

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного гос-
подарства

Кафедра гідротехнічного будівництва та гідравліки

01-04-76М

Методичні вказівки

до лабораторних занять та самостійного вивчення
навчальної дисципліни **«Основи гідроінформатики»**
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології» спеціальності 194
«Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»
всіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІЕАВГ
Протокол № 2 від 29.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійного вивчення навчальної дисципліни «**Основи гідроінформатики**» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» всіх форм навчання. [Електронне видання] / Новачок О. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 85 с.

Укладач: **Новачок О. М.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки.

Відповідальний за випуск: **Волк Л. Р.**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки.

Гарант освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» **Хлапук М. М.**, д.т.н., професор кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки.

© О. М. Новачок, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

1. Загальні вказівки	4
1.1. Загальні рекомендації до вивчення дисципліни	4
1.2. Мета та завдання навчальної дисципліни	4
1.3. Рекомендована література	5
2. Методичні рекомендації до лабораторних занять та самостійного вивчення навчальної дисципліни.....	6
2.1. Теоретична частина.....	6
Тема 1: Місце інформаційних технологій у водному господарстві.....	6
Тема 2: Геоінформаційні системи (ГІС).....	9
Тема 3: Векторний і растровий формати даних.....	12
Тема 4: Дистанційне зондування Землі.....	15
Тема 5: Система підтримки аналізу географічних ресурсів - Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS)	19
Тема 6: Програмне забезпечення для управління водними ресурсами	22
Тема 7: Вільна СУБД MariaDB (MySQL).....	26
Тема 8: Мова програмування і програмне середовище R.....	30
Тема 9: Штучні нейронні мережі.....	34
2.2. Лабораторні заняття	38
Лабораторне заняття 1. Встановлення операційної системи Linux (Ubuntu).....	38
Лабораторне заняття 2. Робота з командним рядком операційної системи Linux	42
Лабораторне заняття 3. Встановлення вільної геоінформаційної системи QGIS в операційній системі Linux.....	47
Лабораторне заняття 4. Векторний і растровий формати даних.....	51
Лабораторне заняття 5. Дистанційне зондування землі.....	55
Лабораторне заняття 6. Система підтримки аналізу географічних ресурсів - Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS).....	59
Лабораторне заняття 7. Програмне забезпечення для гідрологічного моделювання систем Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)	63
Лабораторне заняття 8: Програмне забезпечення для аналізу річкових систем Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS).....	66
Лабораторне заняття 9: Встановлення вільної СУБД MariaDB (MySQL) в операційній системі Linux. Робота з тестовими даними.....	70
Лабораторне заняття 10: Мова програмування R в операційній системі Linux	74
Лабораторне заняття 11: Візуалізація даних за допомогою ggplot2	78
Лабораторне заняття 12: Програмне забезпечення для штучних нейронних мереж.....	82

1. Загальні вказівки

1.1. Загальні рекомендації до вивчення дисципліни

Освітній компонент ДЗ6 «Основи гідроінформатики» є складовою частиною обов'язкових компонентів освітньої програми для підготовки студентів за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології».

Гідроінформатика - це дисципліна та технологія, що стосується використання досягнень у галузі інформаційно-комунікаційних технологій, комп'ютерних наук та обчислювального інтелекту для вирішення проблем водного середовища. Вона розглядає ланцюжок: дані-моделі-рішення-люди, використовує системний підхід і прагне визначити оптимальні рішення у контексті різноманітних зацікавлених сторін. Математичне комп'ютерне моделювання є основою підходу гідроінформатики. Завдяки універсальності підходу сфера застосування гідроінформатики дуже широка: річкові басейни, управління водними ресурсами, управління підземними водами, управління ризиками повені, оптимізація пласта, управління прибережними системами, системи навколишнього середовища, міські системи водопостачання та ін.

Перша у світі магістерська програма з Гідроінформатики розпочалася в 1990 році в Інституті водної освіти Делфта (Нідерланди) (IHE Delft Institute for Water Education) (раніше UNESCO-IHE).

1.2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Основи гідроінформатики» є оволодіння студентами сучасними методами та засобами прийняття інженерних рішень у водогосподарській галузі на засадах математичного моделювання та комп'ютерних технологій; формування у студентів системного, аналітичного мислення для оцінки ситуацій, що виникають

Основним завданням вивчення дисципліни «Основи гідроінформатики» є:

- ознайомлення студентів з можливостями сучасного математичного апарату та інформаційних (комп'ютерних) засобів з метою використання їх у водогосподарській галузі;
- розкриття можливості сучасного апаратного та програмного забезпечення для вирішення водогосподарських проблем;
- розкриття можливостей ефективного застосування інформаційних технологій в інженерній діяльності у водогосподарській галузі.

Після вивчення дисципліни студенти повинні **знати**:

- основні терміни інформаційних технологій;

- основні поняття та види геоінформаційних систем та технологій;
 - суть векторного і растрового формату даних, їх відмінність і сфери застосування;
 - основні поняття дистанційного зондування Землі;
 - основні поняття штучних нейронних мереж;
 - основне програмне забезпечення для управління водними ресурсами, виконання гідравлічних та гідрологічних розрахунків;
- Після вивчення дисципліни студенти повинні **вміти**:
- використовувати геоінформаційні системи, джерела публічної інформації, спеціалізоване програмне забезпечення для вирішення водогосподарських проблем.

1.3.Рекомендована література

Основна

1. Самойленко В. М. Географічні інформаційні системи та технології: підручник. К. : Ніка-Центр, 2010. 448 с.
2. Saeid Eslamian, Faezeh Eslamian. Handbook of HydroInformatics: Volume I: Classic Soft-Computing Techniques. Elsevier, 2023. 484 p.
3. Saeid Eslamian, Faezeh Eslamian. Handbook of HydroInformatics: Volume II: Advanced Machine Learning Techniques. Elsevier, 2023. 420 p.
4. Saeid Eslamian, Faezeh Eslamian. Handbook of HydroInformatics: Volume III: Water Data Management Best Practices. Elsevier, 2023. 422 p.
5. Fatwa Ramdani. Exploring the Earth with QGIS: A Guide to Using Satellite Imagery at Its Full Potential (Springer Remote Sensing/Photogrammetry). Springer, 2023. 243 p.
6. ggplot2 Elegant Graphics for Data Analysis. Hadley Wickham. Springer, 2016. 268 p.

Допоміжна

7. Білик В. М., Костирко В. С. Інформаційні технології та системи : навч. посіб. Київ : ЦНЛ, 2006. 232 с.

Інформаційні ресурси

8. Сайт розробників програмного забезпечення вільної геоінформаційної системи QGIS та документація до неї.
URL: <http://www.qgis.org/uk/docs/index.html>
9. Сайт розробників програмного забезпечення для управління водними ресурсами та документація до нього.
URL: <http://www.hec.usace.army.mil/>
10. Європейський інформаційний сайт з гідроінформатики.
URL: <http://www.hydroinformatics.org/index.php>

11. Сайт розробників мови програмування R, програмного середовища для статистичних обчислень, аналізу та представлення даних в графічному вигляді. URL: <https://cran.r-project.org/>
12. Сайт розробників системи підтримки аналізу географічних ресурсів - Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS)
URL: <https://grass.osgeo.org/>
13. Сайт розробників вільної системи управління базами даних MariaDB.
URL: <https://mariadb.com/> .

2.Методичні рекомендації до лабораторних занять та самостійного вивчення навчальної дисципліни

2.1. Теоретична частина

Тема 1: Місце інформаційних технологій у водному господарстві

Вступ

Сьогодні інформаційні технології (ІТ) стали невід'ємною частиною управління водними ресурсами та вирішення різних проблем, пов'язаних з водними об'єктами. Використання ІТ у водному господарстві охоплює широкий спектр застосувань, включаючи збір, обробку, моделювання та аналіз даних. Важливо розуміти, що саме гідроінформатика допомагає приймати обґрунтовані рішення на базі великої кількості даних про водні ресурси.

