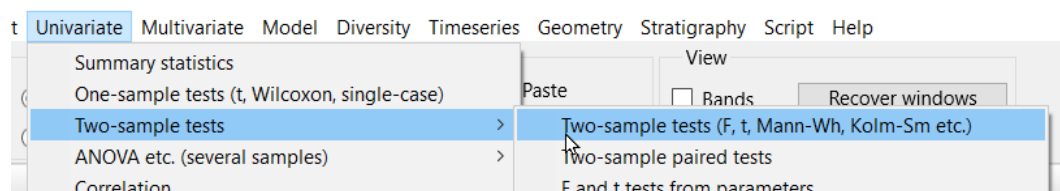


Кращу візуалізацію можна отримати, використавши стовпчасту діаграму (Barchart).

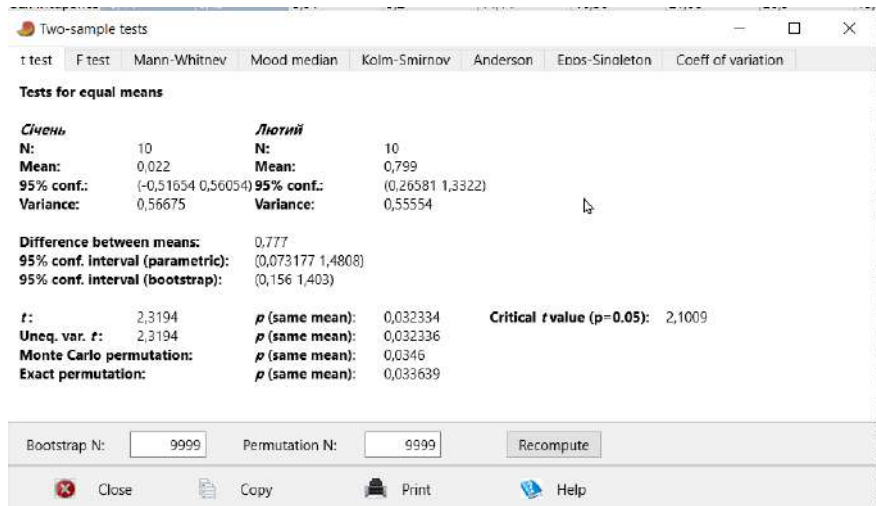


У статистичному аналізі часто доводиться відповідати на питання, чи спостерігаються достовірні відмінності між змінними. Наприклад, чи відрізняються середньомісячні температури січня і лютого в АР Крим? З цією метою використовується тест Стюдента або t-test.

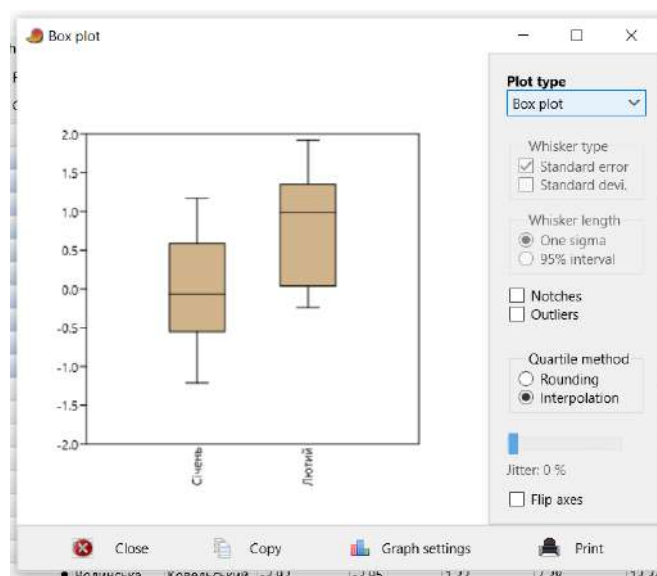
Виділіть необхідну для аналізу частину даних і використайте парний тест Стюдента.



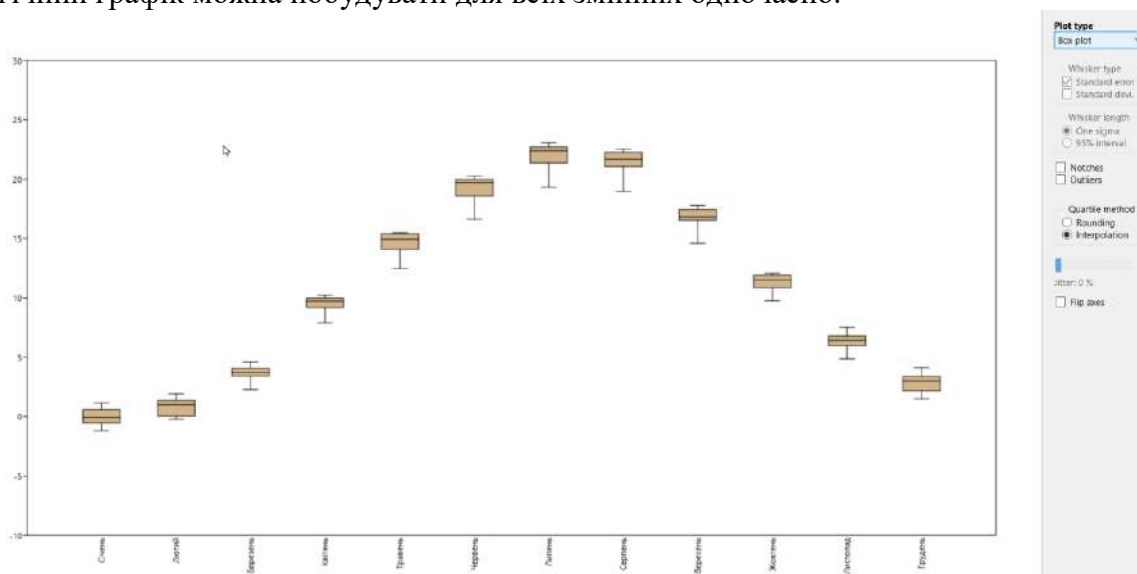
Отримані результати свідчать про наявність достовірних відмінностей середніх температур січня і лютого в АР Крим ($t=2,32$; $p=0,03$).



Ця статистична закономірність добре візуалізується у вигляді коробчастих діаграм. У вкладці Plot оберіть Barchart/Boxplot.

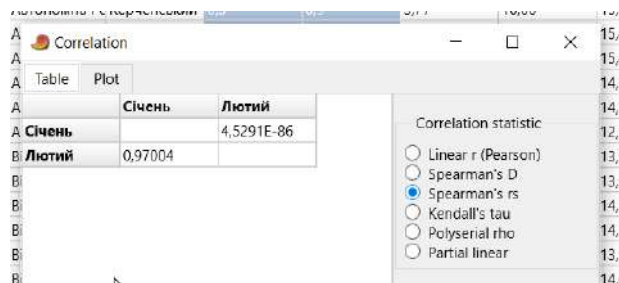


Аналогічний графік можна побудувати для всіх змінних одночасно.



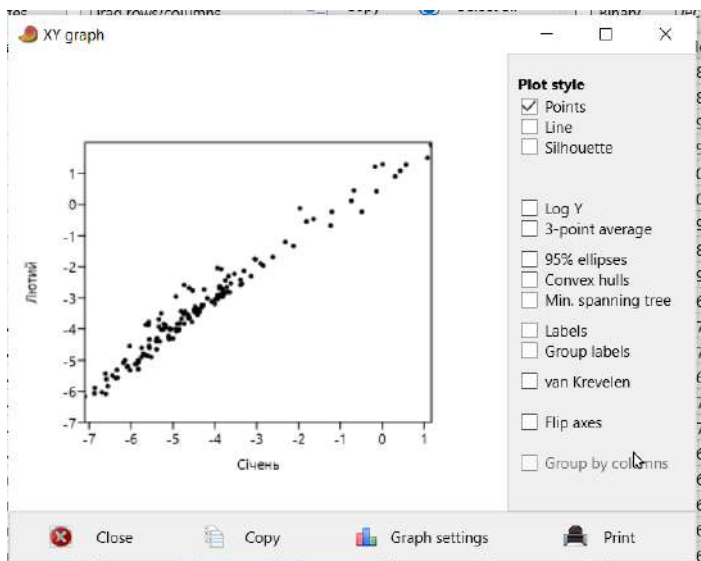
Ми також можемо оцінити наявність зв'язку між змінними, використовуючи модуль кореляційного аналізу. Наприклад, нас цікавить питання, чи є статистичний зв'язок між середніми температурами січня та лютого (або будь-яких інших місяців на ваш розсуд).

Для цього потрібно виділити необхідні для аналізу дані та в модулі Univariate обрати Corellation. Оскільки розподіл даних відхиляється від нормального, потрібно використати непараметричний коефіцієнт кореляції Спірмена. В отриманій таблиці над діагоналлю знаходяться значення рівня достовірності, а під діагоналлю значення обраного коефіцієнта кореляції.

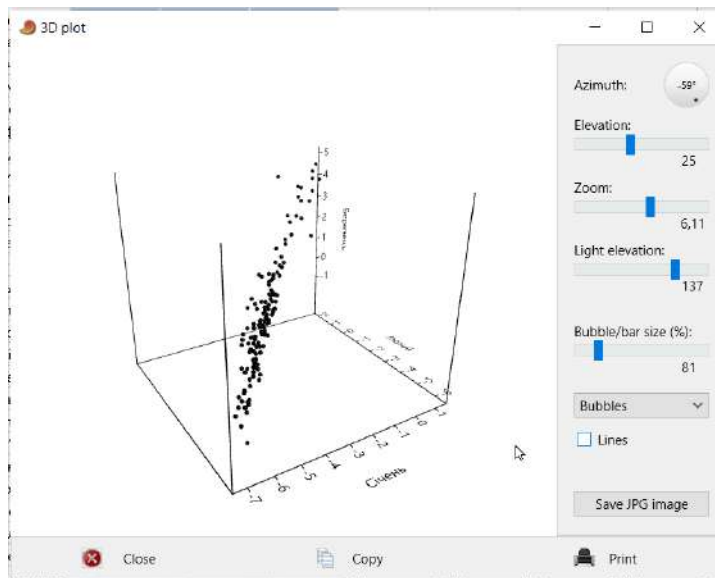


Отриманий результат свідчить про наявність значущого прямопропорційного зв'язку між обраними змінними ($p < 0,05$).

Для візуалізації статистичного зв'язку використовуються ху-графіки. Оберіть необхідну опцію у вкладці Plot. Кожна точка на графіку відображає окремий випадок з масиву даних в координатах двох використаних для аналізу змінних. Чим більший кут нахилу хмари точок – тим сильніший зв'язок.



Ми можемо побудувати також 3Д графіки, використавши три змінні.



Розрахуйте коефіцієнти кореляції та побудуйте графіки для інших пар змінних (можна виділити одразу весь масив даних і розрахувати всі можливі попарні кореляції).

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.
5. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Лабораторна робота № 6

Тема: Дисперсійний аналіз.

Мета: навчитися застосовувати алгоритми дисперсійного аналізу для з'ясування закономірностей мінливості екологічних даних.

Теоретичні питання

1. Призначення мір мінливості. Розмах та коефіцієнт осциляції.
2. Дисперсія: обчислення та властивості. Стандартне відхилення та коефіцієнт варіації.
3. Поняття про дисперсійний аналіз.
4. Однофакторний аналіз.
5. Двофакторний аналіз.

Хід роботи

На сьогодні дисперсійний аналіз є одним із основних інструментів для аналізу зв'язків багатовимірних даних. Зокрема, у синекологічних дослідженнях виникає необхідність виявити достовірні відмінності між кількома вибірками, що дозволяє продемонструвати закономірності розподілу видів у просторі (градієнті місцеіснування) та в часі, відмінності у видовому складі, чисельності, різноманітті, морфології, а також допомагає організувати правильні підходи до охорони рідкісних видів і цінних біотопів тощо.

Короткий опис можливостей дисперсійного аналізу в синекологічних дослідженнях. В англomовній літературі дисперсійний аналіз зазвичай називають аналізом варіації (Analysis of variance). Його суть полягає в аналізі відхилень усіх одиниць досліджуваної сукупності від середнього арифметичного. Як міра відхилень використовується дисперсія або середній квадрат відхилень. Відхилення, спричинені впливом досліджуваного фактора, порівнюються з величиною відхилень, спричинених випадковими факторами (тобто тими, які дослідник не врахував, але які також можуть впливати на результати). Якщо відхилення, спричинені досліджуваним фактором є більш значущими, ніж випадкові відхилення, вважається, що цей фактор має істотний вплив.

Якщо розглядається більше двох незалежних вибірок, зазвичай використовується однофакторний дисперсійний аналіз (one-way ANOVA) у разі відповідності даних нормальному розподілу або його непараметричні аналоги (тести Краскела-Уолліса, Фрідмана тощо) – в іншому випадку. При цьому нульова гіпотеза стверджує, що між вибірками немає відмінностей, тоді як альтернативна – що відмінності існують хоча б між двома вибірками.

Часто виникає питання: чому аналіз називається однофакторним, якщо порівнюється більше двох вибірок? Якщо є лише одна залежна змінна, наприклад, кількість видів у більш ніж двох біотопах, то маємо справу з однофакторним дисперсійним аналізом (one-way ANOVA). У цьому випадку залежна змінна – це кількість видів, а кілька незалежних – це типи біотопів, у яких вони зафіксовані (наприклад, три).

Для дослідження впливу двох незалежних змінних на одну залежну застосовується двофакторний дисперсійний аналіз (two-way ANOVA). Наприклад, якщо змінними є температура та вологість, то в однофакторному аналізі оцінюється їхній вплив на залежну змінну окремо, тоді як у двофакторному враховується ще й їхній спільний вплив. Багатовимірний дисперсійний аналіз (multivariate analysis of variance, MANOVA) застосовується у випадках, коли є більше ніж одна залежна змінна.

Умови застосування параметричного однофакторного дисперсійного аналізу (one-way ANOVA). Перша необхідна умова – відповідність даних закону нормального розподілу. Друга – однорідність дисперсій між групами (homogeneity of variance). Тобто, крім нормального розподілу в кожній групі, значення залежної змінної повинні мати однаковий ступінь розкиду. Це важливо, оскільки при значній різниці у групових дисперсіях застосовувані формули можуть некоректно працювати. Якщо ці умови не виконуються, потрібно використовувати непараметричні аналоги ANOVA.

Перевірка однорідності дисперсій може здійснюватися графічними та формальними методами. Візуально оцінити однорідність можна за допомогою діаграм розмахів (якщо висота «ящиків» значно відрізняється, дисперсія неоднорідна). Формально однорідність перевіряється тестами, зокрема тестом Левене (Levene's test). Якщо p -рівень цього тесту перевищує 0,05, дисперсії можна вважати однорідними. Якщо ж значення менше 0,05, нульова гіпотеза про рівність дисперсій відкидається. Також вибірки повинні бути незалежними, а спостереження в межах кожної вибірки – несуміжними.

Аналіз залишків (residuals). Залишки характеризують внутрішньогрупову дисперсію, яка не може бути пояснена впливом експериментального фактора і є наслідком випадкової флуктуації або дії іншого фактора.

Інтерпретація підсумкової таблиці дисперсійного аналізу. На початковому етапі аналізу, незалежно від використовуваного програмного пакету, отримують таблицю, в якій ключовим є p -рівень. Якщо його значення $< 0,05$, вибірки статистично значимо відрізняються.

Основні показники:

- SS (Sum of Squares) – сума квадратів відхилень у групах,
- MS (Mean of Squares) – оцінка дисперсії між групами,
- F – критерій Фішера (оцінка різниці між внутрішньогруповою та міжгруповою дисперсіями),

- df (degrees of freedom) – число ступенів свободи,
- p – p-рівень.

Апостеріорні порівняння (post-hoc tests). Дисперсійний аналіз лише встановлює наявність або відсутність відмінностей між вибірками, але не показує, які саме групи відрізняються. Для цього використовують попарні порівняння середніх значень. Один із найпопулярніших методів – критерій Тьюкі (Tukey's HSD test). Якщо значення p-рівня менше 0,05, відмінності між групами є достовірними.

Для коригування похибки першого роду часто застосовують поправку Бонферроні (Bonferroni correction), за якої критичний рівень значущості ділиться на кількість порівнянь. Наприклад, якщо здійснюється три порівняння, то новий критичний рівень дорівнює $0,05 / 3 = 0,017$.

Умови застосування непараметричного однофакторного дисперсійного аналізу. Критерій Краскела–Уолліса (Kruskal–Wallis H-test) – непараметричний аналог однофакторного дисперсійного аналізу, що використовується для аналізу вибірок, які не відповідають закону нормального розподілу або мають неоднорідні дисперсії. У таких випадках дані перетворюють у ранги для подальшого аналізу.

Подібно до класичного ANOVA, тест Краскела–Уолліса дозволяє визначити, чи є статистично значущі відмінності між вибірками ($p < 0,05$) або ж таких відмінностей немає ($p > 0,05$). Для визначення конкретних груп, що різняться, проводяться додаткові апостеріорні тести, наприклад критерій Данна (Dunn's post hoc test).

Критерій Фрідмана – непараметричний аналог однофакторного дисперсійного аналізу для залежних вибірок, що містять повторні вимірювання, наприклад, якщо дані отримані з тих самих об'єктів у різний час.

Виконання аналізу. Для прикладу, в таблиці вихідних даних наведено висоту трьох видів чагарничків (багна, хамедафни та лохини), виміряну в 20-кратній повторності. Необхідно визначити, чи відрізняється висота цих рослин однієї життєвої форми, що ростуть в одному типі лісу.

Розвідувальний аналіз даних. Завантажуємо таблицю з Excel у PAST 4.03 та перевіряємо відповідність нормальному розподілу (Univariate/Normality tests). Оскільки частина даних не задовольняє умову нормальності виконуємо логарифмічну трансформацію (Transform – Log). Повторна перевірка нормальності (тест Шапіро–Вілка, $p > 0,05$) підтвердила відповідність даних нормальному розподілу.

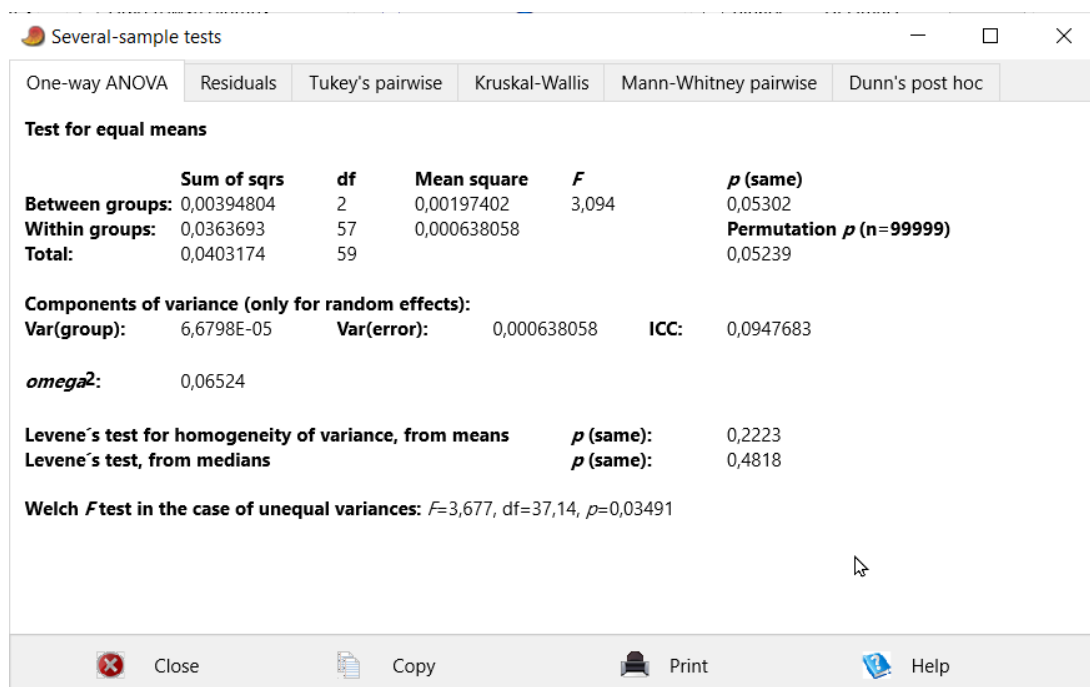
The screenshot displays the PAST 4.03 software interface. The main window shows a data table with columns for species names and their heights across six replicates. A 'Tests for normal distribution' dialog box is open, showing the results of the Shapiro-Wilk and p(normal) tests for each species. The results indicate that the data for all three species (Ledum palustre, Chamaedaphne calyculata, and Vaccinium uliginosum) are not normally distributed, as the p-values are less than 0.05.

	Ledum palustre	Chamaedaphne calyculata	Vaccinium uliginosum
N	20	20	20
Shapiro-Wilk W	0,9366	0,9018	0,948
p(normal)	0,207	0,04459	0,3378

	Ledum palustre	Chamaedaphne calyculata	Vaccinium uliginosum
N	20	20	20
Shapiro-Wilk W	0,9434	0,9058	0,9512
p(normal)	0,2782	0,05311	0,3851

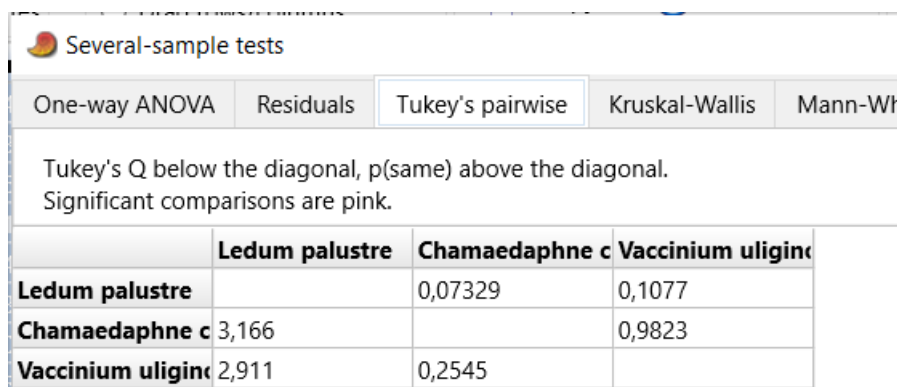
Далі потрібно переконатися, що виконується умова однорідності дисперсій. Для цього слід скористатися вкладкою Univariate/ANOVA etc. (several samples)/Several sample tests (ANOVA,

Kruskal–Wallis)/ANOVA (власне, це і є панель дисперсійного аналізу) та звернути увагу на значення тесту Левене (Levene's test). У нашому прикладі р-рівень цього тесту перевищує 0,05 ($p = 0,22$). Отже, і друга умова виконується. Тому ми можемо провести параметричний дисперсійний аналіз (one-way ANOVA).

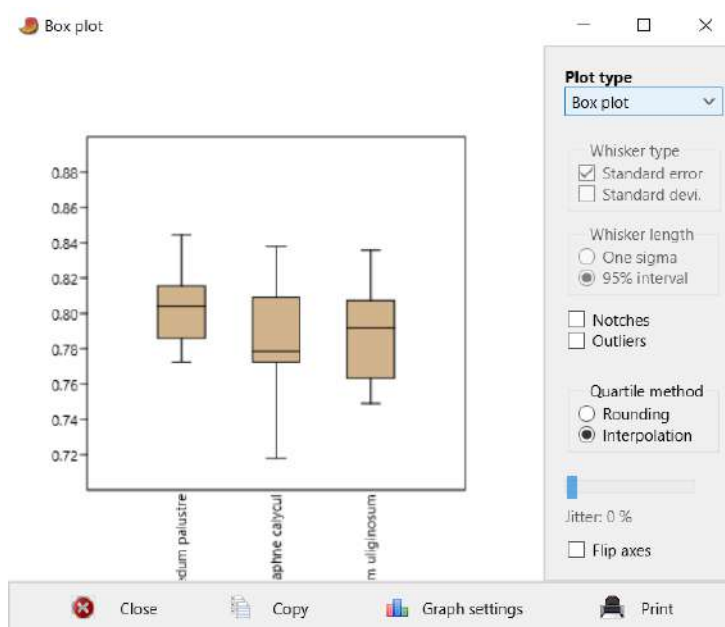


Дисперсійний аналіз. Використовуючи ту ж вкладку Univariate/ANOVA etc. (several samples)/Several sample tests (ANOVA, Kruskal–Wallis)/ANOVA, аналізуємо таблицю результатів Test for equal means. Як видно з рис. 2, $F = 3,09$, $p = 0,053$. Отже, достовірних відмінностей між висотою чагарників немає. Перестановочний тест (Permutation test) підтверджує ці результати ($p = 0,052$).

Апостеріорні порівняння. Виконуються за допомогою вкладки Univariate/ANOVA etc. (several samples)/Several sample tests (ANOVA, Kruskal–Wallis)/Tukey's pairwise. Тест Тьюкі також не виявив значущих відмінностей між значеннями конкретних змінних при їх попарних порівняннях: $p > 0,05$

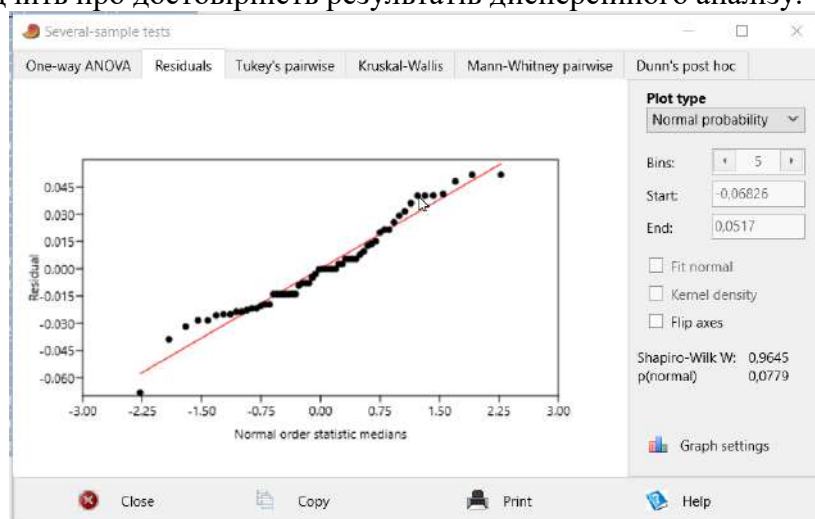


Візуалізація результатів аналізу. Оскільки дисперсійний аналіз лише виявляє наявність або відсутність відмінностей між змінними, але не відображає їхню величину, розподіл змінних можна зобразити графічно. Найчастіше використовуються діаграми розмаху («ящики з вусами»). Їх можна побудувати за допомогою вкладки Plot/Barchart/Box plot.



Як видно з рис., на перший погляд, відмінності є, принаймні за розмірами «ящиків», але вони статистично незначущі. Крім того, якщо подивитися на «вуса», то вони розташовані приблизно на одному рівні, що також свідчить про відсутність значущих відмінностей.

Аналіз залишків. Для оцінки достовірності проведеного аналізу досліджуються залишки моделі, які повинні відповідати закону нормального розподілу. Це перевіряється за допомогою вкладки Residuals. Як видно з діаграми розсіювання та значення тесту Шапіро–Вілка ($p > 0,05$), дана умова виконується, що свідчить про достовірність результатів дисперсійного аналізу.



Однофакторний дисперсійний аналіз (Kruskal–Wallis test) для непараметричних даних. У таблиці вихідних даних, які представлені у стовпцях, вказано кількість видів гіпотетичних тварин, зареєстрованих у трьох біотопах за результатами 10 обліків у кожному з них. Необхідно визначити, чи відрізняється видове багатство цих трьох місцевостей.

Розвідувальний аналіз даних. Завантажуємо таблицю з даними з файлу MS Excel у PAST 4.04 та виконуємо перевірку на нормальність розподілу за допомогою вкладки Univariate/Normality tests. Перевірка показала, що деякі дані наближені до нормального розподілу, але не відповідають йому. Після логарифмування ситуація не змінилася, що підтверджується відповідними тестами, зокрема тестом Шапіро–Вілка ($p < 0,05$) (рис.). Отже, необхідно виконати непараметричний дисперсійний аналіз. Оскільки дані не відповідають закону нормального розподілу, перевірка на однорідність дисперсій не потрібна.

	біотоп 1	біотоп 2	біотоп 3
1	12	10	24
2	11	10	24
3	13	11	22
4	12	11	24
5	12	10	22
6	14	10	24
7	13	11	22
8	12	10	24
9	11	11	22
10	12	10	24

	біотоп 1	біотоп 2	біотоп 3
N	10	10	10
Shapiro-Wilk W	0.885	0.6405	0.6405
p(normal)	0.1488	0.0001687	0.0001687
Anderson-Darling A	0.6281	1.737	1.737
p(normal)	0.07186	7.326E-05	7.326E-05
p(Monte Carlo)	0.0767	0.0001	0.0003
Lilliefors L	0.2861	0.3807	0.3807
p(normal)	0.02048	0.0001	0.0001
p(Monte Carlo)	0.0212	0.0002	0.0004
Jarque-Bera JB	0.4717	1.678	1.678
p(normal)	0.7899	0.4321	0.4321
p(Monte Carlo)	0.7051	0.0939	0.1006

Дисперсійний аналіз. Для проведення дисперсійного аналізу використовується вкладка Univariate/ANOVA etc. (several samples)/Several sample tests (ANOVA, Kruskal–Wallis)/Kruskal–Wallis. Як видно з рис., значення тесту Краскела–Уолліса ($H = 24,82$, $p < 0,05$) свідчать про наявність значущих відмінностей у видовому багатстві трьох досліджуваних біотопів.

Several-sample tests	
One-way ANOVA	Residuals
Tukey's pairwise	Kruskal-Wallis
Mann-Whitney pairwise	
Dunn's post hoc	
Kruskal-Wallis test for equal medians	
$H(ch^2)$:	24,82
H_c (tie corrected):	25,59
p (same):	2,775E-06
There is a significant difference between sample medians	

Апостеріорні порівняння. Виконуються за допомогою вкладки Univariate/ANOVA etc. (several samples)/Several sample tests (ANOVA, Kruskal–Wallis)/Dunn's post hoc. Тест Данна виявив значущі відмінності між значеннями всіх змінних при їх попарних порівняннях: $p < 0,05$.

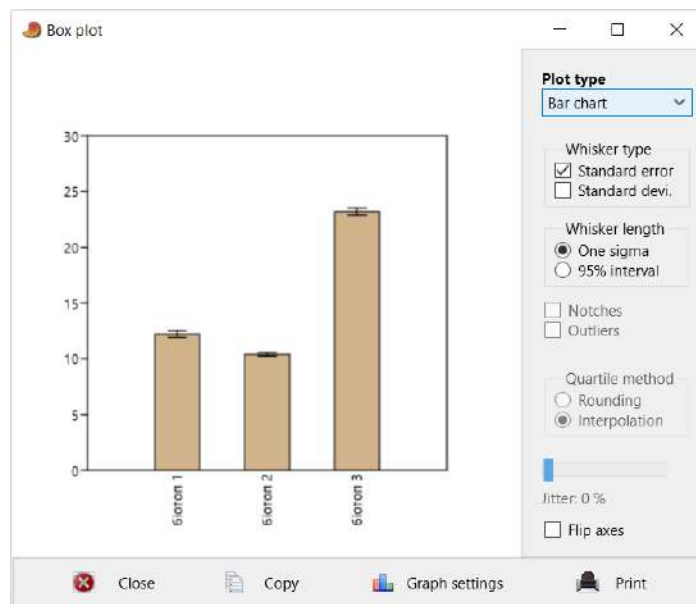
Several-sample tests

One-way ANOVAResidualsTukey's pairwiseKruskal-WallisMann-Whitney pairwiseDunn's post hoc

Raw p values, uncorrected significance

	биотон 1	биотон 2	биотон 3
биотон 1		0,01765	0,007308
биотон 2	0,01765		4,293E-07
биотон 3	0,007308	4,293E-07	

Візуалізація результатів аналізу. Оскільки дисперсійний аналіз лише виявляє наявність або відсутність відмінностей між змінними, але не відображає їхньої величини, варіацію змінних можна представити на діаграмах розмаху, побудувавши їх у вкладці Plot/Barchart (рис.).



Як видно з рис., відмінності встановлено: у біотопі 3 видовий склад є достовірно вищим, а в біотопі 2 – найнижчим.