1. Значення інформаційних технологій у водному господарстві

Інформаційні технології мають величезний вплив на управління водними ресурсами завдяки можливості автоматизованого збору та обробки даних, швидкому доступу до інформації, розвитку моделей для прогнозування та аналізу.

Основні напрямки застосування ІТ у водному господарстві:

- **Збір даних:** автоматизовані системи збору даних із датчиків, супутників, метеостанцій тощо.
- **Моделювання:** використання моделей для прогнозування якості води, моделювання водних процесів, управління паводками, контролю рівня води.
- **Аналіз даних:** збереження, обробка та візуалізація великої кількості даних для прийняття рішень.
- **Моніторинг:** дистанційний контроль за станом водних об'єктів і інфраструктури.
- **Управління ресурсами:** інтегроване управління водними ресурсами з використанням геоінформаційних систем (ГІС) та інших

технологій.

2. Основні інформаційні технології, що використовуються у водному господарстві

2.1. Геоінформаційні системи (ГІС)

ГІС дозволяє об'єднувати просторові дані з різних джерел та створювати карти, що відображають стан водних ресурсів. Це важливий інструмент для:

- Візуалізації водних об'єктів;
- Моделювання паводків, ерозії, опадів тощо;
- Створення інтерактивних карт, що відображають інформацію про забруднення, рівень води, інфраструктуру.

2.2. Системи дистанційного моніторингу

Системи дистанційного моніторингу базуються на використанні датчиків та супутників для збору даних про водні ресурси. Сучасні датчики можуть вимірювати такі параметри, як:

- Рівень води;
- Температура;
- Швидкість течії;
- Якість води (рівень забруднення, вміст кисню тощо).

Ці дані можуть надходити в реальному часі на сервери для подальшої обробки.

2.3. Системи моделювання водних процесів

Моделювання є важливим компонентом у прогнозуванні та управлінні водними ресурсами. Системи моделювання дозволяють:

- Прогнозувати паводки;
- Оцінювати зміни клімату та їхній вплив на водні ресурси;
- Розробляти сценарії розвитку подій під впливом антропогенних чинників;
- Приймати управлінські рішення з урахуванням довгострокових прогнозів.

Серед популярних моделей можна виділити такі програми, як SWAT, HEC-RAS, MIKE та інші.

2.4. Великі дані та хмарні технології

Збір та зберігання великих обсягів даних про водні ресурси стає можливим завдяки розвитку хмарних технологій. Використання хмарних сервісів дозволяє:

- Забезпечити безперервний доступ до даних з будь-якої точки світу;

- Об'єднувати дані з різних джерел у єдиному інформаційному середовищі;
- Забезпечувати масштабованість для обробки великих масивів даних.

2.5. Моделі штучного інтелекту та машинного навчання

Штучний інтелект і машинне навчання дозволяють оптимізувати процеси управління водними ресурсами за допомогою аналізу великих масивів даних та розробки прогнозів:

- Виявлення закономірностей у поведінці водних об'єктів;
- Прогнозування майбутніх паводків або посух;
- Оптимізація використання водних ресурсів.

3. Переваги застосування інформаційних технологій у водному господарстві

- **Ефективність:** завдяки автоматизації знижуються витрати часу та ресурсів на збір даних та їх обробку.
- **Прогнозування та попередження катастроф:** можливість оперативного прогнозування надзвичайних ситуацій, таких як паводки або засухи, з метою запобігання їх наслідкам.
- **Моніторинг у реальному часі:** можливість отримувати актуальні дані про стан водних об'єктів і екосистем.
- **Покращення управлінських рішень:** завдяки точним даним і сучасним моделям прийняття рішень стає обґрунтованішим.

4. Виклики впровадження ІТ у водному господарстві

Незважаючи на очевидні переваги, впровадження ІТ у водне господарство має свої виклики:

- **Вартість впровадження:** Інформаційні системи та інфраструктура потребують значних інвестицій.
- **Навчання персоналу:** Важливо мати кваліфікованих фахівців, які вміють працювати з новими технологіями.
- **Технічне обслуговування:** Потрібні ресурси для підтримки систем у робочому стані та їх модернізації.

Висновок

Інформаційні технології відіграють ключову роль у сучасному водному господарстві. Завдяки ГІС, системам дистанційного моніторингу, моделям та іншим інструментам, гідроінформатика допомагає ефективніше керувати водними ресурсами, прогнозувати ризики та забезпечувати сталість водопостачання. У майбутньому роль ІТ лише зростатиме, що вимагатиме постійної адаптації до нових технологій та підвищення рівня кваліфікації фахівців.

Тема 2: Геоінформаційні системи (ГІС)

Вступ

Геоінформаційні системи (ГІС) є одним з ключових інструментів для управління, аналізу та візуалізації даних, пов'язаних з водними ресурсами. Вони об'єднують картографічну інформацію з іншими даними, що дозволяє користувачам досліджувати просторові зв'язки, закономірності та тенденції. У водному господарстві ГІС допомагає ефективніше управляти ресурсами, прогнозувати природні явища та попереджати небезпечні ситуації.

1. Основні поняття та структура ГІС

Геоінформаційна система (ГІС) – це програмно-апаратний комплекс, призначений для збору, зберігання, аналізу, візуалізації та обміну просторовими даними. ГІС поєднує дані, що описують певні об'єкти в просторі, з атрибутивними даними про їхні характеристики. Основними компонентами ГІС є:

1. **Просторові дані:** відображають розташування об'єктів на поверхні Землі у вигляді координат, геометричних фігур (точок, ліній, полігонів).
2. **Атрибутивні дані:** описують характеристики об'єктів (наприклад, тип водного об'єкта, його глибину, якість води, кліматичні умови).
3. **Програмне забезпечення:** системи ГІС, такі як ArcGIS, QGIS, GRASS GIS, які дозволяють виконувати аналіз даних, моделювання та візуалізацію.
4. **Апаратне забезпечення:** комп'ютери, сервери, системи зберігання даних, GPS-пристрої, дрони для збору просторових даних.
5. **Користувачі:** спеціалісти, які працюють з ГІС для аналізу, прийняття рішень та обробки даних.

2. Типи просторових даних у ГІС

ГІС обробляє два основні типи просторових даних:

1. **Растрові дані:** складаються з пікселів, кожен з яких має певне значення (наприклад, інтенсивність кольору або значення температури). Растрові дані часто використовуються для зображення супутникових знімків, карт рельєфу, карт розподілу температури, вологості, опадів тощо.
2. **Векторні дані:** складаються з геометричних об'єктів – точок, ліній та полігонів. Наприклад:
 - **Точки** використовуються для представлення об'єктів, таких як станції моніторингу якості води.
 - **Лінії** – для річок, водних мереж або трубопроводів.
 - **Полігони** – для опису водойм, басейнів річок, зон підтоплення.

3. Застосування ГІС у водному господарстві

ГІС дозволяє інтегрувати різні типи даних для вирішення завдань водного господарства. Ось деякі основні приклади застосування ГІС у водному секторі:

3.1. Управління водними ресурсами

- **Інвентаризація водних об'єктів:** створення карт водних ресурсів, річкових басейнів, водосховищ, ґрунтових вод тощо.
- **Визначення водозаборів та зон захисту:** допомагає визначити найбільш відповідні місця для водозабору або оцінити ризики забруднення джерел питної води.
- **Моніторинг рівня води та потоку:** ГІС дозволяє інтегрувати дані з датчиків рівня води в реальному часі, що дозволяє ефективно керувати запасами води.