Підготуйте звіт за результатами виконання роботи (з результатами аналізу та графіками в книзі Excell) та завантажте на гугл-диск для перевірки.

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.
5. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Лабораторна робота № 7

Тема: Статистичні методи редукції даних.

Мета: навчитися використовувати метод аналізу головних компонент для зменшення розмірності даних.

Теоретичні питання

1. Сутність і призначення методів редукції даних.
2. Метод головних компонент.
3. Факторний аналіз.

Хід роботи

Сутність методу аналізу головних компонент (PCA). Аналіз головних компонент (PCA) – це статистичний метод, який використовується для зменшення розмірності даних, виявляючи найбільш значущі закономірності в багатовимірних даних. Він перетворює вихідні змінні в новий набір змінних, які називаються головними компонентами (PC). Ці головні компоненти є лінійними комбінаціями вихідних змінних і розташовані в порядку зменшення їхньої варіації.

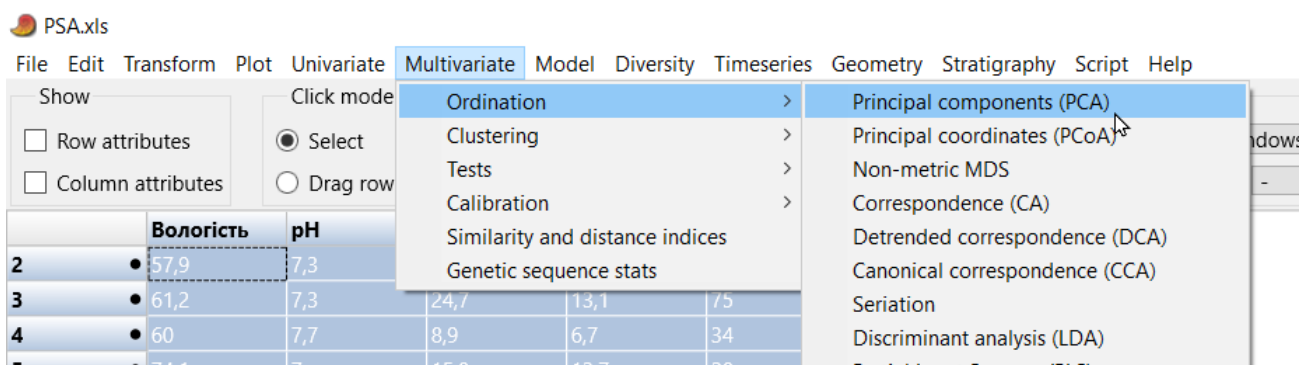
PCA широко використовується в екології для:

- **Виявлення основних факторів, що впливають на екосистеми:** PCA допомагає визначити, які екологічні фактори (наприклад, температура, вологість, забруднення) найбільше впливають на розподіл видів або стан екосистеми.
- **Класифікації екосистем:** PCA може використовуватися для класифікації екосистем на основі їхніх характеристик.
- **Аналізу біорізноманіття:** PCA допомагає виявити закономірності в розподілі видів і оцінити біорізноманіття.
- **Оцінки впливу забруднення:** PCA може використовуватися для оцінки впливу забруднення на екосистеми.
- **Моніторингу екологічних змін:** PCA допомагає відстежувати зміни в екосистемах з часом.

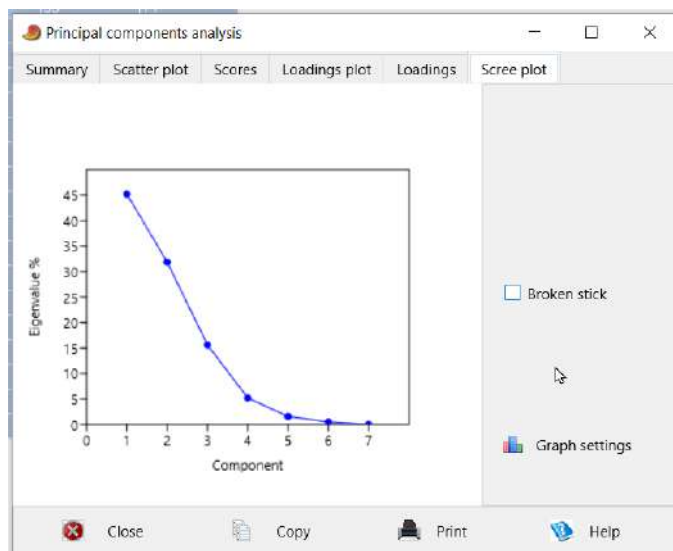
Виконання аналізу. Відкрийте PAST 4.03 і введіть навчальні дані в таблицю. Виділіть діапазон даних для аналізу.

№	Вологість	pH	Забрудн 1	Забрудн 2	Вид 1	Вид 2	Вид 3
1	51,5	7,2	20,2	7,7	37	19	61
2	57,9	7,3	12,2	3	73	31	26
3	61,2	7,3	24,7	13,1	75	33	71
4	60	7,7	8,9	6,7	34	30	32
5	74,1	7	15,8	13,7	28	18	13
6	79,3	7,6	21,5	13,9	70	57	36
7	59,4	6,5	13,6	2,4	10	52	54
8	68,5	6,9	24,3	4,1	75	53	42
9	57,8	6,6	20,6	5,5	25	72	57
10	51,2	6,5	5,9	2,1	25	59	39
11	67,8	7,4	12	12,2	28	30	48
12	61,7	7,6	11,7	9,3	60	65	53
13	58,9	7,8	12,4	4,6	52	25	58
14	63,8	6,9	17	10,7	11	62	78
15	67,8	7,2	9,9	14,1	20	58	52
16	79,8	7,7	13	13,8	72	79	34
17	61,1	6,6	8,2	12,7	69	23	25
18	68,2	7,6	19,7	2,8	27	47	48
19	57,4	7,1	18,5	4,8	34	21	58
20	77,7	7,4	15,5	8,5	30	18	36

Виберіть аналіз PCA: у меню "Multivariate" виберіть "Principal components" та виконайте аналіз.



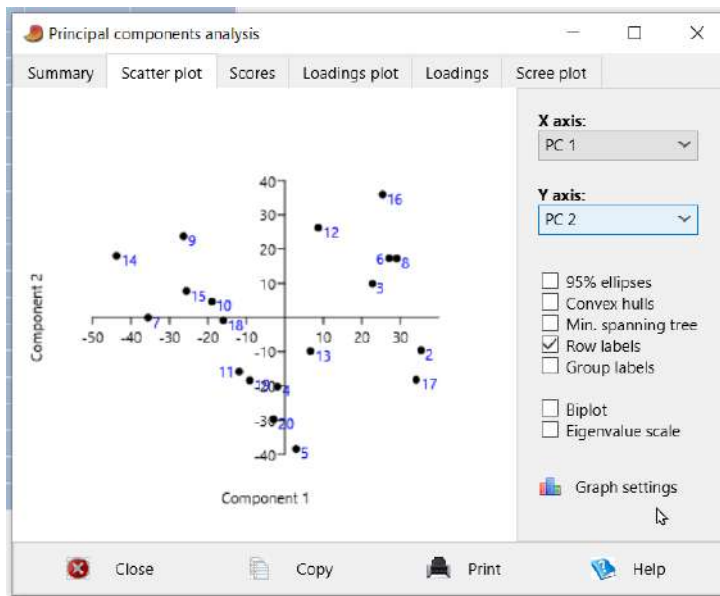
Перше, на що потрібно звернути увагу – це кількість головних компонент, які варто розглядати при подальшому аналізі результатів. Для цього перейдіть у вкладку Scree plot. Для подальшого аналізу мають значення головні компоненти, що лежать на «схилі» графіка. Тобто у нашому випадку можна обмежитись першими чотирма головними компонентами.



У вкладці Summary можна побачити оцінки внесків головних компонент у пояснення мінливості в межах аналізованого масиву даних. Як бачимо, перша головна компонента пояснює понад 45% дисперсії, а чотири перших головні компоненти пояснюють майже 98% дисперсії. Це означає, що всі інші головні компоненти пояснюють близько 2% загальної дисперсії, що дозволяє їх виключити з подальшого аналізу.

Principal components analysis					
Summary			Scatter plot	Scores	Loadings plot
PC	Eigenvalue	% variance			
1	593.123	45.221			
2	418.046	31.873			
3	204.693	15.606			
4	68.1088	5.1928			
5	20.7922	1.5053			
6	6.741	0.51395			
7	0.0927837	0.0070741			

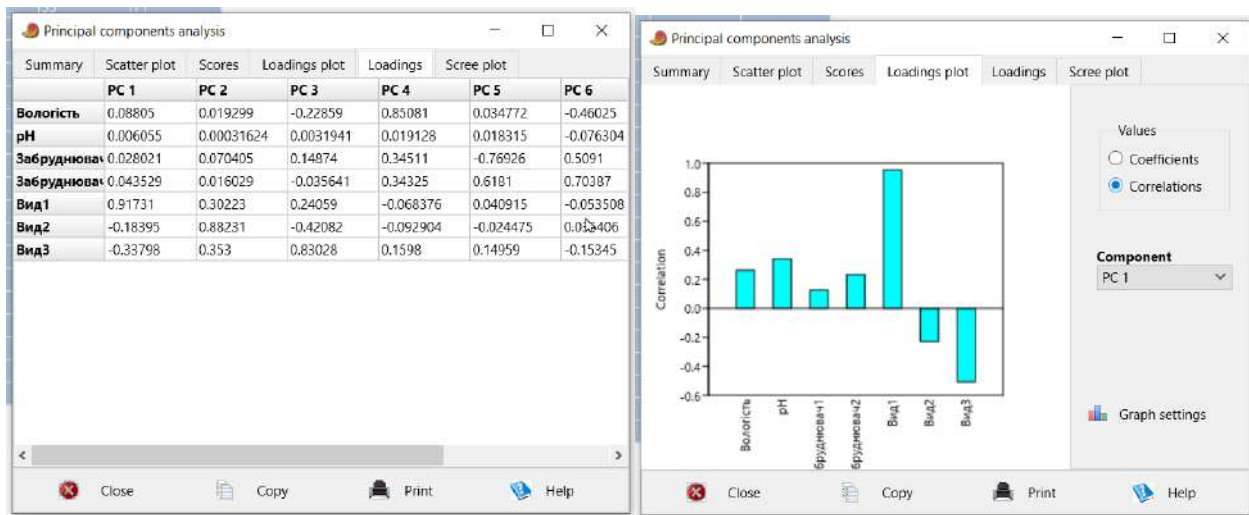
У вкладці Scatter plot представлена діаграма розсіювання досліджуваних випадків у просторі головних компонент. Оскільки простір графіка двохвимірний, ви можете по черзі переглянути положення досліджуваних випадків у полі різних пар головних компонент. На графіку розсіювання у полі перших двох ГК добре помітно, що аналізовані випадки утворюють декілька достатньо чітких груп, які можна інтерпретувати на основі ГК.



У вкладці Scores представлені значення головних компонент для кожного випадку. Оскільки ми уже знаємо, що найбільше значення у нашому випадку мають перші чотири ГК, ми можемо використати ці дані для подальшого аналізу, редукувавши таким чином кількість змінних. Ці дані також можна використати в якості предикторів для потреб екологічного моделювання.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6
2	35.415	-9.4991	-2.0083	-12.707	-2.6999	-1.0659
3	22.754	9.8606	35.739	4.7496	0.80621	3.9485
4	-1.9477	-20.183	-7.0903	-7.0632	1.5323	-0.0090
5	2.9127	-38.421	-21.708	8.1927	-1.7653	4.7944
6	27.122	17.307	-9.2646	11.844	-1.6303	1.0411
7	-35.561	-0.0092368	-2.8706	-4.3378	-3.0134	-1.566
8	29.113	17.238	1.8356	1.2334	-9.03	-0.7410
9	-26.304	23.741	-3.8905	-4.6217	-5.9629	4.3736
10	-18.97	4.7001	-13.922	-18.148	0.63796	-0.1691
11	-11.848	-15.891	3.2319	5.4921	4.9608	-0.2607
12	8.7073	26.241	1.8072	-5.4336	4.3912	-0.8677
13	6.6067	-9.7845	21.779	-4.1216	2.2536	-4.3416
14	-43.748	18.046	12.294	6.2734	3.0479	0.5791
15	-25.666	7.6902	-7.5354	4.0006	7.3327	0.8563
16	25.388	36.026	-21.077	6.8038	4.11	-2.5935

В таблиці у вкладці Loadings представлені оцінки кореляцій головних компонент з аналізованими параметрами. У вкладці Loadings plot ці дані представлено у графічному форматі. На основі цих оцінок ми можемо інтерпретувати головні компоненти. Так ми бачимо, що перша ГК має найвищий коефіцієнт кореляції (0,92) з параметром Вид 1. Отже перша ГЛ, яка пояснює 45% загальної дисперсії, найбільше навантажується цим параметром. Друга ГК має максимальну кореляцію з параметром Вид 2, третя ГК – з параметром Вид 3 а четверта ГК з параметром вологості.



Отже, результати проведеного аналізу свідчать, що серед усього аналізованого масиву даних найбільше значення мають перші чотири ГК, які добре корелюють з параметрами «Вид 1»-«Вид 2» та «Вологість». А отже для подальшого аналізу ми можемо залишити лише ці чотири параметри, або замінити їх значення значеннями головних компонент.

Підготуйте звіт за результатами виконання роботи (з результатами аналізу та графіками в книзі Excell) та завантажте на гугл-диск для перевірки.

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.С. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя: КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.
5. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Лабораторна робота №8

Тема: Статистичні методи класифікації даних.

Мета: ознайомитися з кластерним аналізом, навчитися застосовувати його алгоритми.

Теоретичні питання

1. Сутність кластерного аналізу.
2. Види кластерного аналізу.
3. Особливості застосування кластерного аналізу.

Хід роботи

Кластерний аналіз — це метод машинного навчання без учителя, який використовується для групування схожих об'єктів у кластери. Основна мета — виявити приховані закономірності та структури в даних, розділяючи їх на групи на основі їх схожості.

Алгоритми кластерного аналізу в PAST 4.03

Ієрархічний кластерний аналіз (Hierarchical Clustering). Цей метод будує ієрархію кластерів, починаючи з кожного об'єкта як окремого кластера. На кожному кроці два найближчі кластери об'єднуються. Результати відображаються у вигляді дендрограми, яка показує ієрархічну структуру кластерів. Висота з'єднання кластерів відображає відстань між ними. Ієрархічний кластерний аналіз

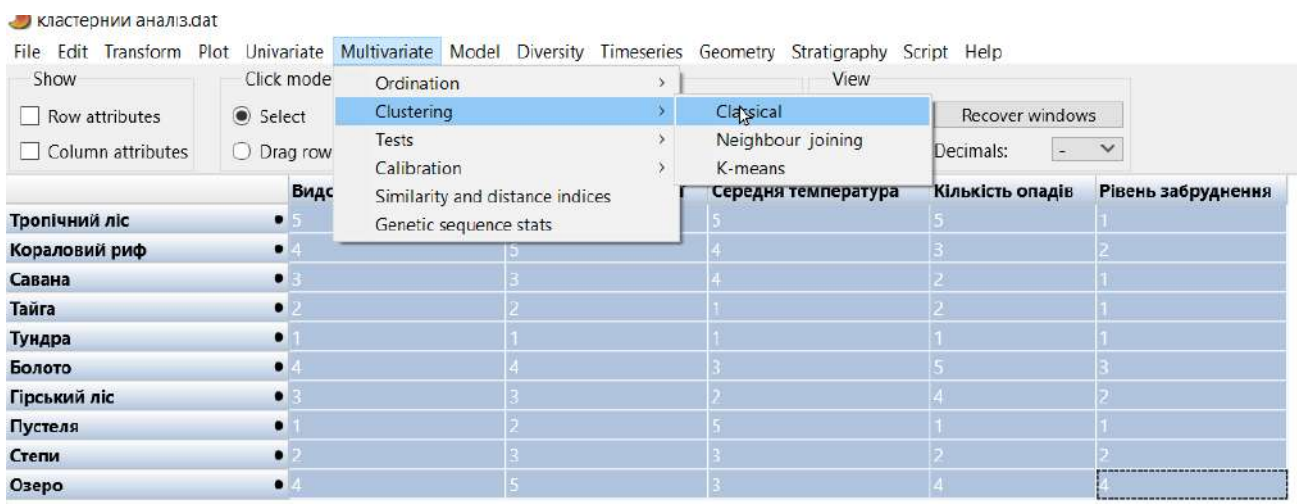
може показати, які екосистеми найбільш схожі за своїми екологічними характеристиками. Наприклад, тропічний ліс і кораловий риф можуть бути об'єднані в один кластер, оскільки вони мають високе видове різноманіття, щільність популяції та температуру.

К-середніх (K-means). Цей метод розділяє дані на задану кількість (k) кластерів. Алгоритм ітеративно присвоює кожному об'єкту найближчий центр кластера і перераховує центри кластерів до збіжності. Результати показують, до якого кластера належить кожен об'єкт. Центри кластерів відображають середні значення характеристик для кожного кластера. К-середніх може розділити екосистеми на задану кількість груп. Наприклад, при k=3 можна отримати кластери з високим різноманіттям (тропічний ліс, кораловий риф, болото, озеро), середнім різноманіттям (савана, гірський ліс, степи) та низьким різноманіттям (тайга, тундра, пустеля).

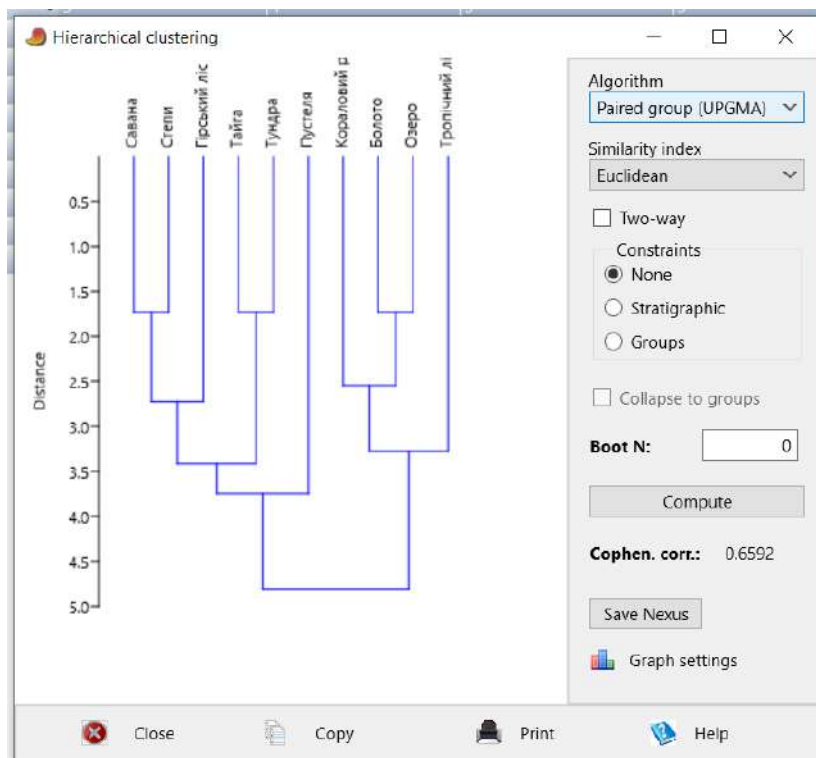
Проведення аналізу. Для проведення аналізу використаємо навчальні дані з таблиці.

Екосистема	Видове різноманіття	Щільність популяції	Середня температура	Кількість опадів	Рівень забруднення
Тропічний ліс	5	4	5	5	1
Кораловий риф	4	5	4	3	2
Савана	3	3	4	2	1
Тайга	2	2	1	2	1
Тундра	1	1	1	1	1
Болото	4	4	3	5	3
Гірський ліс	3	3	2	4	2
Пустеля	1	2	5	1	1
Степи	2	3	3	2	2
Озеро	4	5	3	4	4

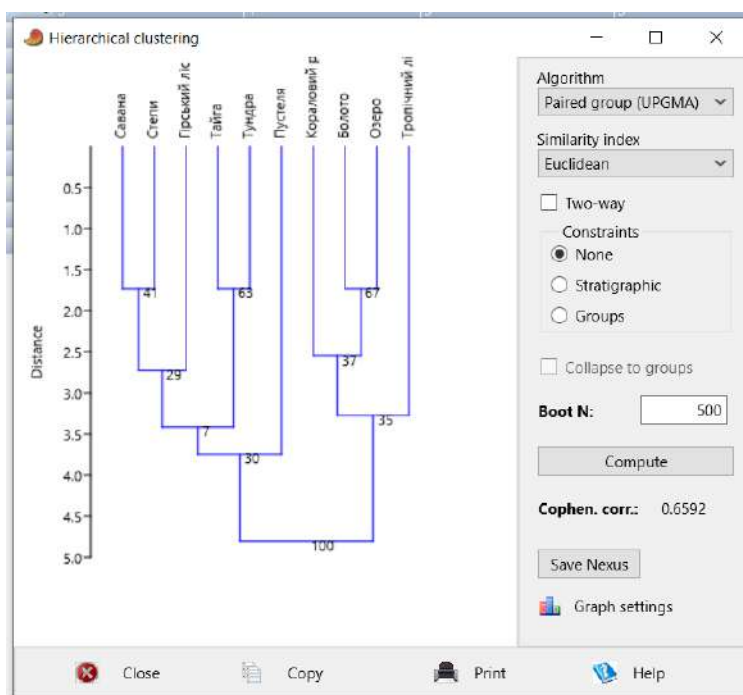
Введіть дані в PAST у вигляді таблиці. Виділіть весь масив даних для аналізу та перейдіть у вкладку Multivariate – Clustering – Classical, щоб виконати **деревоподібну кластеризацію**.



Отримана дендрограма демонструє наявність кількох груп у наших даних. У програмному пакеті доступні різні алгоритми кластеризації та індекси подібності. Ви можете поекспериментувати з ними і відібрати оптимальний результат, відповідний завданням аналізу. Однак у такому вигляді ми не можемо оцінити достовірність результату кластеризації.



Для оцінки вірогідності утворення кластерів використовується бутстреп-аналіз. Його суть полягає в тому, що програма генерує певну кількість дерев класифікації, а потім оцінює, з якою частотою повторюється той чи інший кластер у цьому масиві результатів. Наприклад, якщо ми задамо 500 ітерацій для бутстреп-аналізу, ми отримаємо такий результат:

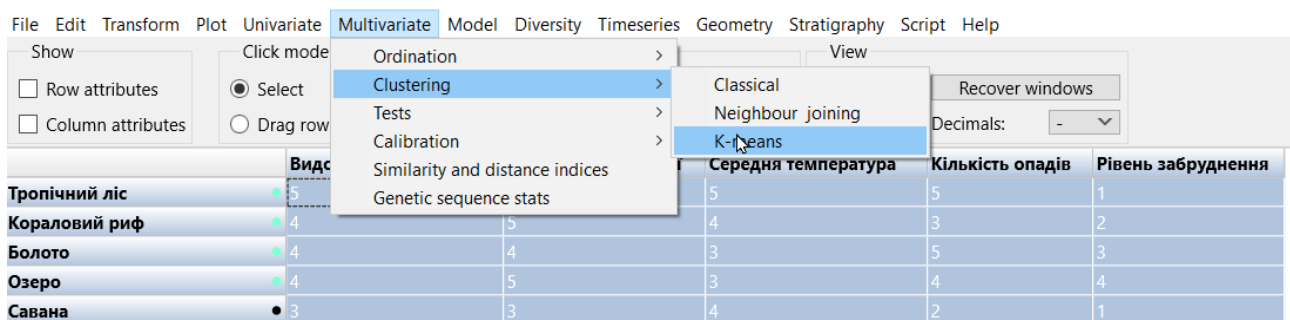


Результати бутстреп-оцінки свідчать про те, що лише два кластери утворюються з високою вірогідністю (100%). Наступні кластери утворюються з вірогідністю менше 50%, а отже можна стверджувати, що вони є випадковими. На цьому етапі можна інтерпретувати кластери. Для цього буває корисним порівняти вихідні дані для отриманих груп.

	Color	Symbol	Name	Видове різноманіття	Щільність популяції	Середня температура	Кількість опадів	Рівень забруднення
Тропічний ліс	Aquamarine	Dot	Тропічний ліс	5	4	5	5	1
Кораловий риф	Aquamarine	Dot	Кораловий риф	4	5	4	3	2
Болото	Aquamarine	Dot	Болото	4	4	3	5	3
Озеро	Aquamarine	Dot	Озеро	4	5	3	4	4
Савана		Dot	Савана	3	3	4	2	1
Тайга		Dot	Тайга	2	2	1	2	1
Тундра		Dot	Тундра	1	1	1	1	1
Гірський ліс		Dot	Гірський ліс	3	3	2	4	2
Пустеля		Dot	Пустеля	1	2	5	1	1
Степи		Dot	Степи	2	3	3	2	2

Як видно з перегрупованих даних відповідно до результатів кластеризації, екосистеми другого кластеру характеризуються вищими значеннями показників біорізноманіття, а до першого кластеру увійшли екосистеми з низькими оцінками біорізноманіття (видове різноманіття та щільність популяції). Якщо розглянути абіотичні параметри, ми можемо зробити висновки про причини таких відмінностей. Так екосистеми другого кластера існують в умовах вищих температур та вологості, що і може бути причиною вищої видової різноманітності та чисельності живих організмів.

Метод кластеризації К-середніх. Виділіть масив даних для аналізу, перейдіть у вкладку Multivariate – Clustering – K-means та запустіть аналіз.



У наступному вікні потрібно задати кількість кластерів. Використаємо поділ на два кластери, щоб була можливість порівняння результатів двох методів кластеризації.

Item	Cluster
Тропічний ліс	1
Кораловий риф	1
Болото	1
Озеро	1
Савана	2
Тайга	2
Тундра	2
Гірський ліс	1
Пустеля	2
Степи	2

Як бачимо, алгоритм розділив аналізовані дані на два кластери, структура яких майже ідентична результатам деревоподібної кластеризації. Кожен з використаних методів має свої переваги і недоліки.

Деревоподібна (ієрархічна) кластеризація надає візуалізацію ієрархії кластерів, що дозволяє досліджувати структуру даних на різних рівнях, не вимагає попереднього визначення кількості кластерів, добре підходить для даних з ієрархічною структурою. Серед недоліків цього методу варто

відзначити те, що він обчислювально витратний для великих наборів даних та чутливий до вибору метрики відстані.

Метод К-середніх (K-means) обчислювально ефективний для великих наборів даних, простий у реалізації та добре підходить для даних з компактними та відокремленими кластерами. Недоліки цього методу: вимагає попереднього визначення кількості кластерів (k), чутливий до початкового вибору центрів кластерів, не гарантує знаходження глобального оптимуму, погано обробляє не компактні кластери. Ці особливості потрібно враховувати для прийняття рішення про використання того чи іншого алгоритму кластеризації.

Підготуйте звіт за результатами виконання роботи (з результатами аналізу та графіками в книзі Excell) та завантажте на гугл-диск для перевірки.

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.
5. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Лабораторна робота № 9

Тема: Методи аналізу а- та b-біорізноманіття.

Мета: навчитись розраховувати індекси альфа-різноманіття та бета-різноманіття, здійснювати оцінку статистичної значущості їх відмінностей, будувати профілі різноманітності, оцінювати зв'язок видового багатства з об'ємом вибірки, будувати матрицю подібності.

Теоретичні питання

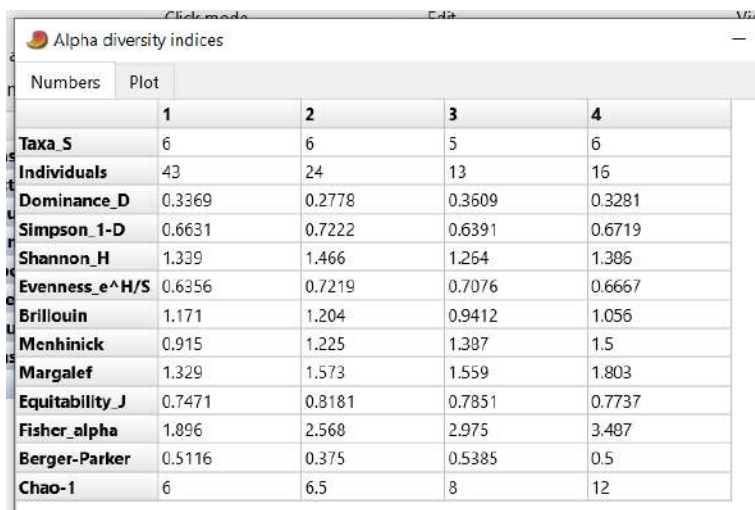
1. Поняття про біорізноманіття.
2. Рівні біорізноманіття.
3. Методи аналізу а-різноманіття.
4. Методи аналізу b-різноманіття.

Хід роботи

Для аналізу біорізноманіття використаємо навчальні дані щодо чисельності наземних молюсків у чотирьох вибірках з міста Житомира.

Species	1	2	3	4
<i>A.circumscriptus</i>	0	0	1	1
<i>A.distinctus</i>	1	1	0	0
<i>A.fasciatus</i>	2	3	0	0
<i>B.fruticum</i>	7	2	1	1
<i>C.vindobonensis</i>	9	8	7	4
<i>H.albescens</i>	22	9	1	8
<i>L.maximus</i>	0	1	3	0
<i>O.elegans</i>	2	0	0	1
<i>S.putris</i>	0	0	0	1

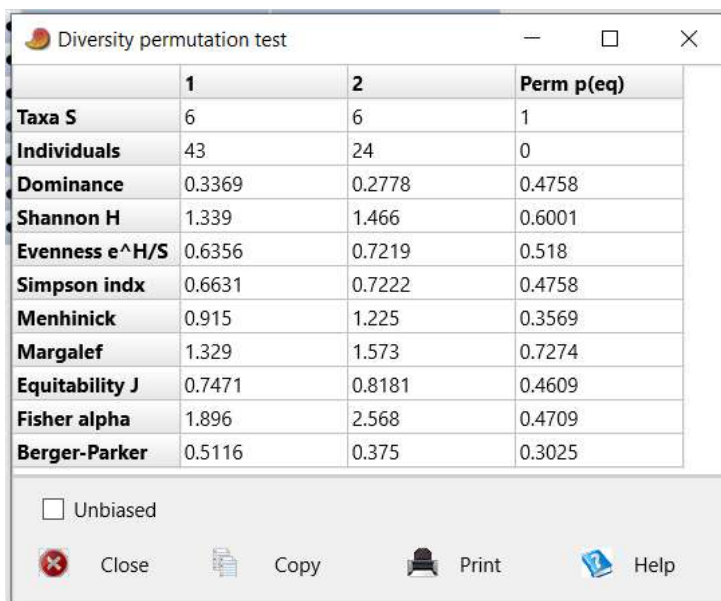
1. Розрахунок індексів альфа-різноманіття. Виділіть всі колонки з даними (за допомогою клавіші Shift). У команді меню Diversity виберіть пункт Diversity Indices. В отриманому вікні представлені найбільш уживані індекси альфа-різноманіття. Результати розрахунків можна скопіювати в буфер обміну (за допомогою кнопки Copy data) і вставити в документ Microsoft Office.



Alpha diversity indices

	1	2	3	4
Taxa_S	6	6	5	6
Individuals	43	24	13	16
Dominance_D	0.3369	0.2778	0.3609	0.3281
Simpson_1-D	0.6631	0.7222	0.6391	0.6719
Shannon_H	1.339	1.466	1.264	1.386
Evenness_e^H/S	0.6356	0.7219	0.7076	0.6667
Brillouin	1.171	1.204	0.9412	1.056
McIntosh	0.915	1.225	1.387	1.5
Margalef	1.329	1.573	1.559	1.803
Equitability_J	0.7471	0.8181	0.7851	0.7737
Fisher_alpha	1.896	2.568	2.975	3.407
Berger-Parker	0.5116	0.375	0.5385	0.5
Chao-1	6	6.5	8	12

Оцінка статистичної значущості відмінностей індексів різноманітності. Виділіть дві колонки (напр., Найбільш контрастні за різноманітністю). Виберіть пункт Diversity – Diversity permutation test. В отриманому вікні величина p (eq) вказує ймовірність того, що відмінності в обчислених індексах різноманітності випадкові.