3.2. Управління паводками та прогнозування підтоплень

Одним із головних напрямів використання ГІС у водному господарстві є попередження та мінімізація наслідків паводків. ГІС допомагає:

- **Аналізувати зони ризику підтоплень:** використання рельєфних карт та історичних даних для моделювання можливих зон затоплення.
- **Прогнозувати паводки:** інтеграція даних про опади, температуру, швидкість танення снігу дозволяє моделювати ситуації розвитку паводкових хвиль та розробляти превентивні заходи.

3.3. Контроль якості води

ГІС застосовується для моніторингу забруднення водних об'єктів:

- **Моніторинг забруднення:** відстеження концентрації забруднюючих речовин у воді, таких як важкі метали, нітрати, нафта, тощо.
- **Просторова візуалізація даних:** побудова карт розподілу забруднень, що дозволяє краще розуміти, які ділянки водних об'єктів піддаються забрудненню і з яких джерел воно може надходити.

3.4. Сільське господарство та зрошення

ГІС може допомогти оптимізувати використання води для сільського господарства:

- **Аналіз потреб у воді для зрошення:** побудова карт вологості ґрунтів, які дозволяють визначити необхідні обсяги води для зрошення.
- **Моніторинг та планування:** аналіз доступних водних ресурсів для визначення оптимальних термінів та способів зрошення.

4. Переваги використання ГІС у водному господарстві

Використання ГІС у водному господарстві має ряд суттєвих переваг:

1. **Інтеграція різних даних:** можливість об'єднувати дані з різних джерел (спутникові знімки, датчики, кліматичні моделі) у єдиному інформаційному просторі.
2. **Моделювання та прогнозування:** ГІС дозволяє проводити складні моделювання процесів, таких як паводки, зміну рівня води, прогнозування змін клімату тощо.
3. **Просторова візуалізація:** ГІС надає можливість побудови карт і візуалізацій, які дозволяють ефективно передавати складну інформацію в зручній для користувача формі.
4. **Підтримка прийняття рішень:** ГІС є важливим інструментом для розробки стратегій управління водними ресурсами, прийняття рішень щодо будівництва інфраструктури, зонування та охорони водних об'єктів.

5. Популярні програмні інструменти для роботи з ГІС

На сьогодні існує велика кількість програмного забезпечення для роботи з ГІС, серед яких:

1. **ArcGIS** – одна з найбільш відомих комерційних ГІС-платформ, що дозволяє виконувати широкий спектр завдань, від картографії до моделювання водних процесів.
2. **QGIS** – безкоштовна і відкрита ГІС-платформа, що користується великою популярністю завдяки своїй гнучкості та широкому набору інструментів.
3. **GRASS GIS** – одна з найбільш потужних безкоштовних ГІС-систем, яка використовується для аналізу просторових даних та моделювання екосистем.
4. **Google Earth Engine** – хмарна платформа для аналізу супутникових даних та великих просторових даних.

6. Виклики та обмеження застосування ГІС

Попри великі можливості, впровадження та використання ГІС має певні виклики:

- **Вартість впровадження:** деяке програмне забезпечення (наприклад, ArcGIS) може бути дорогим для ліцензування.
- **Складність навчання:** для ефективного використання ГІС потрібні навички роботи з просторовими даними та знання математичних і картографічних моделей.
- **Великі обсяги даних:** обробка великих масивів даних може вимагати потужного обладнання та серверів для зберігання інформації обсяги даних: обробка великих масивів даних може вимагати

потужного обладнання та серверів для зберігання інформації

Висновок

ГІС є невід'ємною частиною сучасного водного господарства та гідроінформатики. Вона дозволяє ефективно збирати, обробляти і аналізувати просторові дані, що дозволяє фахівцям приймати обґрунтовані рішення у питаннях управління водними ресурсами, моніторингу стану водних об'єктів та прогнозування надзвичайних ситуацій. З розвитком технологій роль ГІС буде лише зростати, що зробить цей інструмент ще більш важливим для управління водними системами.

Тема 3: Векторний і растровий формати даних

Вступ

Використання геоінформаційних систем (ГІС) у гідроінформатиці вимагає глибокого розуміння двох основних типів даних – **векторних** та **растрових** форматів. Ці формати є основою для зберігання, аналізу та візуалізації просторових даних. Вибір між векторними та растровими даними залежить від характеру задачі, яка вирішується, та особливостей даних, що використовуються.

1. Векторний формат

1.1. Основні поняття

Векторні дані зберігають географічні об'єкти у вигляді геометричних примітивів: точок, ліній і полігонів. Кожен географічний об'єкт має атрибути, що описують його характеристики.

- **Точка:** використовується для представлення об'єктів, які мають лише координати, наприклад, колодязі, станції моніторингу або датчики якості води.
- **Лінія:** представляє лінійні об'єкти, такі як річки, дороги, водопроводи. Лінія має довжину, але не має ширини.
- **Полігон:** використовується для об'єктів, які займають площу, наприклад, озера, водосховища, басейни річок. Полігон має площу і периметр.

1.2. Переваги векторних даних

1. **Точність:** Векторні дані забезпечують високу точність при представленні об'єктів, особливо коли йдеться про межі територій чи конкретні об'єкти, такі як будівлі або річки.
2. **Малий обсяг пам'яті:** Векторні дані, як правило, займають менше

пам'яті, ніж растрові дані, особливо при детальному описі невеликих об'єктів.

3. **Атрибутивні дані:** Кожен векторний об'єкт пов'язаний із базою атрибутивних даних, яка може містити додаткову інформацію про об'єкт (наприклад, назву, тип, дату створення).
4. **Гнучкість у масштабуванні:** Векторні дані легко масштабуються без втрати якості зображення, що робить їх зручними для використання у картах різного масштабу.

1.3. Недоліки векторних даних

1. **Складність при представленні безперервних поверхонь:** Векторні дані менш придатні для відображення безперервних змін, таких як зміна висоти рельєфу, температури або вологості.
2. **Складність обробки великих наборів даних:** Великий набір векторних даних може потребувати значних обчислювальних ресурсів для обробки.

2. Растровий формат

2.1. Основні поняття

Растрові дані складаються з двовимірної сітки пікселів (клітинок), кожен з яких має своє значення. Це може бути інтенсивність кольору, висота, температура чи будь-яка інша характеристика. Кожен піксель має фіксований розмір і займає певну площу на карті.

- **Піксель:** мінімальний елемент растрового зображення. Кожен піксель має свої координати та значення (наприклад, інтенсивність відтінку сірого або колір).
- **Роздільна здатність:** відображає розмір одного пікселя на місцевості. Висока роздільна здатність означає, що кожен піксель займає меншу площу і карта є більш детальною.

2.2. Переваги растрових даних

1. **Опис безперервних поверхонь:** Растрові дані відмінно підходять для відображення безперервних явищ, таких як рельєф, температура, вологості, забруднення або зміна висоти поверхні.
2. **Простота структури:** Растрові дані мають просту структуру, що робить їх зручними для обчислювальних операцій, таких як фільтрація, інтерполяція або обробка зображень.
3. **Широке застосування в супутникових знімках:** Супутникові знімки, аерофотозйомка та цифрові моделі рельєфу використовують растровий формат через його здатність зберігати детальні дані про великі території.

2.3. Недоліки растрових даних

1. **Великий обсяг пам'яті:** Растрові дані можуть займати значно більше місця на диску порівняно з векторними, особливо при високій роздільній здатності.
2. **Втрати точності при масштабуванні:** При збільшенні растрового зображення спостерігається пікселізація, що погіршує якість візуалізації.
3. **Складність зберігання атрибутивних даних:** Кожен піксель містить лише одне значення, що ускладнює зберігання додаткових атрибутів, як це можливо у векторних даних.