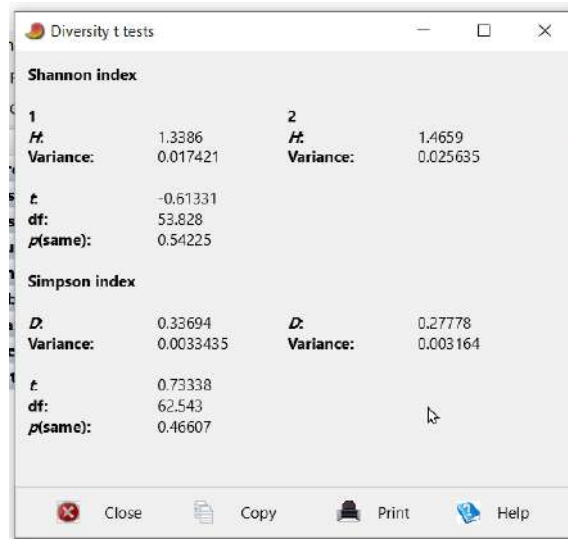
Diversity permutation test

	1	2	Perm p(eq)
Taxa S	6	6	1
Individuals	43	24	0
Dominance	0.3369	0.2778	0.4758
Shannon H	1.339	1.466	0.6001
Evenness e^H/S	0.6356	0.7219	0.518
Simpson indx	0.6631	0.7222	0.4758
McIntosh	0.915	1.225	0.3569
Margalef	1.329	1.573	0.7274
Equitability J	0.7471	0.8181	0.4609
Fisher alpha	1.896	2.568	0.4709
Berger-Parker	0.5116	0.375	0.3025

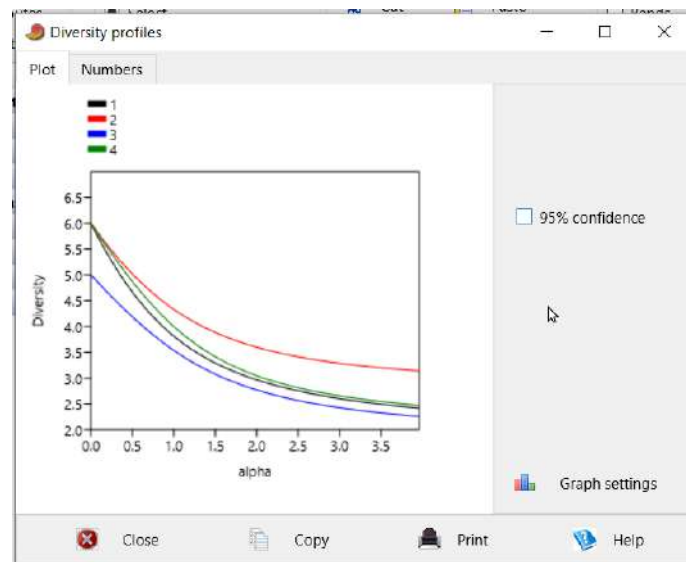
☐ Unbiased

Close Copy Print Help

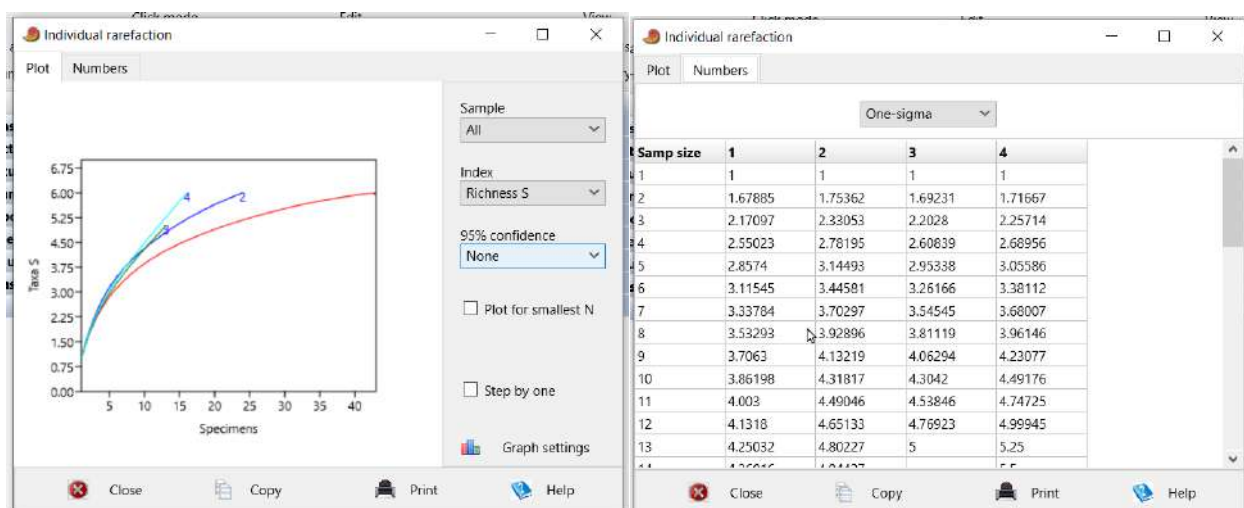
Значимість відмінностей індексів Шеннона та Симпсона за допомогою критерію Стюдента можна оцінити в пункті "Diversity t test".



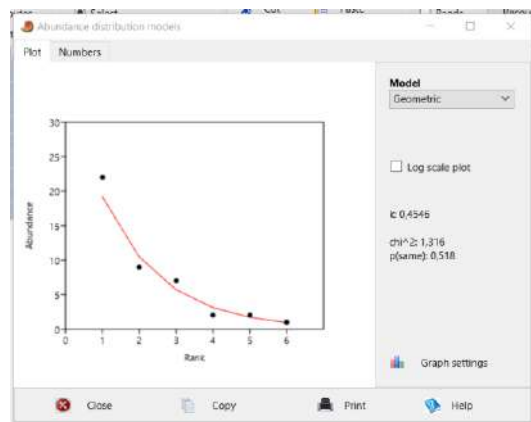
Профілі різноманітності легко побудувати за допомогою пункту Diversity profiles. Чим вище починається профіль, тим вище видове багатство, і чим ближче профіль до горизонтальної лінії, тим вище вирівняність угруповання. Якщо профілі для різних угруповань перетинаються, їх неможливо однозначно упорядкувати за видовою різноманітністю.



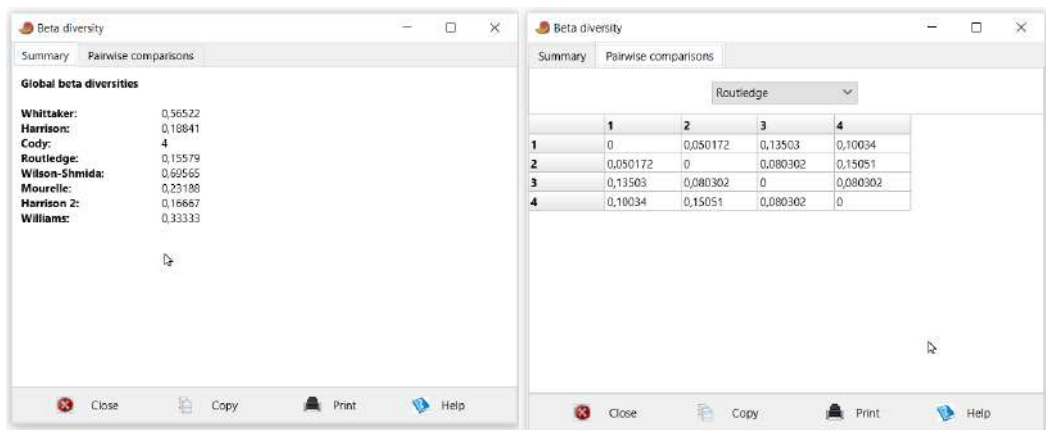
Оцінити зв'язок видового багатства з об'ємом вибірки можна за допомогою методу розрідження (Diversity - Individual rarefaction).



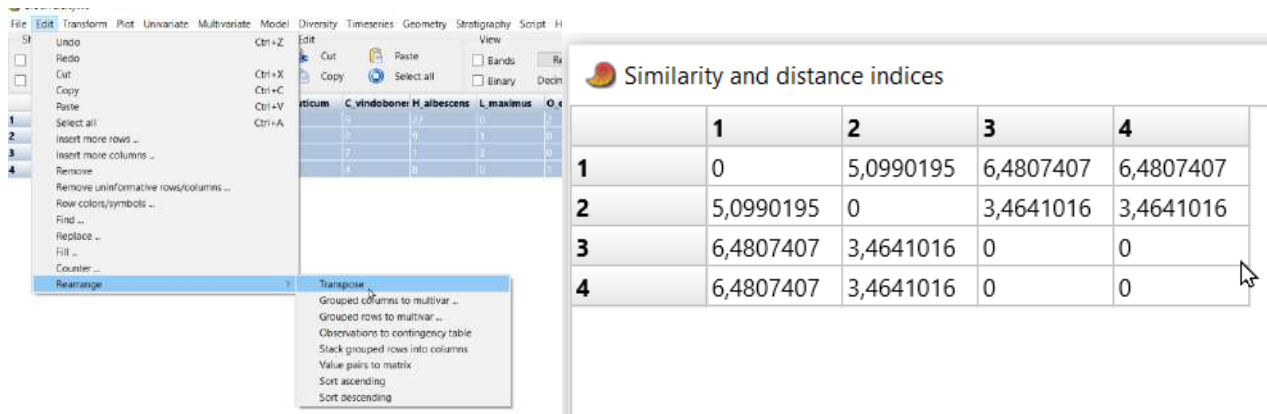
Моделі рангового розподілу видового різноманіття. Виділіть одну колонку. У команді меню Models виберіть пункт Abundance. Крім графіка, у вікні представлені параметри моделі. Значимість відмінностей оцінюється за критерієм хі-квадрат. Програма дозволяє тестувати чотири моделі розподілу: геометричну (geometric), логарифмічну (log series), логнормальну (log-normal), модель розламаного стержня (broken stick).



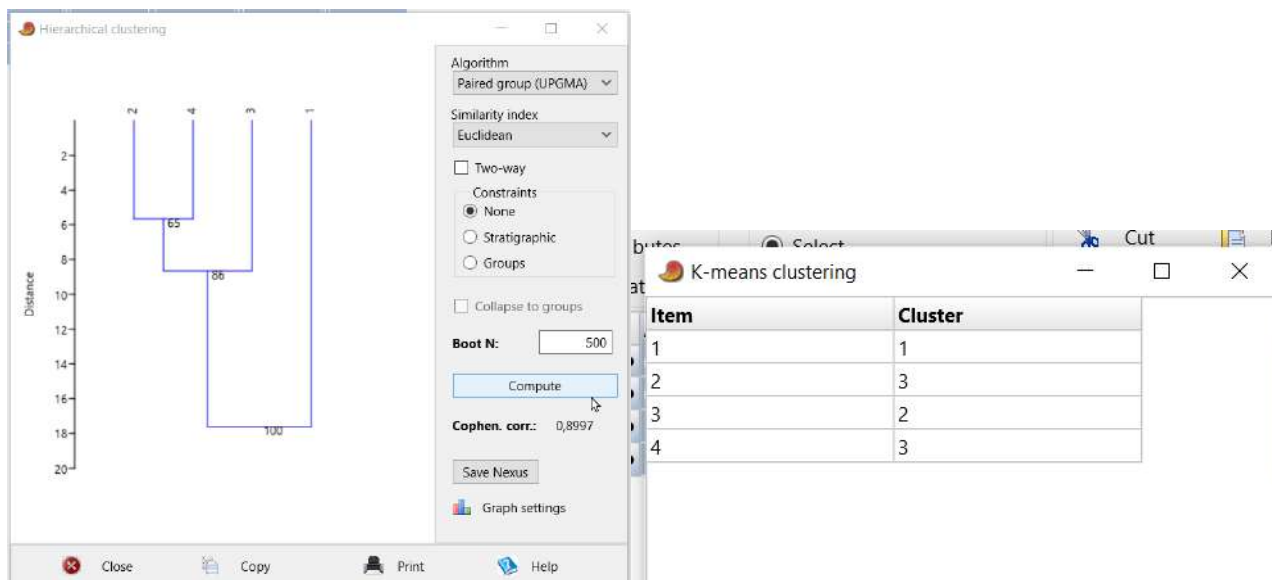
2. Бета-різноманітність можна виміряти в пункті Beta diversity меню Diversity.



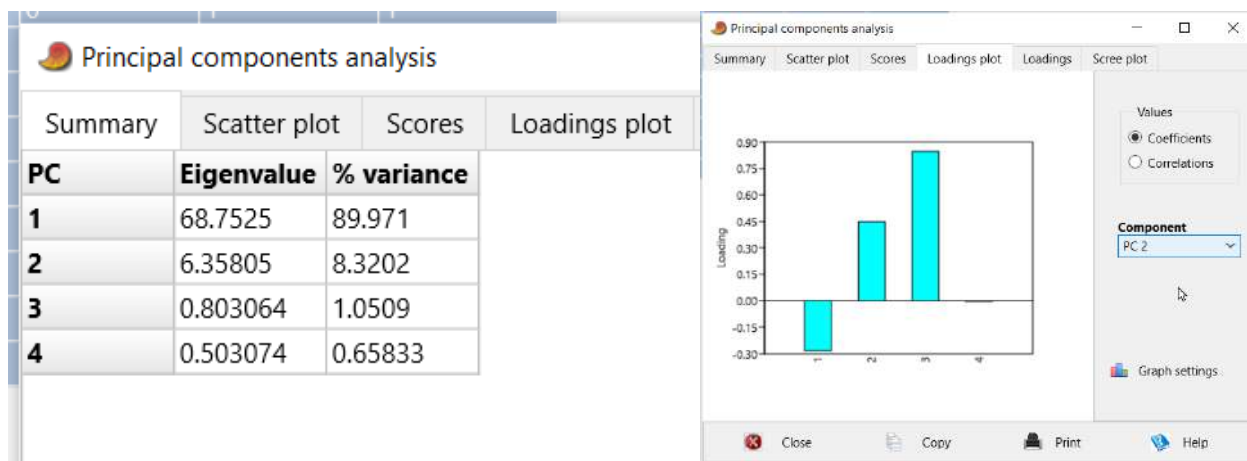
Матрицю подібності можна побудувати за допомогою команди Similarity and distance indices в меню Multivariate. Тільки масив даних для цього потрібно транспонувати.



Класифікацію угруповань можна проводити за допомогою команд Cluster analysis (ієрархічний кластерний аналіз) або K-means (класифікація методом К-середніх) в меню Multivar (Багатомірний аналіз). У першому випадку програма виводить тільки Дендрограму, пропонується лише три алгоритми об'єднання.



Ординацію угруповань також можна виконати в меню Multivar. Реалізовано різні методи: аналіз відповідності (Correspondence), аналіз відповідності з віддаленим трендом (Detrended correspondence), аналіз головних компонент (Principal components), аналіз головних координат (Principal coordinates), багатовимірне неметричне шкалювання (Non-metric MDS). У кожному методі можна вивести діаграму розсіювання (scatter), відомості про дисперсію (eigenvalue), що пояснюється кожної віссю та ін.



Підготуйте звіт за результатами виконання роботи (з результатами аналізу та графіками в книзі Excell) та завантажте на гугл-диск для перевірки.

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.С. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.
5. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Лабораторна робота № 10

Тема: Узагальнення, модульна контрольна робота №1.

Мета: проміжний контроль знань.

Перелік питань до контрольної роботи

1. Поняття про статистику та її значення для наукових екологічних досліджень.
2. Імовірність.
3. Генеральна сукупність і вибірка.
4. Статистична значущість, нульова і альтернативна гіпотези.
5. Змінні та їх вимірювання.
6. Поняття про залежність між змінними. Залежні та незалежні змінні.
7. Статистичні таблиці та графіки.
8. Генеральна сукупність та вибірка. Репрезентативність вибірки.
9. Статистична значимість.
10. Міри центральної тенденції. Мода. Медіана та її обчислення.
11. Середнє арифметичне: обчислення та властивості.
12. Інтерпретація мір центральної тенденції. Вибір міри центральної тенденції.
13. Аналіз зв'язку між змінними.
14. Призначення мір мінливості. Розмах та коефіцієнт осциляції.
15. Дисперсія: обчислення та властивості.
16. Стандартне відхилення та коефіцієнт варіації.
17. Поняття про дисперсійний аналіз.
18. Однофакторний дисперсійний аналіз.
19. Двофакторний дисперсійний аналіз.
20. Сутність і призначення методів редукції даних.
21. Метод головних компонент.
22. Факторний аналіз.
23. Сутність кластерного аналізу.
24. Види кластерного аналізу.
25. Особливості застосування кластерного аналізу.
26. Поняття про біорізноманіття.
27. Рівні біорізноманіття.
28. Методи аналізу α -різноманіття.
29. Методи аналізу β -різноманіття.

Рекомендована література

1. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
2. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.
3. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.
5. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Лабораторна робота №11

Тема: Основи роботи з просторовими даними в Q-GIS. Створення макету карти та підготовка до друку.

Мета: сформувати базові навички роботи з просторовими даними в Q-GIS.

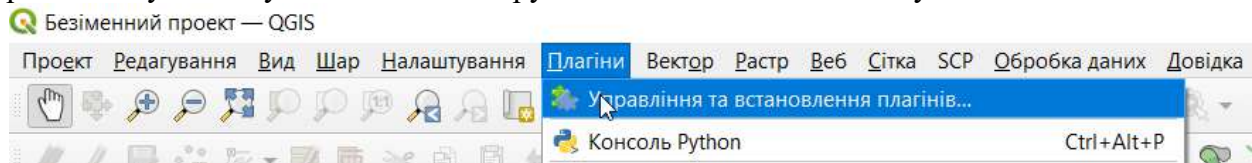
Теоретичні питання

1. Теоретичні основи екологічного картографування.
2. Значення законів та принципів екології для екологічного картографування. Класифікація інформаційних джерел екологічного картографування по застосуванню наукових методів та технічних прийомів.
3. Інтеграція показників екологічного картографування.

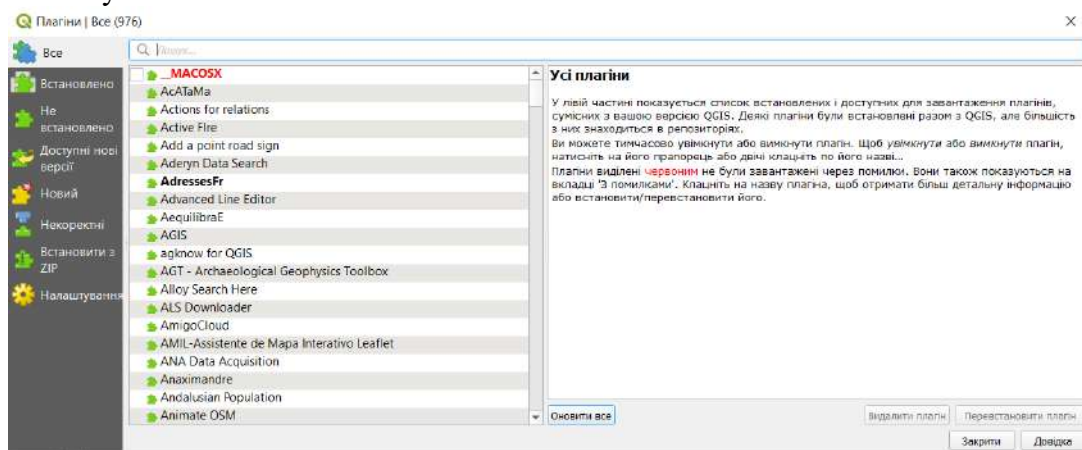
Хід роботи

1. Картографічна основа проекту. Встановлення та використання плагіна «QuickMapServices».

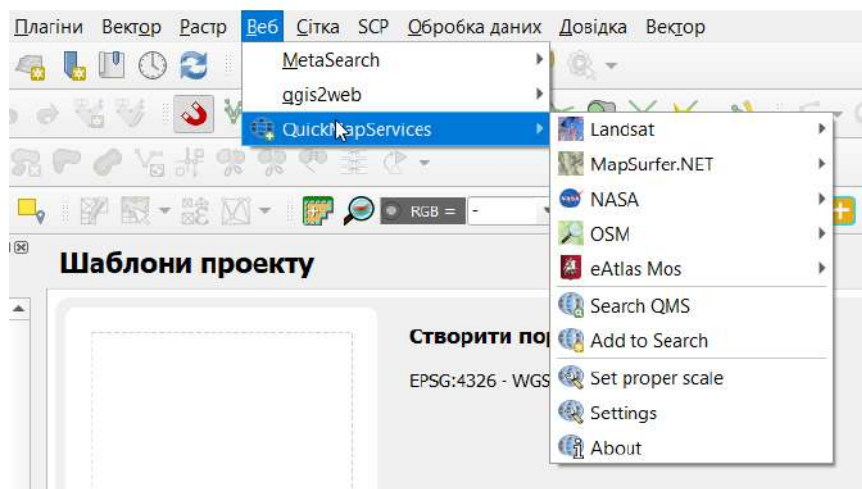
Переходимо у вкладку «Плагіни» – «Керування та встановлення модулів».



У діалоговому вікні обираємо «Не встановлено» і в рядку пошуку задаємо «QuickMapServices». Натискаємо кнопку «Встановити плагін».

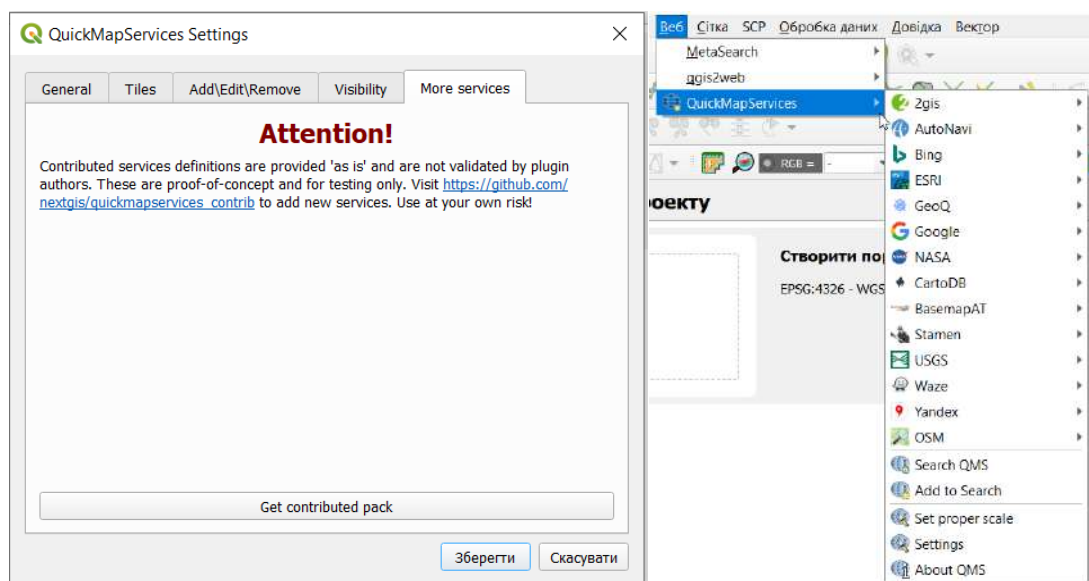


Встановлений плагін буде доступний у меню «Веб».

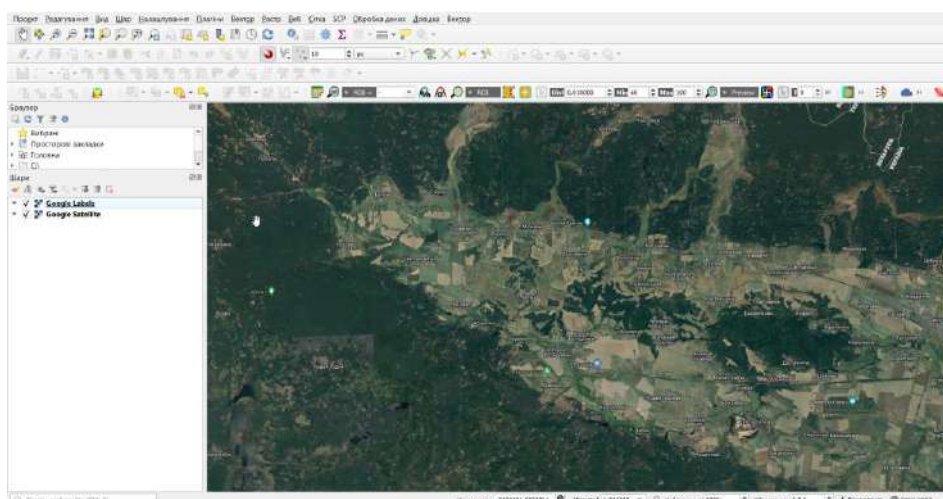


Початково буде доступний дуже обмежений набір карт. Для розширення цього переліку потрібно змінити налаштування. Перейдіть до розділу «Settings» в меню плагіна.

У діалоговому вікні потрібно обрати вкладку «More services», а в ній – «Get contributed pack». Після завантаження карт натисніть «Зберегти». У результаті цього меню плагіна суттєво розшириться.



Спробуйте завантажити різні карти у робочу область зверніть увагу на доступні супутникові зображення поверхні Землі. Для кращого орієнтування за супутниковим зображенням можна завантажити шар «Google Labels».

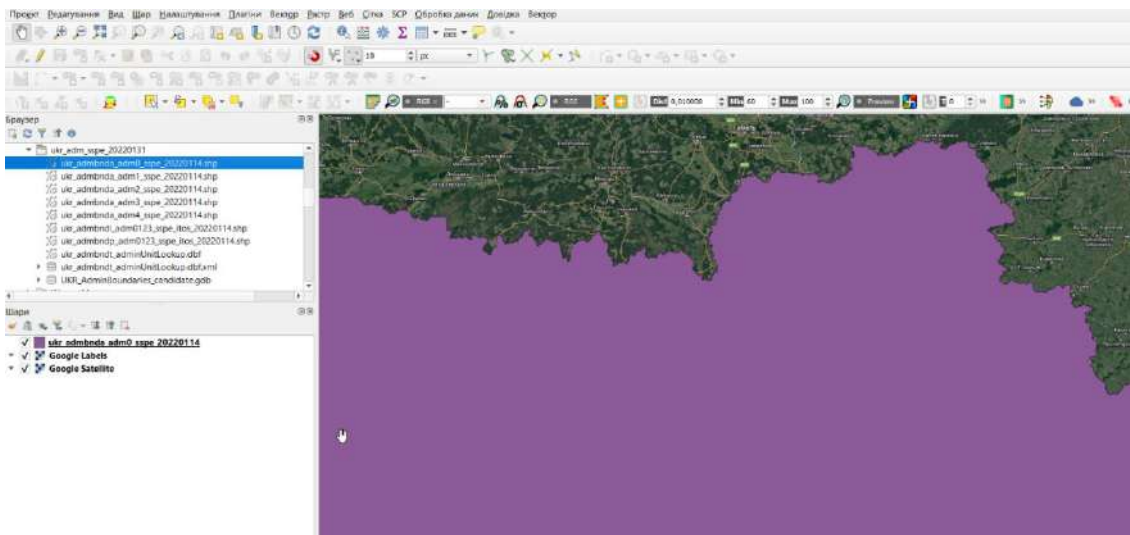


2. Додавання та форматування векторних шарів.

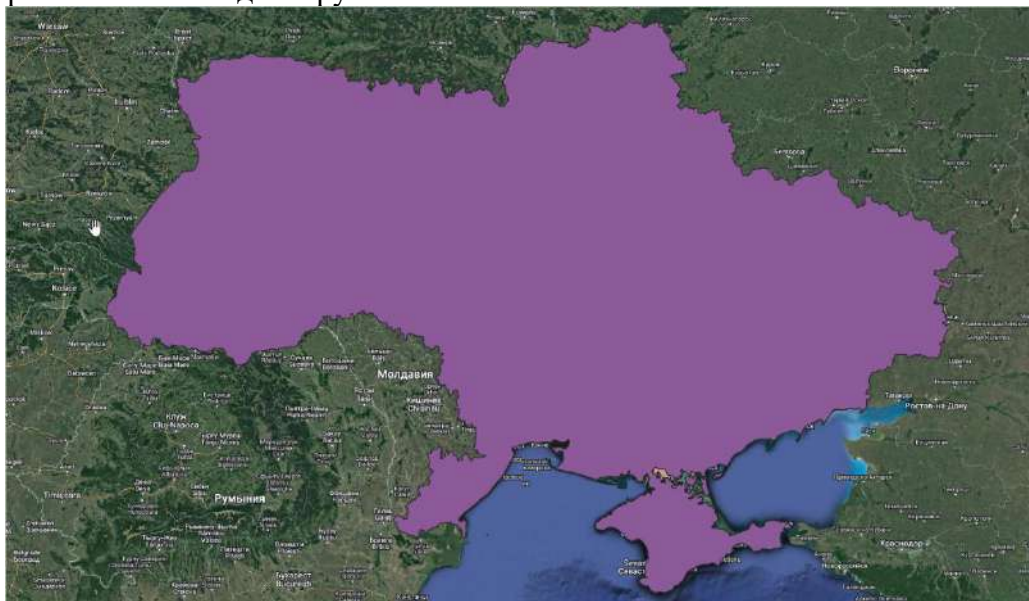
Завантажте і розархівуйте базові векторні шари для території України:
https://drive.google.com/file/d/1dWkBiEqN8_diuLFJvHK_irfJg8-1qKDD/view?usp=share_link

Щоб додати їх на карту скористаємося вікном браузера в інтерфейсі програми Q-GIS. Відшукайте розташування завантаженої папки з шарами на вашому комп'ютері і розкрийте її.

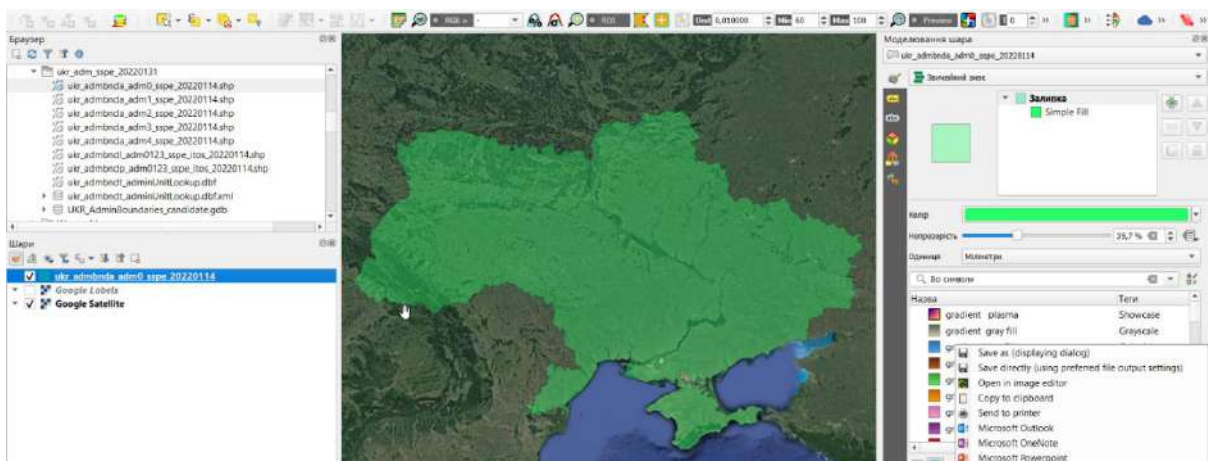
Перетягніть мишкою перший шар ukr_admbnda_adm0_sspe_20220114 у вікно карти. Новий шар з'явиться у вікні шарів та відобразиться на карті.



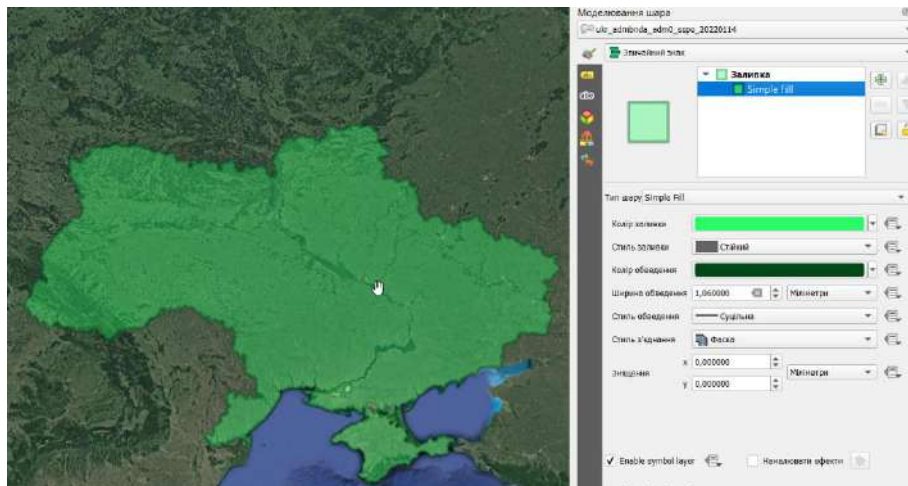
Для відображення повного охоплення шару клікніть по ньому у вікні шарів правою кнопкою мишки та оберіть «Збільшити до шару».



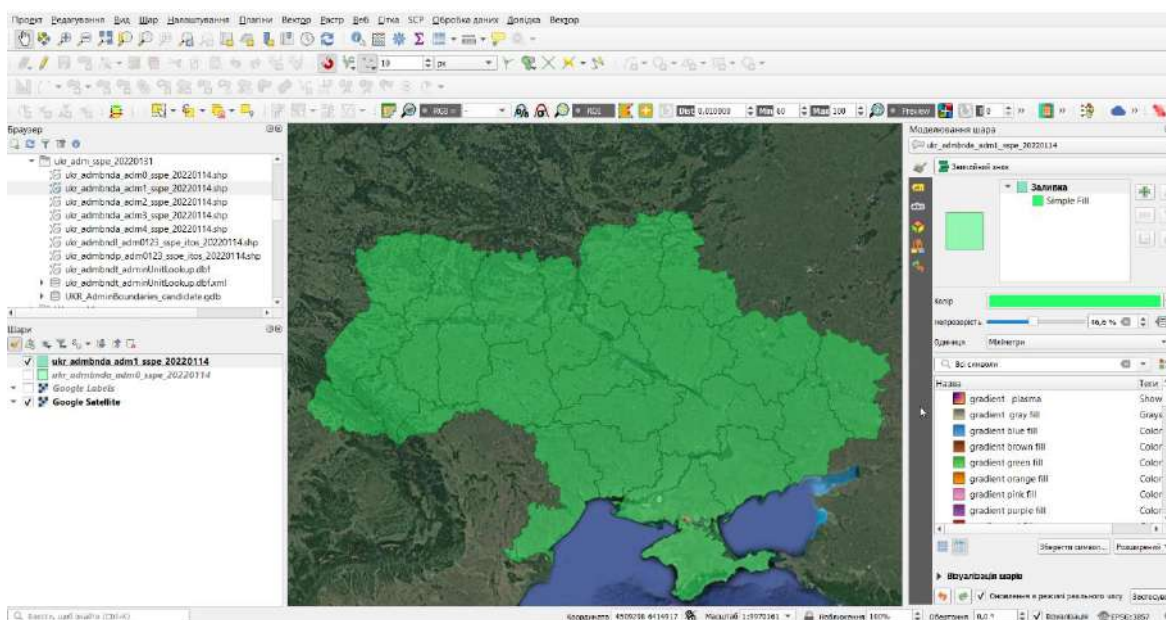
Ми можемо змінювати візуалізацію шару за допомогою меню стилізації шару. Для переходу в це меню скористаємося відповідною піктограмою  вверху вікна шарів. Змінимо колір відображення шару та прозорість.



Також можна змінити колір відображення контуру об'єкта. Для цього клікніть лівою кнопкою мишки по значку стилю шару і змініть колір обведення на темнозелений.



Додайте інші векторні шари для території України та змініть їх стилізацію. Неактуальні шари можна відключити, знявши мітку біля відповідного шару у вікні шарів.

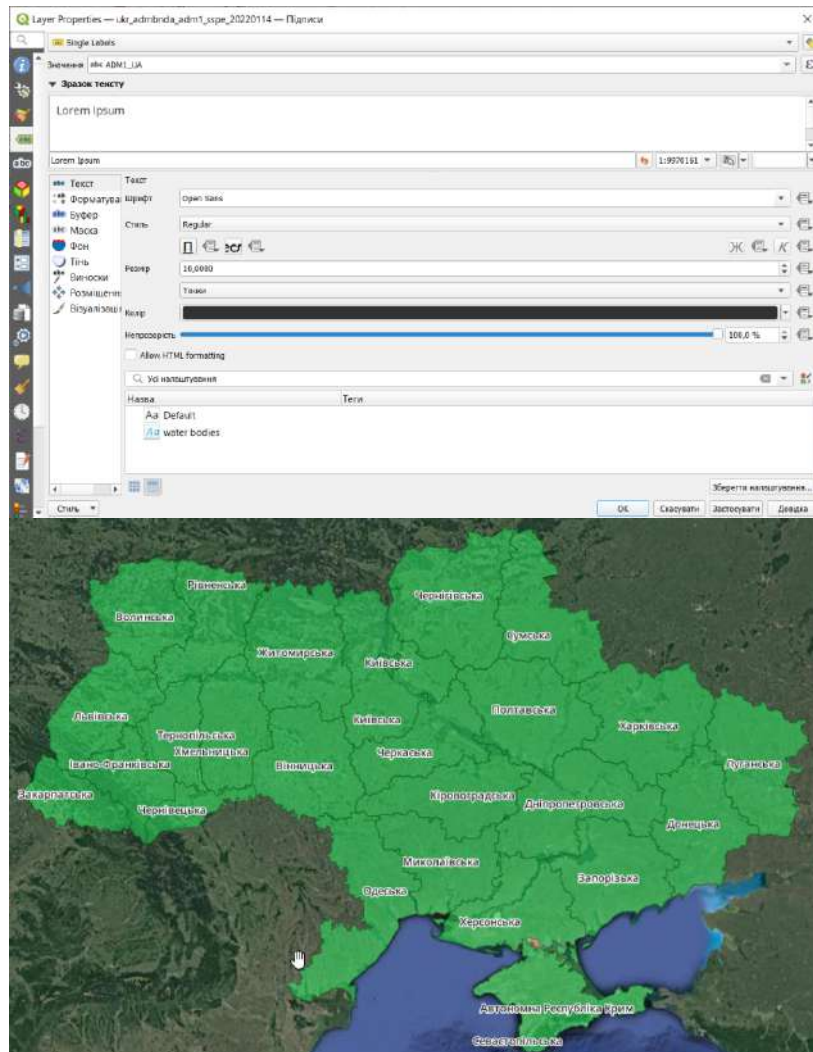


Крім власне просторової інформації векторний шар може містити атрибутивну інформацію, яка відображається у вигляді таблиці атрибутів. Щоб її відкрити, натисніть на шар у вікні шарів правою кнопкою мишки і перейдіть у меню «Відкрити таблицю атрибутів». Як бачимо, таблиця містить додаткову інформацію, прив'язану до просторових об'єктів, відображених у цьому шарі. В даному конкретному випадку це інформація про площу і довжину периметру кожної області України, назви областей трьома мовами та ін. Цю інформацію ми можемо використати для візуалізації шару.

Shape_Leng	Shape_Area	ADM1_EN	ADM1_UA	ADM1_RU	ADM1_PCODE	ADM1_REF	ADM1ALT1EN	ADM1ALT2EN	ADM1ALT1UA	ADM1ALT2UA	ADM1ALT1RU	ADM1ALT2RU	ADM0_EN	ADM0_UA
1	25,5223351802	2,93150966202	Автономна Рес.	Автономная Рес.	UA01	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна
2	12,32636103090	3,25042412039	Vynnytska	Вінницька	UA05	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна
3	12,44877245760	2,59078212324	Volynska	Волинська	UA07	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна
4	17,66141737490	3,86818425109	Dnipropetrovska	Дніпропетровська	UA12	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна
5	14,78746619510	3,1566046041	Dnietzka	Донецька	UA14	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна
6	14,11693772570	3,75198175321	Zhytomyrska	Житомирська	UA18	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна
7	8,54274772199	1,54995864828	Zakarpatska	Закарпатська	UA21	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна
8	14,9206106280	3,23066066799	Zaporizka	Запорізька	UA23	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	Ukraine	Україна

Спочатку підпишемо назви областей. Для цього двічі клікніть мишкою по шару у вікні шарів, перейдіть у вкладку налаштування підписів. Оберіть спосіб відображення міток «Single Labels» та поле таблиці атрибутів ADM1_UA з українськими назвами областей. Натисніть «Застосувати» та

«ОК». За необхідності можна змінити формат та стиль відображення підписів, використовуючи меню діалогового вікна.



Атрибутивну інформацію ми також можемо використати для стилізації шару. Наприклад, класифікувати області України за їх площею і відобразити їх у вигляді картограми. Для цього перейдіть у меню стилізації шару. Оберіть «Градуйований знак» у якості типу візуалізації та у полі «Значення» оберіть поле таблиці атрибутів «Shape Area». Задайте кольоровий градієнт Reds та натисніть кнопку класифікувати. Области України відобразяться у різних відтінках червоного в залежності від їх площі.



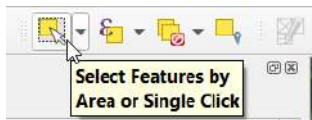
Для збереження результатів роботи і поточного форматування шарів використаємо меню «Проект». Перейдіть у вкладку «Проект» та оберіть «Зберегти як...». Задайте папку на комп'ютері, де ви хочете зберегти проект та його назву (латиницею). Зверніть увагу, що файл проекту має розширення .qgz. Цей файл не містить геоданих, а лише несе інформацію про набір шарів проекту, їх

розташування та оформлення. Якщо окремі шари будуть переміщені після створення проекту – вони відображатись в проекті не будуть.

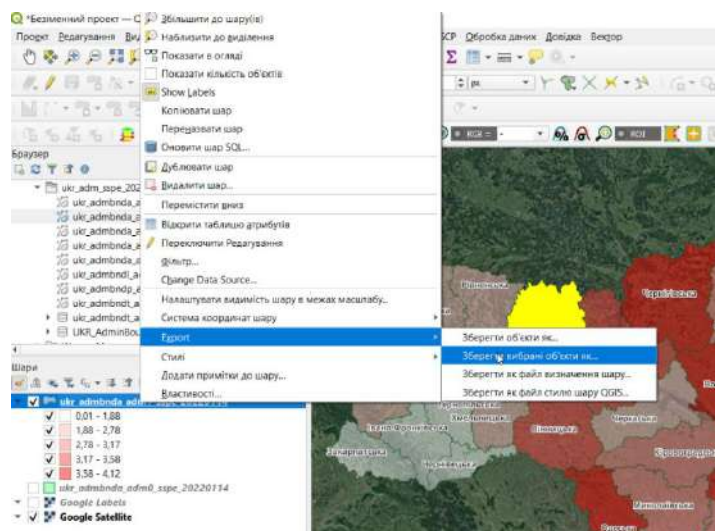
3. Створення векторного шару на основі виділення.

Часто виникає необхідність виділити окремий об'єкт з існуючого векторного шару і винести його в окремий шар. Реалізуємо це завдання на прикладі Житомирської області.

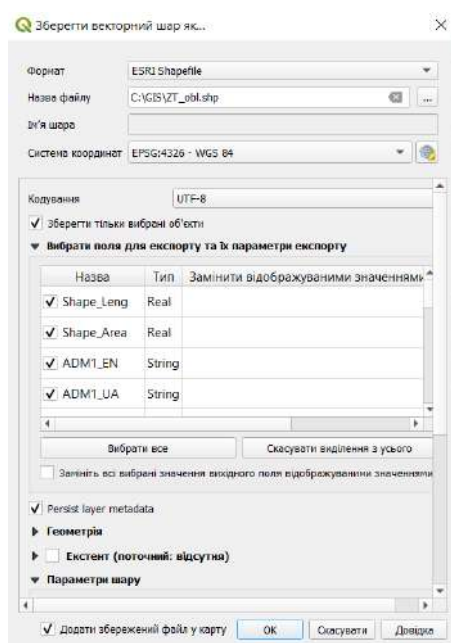
Оберіть інструмент виділення форм на панелі інструментів і клікніть мишкою по Житомирській області.



Житомирська область буде виділена жовтим кольором. Клікніть правою кнопкою мишки по шару і перейдіть у меню «Експорт» – «Зберегти виділені об'єкти як...». У діалоговому вікні оберіть формат файлу Esri shapefile та задайте назву і місце збереження файлів через меню «...» в правій частині рядка «Назва файлу». Натисніть «ОК».

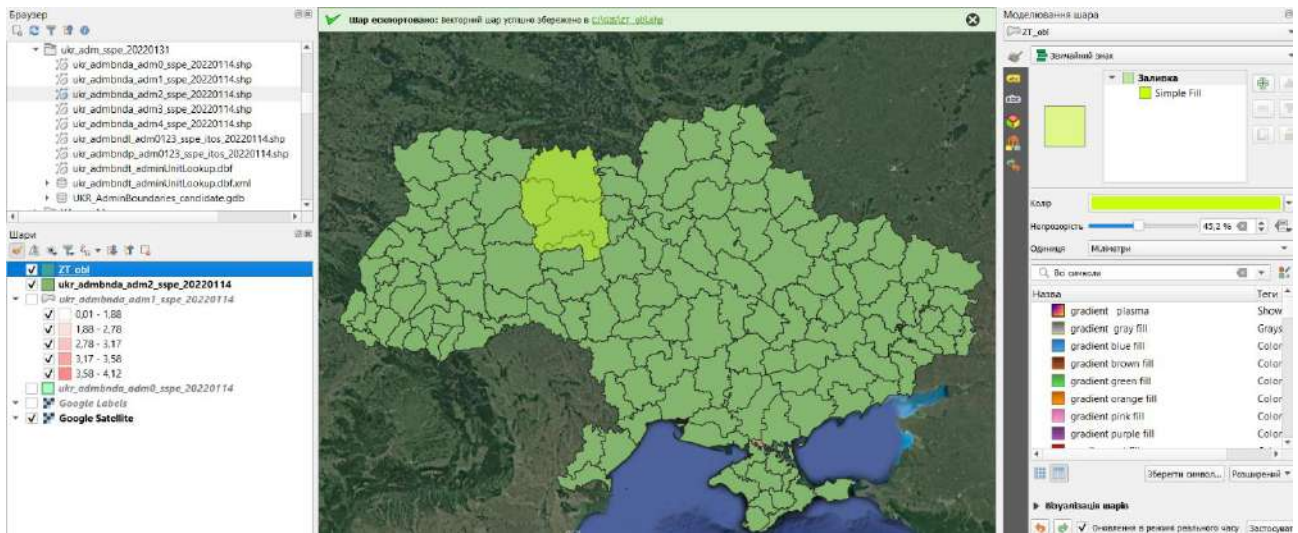


В списку шарів з'явиться новий шар. Попередній шар можете відключити.

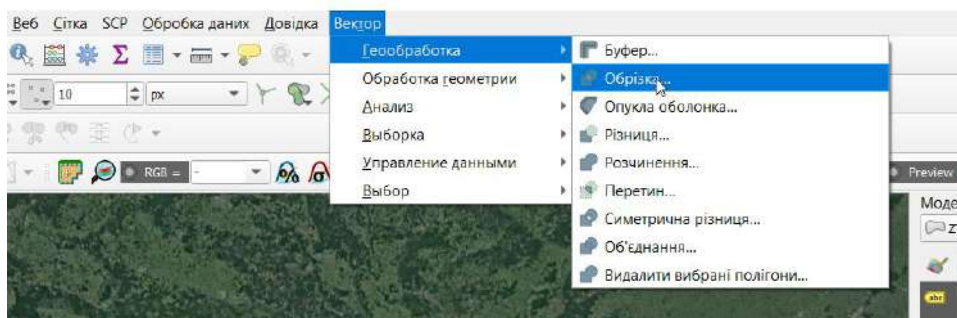


4. Обрізання векторного шару за маскою.

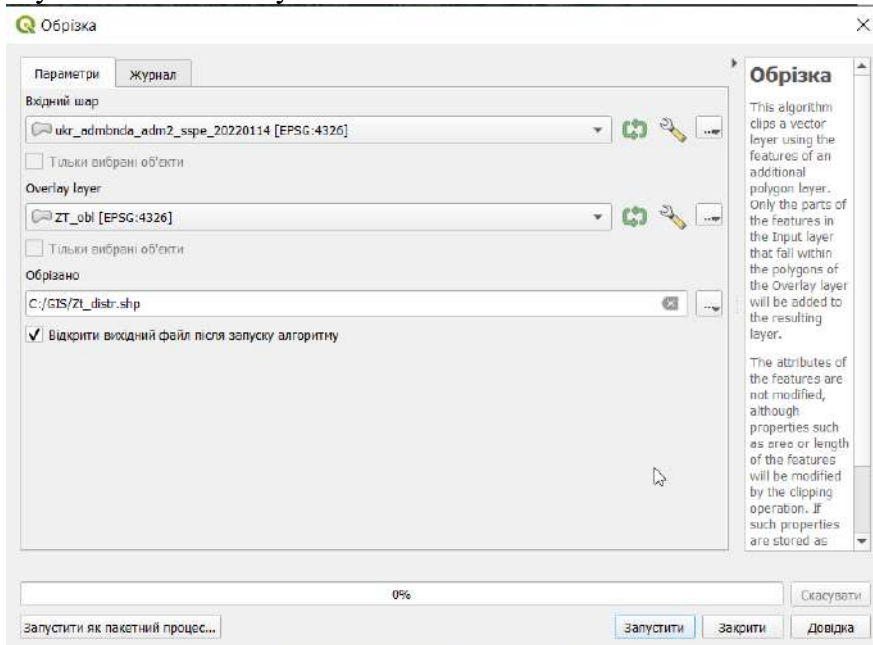
Додамо у вікно карти шар з адміністративним поділом областей на райони.



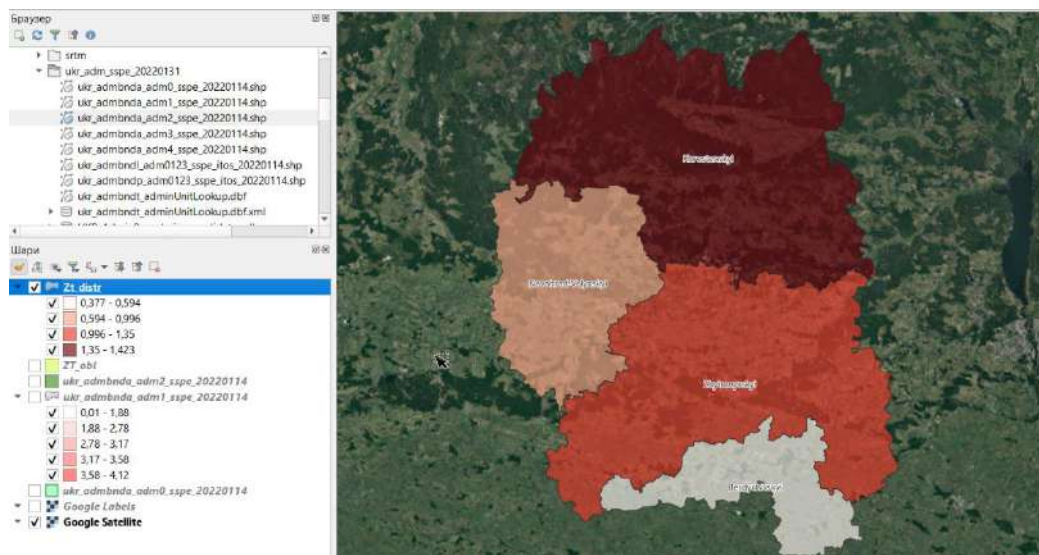
Якщо нас цікавлять лише райони Житомирської області, ми можемо обрізати цей шар за маскою. Перейдіть у меню «Вектор» - «Геообробка» - «Обрізка».



У діалоговому вікні у якості вхідного шару оберіть шар, який потрібно обрізати, а у якості Overlay layer – шар-маску Житомирської області. У рядку «Обрізано» через меню «...» задайте назву та шлях до збереженого файлу. Натисніть «Запустити».

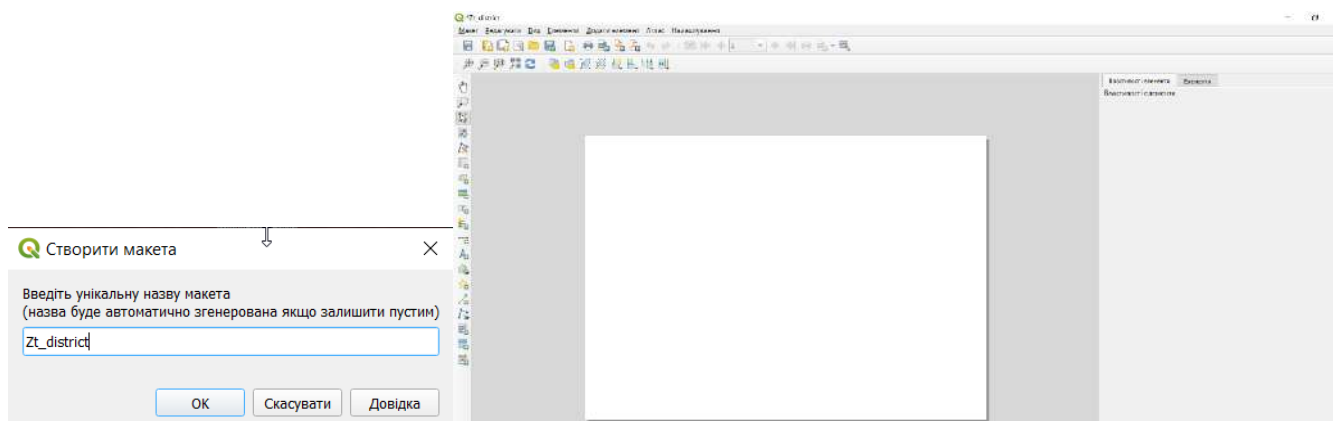


Налаштуйте візуалізацію шару, як показано на малюнку.

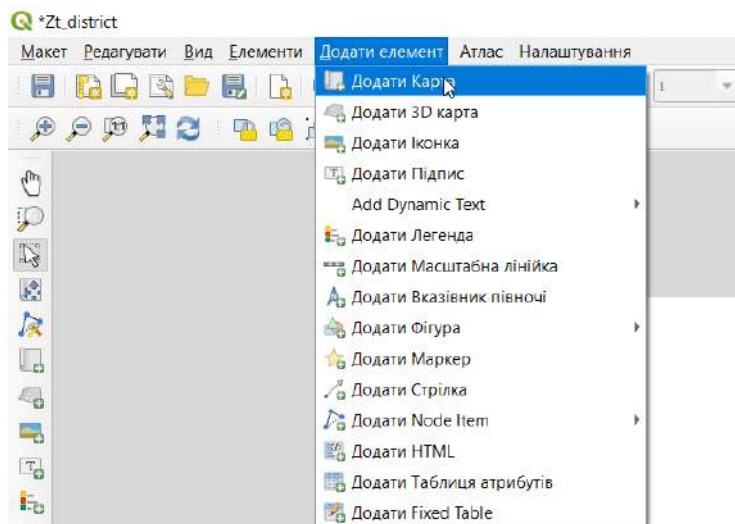


5. Підготовка карти до друку.

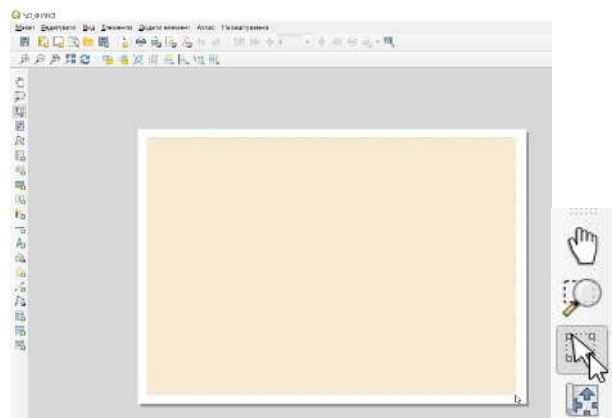
Важливим етапом роботи з картою є створення її макету та підготовка до друку. Для цього в QGIS використовується меню «Макет». Перейдіть в меню «Проект» – «Створити макет друку» і введіть назву макету карти, натисніть «ОК». Відкриється нове вікно з шаблоном проекту, у який буде потрібно додати необхідні елементи карти.



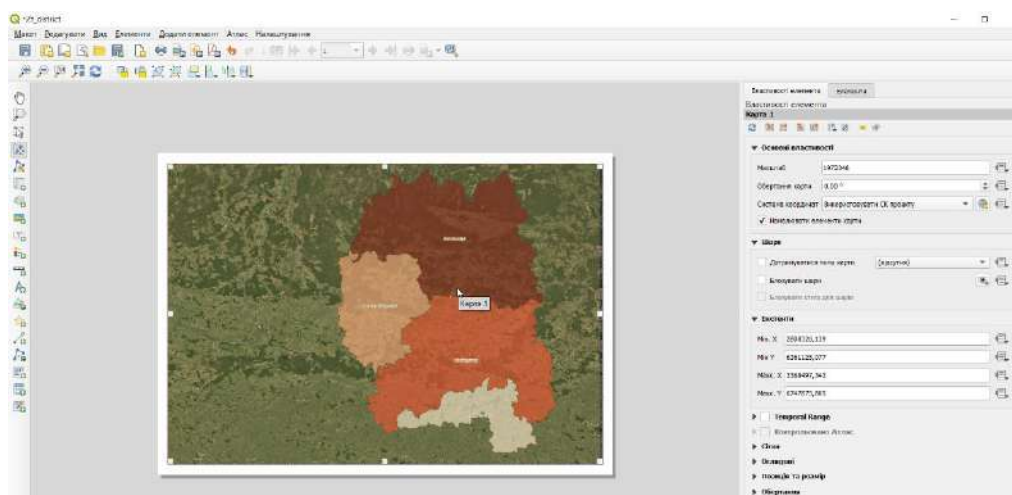
Спочатку додамо картографічне зображення. Перейдіть в меню «Додати елемент» і оберіть «Додати Карта». Зверніть увагу, що через це меню додаються і інші елементи карти. Також доступ до елементів цього меню можливий через вертикальну панель піктограм у лівій частині вікна.



Виділіть за допомогою мишки область розміщення карти на сторінці макету, залишивши невеликі поля і заждіть, поки карта відобразиться. За допомогою верхніх елементів вертикального меню можна здійснювати ряд корисних маніпуляцій з елементами карти. Спробуйте самостійно, як вони працюють.



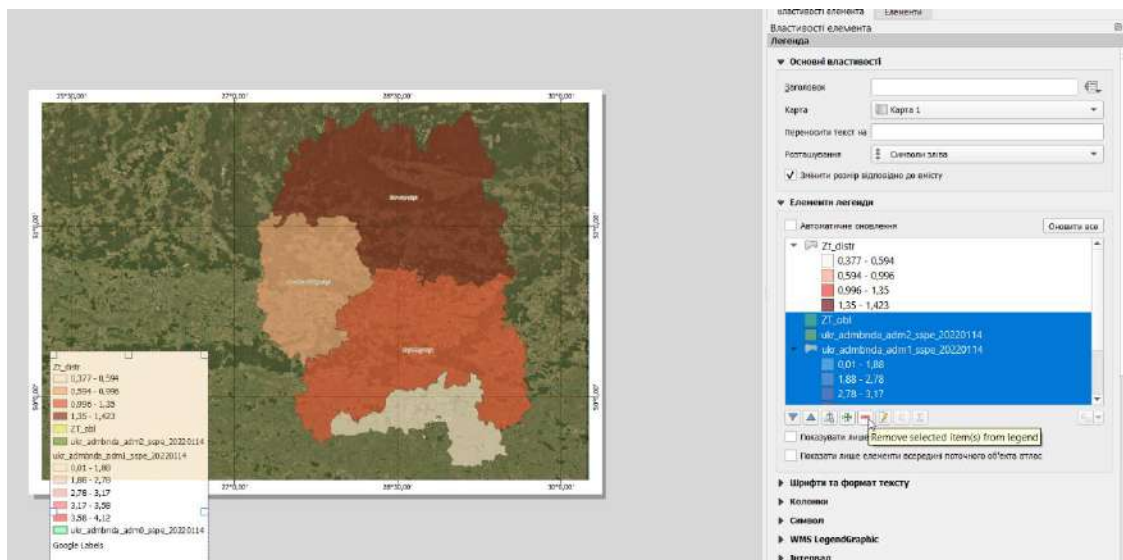
В правій частині вікна є кілька корисних вкладок. За замовчуванням відкриваються «Елементи» – список елементів карти та «Властивості елемента» – відображає властивості поточного елемента. У цій вкладці доступне налаштування візуалізації відповідного елемента.



Щоб захистити від змін відформатоване картографічне зображення відмітьте пункти «Блокувати шари» та «Блокувати стилі шарів».

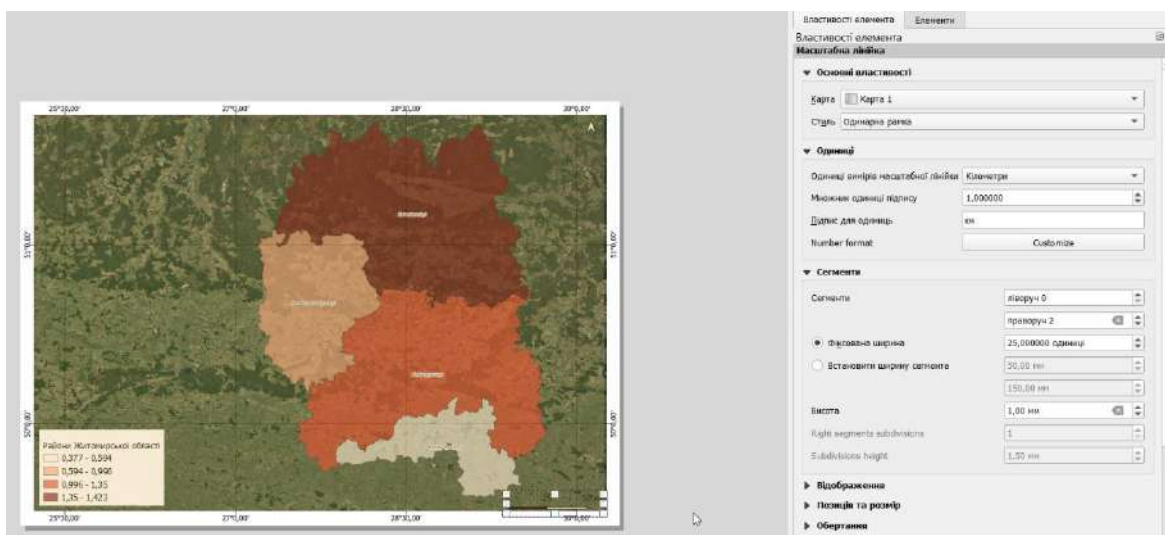


і важливим елементом карти є легенда. Додайте її через відповідний пункт меню. Після цього до карт буде додаватися легенда до всіх шарів карти, які є у списку шарів. Щоб видалити легенду з карти, натисніть на значок «Видалити легенду» (іконка кошика). Щоб відключити її автооновлення та видалити зайві елементи.



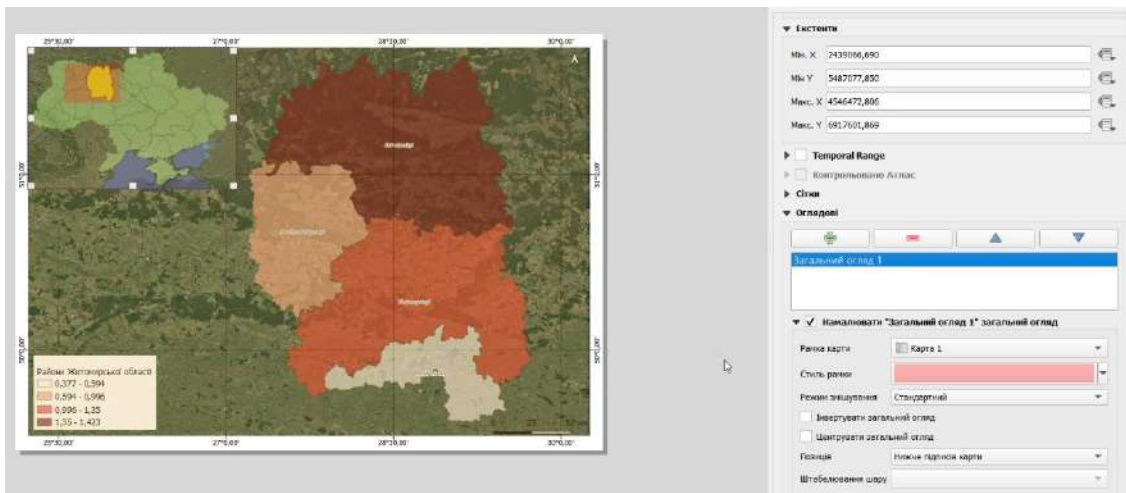
Якщо двічі клікнути мишкою по заголовку легенди – відкриється вікно його редагування. Тут можна змінити цей заголовок.