3. Основні відмінності між векторними та растровими даними

Параметр	Векторні дані	Растрові дані
Структура	Точки, лінії, полігони	Пікселі
Підходять для	Окремих об'єктів (річки, озера, дороги)	Безперервних поверхонь (рельєф, температура)
Зберігання атрибутів	Можливо зберігати багато атрибутів	Одне значення для кожного пікселя
Обсяг пам'яті	Зазвичай менший	Зазвичай більший
Масштабування	Без втрати якості	Втрата якості при масштабуванні (пікселізація)
Тип задач	Карти об'єктів, управління ресурсами	Супутникові знімки, моделі рельєфу

4. Використання векторних і растрових даних у гідроінформації

У водному господарстві як векторні, так і растрові дані широко використовуються для вирішення різних завдань:

4.1. Векторні дані

1. **Картографування річок, озер та водосховищ:** Векторні дані допомагають точно визначати розташування водних об'єктів, їх межі, гідрологічні характеристики.
2. **Інфраструктура водопостачання:** Векторні дані використовуються для картування та аналізу інфраструктури водопостачання, зокрема мереж водопроводів, станцій очищення води.
3. **Визначення басейнів річок:** Векторні полігони застосовуються для визначення меж басейнів річок та аналізу водозбору.

4.2. Растрові дані

1. **Цифрові моделі рельєфу (ЦМР):** Растрові дані застосовуються для

моделювання рельєфу, що допомагає аналізувати водостік, паводки та ерозію ґрунтів.

2. **Аналіз змін вологості:** Растрові дані використовуються для відображення змін вологості ґрунту або інших безперервних явищ.
3. **Супутниковий моніторинг:** Растрові супутникові знімки дозволяють оцінювати зміни в екосистемах, стан водних об'єктів та оцінювати якість води.

5. Використання векторних і растрових даних у гідроінформатиці

Векторні та растрові дані використовуються як у різних завданнях, так і спільно для комплексного аналізу в гідроінформатиці:

- **Векторні дані** часто використовуються для представлення конкретних об'єктів інфраструктури, таких як водозабірні споруди, річки, межі водозборів.
- **Растрові дані** використовуються для аналізу великих площ з безперервними змінами, таких як моделі рельєфу, супутникові знімки або температурні карти.
- **Комбіноване використання** дозволяє отримати максимально повну картину процесів і явищ у водному господарстві, поєднуючи точність векторних даних з глибиною та масштабом растрових.

Висновки

Розуміння різниці між векторними і растровими форматами даних є ключовим для успішної роботи в гідроінформатиці та водному господарстві. Обидва формати мають свої переваги та недоліки, і їх використання залежить від специфіки завдання. Векторні дані більше підходять для точних об'єктів з чіткими межами, тоді як растрові дані є незамінними для роботи з великими територіями та безперервними процесами.

Тема 4: Дистанційне зондування Землі

Вступ

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) — це метод отримання інформації про об'єкти та явища на поверхні Землі без безпосереднього контакту з ними. Воно включає збір, аналіз і інтерпретацію даних, які отримують за допомогою супутників, літаків, дронів або інших засобів, що фіксують електромагнітне випромінювання, яке випромінює або відбивається від об'єктів на поверхні Землі. У водному господарстві та гідроінформатиці ДЗЗ є важливим інструментом для моніторингу водних ресурсів, прогнозування паводків, оцінки змін клімату та аналізу стану водних екосистем.

1. Основні принципи дистанційного зондування

Дистанційне зондування базується на вимірюванні та інтерпретації електромагнітного випромінювання, яке відбивається від об'єктів на поверхні Землі. Цей процес включає наступні ключові етапи:

- **Джерело енергії:** Сонце є основним джерелом природного електромагнітного випромінювання, яке відбивається від поверхні об'єктів і фіксується сенсорами на борту супутників або інших платформ.
- **Взаємодія випромінювання з поверхнею:** Кожен об'єкт відбиває і поглинає випромінювання у різних кількостях і довжинах хвиль, що дозволяє ідентифікувати типи об'єктів та їхні характеристики.
- **Фіксація відбитого випромінювання:** Спеціальні сенсори (камери, радіолокатори, лазери) фіксують відбите випромінювання в різних діапазонах спектра, включаючи видимий, інфрачервоний та радіолокаційний діапазони.
- **Обробка та інтерпретація даних:** Зібрані дані обробляються за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для створення зображень, карт та аналітичних моделей, які використовуються для вирішення конкретних задач.

2. Технології дистанційного зондування

Існує кілька основних технологій дистанційного зондування, які використовуються для збору даних про Землю:

2.1. Пасивні системи

Пасивні системи зондування фіксують природне електромагнітне випромінювання, що випромінюється або відбивається об'єктами. Основним джерелом цього випромінювання є Сонце. Пасивні системи зазвичай працюють у видимому та інфрачервоному діапазонах спектра.

- **Супутникові знімки у видимому спектрі:** Вони використовуються для створення детальних карт місцевості, моніторингу змін поверхні Землі, зокрема водойм, лісових масивів та урбанізованих територій.
- **Інфрачервоне дистанційне зондування:** Дає можливість аналізувати теплові характеристики об'єктів. Наприклад, інфрачервоне випромінювання дозволяє фіксувати температурні аномалії або зміни вологості.

2.2. Активні системи

Активні системи використовують власне джерело випромінювання для отримання даних. Ці системи надсилають сигнал, який відбивається від поверхні об'єктів і повертається назад до сенсора для фіксації.

- **Радіолокаційне зондування (SAR):** Активна технологія, яка

використовує мікрохвильове випромінювання для створення високо-точних зображень поверхні Землі незалежно від погодних умов та часу доби. Радіолокаційні дані широко застосовуються для моніторингу змін рельєфу, вивчення процесів водостоку та аналізу динаміки паводків.

- **Лідар (LIDAR):** Технологія, яка використовує лазерне випромінювання для отримання тривимірних моделей рельєфу та об'єктів на поверхні Землі. Лідар використовується для точного моделювання рельєфу, визначення висоти рослинності, моніторингу берегових ліній та інфраструктури водопостачання.

3. Дистанційне зондування у водному господарстві та гідроінформації

3.1. Моніторинг водних ресурсів

Дистанційне зондування дозволяє фіксувати зміни у водних об'єктах та їхніх екосистемах. Супутникові знімки та дані, отримані з літаків, дозволяють:

- **Визначати площу водних поверхонь:** Використання мультиспектральних зображень дозволяє визначати зміни площі озер, водосховищ та річок, відслідковуючи сезонні коливання або зміни, спричинені антропогенними факторами.
- **Оцінювати рівень води та якість води:** Інфрачервоні та теплові знімки можуть бути використані для оцінки температури водних об'єктів, яка є індикатором різних процесів, зокрема забруднення або активності біологічних процесів.
- **Моніторинг стану льодового покриву:** В районах із сезонним льодовим покриттям, супутникові дані дозволяють спостерігати за процесами замерзання та танення льоду, що є важливим для оцінки паводкових ризиків.

3.2. Прогнозування паводків та управління ризиками

ДЗЗ має величезний потенціал для прогнозування паводків і зменшення їх наслідків. Це дозволяє:

- **Моделювати водозбірні басейни:** Використання цифрових моделей рельєфу (ЦМР) та радарних даних для точного визначення водозбірних басейнів та моделювання водостоку під час інтенсивних опадів.
- **Прогнозувати паводкові хвилі:** Дані дистанційного зондування використовуються для оцінки водоносності річок і визначення потенційних зон підтоплення. Зокрема, радіолокаційні знімки дозволяють в режимі реального часу оцінювати рівень води у річках під час сильних дощів.
- **Аналіз зон ризику підтоплення:** На основі аналізу даних рельєфу та гідрологічних моделей можна виявляти зони, найбільш схильні до

паводків, і вживати превентивних заходів для мінімізації збитків.