Додамо до карти масштабну лінійку та вказівник півночі. У меню властивостей цих елементів також можна налаштувати їх візуалізацію.

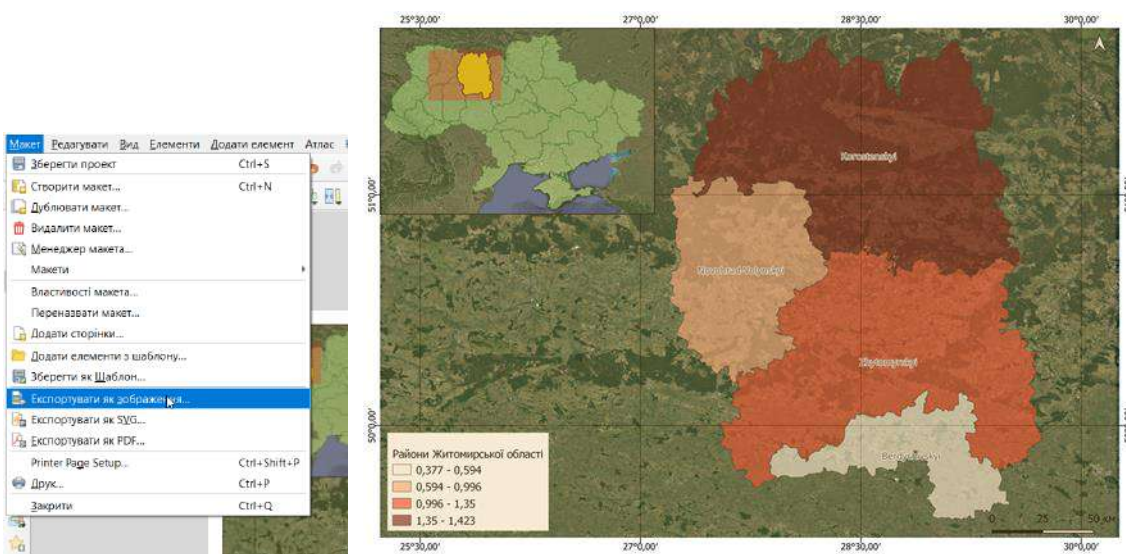


Часто виникає необхідність показати на карті положення регіону інтересу по відношенню до більших одиниць геопростору. Наприклад, положення Житомирської області на карті адміністративного поділу України.

Для цього потрібно підготувати у вікні програми відповідне картографічне зображення і додати ще одну карту в макет. Охоплення основної карти на додатковій можна налаштувати в меню «Огляді».



Підготовку макету карти завершено. На заключному етапі збережемо його у графічному форматі, придатному для друку, наприклад JPG.



Завантажте створену карту в графічному форматі на гугл-диск для оцінювання.

Рекомендована література

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. Посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець — Львів : «Простір-М», 2015. — 284с. Режим доступу: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. — 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапоров В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. — Чернівці, 2012.— 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота № 12

Тема: Приспівання атрибутів за значенням поля таблиці. Візуалізація атрибутивних даних.

Мета: навчитись візуалізувати статистичні дані (атрибути) картографічними засобами

Теоретичні питання

1. Колір – основний зображувальний засіб на карті.
2. Способи картографічного зображення.

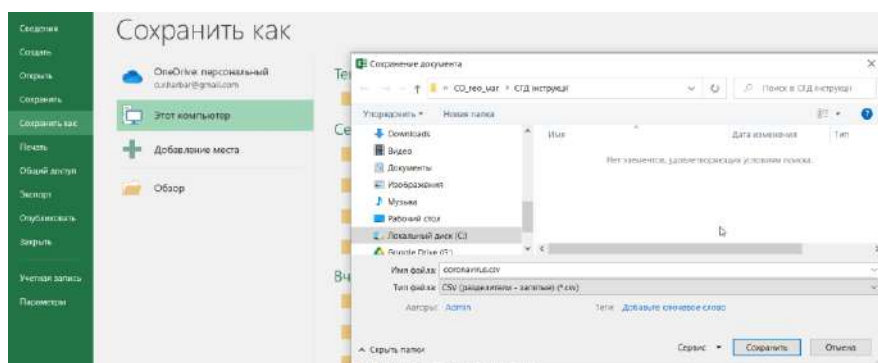
Хід роботи

1. Приєднання атрибутів за значенням поля таблиці.

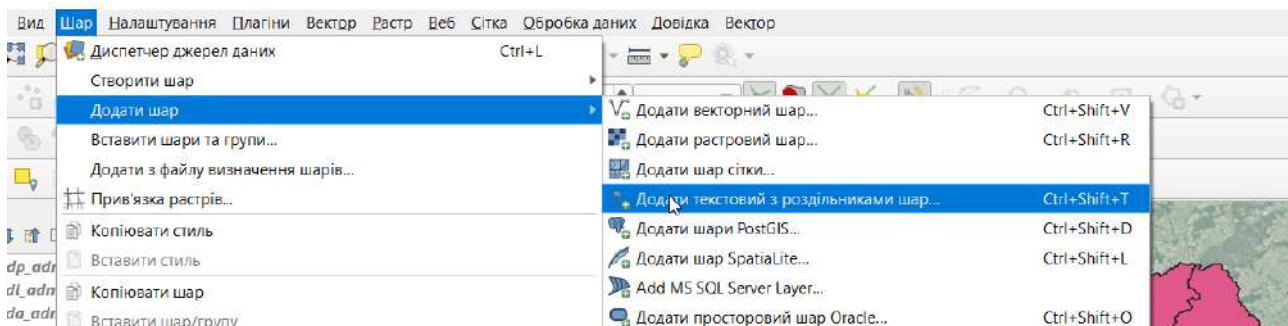
Для побудови картограми можна використати не лише внутрішні атрибути бази даних. Але і зовнішні, приєднавши їх до існуючої таблиці атрибутів за спільним полем. Використаємо дані медичної статистики щодо захворюваності на Covid-19 по областях України, наведені в таблиці.

N	Region	Detected	Died	Recovered
1	Vinnyska	145319	3458	119637
2	Volynska	124838	2342	107704
3	Dnipropetrovska	284714	9289	241314
4	Donetska	203090	5463	173919
5	Zhytomyrska	183470	3467	151432
6	Zakarpatska	109000	2657	89497
7	Zaporizka	204152	5738	180807
8	Ivano-Frankivska	177904	3407	143187
9	Kyiv	411576	8770	350397
10	Kyivska	216161	4912	190429
11	Kirovohradska	41282	1703	33413
12	Luhanska	74678	2333	60637
13	Lvivska	295051	6437	226009
14	Mykolaivska	135956	3455	117885
15	Odeska	308595	5810	236071
16	Poltavska	168078	4084	146276
17	Rivnenska	165353	2482	142335
18	Sumska	174474	3120	143845
19	Ternopil'ska	141911	2345	114876
20	Kharkiv'ska	293771	6743	247227
21	Kherson'ska	100167	2833	79513
22	Khmeln'ska	192131	3608	157972
23	Cherkaska	153885	2877	135625
24	Chernivetska	147608	3240	120733
25	Chernihiv'ska	119253	2682	100890

Скопіюйте таблицю і вставте на лист Excel у першу клітинку та збережіть цей лист у форматі csv:

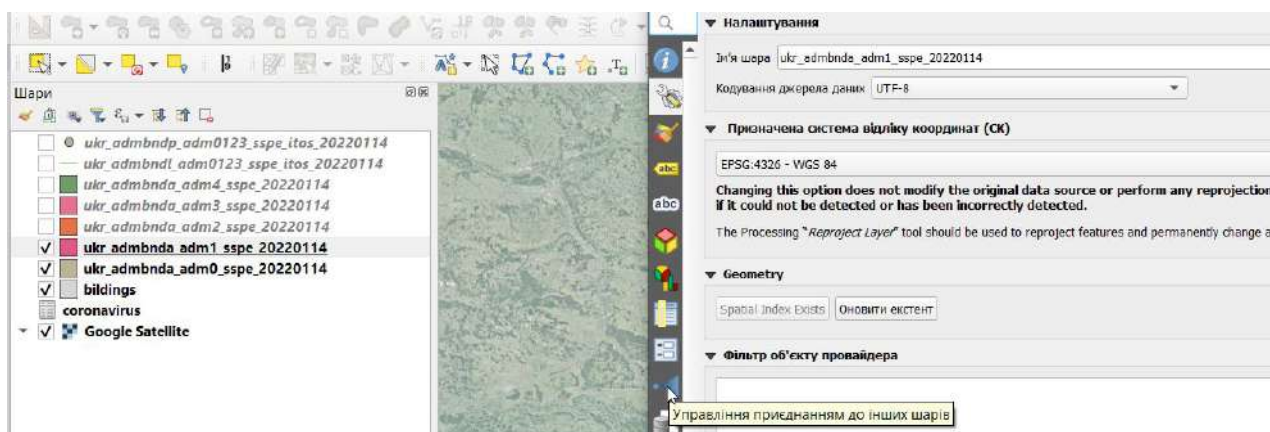


Додайте створений документ у проект Q-gis через меню «Шар»:

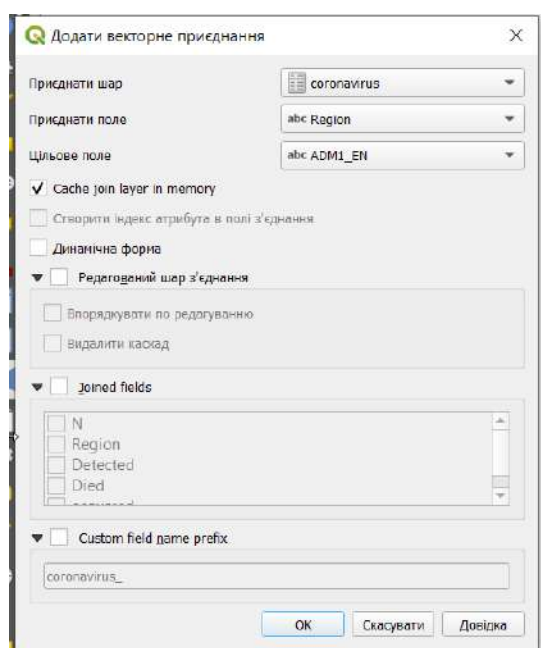


Ми будемо приєднувати дані до шару з полігонами областей України за їх назвами. У створеній таблиці це поле «Область», а у шарі областей (ukr_admbnda_adm1_sspe_20220114) – це поле ADM_1EN.

Клікніть мишкою двічі по шару і у вікні налаштування оберіть опцію «Управління приєднанням до інших шарів».

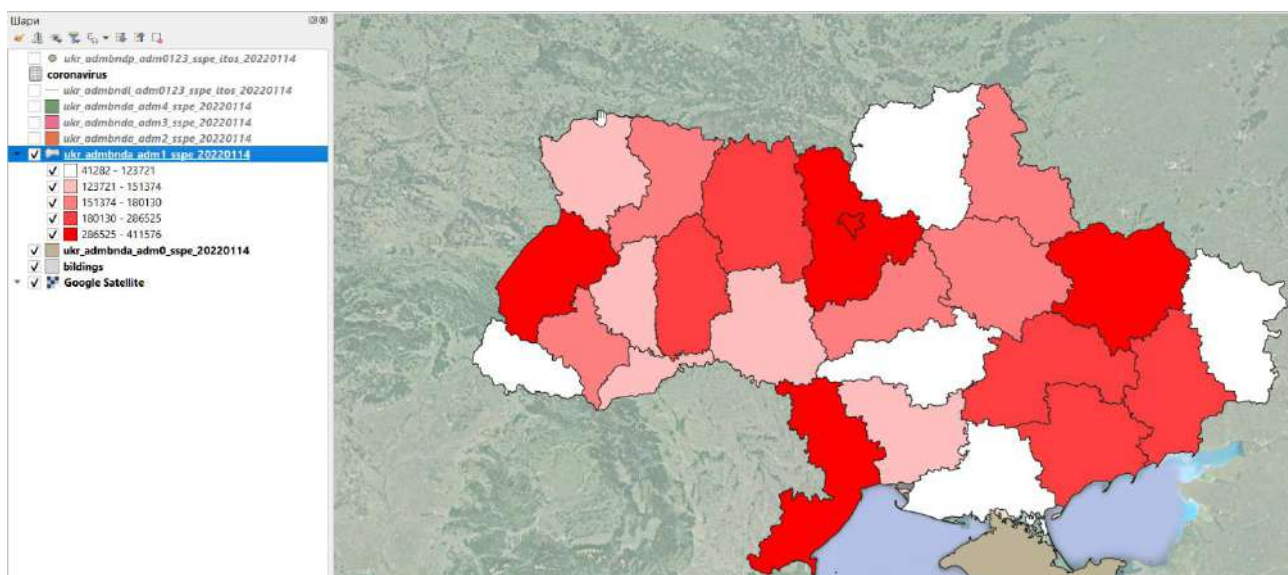


Натисніть на кнопку «Додати новий зв'язок» (+) і у діалоговому вікні задайте налаштування, як на скриншоті і натисніть «Ок» та «Застосувати» і «Ок» у наступному вікні. Відкрийте таблицю атрибутів шару ukr_admbnda_adm1_sspe_20220114 і переконайтесь, що дані приєднались.



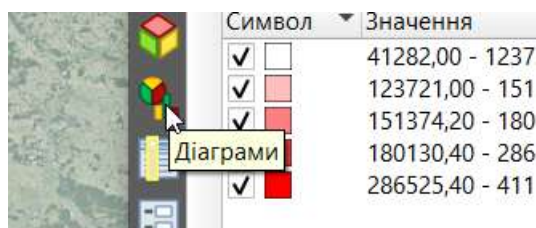
validTo	coronavirus_N	coronavirus_Detected	coronavirus_Died	coronavirus_ecovered
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	23	153 885	2 877	135 625
NULL	25	119 253	2 682	100 890
NULL	24	147 608	3 240	120 733
NULL	3	284 714	9 289	241 314
NULL	4	203 090	5 463	173 919
NULL	8	177 904	3 407	143 187
NULL	20	293 771	6 743	247 227
NULL	21	100 167	2 833	79 513
NULL	22	192 131	3 608	157 972
NULL	11	41 282	1 703	33 413
NULL	9	411 576	8 770	350 397
NULL	9	411 576	8 770	350 397
NULL	12	74 678	2 333	60 637
NULL	13	205 061	6 437	776 000

Побудуйте картограму з використання даних поля coronavirus_Detected – число виявлених випадків захворювання. Підготуйте макет карти до друку, як описано в першій роботі, і завантажте на форум для оцінювання.

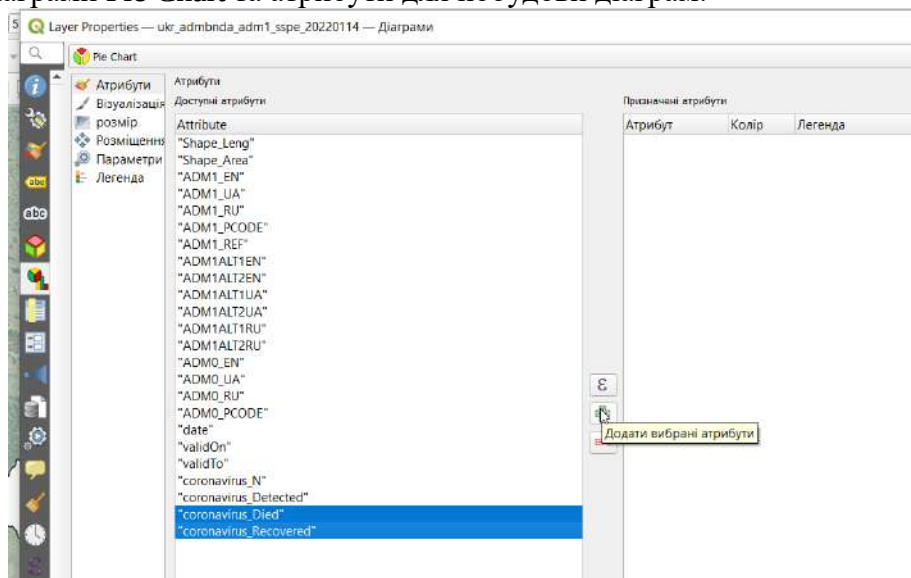


2. Побудова секторальних картодіаграм.

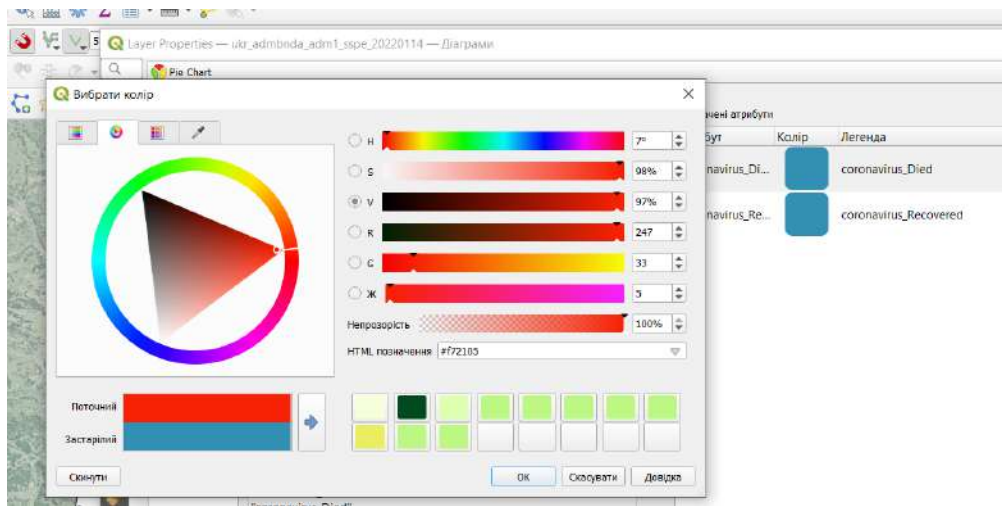
Дані двох інших полів coronavirus_Died та coronavirus_Recovered використаємо для побудови картодіаграм. Подвійним кліком по шару перейдіть до меню налаштувань шару і оберіть опцію «Діаграми»



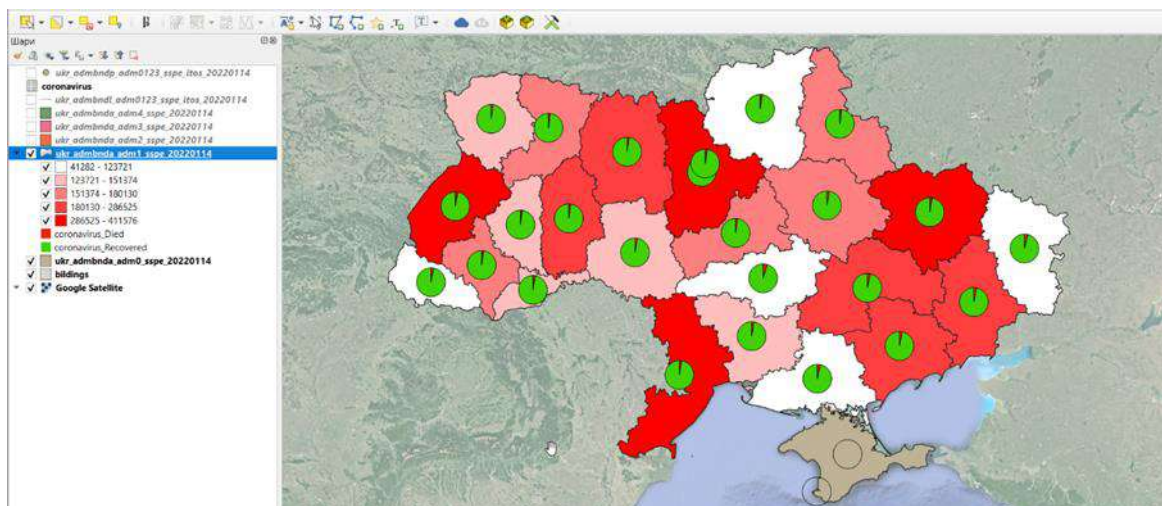
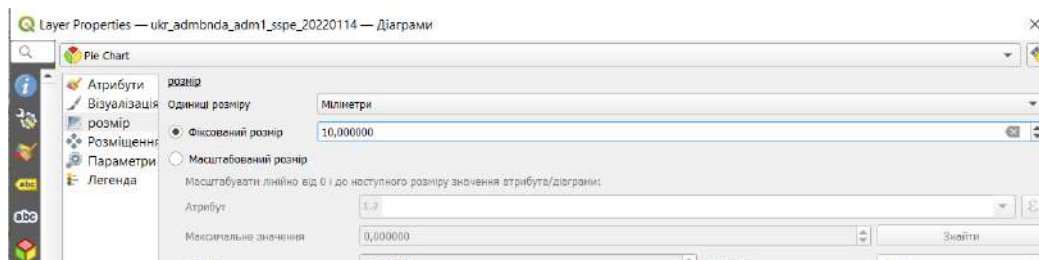
Оберіть тип діаграми Pie Chart та атрибути для побудови діаграм:



Подвійним кліком по полю «Колір» відкрийте діалог налаштування кольорів і налаштуйте їх для кожного атрибута.



Налаштуйте розмір діаграм і натисніть «Ок».



Підготуйте макет карти до друку. Завантажте створену карту на гугл-диск для оцінювання.

Рекомендована література

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. Посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець – Львів : «Простір-М», 2015. – 284с. Режим доступу: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота №13

Тема: Зональні статистики, екстрагування та статистичний аналіз даних растру для набору точок.

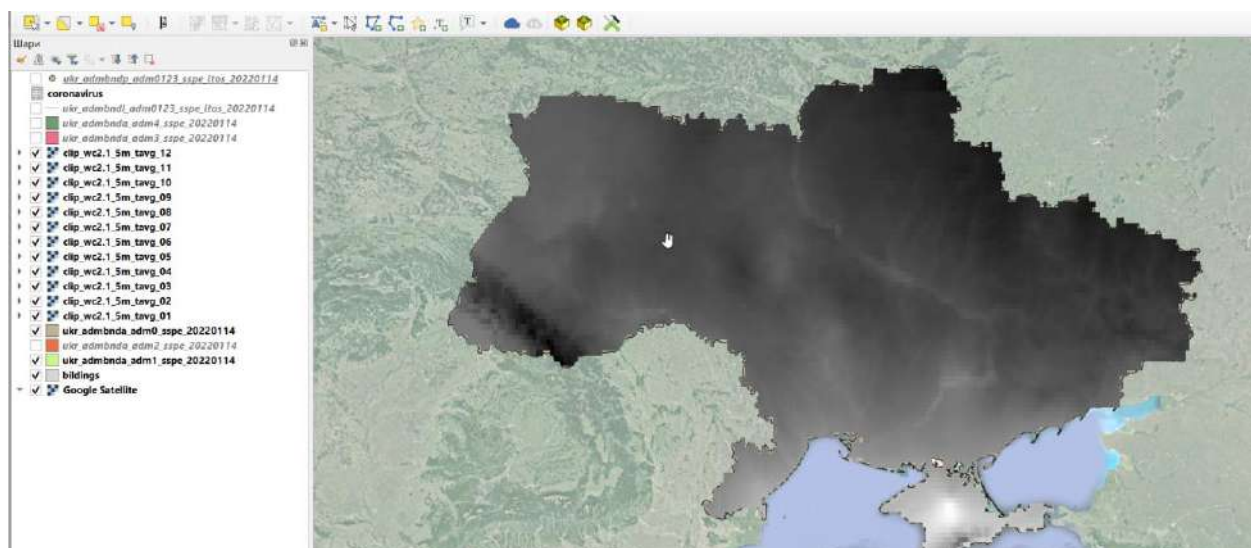
Мета: навчитися отримувати статистичні оцінки просторових явищ і процесів для заданих точок або полігонів.

Теоретичні питання

1. Об'єкти екологічного картографування та їх локалізація.
2. Картографічна генералізація та її сутність.

Хід роботи

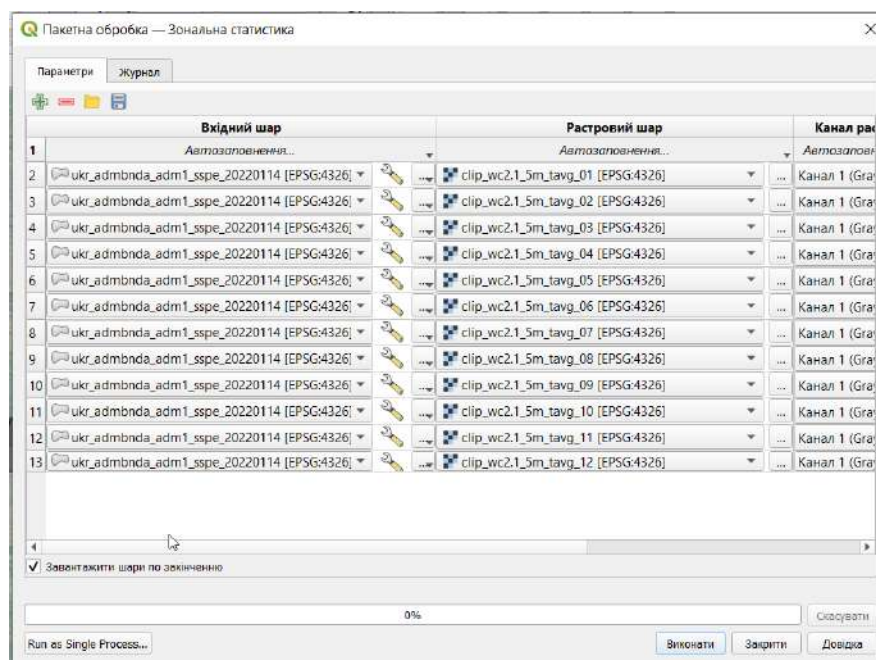
Просторова статистика дозволяє зрозуміти, що відбувається в наших даних і отримати статистичні оцінки просторових явищ і процесів для заданих точок або полігонів. Ми використаємо ГІС-шари на територію України та помісячні значення середніх температур для історичного періоду з бази даних WorldClim: https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html#google_vignette. Ви можете завантажити шари, обрізані по екстену території України: https://drive.google.com/file/d/1tEI358BkIpic-0GTgwruKAi00BqwotWO/view?usp=drive_link



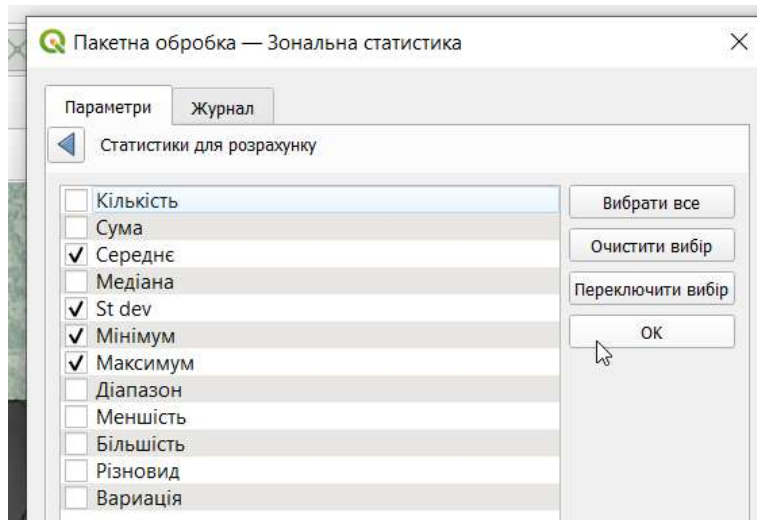
Реалізуємо спочатку процедуру зональної статистики. Суть методу полягає в отриманні статистичних оцінок розподілу параметрів у межах заданих полігонів. Використаємо растрові шари помісячних середніх температур для території України у якості вихідних даних і шар областей України `ukr_admbnda_admb1_sspe_20220114` у якості полігонів, для яких будуть розраховуватись статистичні показники. Серед інструментів геообробки виберіть інструмент «Зональна статистика» і запустіть його.



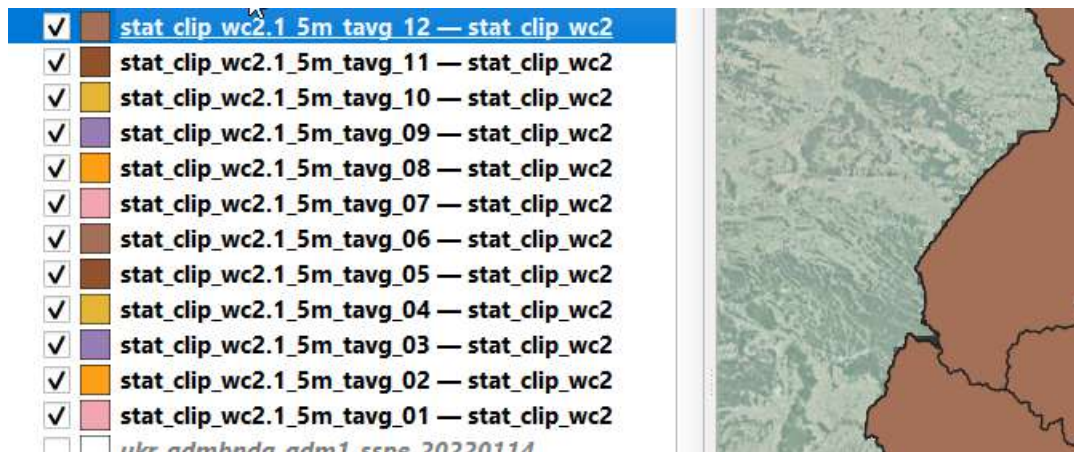
Задайте вхідний шар `ukr_admbnda_adm1_sspe_20220114`. Оскільки ми збираємось отримати помісячні показники, запустимо процес як пакетний. Задайте вихідні шари, як показано на рис. і поставте галочку біля опції «Завантажити шари по закінченню».



У колонці «Статистики для розрахунку» оберіть «Середнє», «Мінімум» і «Максимум» і натисніть «ОК». Автоматично заповнить поле для інших шарів.



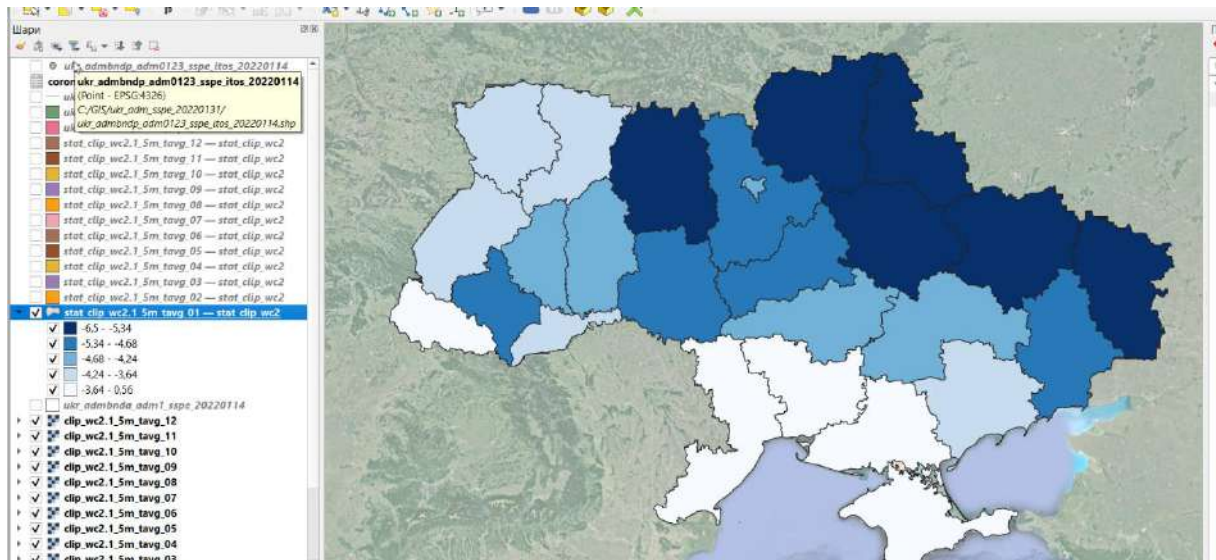
У наступному вікні потрібно задати шлях та назви файлів для збереження статистичних показників. Використаємо формат геопакетів та автозаповнення назвами растрових шарів, додавши до них «stat_». У основному вікні програми після завершення процесу з'явиться 12 нових полігональних шарів, відповідно місяцям року.