3.3. Оцінка змін клімату

Дистанційне зондування забезпечує довготривалі дані, що дозволяють відстежувати глобальні зміни клімату, які впливають на водні ресурси:

- **Танення льодовиків та снігового покриву:** Супутникові знімки дозволяють оцінювати зміну обсягів льодовиків і снігового покриву в різних регіонах планети. Це важливо для прогнозування змін рівня води в річках, що живляться талими водами.
- **Оцінка змін температури поверхні водних об'єктів:** Використання теплових сенсорів дає можливість спостерігати за змінами температури поверхні води, що є важливим індикатором змін клімату і впливу на екосистеми водойм.
- **Моніторинг прибережних зон:** ДЗЗ дозволяє відстежувати ерозійні процеси у прибережних зонах, які посилюються внаслідок підвищення рівня Світового океану і збільшення частоти та інтенсивності штормів.

3.4. Управління водними екосистемами

Дистанційне зондування допомагає здійснювати моніторинг стану водних екосистем і розробляти заходи для їхнього захисту:

- **Оцінка якості води:** Використання мультиспектральних даних дозволяє оцінювати стан води в озерах і річках на основі показників, таких як колір води, наявність зважених часток та інші фактори.
- **Моніторинг рослинності та водно-болотних угідь:** Дистанційне зондування допомагає оцінювати стан рослинності навколо водойм, відслідковувати її зміни внаслідок змін рівня води, засолення або антропогенних чинників.

4. Використання даних дистанційного зондування у гідроінформації

ДЗЗ є невід'ємною частиною гідроінформатики, оскільки надає великий обсяг просторових та часових даних, які використовуються для моделювання водних процесів і прийняття рішень. Основні застосування включають:

- **Інтеграція з ГІС:** Дані ДЗЗ використовуються разом із ГІС для створення комплексних моделей водних об'єктів та управління ними.
- **Автоматизоване отримання даних:** Дистанційне зондування дозволяє автоматично отримувати великі масиви даних, що значно полегшує моніторинг водних ресурсів та поліпшує точність прогнозів.

Висновок

Дистанційне зондування Землі є потужним інструментом для дослідження,

моніторингу та управління водними ресурсами. Завдяки можливості отримувати великі обсяги даних про стан водних об'єктів, ДЗЗ дозволяє вирішувати важливі завдання в гідроінформатиці, такі як прогнозування паводків, моніторинг стану водних ресурсів та оцінка змін клімату.

Тема 5: Система підтримки аналізу географічних ресурсів - Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS)

Вступ

GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) — це потужна, вільно поширювана, відкрита геоінформаційна система (ГІС), яка використовується для управління геопросторовими даними, їх аналізу та моделювання. Вона надає інструменти для обробки як векторних, так і растрових даних, створення цифрових моделей рельєфу, аналізу водних ресурсів, прогнозування природних явищ та інших видів просторового аналізу.

GRASS GIS є однією з найстаріших ГІС-платформ, яка почала розроблятися ще в 1982 році, і сьогодні її використовують тисячі користувачів по всьому світу для різних видів геоінформаційних досліджень, включаючи гідроінформатику.

1. Історія розвитку GRASS GIS

GRASS GIS була розроблена інженерами збройних сил США у рамках досліджень, пов'язаних з природоохоронними програмами. Основна мета розробки системи полягала у створенні інструменту для аналізу екологічних та геопросторових даних. З часом GRASS отримала значне поширення в наукових колах завдяки своїм можливостям роботи з великими обсягами географічних даних.

Система постійно розвивається завдяки міжнародній спільноті розробників і користувачів, і на сьогодні є одним із найпотужніших інструментів для наукового аналізу та моделювання у сфері гідроінформатики.

2. Основні функції та можливості GRASS GIS

GRASS GIS є мультифункціональною системою для управління геопросторовими даними, аналізу та моделювання. Вона підтримує як векторні, так і растрові дані, а також пропонує інструменти для роботи з цифровими моделями рельєфу, дистанційного зондування, аналізу гідрологічних процесів тощо. Основні функції GRASS GIS:

2.1. Обробка векторних і растрових даних

- **Векторні дані:** GRASS GIS підтримує роботу з точками, лініями та

полігонами, що дозволяє здійснювати широкий спектр операцій, таких як аналіз буферних зон, геометричні перетворення, просторовий пошук, об'єднання та інші види векторного аналізу.

- **Растрові дані:** GRASS GIS має потужні інструменти для аналізу растрових даних, таких як супутникові зображення або цифрові моделі рельєфу. Вона може обробляти великі растрові набори, виконуючи операції класифікації, інтерполяції, фільтрації, а також різні математичні операції над растровими шарами.

2.2. Цифрові моделі рельєфу (ЦМР)

GRASS GIS надає можливість створювати та аналізувати цифрові моделі рельєфу, що є ключовим для багатьох задач у водному господарстві. Основні функції для роботи з ЦМР включають:

- **Побудова профілів:** Визначення висотних профілів для аналізу рельєфу.
- **Визначення крутизни схилів:** Оцінка ухилів поверхні, що важливо для моделювання водного стоку.
- **Аналіз зони видимості:** Розрахунок зон видимості з певної точки для вивчення перспективних краєвидів чи об'єктів.
- **Гідрологічний аналіз:** Визначення напрямків водного стоку, аналіз водозбірних басейнів, побудова ізоліній тощо.

2.3. Гідрологічний аналіз

GRASS GIS пропонує широкий спектр інструментів для аналізу гідрологічних процесів. Це включає такі можливості, як:

- **Моделювання водозборів:** Визначення водозбірних басейнів на основі цифрових моделей рельєфу та аналіз водного стоку.
- **Прогнозування паводків:** Використання моделей для прогнозування розвитку паводкових хвиль на річках.
- **Аналіз водних потоків:** Моделювання напрямків і швидкостей потоків води, що дозволяє прогнозувати поведінку річок і струмків.

2.4. Інтеграція з дистанційним зондуванням

GRASS GIS підтримує обробку даних дистанційного зондування, таких як супутникові знімки або аерофотознімки. Вона може виконувати аналіз багато-спектральних даних, класифікацію зображень, інтерполяцію поверхонь та інші операції, пов'язані з аналізом просторових даних.

2.5. Створення карт і візуалізація даних

GRASS GIS дозволяє створювати високоякісні картографічні матеріали. Вона пропонує інструменти для створення як двовимірних, так і тривимірних карт,

що може бути корисним для аналізу рельєфу, водних ресурсів та інших природних об'єктів. Основні можливості включають:

- **2D-карти:** Побудова тематичних карт, зокрема карт використання земель, типів ґрунтів, водних об'єктів тощо.
- **3D-моделювання:** Створення тривимірних моделей рельєфу та об'єктів на поверхні Землі.

3. Використання GRASS GIS у водному господарстві та гідроінформації

GRASS GIS широко застосовується у водному господарстві та гідроінформації для вирішення багатьох задач, пов'язаних із моніторингом водних ресурсів, аналізом водозборів, прогнозуванням паводків та іншим просторовим моделюванням.

3.1. Моніторинг водних ресурсів

GRASS GIS дозволяє здійснювати комплексний моніторинг водних ресурсів, включаючи оцінку площі водних об'єктів, аналіз змін рівня води, моніторинг стану водно-болотних угідь та інших важливих екосистем. Інтеграція з даними дистанційного зондування дозволяє автоматично оновлювати інформацію про водні об'єкти та аналізувати їхній стан в реальному часі.