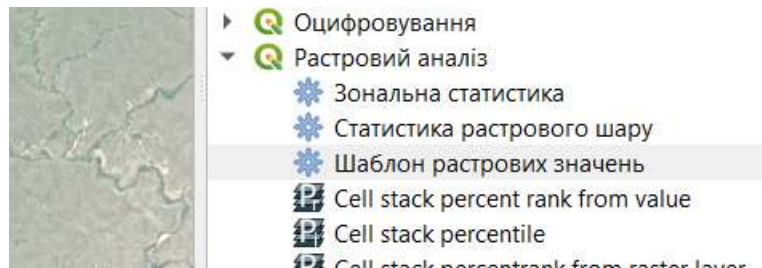
Якщо відкрити таблиці атрибутів цих шарів, можна побачити дані, згенеровані інструментом зональної статистики – середнє арифметичне, мінімум і максимум для кожної області по використаному кліматичному показнику.

date	validOn	validTo	coronavirus_N	coronavirus_Detecte	coronavirus_Died	coronavirus_Recover	_mean	_min	_max
09.11.21	14.01.22	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	0,10655220939...	-3,09500002861...	3,42100000381...
09.11.21	14.01.22	NULL	1	145319	3458	119637	-4,90400216041...	-6,60400009155...	-2,83500003814...
09.11.21	14.01.22	NULL	2	124838	2342	107704	-3,85233421350...	-4,38600015640...	-3,34700012207...
09.11.21	14.01.22	NULL	3	284714	9289	241314	-4,54312613418...	-5,58500003814...	-2,90899991989...
09.11.21	14.01.22	NULL	4	203090	5463	173919	-5,13954392999...	-6,35500001907...	-3,28860759735...
09.11.21	14.01.22	NULL	5	183470	3467	151432	-5,58660514088...	-6,58099985122...	-4,40199995040...

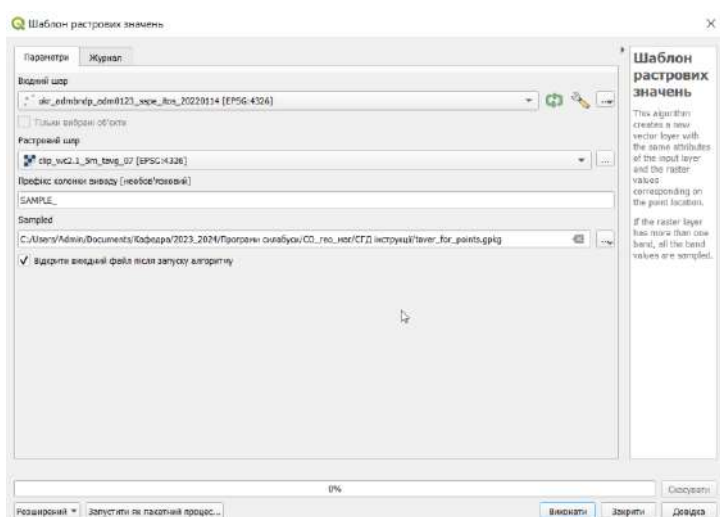
Використаємо середні значення для візуалізації шару та підготовки макету карти.



Ми можемо також розрахувати статистики для заданих точок. У якості таких точок можна використати центроїди територіальних громад з шару `ukr_admbndp_adm0123_sspe_itos_20220114`. Перейдіть до інструментів растрового аналізу і оберіть «Шаблон растрових значень».



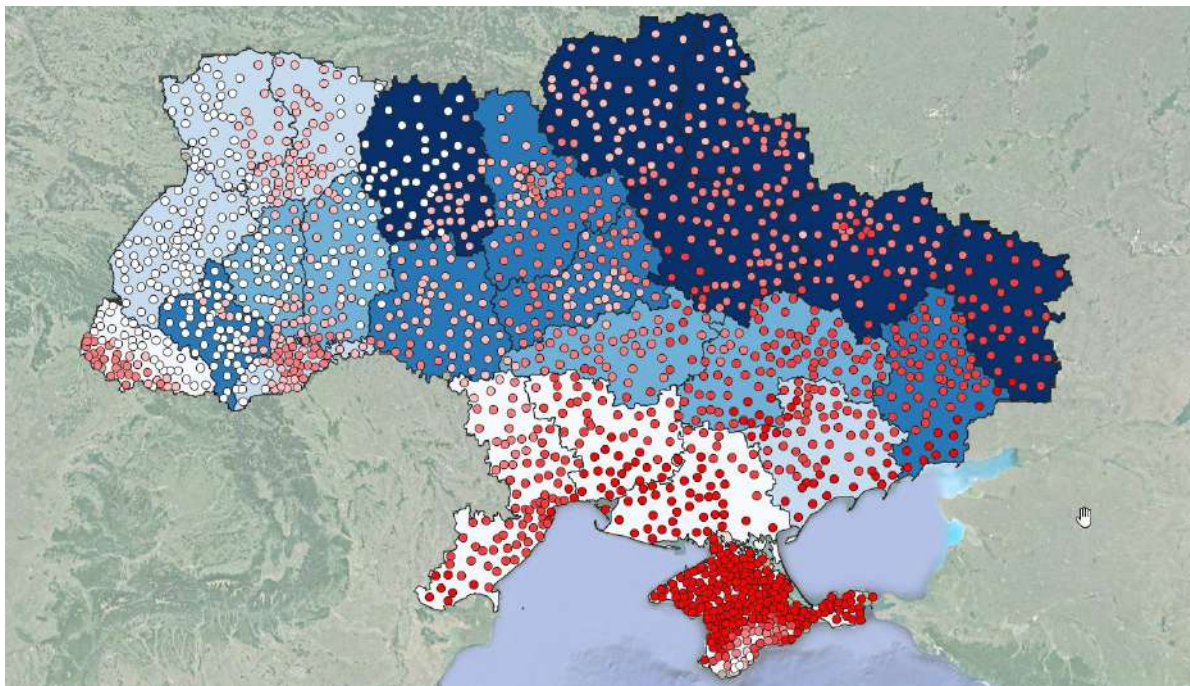
У якості вхідного шару задайте `ukr_admbndp_adm0123_sspe_itos_20220114`, а у якості растрового шару оберіть середні температури липня (`stat_clip_wc2.1_5m_tavg_07 — stat_clip_wc2`). Задайте шлях збереження та назву файлу результатів та натисніть «Виконати».



У списку шарів з'явиться новий точковий шар. Відкрийте його таблицю атрибутів. В кінці таблиці ви побачите новий параметр `SAMPLE_1`, який містить значення пікселів растру у заданих точках. Тобто середню температуру липня в центроїді кожної територіальної громади.

validTo	POINT_X	POINT_Y	SAMPLE_1	
NULL	33,6684293065	44,5757234918	21,5610008239...	
NULL	33,8252163628	44,8048143104	22,3290004730...	
NULL	33.8873886012	44.7372454992	21.5919990539...	

Цей параметр можна використати для стилізації точкового шару.



В результаті роботи ми отримали точковий шар, який демонструє розподіл по території України значень середніх температур липня та полігональний шар, який показує розподіл середніх температур січня по областях України.

Підготуйте макет карти, використовуючи ці шари. Завантажте карту на гугл-диск для оцінювання.

Рекомендована література

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. Посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець – Львів : «Простір-М», 2015. – 284с. Режим доступу: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота №14-15

Тема: Візуальне дешифрування та цифрування об'єктів космічних знімків.

Мета: навчитися використовувати можливості QGIS для оцифровки і редагування космічних знімків високої просторової розрізненості.

Теоретичні питання

1. Проектування карти.
2. Розроблення компоновання карти.
3. Складання карт.
4. Аерокосмічні методи складання карт.

Хід роботи

1. Візуальне дешифрування та цифрування фрагмента космічного знімка високої просторової розрізненості.

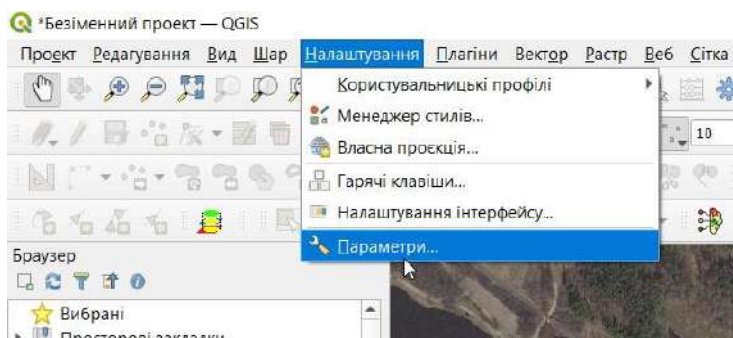
Оцифровка є одним з найбільш поширених завдань, з якими стикається ГІС-фахівець. Часто велика частка часу роботи в ГІС витрачається на оцифровку растрових даних космічних знімків, щоб створити векторні шари для подальшого аналізу. QGIS має потужні екранні можливості для оцифровки і редагування, які ми будемо вивчати в цій темі.

Ми будемо використовувати космічні знімки високої просторової розрізненості, доступні в плагіні QuickMapServices для Q-GIS (Google, ESRI та Bing) для створення декількох векторних шарів, що відображають об'єкти в околицях Соколовського кар'єру (м. Житомир). Тайли цих знімків відображають території інтересу в різні сезони і дозволяють більш точно виділяти і цифрувати окремі групи просторових об'єктів.

Відкрийте новий проект Q-GIS і за допомогою плагіна QuickMapServices завантажте у нього шари космічних знімків Google, ESRI та Bing. Цифрування будемо проводити в масштабі 1:10000.

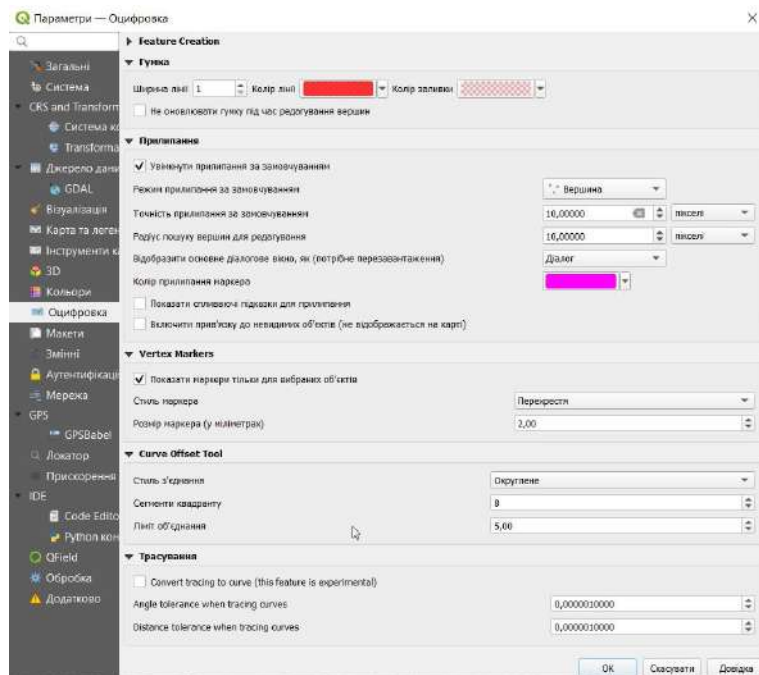


Перед початком роботи нам потрібно встановити налаштування оцифрування. Перейдіть до пункту «Налаштування» ► «Параметри»

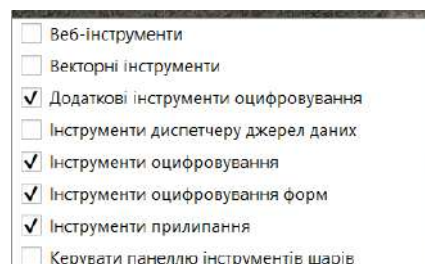


Виберіть вкладку «Оцифрування» в діалоговому вікні «Параметри». Оберіть режимом прилипання за замовчуванням значення «Вершина». Це дозволить прилипати до найближчої вершини. Також краще встановлювати поріг прилипання і радіус пошуку для редагування вершин в пікселях, а не в одиницях карти. Це гарантує, що відстань прилипання не буде залежати від масштабу. Залежно від роздільної здатності вашого монітора, ви можете вказати відповідне

значення. Натисніть «OK».



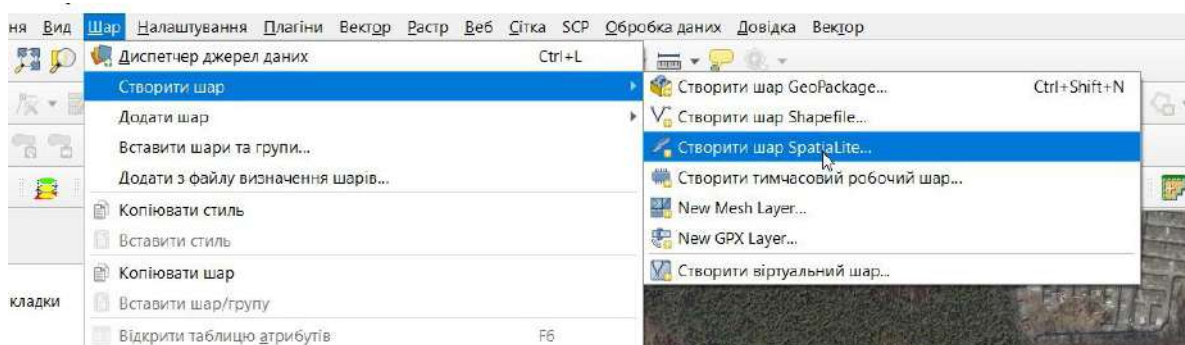
Також потрібно активувати інструменти цифрування. Перейдіть у меню «Вид» – «Панелі інструментів» та активуйте набори інструментів, відмічені на малюнку.



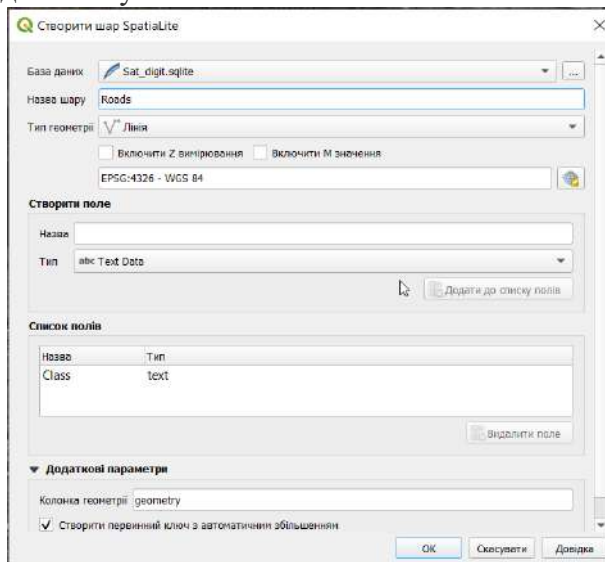
Тепер ми готові приступити до оцифрування. Візуальний аналіз знімків свідчить про те, що потрібно оцифрувати такі групи об'єктів: дороги, будівлі, водойми і рослинність. Доцільно ці об'єкти винести в окремі векторні шари. Шар доріг буде мати лінійну геометрію, а інші шари – полігональну.

Спочатку ми створимо шар доріг і оцифруємо дороги. Виберіть «Шар» ► «Створити шар» ► «Створити шар Spatialite». Spatialite – це відкритий формат бази даних, аналогічний базі геоданих ESRI. База даних Spatialite зберігається в одному файлі на жорсткому диску і може містити різні типи просторових (точкових, лінійних, полігональних) шарів, а також непросторові шари. Це дозволяє набагато простіше переміщати дані, у порівнянні з shape-файлами.

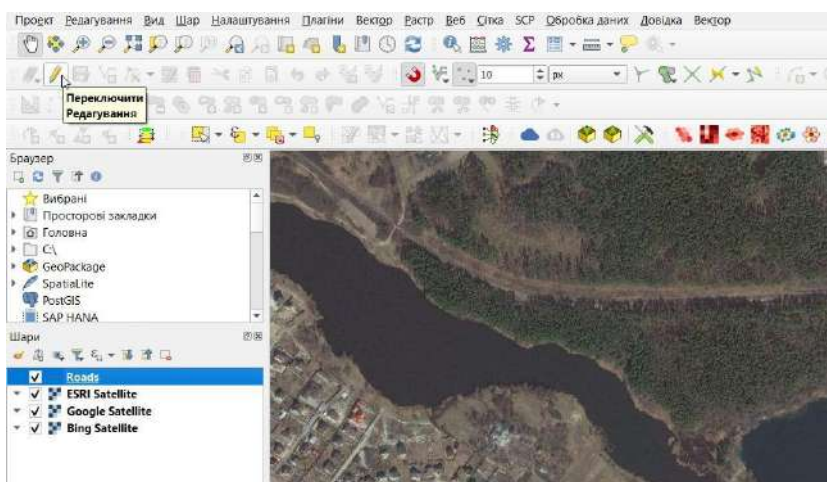
На цьому занятті ми створимо кілька полігональних шарів і лінійний шар, тому база даних Spatialite підійде краще. Ви завжди можете завантажити шар Spatialite і зберегти його як shape-файл або в будь-якому іншому бажаному форматі.



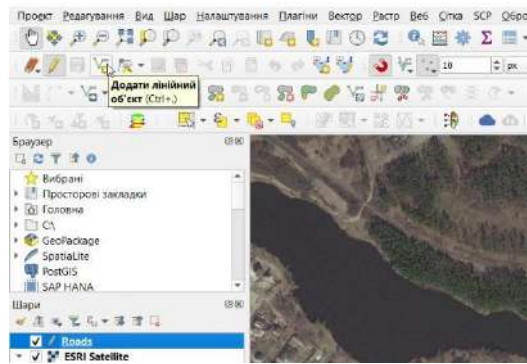
У діалоговому вікні «Створити шар Spatialite» натисніть кнопку ... і збережіть нову базу даних Spatialite під назвою sat_digit.sqlite. Вкажіть назву шару Roads і виберіть лінію як тип геометрії. Поставте галочку в полі «Створити первинний ключ...» Це створить поле під назвою rkuid в таблиці атрибутів і присвоїть унікальний числовий ідентифікатор автоматично кожному об'єкту. При створенні ГІС-шару ви повинні визначитися з атрибутами, які матиме кожен об'єкт. Оскільки це шар доріг, у нас буде два базових атрибута: назва і клас. Введіть Class в поле «Назва» в секції «Поле» і натисніть «Додати до списку полів».



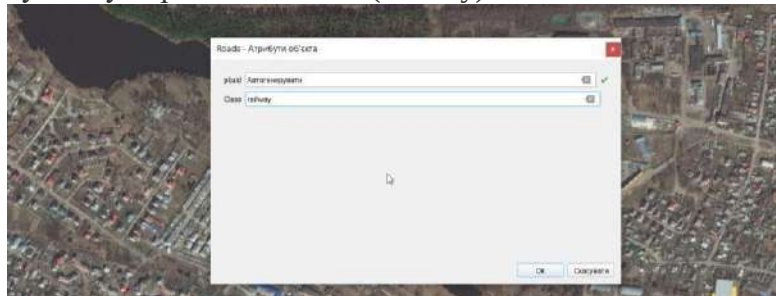
Після того, як шар завантажиться, натисніть на кнопку «Редагування шару», щоб перевести шар в режим редагування.



Натисніть кнопку «Додати лінійний об'єкт». Клікніть на карті для додавання нової вершини. Додавайте нові вершини уздовж ділянок доріг. Завершивши оцифрування ділянки дороги, клікніть правою кнопкою миші для завершення об'єкта.

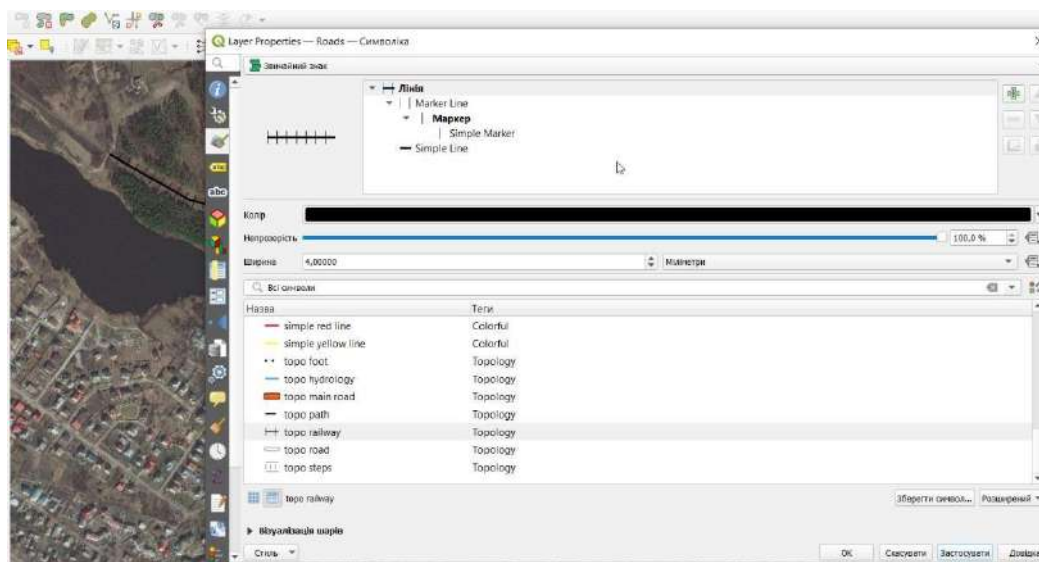


Після того, як ви натиснете праву кнопку миші для завершення об'єкта, з'явиться діалогове вікно «Атрибути об'єкта». У ньому ви можете ввести атрибути щойно створеного об'єкта. Оскільки поле `rkuid` є автоматично заповнюваним, вам не вдасться ввести його значення вручну. Залиште його порожнім і введіть назву класу доріг – залізниця (railway). Натисніть «ОК».

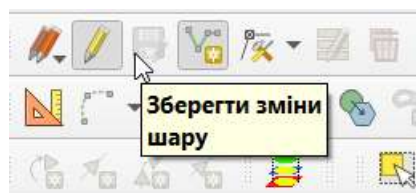


Стиль за замовчуванням для нового лінійного шару – тонка лінія. Давайте змінимо його для того, щоб ми могли краще бачити оцифровані об'єкти на карті. Клікніть правою кнопкою миші на шарі з дорогами і виберіть «Властивості».

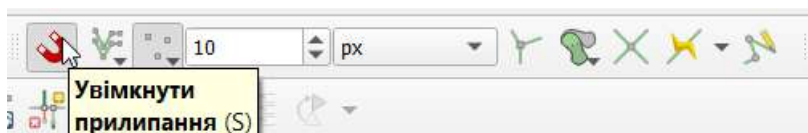
Виберіть вкладку «Символіка» в діалоговому вікні властивостей шару. Виберіть стиль «Торо railway» і збільшіть товщину лінії до 4 мм. Натисніть «ОК».



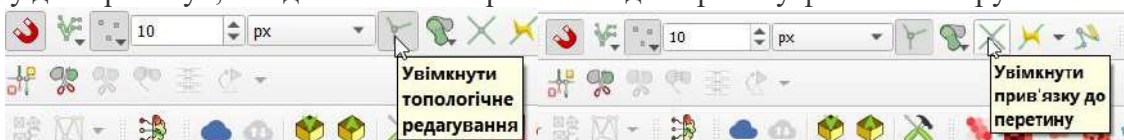
Тепер ви явно побачите оцифровану ділянку дороги. Натисніть «Зберегти зміни шару», щоб зберегти новий об'єкт.



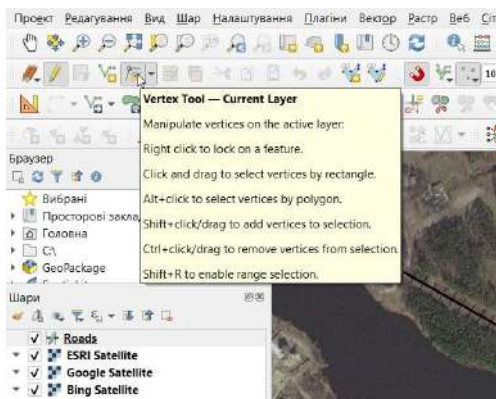
Перед тим як ми будемо оцифровувати інші дороги, важливо оновити деякі налаштування, які важливі для створення шару без помилок. Увімкніть інструменти прилипання.



На панелі «Інструментів прилипання» увімкніть опцію «Топологічне редагування». Ця опція гарантує, що спільні межі в полігональних шарах будуть збережені коректно. Також увімкніть «Прив'язку до перетину», яка дозволяє вам примикати до перетину фонового шару.

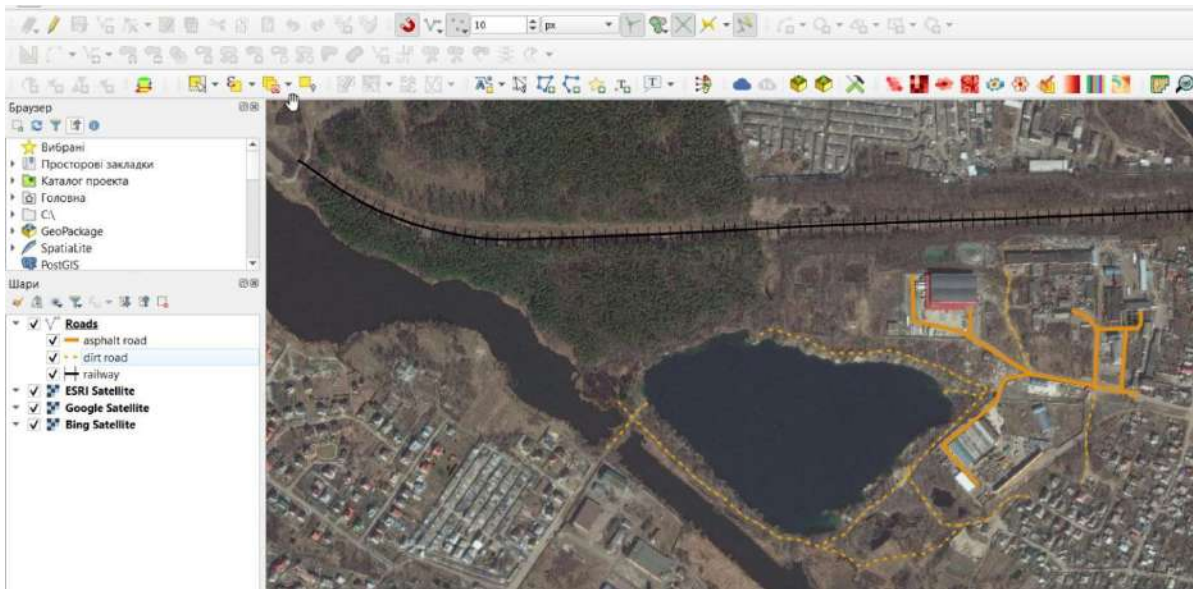


Тепер ви можете натиснути кнопку «Додати лінійний об'єкт» і оцифрувати інші дороги (грунтові та асфальтовані). Не забудьте натиснути кнопку «Зберегти зміни» після додавання нового об'єкта, щоб зберегти вашу роботу. Корисним інструментом, який допоможе вам з оцифруванням, є «Редактор вершин». Натисніть кнопку «Vertex tool».

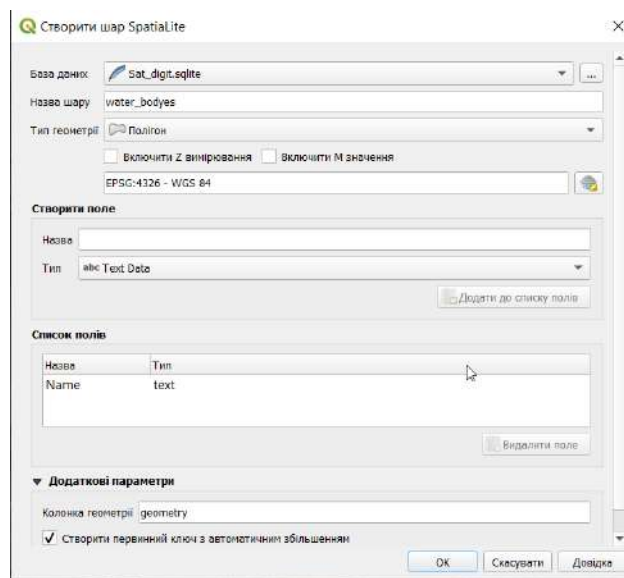


Після того, як інструмент вузлів активується, натисніть на будь-якому об'єкті, щоб показати його вершини. Натисніть на будь-якій вершині, щоб вибрати її. Обрана вершина змінить колір. Тепер ви можете перетягнути мишу, щоб перемістити вершину. Це буває корисно, коли ви хочете внести коригування після створення об'єкта. Ви також можете видалити обрану вершину, натиснувши клавішу «Delete».

Завершивши оцифровку всіх доріг, натисніть на кнопку «Редагування шару», щоб вимкнути його. Оскільки ми в процесі цифрування створили атрибут, який класифікує дороги, ми можемо використати його для налаштування візуалізації шару. Зробіть це самостійно. Один із можливих варіантів візуалізації представлено на малюнку.



Тепер ми створимо полігональний шар, що відображає водні об'єкти. Перейдіть до Layer ► New ► New Spatialite Layer. Виберіть базу даних sat_digit.sqlite зі списку. Назвіть новий шар water_bodies. Виберіть Polygon як Type. Створіть новий атрибут під назвою «Name». Натисніть «OK».



Натисніть кнопку «Add feature» і клацніть по карті, щоб додати вершини полігону. Оцифруйте полігон, який зображає Соколовський кар'єр. Клікніть правою кнопкою миші, щоб завершити полігон.

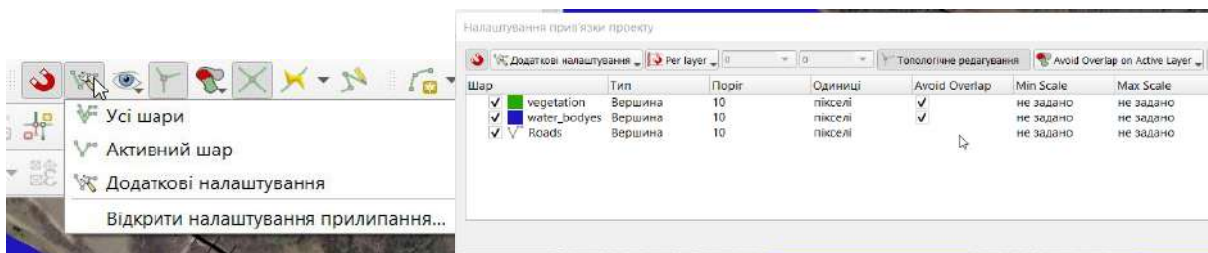


Введіть назву водойми у спливаючому вікні Attributes. Оцифруйте подібним чином інші водні об'єкти.



Тепер створимо полігональний шар, що відображає рослинність. Перейдіть до Layer ► New ► New Spatialite Layer Виберіть базу даних sat_digit.sqlite зі списку. Назвіть новий шар vegetation. Виберіть Polygon як Type. Створіть новий атрибут під назвою Name. Натисніть «ОК». Зверніть увагу, що на знімках, зроблених в різні сезони, можна розрізнити хвойні насадження і листяні. Тому для подальшої роботи можна використати декілька ресурсів одночасно. Спочатку оцифруємо межі соснового лісу за знімком ESRI.

Полігональні шари передбачають ще один дуже корисний параметр – «Уникати перетину нових полігонів». В меню інструментів прилипання відкрийте налаштування прилипання. Встановіть прапорці в колонці Avoid Int. Натисніть «ОК».