3.2. Моделювання водозборів

GRASS GIS широко використовується для моделювання водозбірних басейнів, аналізу напрямків водного стоку та оцінки ризику паводків. Це важливо для управління водними ресурсами, проектування гідротехнічних споруд і прогнозування наслідків екстремальних погодних явищ.

3.3. Прогнозування паводків та управління ризиками

GRASS GIS пропонує інструменти для аналізу водних потоків, моделювання паводкових хвиль та оцінки зон ризику підтоплень. Це дозволяє приймати більш точні рішення щодо попередження паводків та мінімізації їхніх наслідків.

3.4. Інтеграція з іншими системами

GRASS GIS може працювати у зв'язці з іншими геоінформаційними системами та базами даних, що робить її потужним інструментом для вирішення міждисциплінарних задач. Вона підтримує різні формати даних і може використовуватися у поєднанні з іншими ГІС, наприклад QGIS, а також з моделями для прогнозування кліматичних змін або екологічного моніторингу.

4. Практичні приклади використання GRASS GIS

4.1. Моделювання паводків у річкових басейнах

Одним з типових застосувань GRASS GIS у водному господарстві є моделювання паводкових хвиль. На основі цифрових моделей рельєфу та гідрологічних даних можна оцінювати швидкість і напрямок руху водних потоків у разі сильних опадів, що дозволяє прогнозувати можливі підтоплення.

4.2. Оцінка водного балансу

GRASS GIS використовується для оцінки водного балансу водозбірних басейнів. На основі аналізу опадів, випаровування, водного стоку та інших чинників можна моделювати зміну рівня води в річках та озерах, що є важливим для управління водними ресурсами.

Висновок

GRASS GIS є потужним інструментом для аналізу, управління та моделювання просторових даних, який широко застосовується у гідроінформатиці. Завдяки своїм широким можливостям, включаючи обробку векторних і растрових даних, моделювання гідрологічних процесів та створення цифрових моделей рельєфу, GRASS GIS допомагає вирішувати важливі задачі водного господарства. Вона інтегрується з іншими ГІС та системами моделювання, що робить її універсальним інструментом для наукових досліджень та управління природними ресурсами.

Тема 6: Програмне забезпечення для управління водними ресурсами

Вступ

Управління водними ресурсами є критичним завданням у багатьох сферах людської діяльності, зокрема у водному господарстві, сільському господарстві, міському плануванні, охороні довкілля та енергетиці. Сучасні технології допомагають удосконалити управління водними ресурсами за допомогою різноманітного програмного забезпечення, яке дозволяє проводити моніторинг, моделювання, прогнозування та аналіз даних, пов'язаних з водними процесами.

Ця лекція ознайомить студентів з основними програмними інструментами, які використовуються для управління водними ресурсами, їх функціональністю та ключовими особливостями. Ми розглянемо такі програмні продукти, як **HEC-RAS**, **SWAT**, **MIKE**, **MODFLOW**, а також інші програми, що використовуються для моделювання гідрологічних процесів, управління паводками та моніторингу водних систем.

1. Необхідність програмного забезпечення в управлінні водними ресурсами

Зважаючи на складність водних систем, великі обсяги даних і численні фактори, що впливають на їх функціонування (кліматичні зміни, антропогенний вплив, природні катастрофи), традиційні методи управління водними ресурсами стають недостатніми. Для ефективного управління потрібні інструменти, які можуть швидко та точно обробляти великі масиви даних, моделювати різні сценарії та надавати прогнози.

Програмне забезпечення для управління водними ресурсами дозволяє:

- Моделювати поведінку водних об'єктів за різних умов;
- Прогнозувати можливі сценарії розвитку подій (наприклад, паводки або посухи);
- Визначати ефективні стратегії управління водними ресурсами;
- Аналізувати вплив різних факторів на водні ресурси (клімат, землекористування, урбанізація тощо).

2. Огляд популярних програмних засобів для управління водними ресурсами

2.1. HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System)

HEC-RAS — це програмний комплекс, розроблений Інженерним центром гідрології (Hydrologic Engineering Center) для моделювання гідравлічних процесів у річках та відкритих каналах. HEC-RAS дозволяє моделювати одно- та двовимірні потоки води, здійснювати розрахунок рівня води, швидкості течії, а також прогнозувати затоплення територій.

Основні можливості:

- Моделювання паводків і затоплень;
- Розрахунок розподілу швидкостей і витрат води;
- Моделювання взаємодії між потоком і спорудами (дамбами, мостами, каналами);
- Оцінка впливу на річкові системи та навколишнє середовище.

Застосування в гідроінформатиці: HEC-RAS широко використовується для управління паводками, моделювання водозбірних басейнів, проєктування інфраструктурних об'єктів і планування захисту від повеней.

2.2. SWAT (Soil and Water Assessment Tool)

SWAT — це комплексна модель, розроблена для довгострокового прогнозування впливу землекористування, управління сільськогосподарськими землями та зміни клімату на водні ресурси. SWAT дозволяє аналізувати динаміку водного балансу, якість води, відтоки, ерозію ґрунту та інші екологічні параметри.

Основні можливості:

- Моделювання водного балансу у великих водозбірних басейнах;
- Аналіз впливу змін у землекористуванні та кліматі на водні ресурси;
- Прогнозування ерозії ґрунту та якості води;
- Визначення оптимальних практик управління сільськогосподарськими землями.

Застосування в гідроінформатиці: SWAT використовується для планування управління водними ресурсами у сільськогосподарських регіонах, оцінки впливу землекористування на якість води, а також моделювання впливу змін клімату на водні екосистеми.

2.3. MIKE (DHI Software)

MIKE — це програмний комплекс, розроблений компанією DHI (Danish Hydraulic Institute), який включає кілька модулів для моделювання різних аспектів водних процесів. MIKE використовують для аналізу річкових потоків, підземних вод, морських і прибережних систем, каналізаційних мереж та водних ресурсів загалом.

Основні модулі MIKE:

- **MIKE 11:** Моделювання річкових систем і каналів;
- **MIKE SHE:** Комплексне моделювання водозборів, включаючи поверхневі та підземні води;
- **MIKE URBAN:** Моделювання міських водних мереж (каналізаційні системи, водопостачання);
- **MIKE 21:** Моделювання прибережних процесів, морських хвиль та паводків.

Застосування в гідроінформатиці: MIKE широко використовується для комплексного управління водними ресурсами, моделювання паводків, управління стічними водами, оцінки впливу змін клімату та розвитку міської інфраструктури.

2.4. MODFLOW (Modular Groundwater Flow Model)

MODFLOW — це модель для моделювання руху підземних вод, розроблена Геологічною службою США (USGS). Вона є найбільш широко використовуваною програмою для аналізу гідродинамічних процесів у підземних водах.

Основні можливості:

- Моделювання руху підземних вод у водоносних горизонтах;
- Аналіз взаємодії між підземними водами та поверхневими водними об'єктами;
- Оцінка водозабору та поповнення підземних вод;
- Прогнозування наслідків використання підземних вод для водопостачання.

Застосування в гідроінформатиці: MODFLOW застосовується для управління підземними водами, проектування водозаборів, аналізу впливу

сільського господарства та промисловості на ґрунтові води.

3. Інтеграція різних програмних рішень

Важливим аспектом роботи з програмним забезпеченням для управління водними ресурсами є його здатність інтегруватися з іншими програмами, базами даних і геоінформаційними системами. Наприклад:

- **HEC-RAS** можна інтегрувати з **ArcGIS**, що дозволяє створювати карти зон затоплення;
- **SWAT** інтегрується з **QGIS**, що дозволяє аналізувати результати моделювання з використанням просторових даних;
- **MODFLOW** може працювати з ГІС для аналізу взаємодії між поверхневими і підземними водами.