Далі натисніть на «Add feature» для додавання багатокутника. З опцією «Уникати перетину

нових полігонів», ви зможете швидко оцифрувати новий полігон, не турбуючись про точне примикання до сусідніх полігонів. Клікніть правою кнопкою миші, щоб закінчити полігон, і введіть атрибути. Новий полігон скорочується і прилипає точно до межі сусідніх полігонів! Це дуже корисно при оцифруванні складних меж, оскільки можна бути не дуже точним, але, як і раніше, отримати топологічно правильні багатокутники. Завершіть редагування шару.



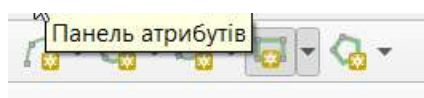
Візуалізуйте різні типи рослинності за атрибутивною інформацією.



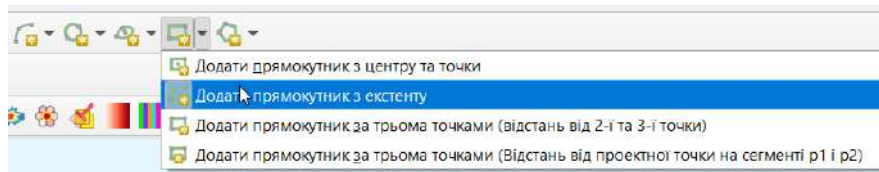
Настав час оцифрувати шар будівель. Створіть новий полігональний шар під назвою «Buildings» перейшовши до меню Layer ► New ► New Spatialite Layer.

Після того, як шар «Buildings» буде додано, вимкніть шари «Parks» і «Roads» так, щоб був помітний знімок. Виберіть шар «Buildings» і натисніть «Редагувати».

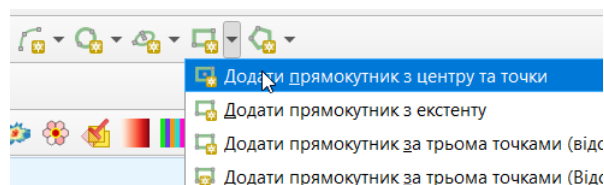
Оцифровка будівель може бути трудомістким завданням. Крім того, важко додавати вершини вручну так, щоб краї були перпендикулярні і утворювали прямокутник. Ми будемо використовувати модуль під назвою «Інструменти оцифрування форм», щоб допомогти в цьому завданні. Після того, як модуль встановлений, ви побачите, що над картою з'явилася нова панель інструментів.



Наблизьте ділянку з будівлями і натисніть кнопку Додати прямокутник з екстену. Перетягніть мишу, щоб намалювати ідеальний прямокутник. Аналогічним чином додайте будівлі, що залишилися.



Ви помітите, що деякі будівлі не вертикальні. Нам потрібно буде намалювати прямокутник під кутом, щоб відповідати відбиткам будівель. Натисніть Прямокутник з центру і точки.



Натисніть в центрі зображення будівлі і перетягніть мишу, щоб намалювати вертикальний прямокутник.

Ми повинні повернути цей прямокутник, щоб він відповідав зображенню на знімку. Інструмент обертання доступний на панелі інструментів Розширена оцифровка.

Натисніть кнопку Rotate Feature(s).

Використовуйте інструмент Select Single feature, щоб вибрати полігон, який ви хочете повернути. Після того, як інструмент Rotate Feature (s) активований, ви побачите перехрестя в центрі полігону. Натисніть точно на це перехрестя і перетягніть мишу, утримуючи ліву кнопку. З'явиться попереднє зображення повернутого об'єкта. Відпустіть кнопку миші, коли багатокутник суміститься з відбитком будівлі.

Збережіть правки шару і натисніть Завершити редагування, як тільки ви закінчите оцифровку всіх будівель. Ви можете перетягувати шари, щоб змінити порядок їх відтворення.

Оцифрування завершено. Ви можете поекспериментувати з налаштуваннями стилів і підписів у властивостях шару, щоб створити карту з власних даних.



На заключному етапі підготуйте макет карти та завантажте його на гугл-диск для оцінювання.

Рекомендована література

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець – Львів : «Простір-М», 2015. – 284с. Режим доступу: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота №16

Тема: Базові операції з цифровою моделлю рельєфу (ЦМР).

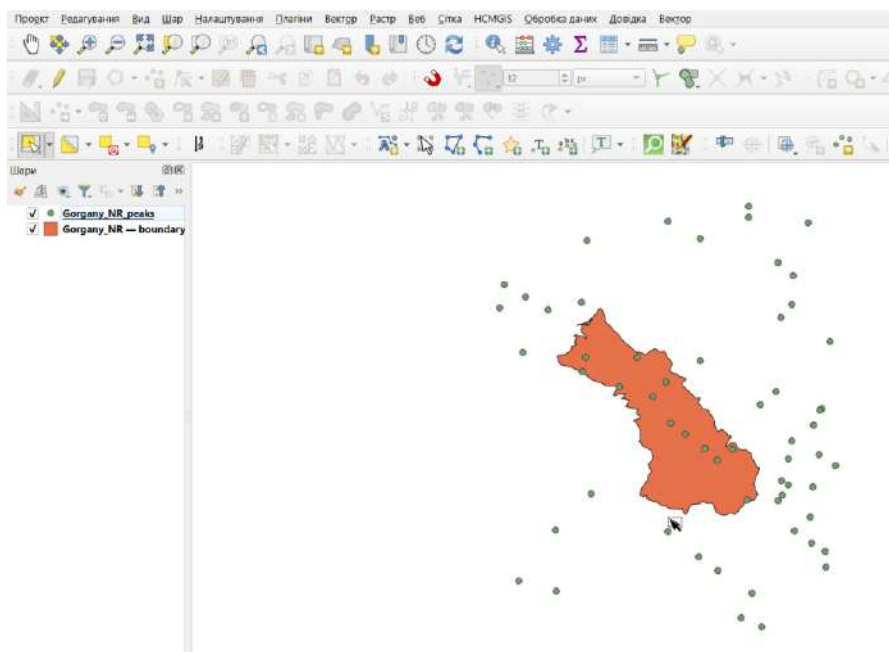
Мета: навчитися створювати карту рельєфу на прикладі природного заповідника Горгани.

Теоретичні питання

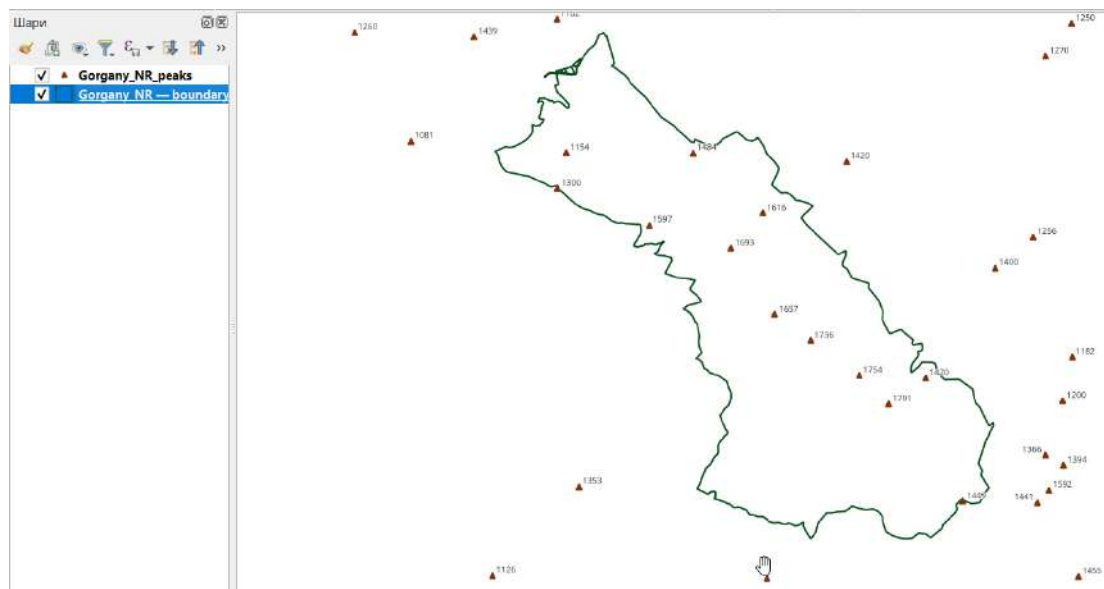
1. Складання карт екологічних ситуацій.
2. Завдання комплексного екологічного картографування.
3. Прикладне значення екологічного картографування.

Хід роботи

Налаштування проекту. На цьому занятті ми створимо карту рельєфу природного заповідника Горгани. Для роботи необхідно завантажити векторні шари меж заповідника (<https://drive.google.com/file/d/1>) та основних вершин Карпат (<https://drive.google.com/file/d/>). Додайте завантажені шари у новий проект Q-GIS і збережіть його.



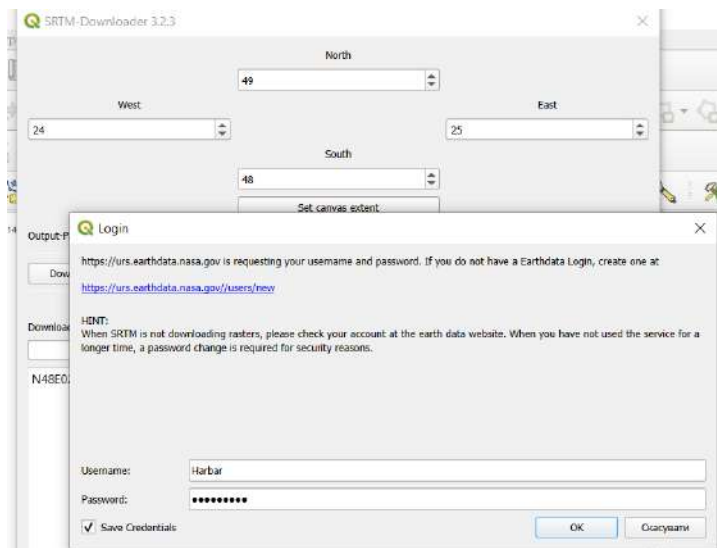
Додані шари потрібно візуалізувати відповідно до вимог макету карти. Для підписів вершин оберіть атрибут «ele» – elevation (висота над рівнем моря).



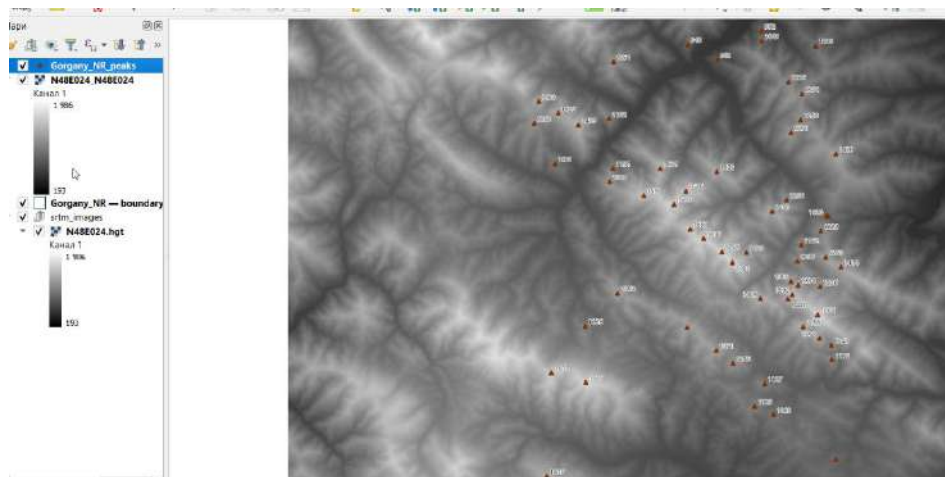
Для завантаження цифрової моделі рельєфу (SRTM - Shuttle Radar Topography Mission) використаємо плагін SRTM-Downloader, який попередньо потрібно встановити з репозиторію плагінів Q-GIS.

Запустіть плагін і встановіть екстент для завантаження даних. Тут використовується в якості екстенту охоплення вікна програми. Натисніть кнопку «set canvas extent». За замовчуванням створюється тимчасовий файл. Його можна пізніше зробити постійним, якщо є така потреба.

Після натискання кнопки Download, відкриється вікно авторизації. Якщо ви не зареєстровані на <https://urs.earthdata.nasa.gov/> - необхідно це зробити і ввести у вікно авторизації ваш логін і пароль від цього ресурсу.

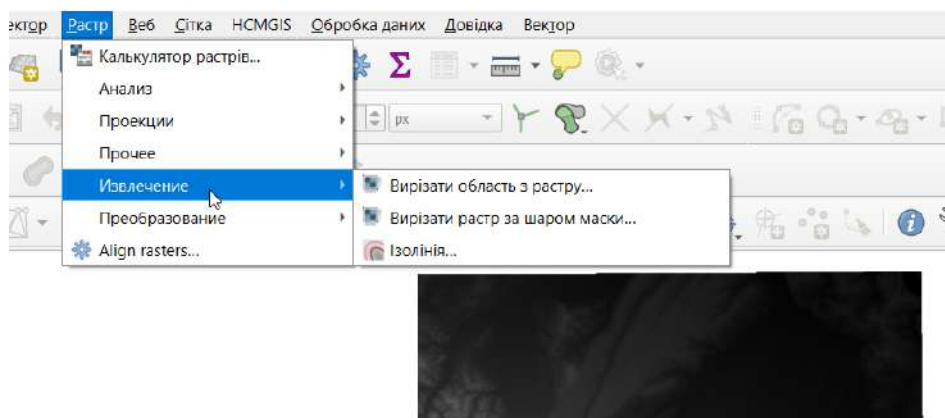


Після цього розпочнеться завантаження растрового шару SRTM, який по завершенні процесу буде доданий у проект.



Ви побачите дані про рельєф, відображені на полотні QGIS. Кожен піксель у растрі місцевості представляє середню висоту в метрах у цьому місці. Темні пікселі позначають області з малою висотою, а світліші – з великою висотою.

Якщо збільшити огляд карти до шару SRTM, ви побачите, що він набагато більший, ніж територія картування. Тому на наступному етапі растр потрібно обрізати. Оберіть «Вирізати область з растру».

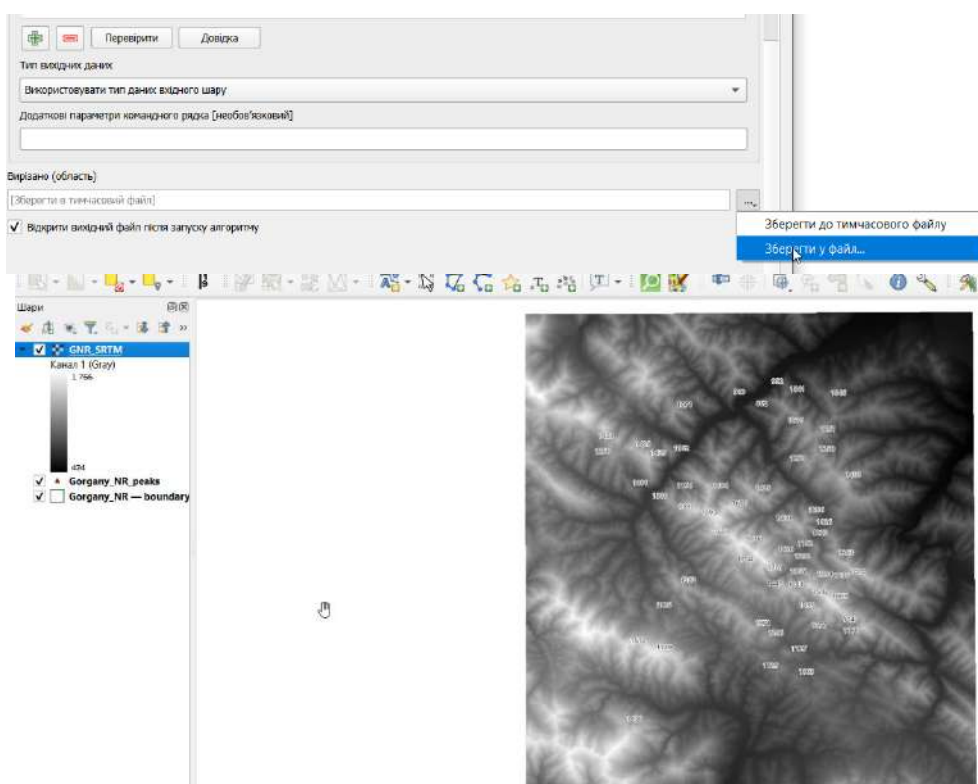


І далі оберіть опцію Намалювати на полотні карти.

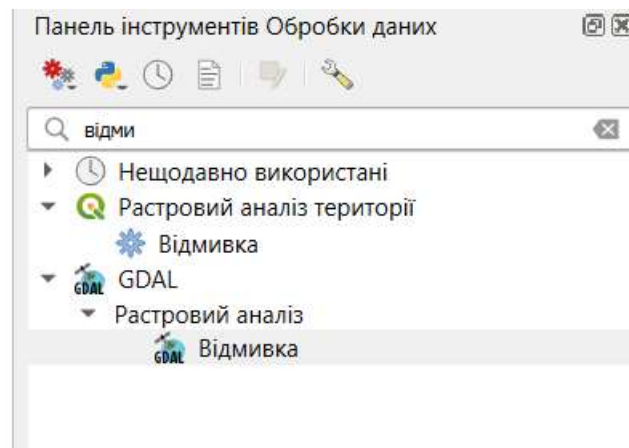


Накресліть мишкою прямокутник трохи більший за точковий шар вершин. Координати прямокутника відобразяться у відповідному вікні плагіна.

Щоб зробити обрізаний шар постійним – оберіть відповідну опцію нижче у вікні плагіна і задайте шлях збереження файлу. Після цього натисніть кнопку «Запустити» і обрізаний шар буде доданий у проект. Після цього тимчасові завантажені шари можна видалити.



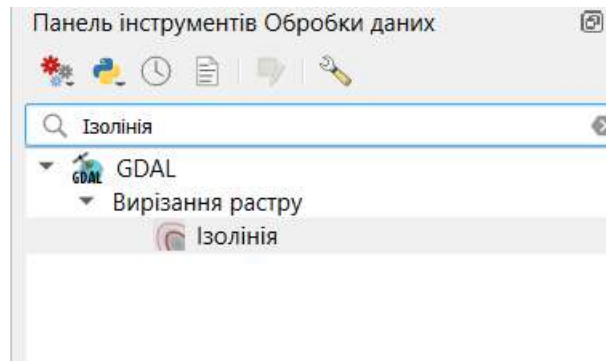
Далі отриману цифрову модель рельєфу потрібно візуалізувати. Знайдіть інструмент «Відмивка» у наборах інструментів геообробки. Оберіть алгоритм «Відмивка» у алгоритмах GDAL.



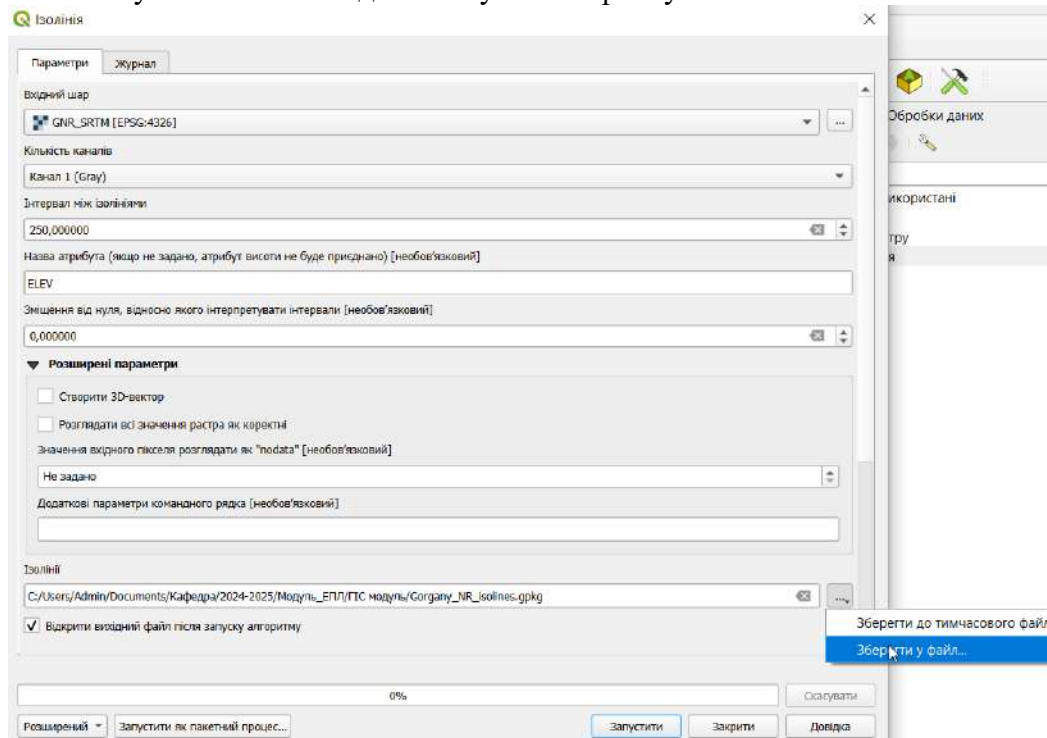
У вікні «Відмивка» переконайтесь що шар SRTM обрано як шар висоти, інші налаштування можна залишити за замовчуванням. Задайте назву і шлях збереження файлу у відповідному рядку і запустіть процес. У проєкт буде доданий новий шар тіньової відмивки рельєфу.



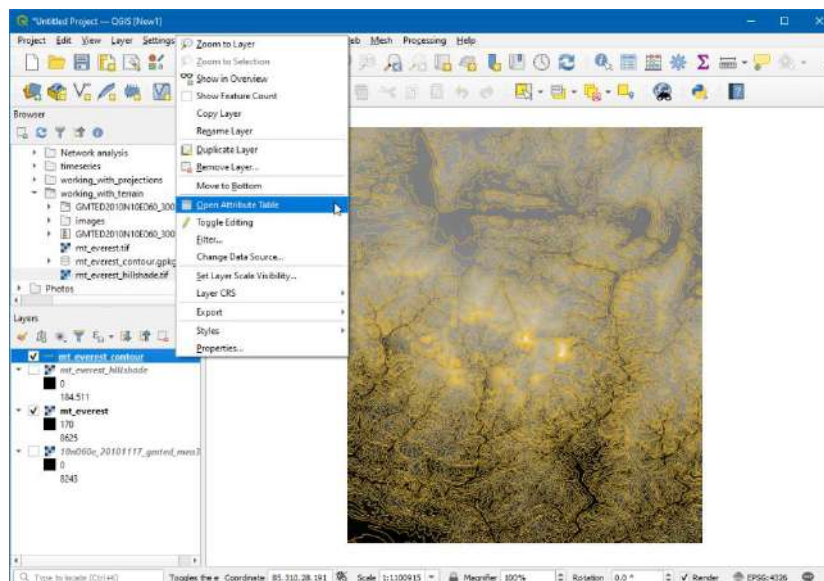
Знайдіть інструмент «Ізолінія» в інструментах геообробки.



У вікні інструменту оберіть GNR_SRTM як вхідний шар, введіть 100 в Інтервал між лініями контуру. Натисніть ... у «Ізолінії» і введіть назву та тип файлу. Натисніть Виконати.



У проект буде додано новий шар. Клікніть правою кнопкою миші по шару та виберіть Відкрити таблицю атрибутів.

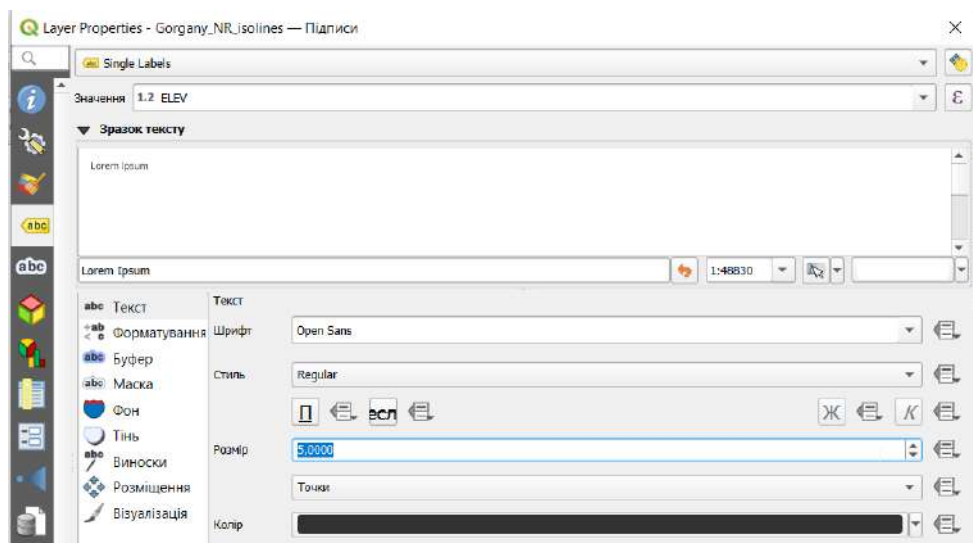


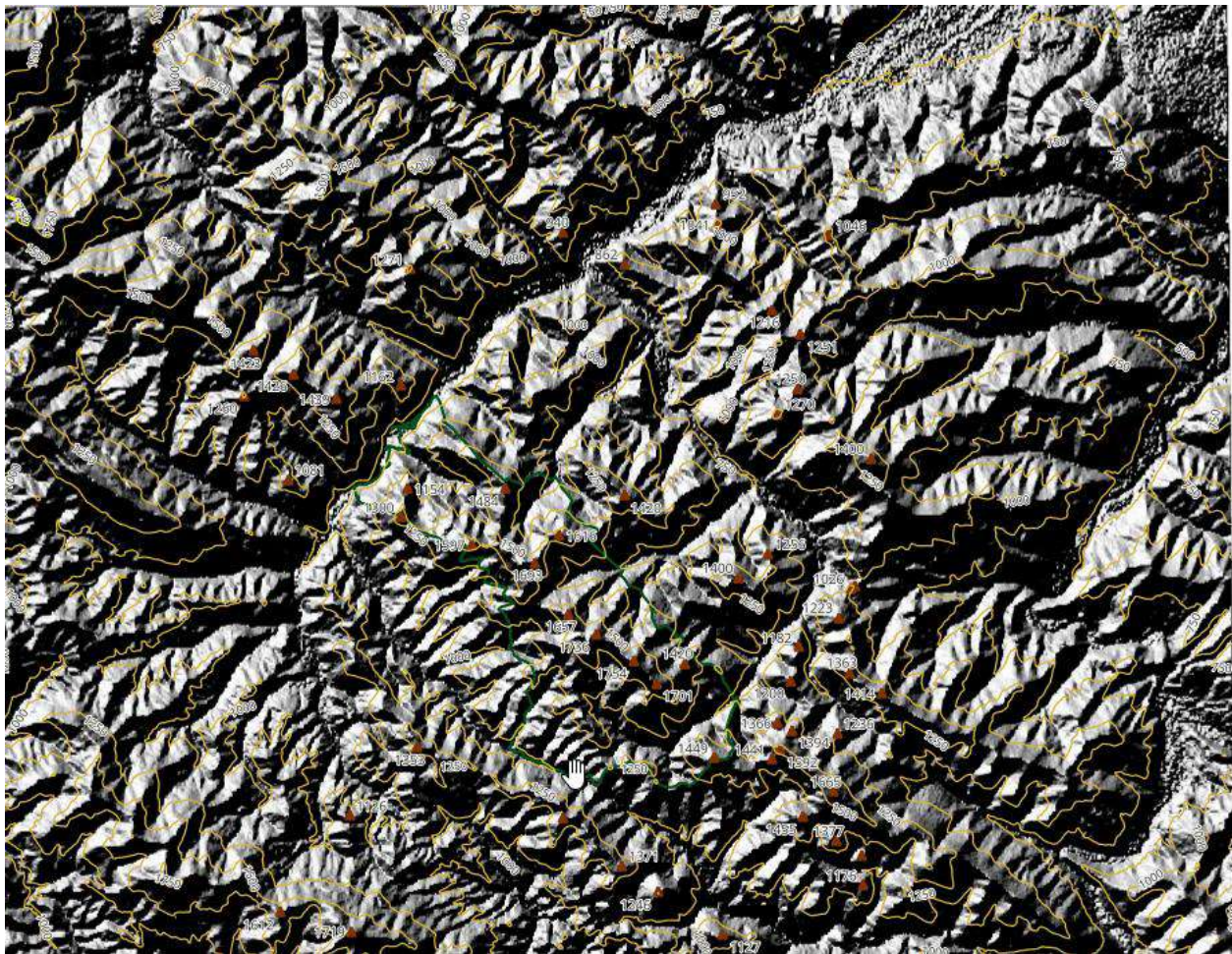
Ви побачите, що кожен рядок має атрибут з назвою ELEV. Це висота в метрах, яку представляє кожна ізолінія.

Gorgany_NR_isolines — Features Total: 240, Filtered: 240, Select

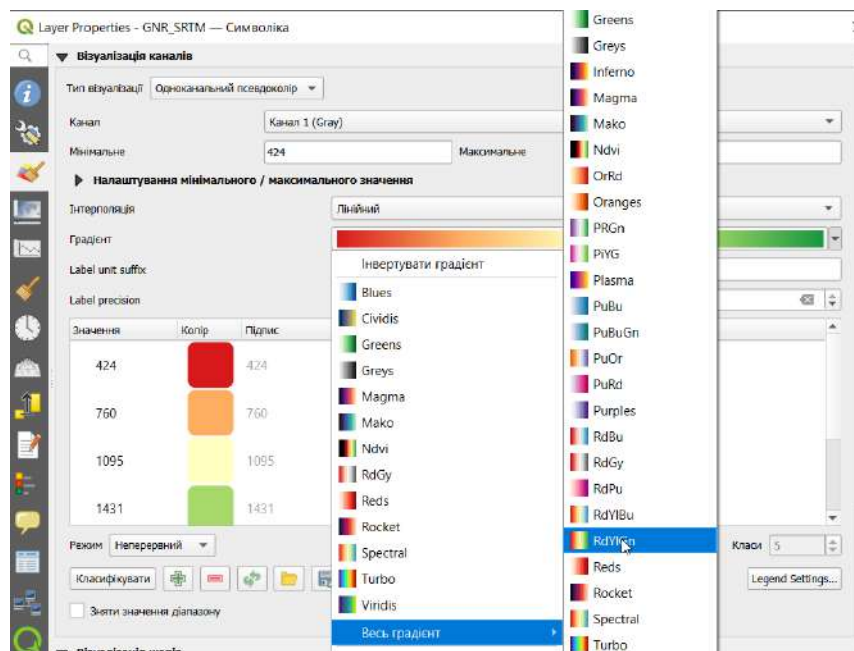
	fid	ID	ELEV
1	1	0	500
2	2	1	1250
3	3	2	750
4	4	3	1000
5	5	4	1000
6	6	5	750
7	7	6	500
8	8	7	750
9	9	8	500
10	10	9	1000
11	11	10	750
12	12	11	750
13	13	12	750

Ці дані можна використати для нанесення на карту висотних відміток ізоліній. Перемістіть також під шар ізоліній шар вершин і шар меж заповідника.

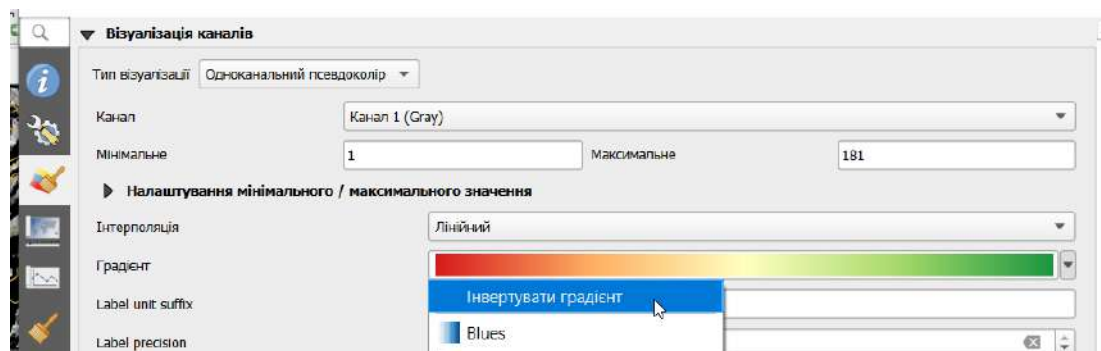




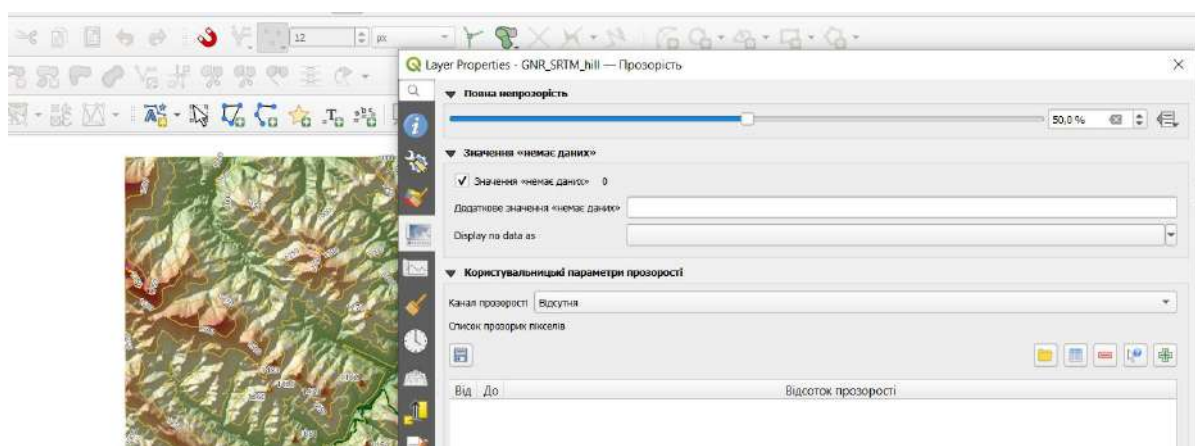
Залишилось зробити фінальну візуалізацію шарів та макет карти. Клікніть двічі мишкою по шару GNR_SRTM у вікні шарів і оберіть меню «Символіка». Тип візуалізації «Одноканальний псевдоколір» і відповідну кольорову схему.



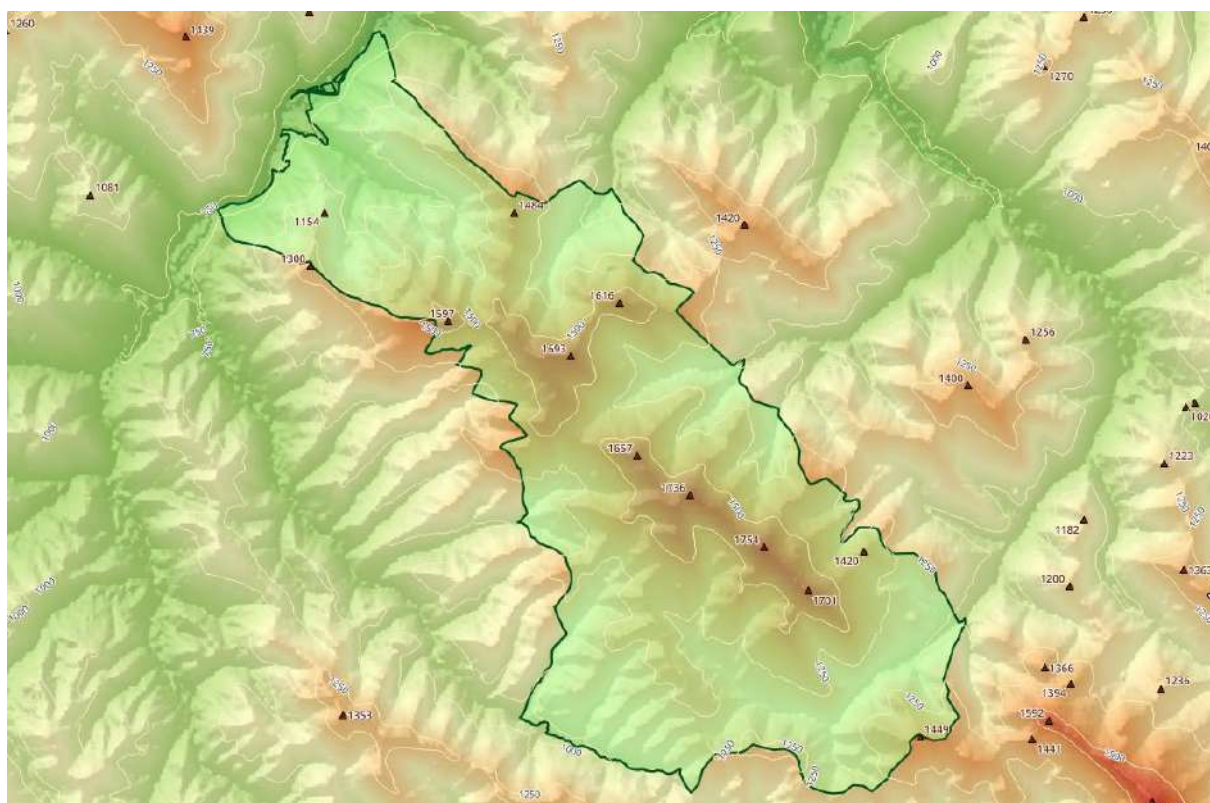
Оскільки червоними віддінками прийнято позначати великі висоти, обраний градієнт потрібно інвертувати.



Після цього натисніть кнопку «Ок» і у списку шарів ви побачите нову візуалізацію шару, однак у вікні карти шар невидимий, оскільки перекривається відмивкою. Щоб налаштувати рельєфне відображення, шар відмики потрібно зробити напівпрозорим. Виставте прозорість шару на 50% і натисніть «Ок».



Збільшіть зображення до меж заповідника. Якщо вас не влаштовує візуалізація окремих шарів – саме час її доналаштувати.



Підготуйте макет карти до друку і завантажте карту у графічному форматі на гугл-диск для оцінювання.

Рекомендована література

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. Посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець – Львів : «Простір-М», 2015. – 284с. Режим доступу: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота №17-18

Тема: Координатна прив'язка сканованих картографічних матеріалів. Цифрування сканованих карт.

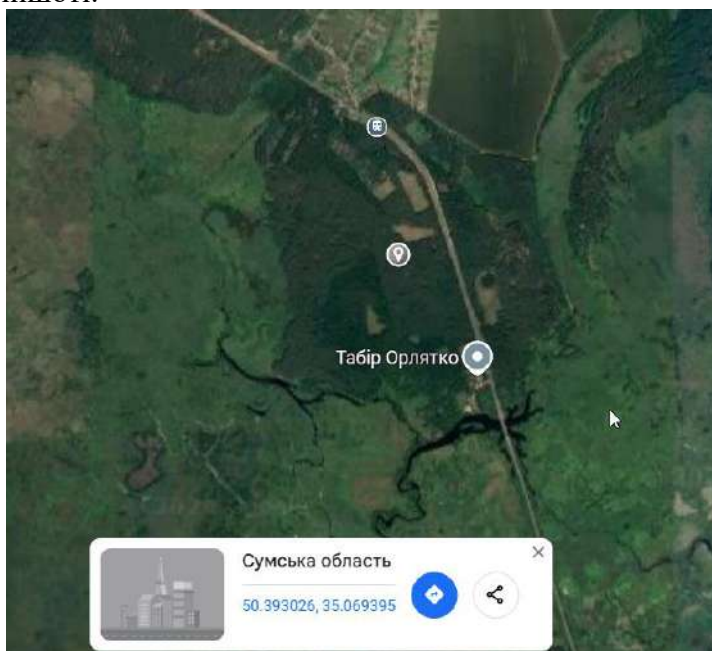
Мета: навчитись прив'язувати скановані картографічні матеріали до географічних координат та оцифровувати їх.

Теоретичні питання

1. Загальні принципи організації та функціонування ГІС.
2. Структура та функції ГІС.
3. Апаратне забезпечення ГІС.
4. Програмне забезпечення ГІС.

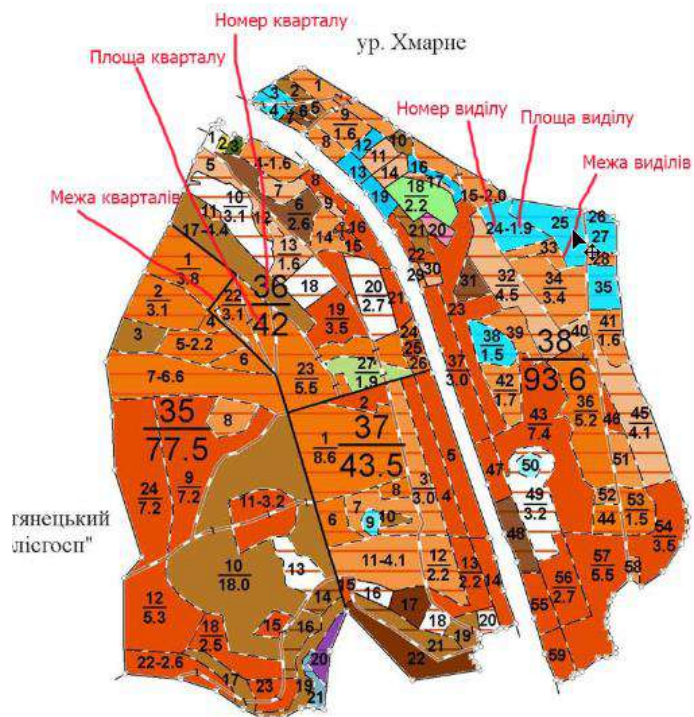
Хід роботи

Територія картування. У цій роботі ми здійснимо картування території урочища Хмарне, яке входить до складу Гетьманського НПП (Сумська область). Вигляд лісового масиву і його координати ви можете бачити на скріншоті.

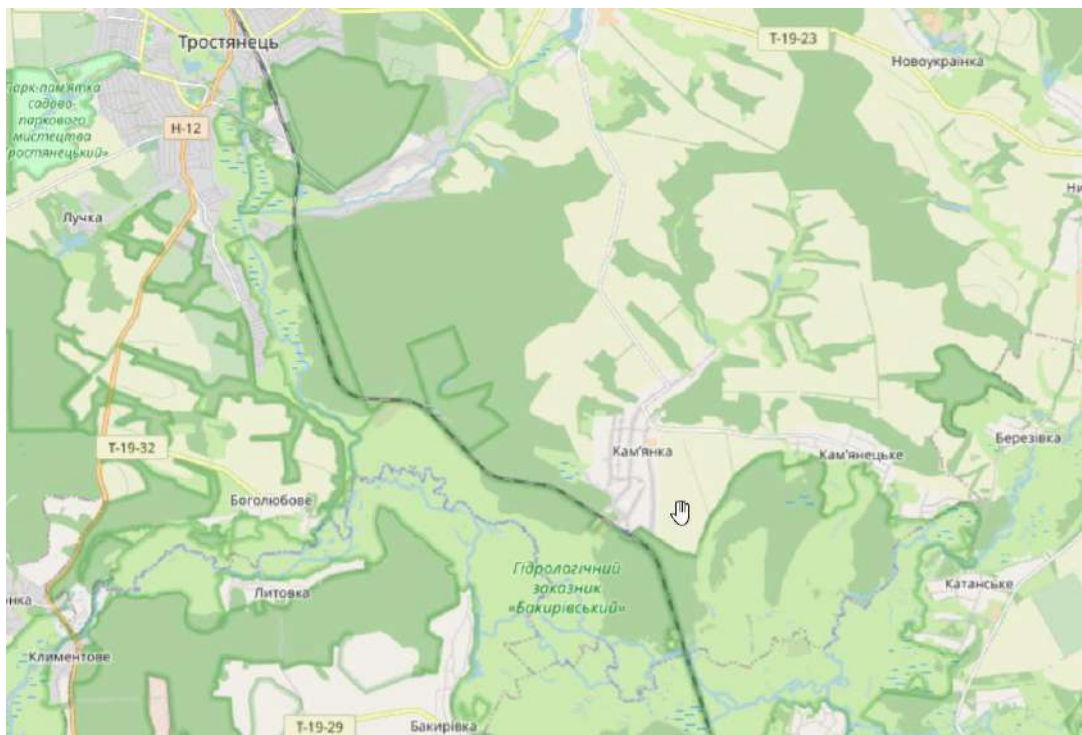


У якості вихідних даних маємо сканований фрагмент матеріалів лісовпорядкування (повидільної карти) (<https://drive.google.com/file/d/1o3>), який потрібно прив'язати до географічних координат, оцифрувати межі виділів і кварталів, присвоївши кожному векторному полігону набір атрибутів:

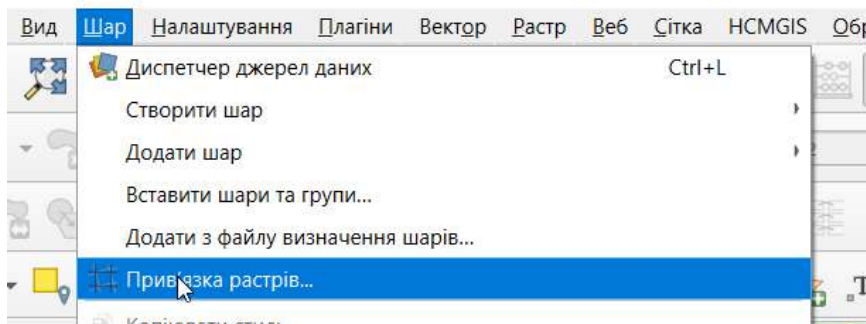
номер кварталу (KAWN), номер виділу (KAVN), площа виділу (area) (за наявності даних), головна порода (KAPL) та вік головної породи (KAGV). Два останні параметри потрібно визначити за легендою карти.



Прив'язка сканованої карти до географічних координат. Відкрийте Q-GIS і створіть новий проект. У якості картооснови завантажте OSM standart. За нею ми будемо проводити координатну прив'язку. Знайдіть територію картування на OSM. Це не складно, оскільки межі національних парків на ній відображені. Територія картування лежить праворуч від надпису «Гідрологічний заказник «Бакирівський».



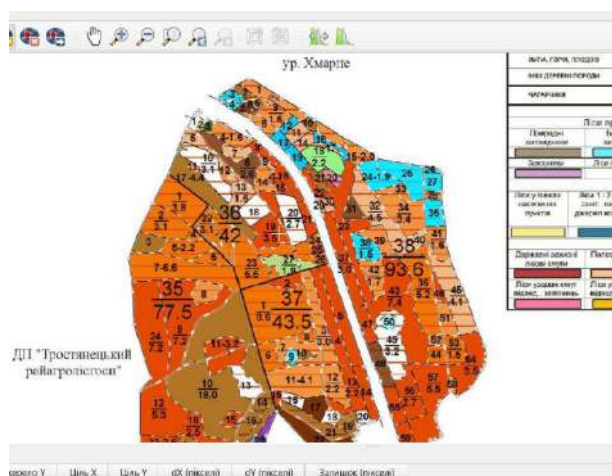
Для того щоб розпочати прив'язку карти відкрийте в Q-GIS меню «Шар» та оберіть «Прив'язка растрів».



У вікні інструменту привязки оберіть «Відкрити растр» та задайте шлях до сканованої карти.



Уважно розгляньте карту лісовпорядкування урочища та виділіть ключові точки, які можна однозначно ідентифікувати на карті OSM. Для початку достатньо буде 5-6 точок з різних ділянок території.



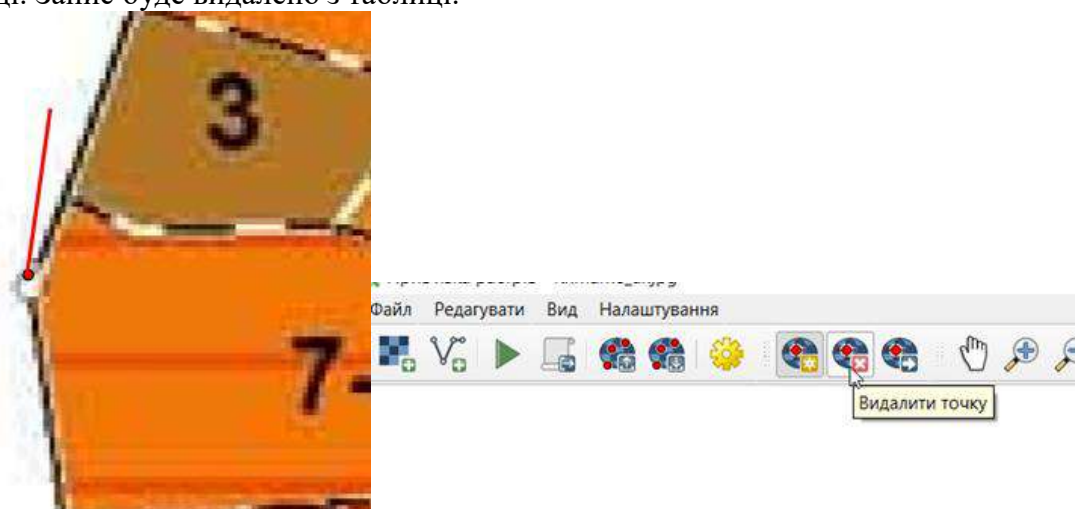
Клікніть мишкою по першій точці прив'язки. Відкриється вікно, у якому потрібно задати координати точки. Її положення можна вказати на картооснові OSM.



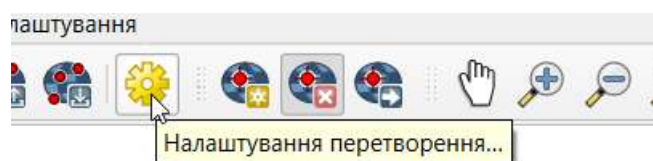
Обираємо варіант «З карти» і на карті мишкою обираємо потрібну точку. Натискаємо «Ок». У таблиці контрольних точок з'явиться перший запис. Задайте аналогічним чином ще 4-5 точок. Після цього таблиця контрольних точок буде мати приблизно такий вигляд:

Enabled ▾	Ідентифікатор	Джерело X	Джерело Y	Ціль X	Ціль Y	dX (пікселі)	dY (пікселі)	Залишок (пікселі)
✓	0	379.909960	-611.562374	35.065668	50.401972	-1.401551	2.197362	2.606290
✓	1	440.495976	-573.428823	35.068032	50.402950	-1.099907	2.205970	2.464975
✓	2	345.696680	-631.520121	35.064250	50.401512	-3.707515	0.207556	3.713320
✓	3	668.584507	-718.478873	35.077168	50.398974	6.150379	12.172207	13.637807
✓	4	218.822435	-898.811368	35.059627	50.395405	4.061922	-29.040291	29.322989
✓	5	674.999497	-1192.4754	35.077023	50.386812	-4.003327	12.257195	12.894396

Зверніть увагу на останню колонку. За нею можна оцінити точність прив'язки. Чим менше значення – тим більша точність. Ця цифра у вікні прив'язки передається як вектор певної довжини. Точка №4 явно задана помилково і її варто видалити. Оберіть відповідний інструмент і клікніть мишкою по точці. Запис буде видалено з таблиці.

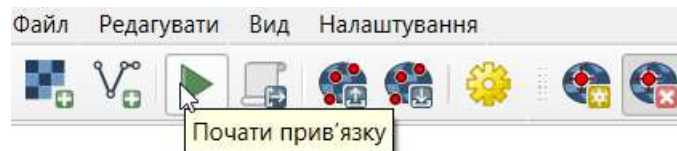


Після цього можна починати прив'язку. Оберіть інструмент налаштування перетворення.

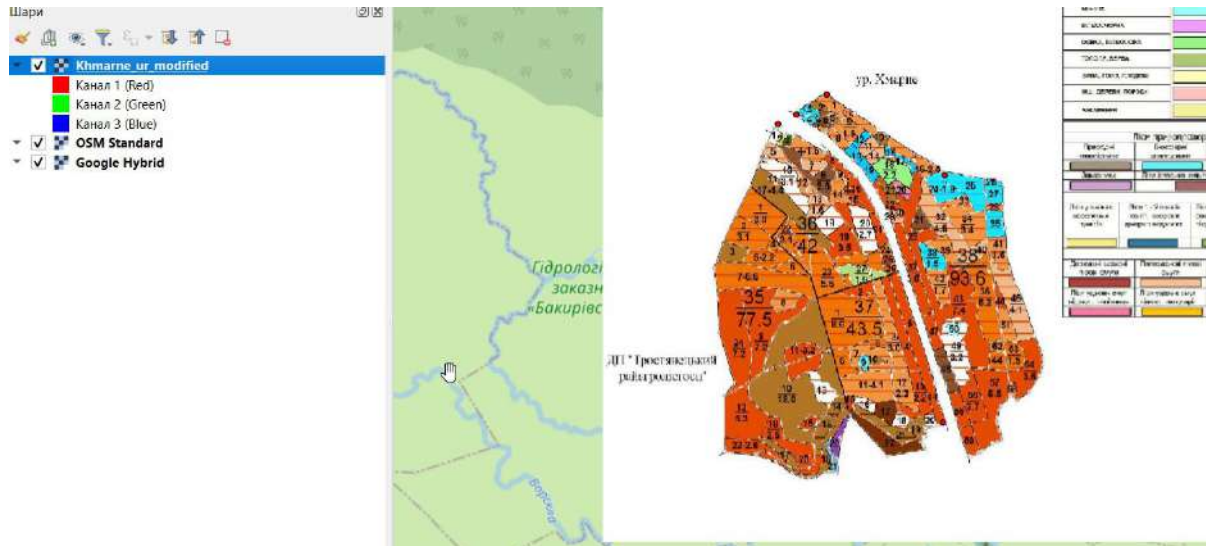


У вікні, що відкриється, всі налаштування можна залишити за замовчуванням. Потрібно лише задати шлях збереження і назву файлу з результатом. Як правило програма пропонує використати

назву вихідного файлу. З цим можна погодитись і натиснути «Ок». Щоб розпочати прив'язку потрібно обрати відповідний інструмент:

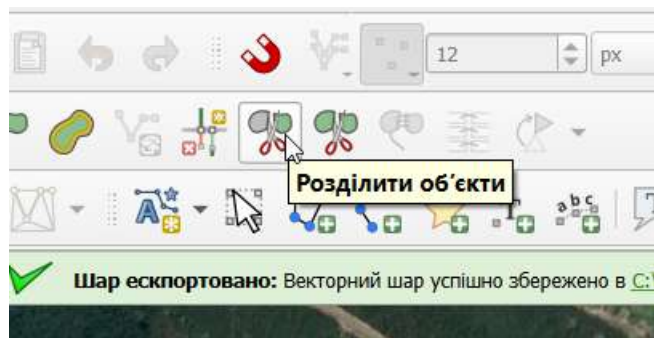


У випадку успішного завершення процесу у верхній частині вікна з'явиться відповідне повідомлення. Перейдіть в основне вікно програми. Переконайтесь, що у списку шарів та у вікні програми з'явився новий растровий шар.

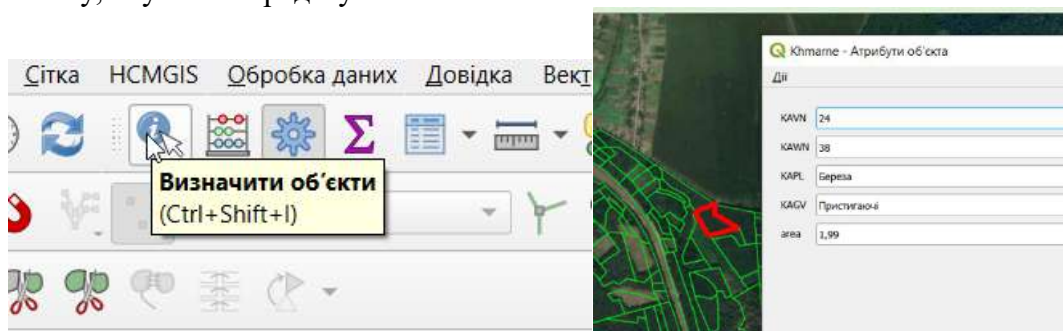


Вимкніть його і увімкніть кілька разів, порівнюючи з картоосною. Якщо помітні неточності прив'язки – її потрібно вдосконалити. Визначте ще ряд контрольних точок, які можна використати для покращення результату. Перейдіть знову у вікно прив'язки і додайте контрольні точки. Для покращення результату можете використати космічний знімок Гугл. Проекспериментуйте з параметрами перетворення. Оберіть тип перетворення поліноміальний 1 або 2. Запустіть прив'язку і порівняйте результат з попереднім. Аналогічно можна проекспериментувати з методами інтерполяції та компресії. Враховуйте, що кожен наступний тип перетворення потребує більшої кількості контрольних точок. Оберіть оптимальний варіант прив'язки та збережіть результат.

Використовуючи інструменти оцифровування, описані у четвертій роботі, переведіть дані з карти лісовпорядкування у векторний формат. При створенні шейп-файлу з полігональною геометрією потрібно передбачити наявність необхідних атрибутів у таблиці, які потрібно буде вводити у відповідні поля при оцифровуванні виділів і кварталів (номер кварталу (KAWN), номер виділу (KAVN), площа виділу (area) (за наявності даних), головна порода (KAPL) та вік головної породи (KAGV). З метою оптимізації робочого процесу доцільно спочатку оцифрувати контур урочища. Потім за допомогою відповідного інструменту розділити його на квартали, заносючи їх номери в таблицю атрибутів. Це дозволить уникнути введення номера кварталу для всіх виділів у його межах. Після цього квартали потрібно розділити на виділи, вводячи при цьому їх атрибути в таблицю.

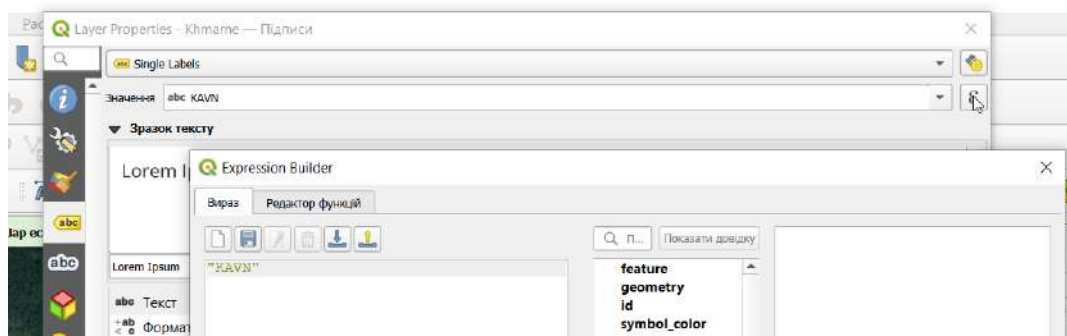


Заповнення таблиці атрибутів можна зробити і після створення всієї сітки. Якщо в режимі редагування сітки скористатись інструментом визначення об'єктів – відкриється таблиця атрибутів обраного полігону, яку можна редагувати.



Після того, як буде створена повидільна сітка і заповнені всі доступні атрибути, векторний шар можна візуалізувати, використавши для цього один із атрибутів шару. Наприклад, головну породу. Розробіть самостійно легенду для такої візуалізації на основі легенди з карти лісовпорядкування.

Також є сенс підписати полігони, зазначивши номер виділу і кварталу. Для цього можна використати конкатенацію даних. Перейдіть у меню підписування об'єктів, оберіть одиничний підпис і запустіть редактор виразів біля рядка значень.



Нам потрібно об'єднати в одному підписі номер кварталу і виділу. Для цього можна скористатись такою формулою:

2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота №19

Тема: Проектування тематичних карт екологічного змісту.

Мета: навчитися проектувати тематичні карти екологічного змісту.

Теоретичні питання

1. Джерела, стандарти та формати даних.
2. Введення, виведення та представлення даних у ГІС.
3. Формалізація геоданих у ГІС.
4. Растрове подання геоданих.
5. Векторне подання геоданих.
6. Представлення у ГІС атрибутивної інформації.
7. Типи космічних знімків та їхні якісні характеристики.
8. Дешифрування природно-антропогенних об'єктів.
9. Глобальна система позиціонування.

Хід роботи

Напишіть проект підготовки тематичної екологічної карти згідно такої схеми:

- Призначення.
- Цільова аудиторія.
- Необхідні дані.
- Можливі джерела отримання даних.
- Методи роботи з даними у ГІС, які планується використати.
- Особливості дизайну карти (методи візуалізації даних, кольорові схеми, додаткові елементи, тощо).

Підготовлений проект тематичної карти завантажте на гугл-диск для оцінювання.

Рекомендована література

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. Посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець – Львів : «Простір-М», 2015. – 284с. Режим доступу: https://wwf.eu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота №20-21

Тема: Укладання тематичної карти екологічного змісту на основі розробленого проекту. Захист проекту.

Мета: навчитись створювати тематичну карту на основі розробленого проекту та захищати свою роботу.

Теоретичні питання

1. Картометричні операції у ГІС.
2. Просторово-часова статистика.
3. Оверлейний аналіз у ГІС.
4. Алгоритм проектування ГІС.
5. Огляд різних підходів до використання ГІС в екології та природоохоронній справі.

Хід роботи

Згідно розробленого проекту зберіть дані, виконайте необхідні маніпуляції та візуалізуйте їх. На основі отриманих картографічних шарів створіть макет карти та підготуйте її до друку, зберігши в одному з графічних форматів. При укладанні карти дотримуйтесь загальних вимог до дизайну карт.

Підготовлений макет тематичної карти у графічному форматі завантажте на гугл-диск для оцінювання.

Підготуйте коротку доповідь з презентацією (на 5 хв.) про процес і результат виконання роботи. Структура доповіді має відповідати розробленому проекту підготовки карти. Зверніть увагу на можливі відхилення кінцевого результату від початкового проекту.

Рекомендована література

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець – Львів : «Простір-М», 2015. – 284с. Режим доступу: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т.Ямелинець. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник. – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>

Лабораторна робота №22

Тема: Узагальнення, модульна контрольна робота №2.

Мета: проміжний контроль знань.

Перелік питань до контрольної роботи

1. Теоретичні основи екологічного картографування.
2. Значення законів та принципів екології для екологічного картографування. Класифікація інформаційних джерел екологічного картографування по застосуванню наукових методів та технічних прийомів.
3. Інтеграція показників екологічного картографування.
4. Способи картографічного зображення об'єктів і явищ.
5. Колір – основний зображувальний засіб на карті.
6. Способи картографічного зображення.
7. Об'єкти екологічного картографування та їх локалізація.
8. Картографічна генералізація та її сутність.
9. Проектування та складання карт.
10. Складання карт екологічних ситуацій.
11. Завдання комплексного екологічного картографування.
12. Прикладне значення екологічного картографування.
13. Загальні принципи організації та функціонування ГІС.
14. Структура та функції ГІС.
15. Апаратне забезпечення ГІС.

16. Програмне забезпечення ГІС.
17. Джерела, стандарти та формати даних.
18. Введення, виведення та представлення даних у ГІС.
19. Формалізація геоданих у ГІС.
20. Растрове подання геоданих.
21. Векторне подання геоданих.
22. Представлення у ГІС атрибутивної інформації.
23. Типи космічних знімків та їхні якісні характеристики.
24. Дешифрування природно-антропогенних об'єктів.
25. Глобальна система позиціонування.
26. Картометричні операції у ГІС.
27. Просторово-часова статистика.
28. Оверлейновий аналіз у ГІС.
29. Алгоритм проектування ГІС.
30. Огляд різних підходів до використання ГІС в екології та природоохоронній справі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна:

1. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посібник / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець – Львів : «Простір-М», 2015. – 284с. Режим доступу: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_.pdf
2. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
3. Кравців С.С. Картографія і картографічне креслення. Лабораторний практикум : навчальний посіб. (видання 2-ге доповнене і доопрацьоване) / С. С. Кравців, П. С. Войтків, М. В. Кобелька. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2015. – 164 с.
4. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних : курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 198 с.
5. Янковська Л.В. Математичні методи в екології: навчальний посібник для вузів – Тернопіль: ТНПУ, 2017. – 114с.

Додаткова:

1. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
2. Морозов В.В. ГІС в управлінні водними і земельними ресурсами [Текст]: Навч. посіб. / В.В. Морозов; Херсонський державний університет. – Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. – 91 с.
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник – Чернівці, 2012.– 273с. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789>
4. Тарасова В.В., Парфенцева Н.О., Ковалевська І.М. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2013. – 295 с.

Інтернет-ресурси:

1. Офіційний сайт Q-GIS; URL: <https://qgis.org/ru/site/forusers/download.html>
2. ArcGISOnline; URL: <https://www.arcgis.com/index.html>
3. Q-GIS Tutorial and Tips. URL: <https://www.qgistutorials.com/ru/index.html>