Інтеграція даних із різних джерел дозволяє покращити точність моделювання, зменшити ризики і приймати обґрунтовані рішення для управління водними ресурсами.

4. Вибір програмного забезпечення

Вибір програмного забезпечення для управління водними ресурсами залежить від специфіки задачі, типу даних, які необхідно аналізувати, та ресурсів, доступних для виконання роботи. Основні фактори, які варто враховувати:

- **Масштаб аналізу:** Для великих водозбірних басейнів краще використовувати SWAT або MIKE SHE, а для місцевих систем водопостачання – MIKE URBAN.
- **Типи водних ресурсів:** Для підземних вод підходить MODFLOW, а для річкових і прибережних систем — HEC-RAS або MIKE.
- **Цілі аналізу:** Якщо задача полягає у прогнозуванні паводків, краще використовувати HEC-RAS або MIKE; для оцінки якості води — SWAT.

Висновок

Програмне забезпечення для управління водними ресурсами є незамінним інструментом для дослідження, моніторингу та управління водними системами. Використання таких програмних продуктів, як HEC-RAS, SWAT, MIKE, MODFLOW, дозволяє ефективніше прогнозувати та управляти водними ресурсами, що особливо важливо у світі, де кліматичні зміни та зростання населення спричиняють все більший тиск на водні ресурси.

У рамках гідроінформатики, студентам важливо ознайомитися з різними програмними інструментами, їх можливостями та принципами роботи, оскільки ці знання будуть необхідні для майбутньої практичної діяльності у сфері водного господарства.

Тема 7: Вільна СУБД MariaDB (MySQL)

Вступ

Управління водними ресурсами потребує не лише просторового аналізу та моделювання, але й ефективного управління великими обсягами даних. Для цього широко використовуються системи управління базами даних (СУБД). Однією з найбільш поширених і надійних СУБД, що активно використовуються як у наукових дослідженнях, так і в промислових застосуваннях, є **MariaDB**, яка є форком MySQL. Ця система є вільним програмним забезпеченням, що забезпечує надійне зберігання, доступ та управління великими обсягами даних, включаючи просторові дані.

У цій лекції ми розглянемо основні особливості MariaDB (MySQL), її архітектуру, функціональні можливості та застосування в гідроінформатиці для управління базами даних, що містять інформацію про водні ресурси.

1. Що таке СУБД MariaDB (MySQL)?

MariaDB — це вільна система управління реляційними базами даних, яка була створена як форк популярної СУБД **MySQL** після того, як компанія Oracle придбала MySQL. Основною метою створення MariaDB було збереження відкритого вихідного коду MySQL та забезпечення сумісності з існуючими рішеннями на базі MySQL.

MariaDB використовує реляційну модель баз даних, де дані організовані у вигляді таблиць, рядків і стовпців. Кожна таблиця містить записи, а кожен запис складається з одного або кількох полів (атрибутів). MariaDB є потужною та масштабованою системою, яка може обробляти великі обсяги даних і забезпечує високу продуктивність навіть при складних запитах.

Основні характеристики MariaDB:

- **Відкрита ліцензія:** MariaDB поширюється за ліцензією GNU GPL, що дозволяє вільне використання, модифікацію та розповсюдження програмного забезпечення.
- **Сумісність з MySQL:** MariaDB повністю сумісна з MySQL на рівні API, що означає, що програми, написані для MySQL, можуть працювати з MariaDB без змін у коді.
- **Висока продуктивність:** MariaDB підтримує вискоелективні механізми зберігання даних, такі як **InnoDB** та **MyISAM**.
- **Можливості роботи з великими обсягами даних:** Завдяки підтримці масштабування, MariaDB може обробляти величезні бази даних і здійснювати швидкий доступ до інформації.
- **Безпека:** MariaDB надає розширені можливості для управління доступом, шифрування та захисту даних.
- **Підтримка просторових даних:** MariaDB підтримує роботу з

просторовими даними через розширення **OpenGIS**, що робить її корисною для ГІС-застосувань.

2. Архітектура MariaDB

Архітектура MariaDB схожа на MySQL, оскільки вона зберігає основні принципи реляційної моделі баз даних. Основні компоненти MariaDB:

- **Сервер MariaDB:** Основний процес, що обробляє запити користувачів і забезпечує доступ до бази даних.
- **Клієнти MariaDB:** Програми або користувачі, які надсилають запити до сервера. Це можуть бути як інтерфейси командного рядка, так і веб-додатки або спеціалізоване програмне забезпечення.
- **Механізми зберігання:** MariaDB підтримує різні механізми зберігання даних (Storage Engines), такі як InnoDB (для транзакційних баз даних) та MyISAM (для швидкого доступу до даних без транзакцій).
- **Кешування запитів:** MariaDB має механізм кешування запитів для прискорення повторних звернень до бази даних.
- **Індекси:** Індексация в MariaDB дозволяє значно прискорити пошук інформації в базі даних.

Механізми зберігання:

- **InnoDB:** Найпоширеніший механізм зберігання в MariaDB. Він підтримує транзакції, забезпечує цілісність даних і дозволяє одночасне виконання кількох запитів без конфліктів.
- **MyISAM:** Старий, але все ще використовуваний механізм зберігання, який забезпечує швидкий доступ до даних, але не підтримує транзакцій і відновлення після аварій.

3. Використання MariaDB у гідроінформатиці

У водному господарстві та гідроінформатиці обробка великих обсягів даних є звичною задачею. Водні ресурси часто супроводжуються інформацією про кліматичні показники, гідрологічні характеристики, стан водних об'єктів, прогнозування, моделювання тощо. MariaDB є ефективним інструментом для зберігання та управління такими даними завдяки своїм можливостям обробки великої кількості записів і швидкого доступу до них.

Приклади застосувань:

1. **Моніторинг водних ресурсів:** Дані про рівень води, температурні показники, швидкість потоку тощо можуть зберігатися в базах даних, керованих MariaDB, і використовуватися для прогнозування змін у водних системах.
2. **ГІС-застосування:** Завдяки підтримці просторових даних у форматі

OpenGIS, MariaDB дозволяє зберігати географічну інформацію та аналізувати її у поєднанні з іншими даними.

3. **Прогнозування паводків і засух:** Використання складних моделей для прогнозування повеней може включати аналіз великої кількості історичних даних, що зберігаються в MariaDB.
4. **Управління інфраструктурою:** Дані про інфраструктуру водопостачання та водовідведення (наприклад, насосні станції, водосховища) можуть бути централізовано зберігатися в MariaDB для подальшого аналізу та планування експлуатаційних заходів.

4. Переваги використання MariaDB

MariaDB має кілька ключових переваг для використання у гідроінформації:

- **Надійність та стабільність:** MariaDB відома своєю надійністю та високою продуктивністю навіть при роботі з великими базами даних.
- **Масштабованість:** MariaDB легко масштабується, що дозволяє використовувати її для великих проєктів, пов'язаних із моніторингом та аналізом водних ресурсів.
- **Відкритий код та активна спільнота:** MariaDB є вільною системою з відкритим кодом, що означає, що будь-який користувач може внести свій вклад у її розвиток.
- **Широка підтримка просторових даних:** Підтримка OpenGIS розширює можливості роботи з географічними інформаційними системами, що є важливим аспектом у гідроінформації.

5. Основи роботи з MariaDB

Робота з MariaDB починається зі встановлення сервера бази даних та налаштування клієнтського інтерфейсу для взаємодії з базою. Основні операції в MariaDB включають:

1. Створення бази даних та таблиць:

```
sqlКопіювати код
CREATE DATABASE water_resources;
USE water_resources;
CREATE TABLE river_flow (
    id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    river_name VARCHAR(100),
    flow_rate DECIMAL(10, 2),
    measurement_date DATE
);
```

2. Додавання даних до таблиці:

```
sqlКопіювати код
INSERT INTO river_flow (river_name, flow_rate,
```

```
measurement_date)
VALUES ('Dnipro', 1230.45, '2024-10-10');
```

3. Запит даних з бази:

```
sqlКопіювати код
SELECT river_name, flow_rate
FROM river_flow
WHERE measurement_date = '2024-10-10';
```

4. Оновлення даних:

```
sqlКопіювати код
UPDATE river_flow
SET flow_rate = 1300.00
WHERE river_name = 'Dnipro' AND measurement_date
= '2024-10-10';
```

5. Видалення записів:

```
sqlКопіювати код
DELETE FROM river_flow
WHERE river_name = 'Dnipro' AND measurement_date
= '2024-10-10';
```

6. Підтримка просторових даних в MariaDB

MariaDB дозволяє працювати з географічними даними через розширення **GIS** (Geographic Information Systems). Це дає можливість створювати таблиці, що містять географічні координати та працювати з ними.

Приклад створення таблиці з просторовими даними:

```
sqlКопіювати код
CREATE TABLE water_bodies (
    id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(100),
    location POINT,
    type ENUM('lake', 'river', 'reservoir')
);
```

Можна також виконувати запити для визначення відстані між об'єктами:

```
sqlКопіювати код
SELECT name, ST_Distance(location,
ST_GeomFromText('POINT(30.52 50.45)'))
FROM water_bodies
ORDER BY ST_Distance(location,
ST_GeomFromText('POINT(30.52 50.45)'));
```

Висновок

Система управління базами даних MariaDB є потужним і надійним інструментом для управління великими обсягами даних у гідроінформатиці. Завдяки своїм можливостям працювати з реляційними та просторовими даними, MariaDB стає ключовою складовою інфраструктури водного господарства та моніторингу водних ресурсів.

Використання MariaDB дозволяє дослідникам, інженерам та фахівцям у сфері водного господарства ефективно управляти даними, здійснювати комплексний аналіз та приймати обґрунтовані рішення щодо управління водними ресурсами.

Тема 8: Мова програмування і програмне середовище R

Вступ

У сучасному світі обробка та аналіз даних набувають дедалі більшого значення у всіх галузях, включаючи водне господарство та гідроінформатику. У контексті управління водними ресурсами дуже важливо вміти працювати з великими масивами даних, виконувати статистичний аналіз та моделювання. Одним з потужних інструментів для таких задач є мова програмування **R**.

R — це відкрите програмне середовище для статистичного аналізу та візуалізації даних. Воно надає величезну кількість вбудованих функцій для роботи з даними, а також підтримує безліч бібліотек для специфічних задач. Водні ресурси, кліматичні дані, інформація про гідрологічні системи – все це можна аналізувати за допомогою R.

1. Що таке мова R?

R — це мова програмування та програмне середовище, створене спеціально для статистичної обробки даних та візуалізації. R був розроблений у 1990-х роках як продовження мови S, яка використовувалася для статистичних розрахунків. Сьогодні R є одним з найпопулярніших інструментів для наукових досліджень та аналітики.

Основні характеристики мови R:

- **Відкрите програмне забезпечення:** R є безкоштовним, і кожен користувач може вільно його використовувати та розширювати.
- **Масивна підтримка бібліотек:** У репозиторіях CRAN (Comprehensive R Archive Network) є тисячі бібліотек для статистичного аналізу, моделювання, роботи з просторовими даними, гідрологічного моделювання, тощо.
- **Гнучкість та потужність:** R підтримує всі основні статистичні

методи та надає засоби для створення потужних графіків та візуалізацій.

- **Широка підтримка форматів даних:** R підтримує різні формати файлів, такі як CSV, Excel, бази даних, а також просторові формати даних (GIS).
- **Велика спільнота:** R має активну спільноту розробників та дослідників, які регулярно випускають нові пакети та інструменти.

2. Основи роботи з R

2.1 Встановлення R та RStudio

Для початку роботи з R необхідно встановити дві складові:

- **R** — мова та середовище для аналізу.
- **RStudio** — інтегроване середовище розробки (IDE), яке спрощує роботу з R, забезпечуючи зручний інтерфейс для програмування, обробки даних та візуалізації.

Встановлення:

1. Завантажити та встановити R з офіційного сайту: <https://cran.r-project.org/>
2. Завантажити та встановити RStudio з сайту: <https://rstudio.com/>

2.2 Основні команди R

Для початку роботи з R необхідно розуміти базові операції з даними:

1. Призначення змінних:

```
rКопіювати код
x <- 10 # Присвоєння значення змінній
y <- 20
```

2. Виконання арифметичних операцій:

```
rКопіювати код
sum <- x + y # Додавання
diff <- y - x # Віднімання
prod <- x * y # Множення
```

3. Створення векторів:

```
rКопіювати код
vector <- c(1, 2, 3, 4, 5) # Створення вектора
```

4. Обчислення середнього значення:

```
rКопіювати код
mean(vector)
```

5. Читання даних з файлу:

```
rКопіювати код
data <- read.csv("path/to/file.csv") # Завантаження даних з файлу CSV
```

6. Огляд структури даних:

```
rКопіювати код
str(data) # Огляд структури таблиці даних
```

2.3 Обробка та візуалізація даних

R має вбудовані функції для статистичного аналізу та потужну систему для створення графіків.

- **Статистичний аналіз:** Припустимо, що у вас є набір даних про швидкість потоку річок за кілька років. Ви можете розрахувати середню швидкість, розкид значень та інші статистичні показники.

```
rКопіювати код
summary(data$flow_rate) # Статистичний огляд стовпця "flow_rate"
sd(data$flow_rate) # Стандартне відхилення
```

- **Побудова графіків:** R дозволяє легко створювати графіки на основі даних. Ось приклад побудови гистограми для розподілу швидкості потоку.

```
rКопіювати код
hist(data$flow_rate, main="Гістограма швидкості потоку річок", xlab="Швидкість потоку", col="lightblue")
```

3. Застосування R у гідроінформатиці

Мова R є особливо корисною в гідроінформатиці для обробки та аналізу гідрологічних даних, моделювання кліматичних процесів, аналізу тенденцій водних ресурсів та прогнозування.

3.1 Аналіз гідрологічних даних

Гідрологічні дані зазвичай містять інформацію про річковий стік, рівень води, кількість опадів, температуру та інші показники. За допомогою R можна аналізувати ці дані, виявляти закономірності та тенденції, прогнозувати зміни водного режиму.

Приклад аналізу даних про рівень води:

```
rКопіювати код
# Завантаження даних
water_level_data <- read.csv("water_level.csv")
```



```
# Розрахунок середнього рівня води
mean_level <- mean(water_level_data$level)

# Графік рівня води за часом
plot(water_level_data$date, water_level_data$level,
     type="l", main="Рівень води у річці", xlab="Дата",
     ylab="Рівень води")
```

3.2 Просторовий аналіз у гідроінформатиці

Мова R також підтримує роботу з географічними даними та їх візуалізацію. За допомогою бібліотек, таких як **sp**, **rgdal** та **raster**, можна виконувати просторовий аналіз водних ресурсів.

Приклад використання просторових даних:

```
rКопіювати код
library(rgdal)
library(raster)

# Завантаження растрового файлу (наприклад, карти висот)
dem <- raster("dem.tif")

# Візуалізація растрових даних
plot(dem, main="Цифрова модель рельєфу")
```

3.3 Моделювання кліматичних процесів

За допомогою R можна виконувати моделювання кліматичних процесів, таких як аналіз температурних змін, прогнозування опадів та водного балансу.

Приклад моделювання кліматичних показників:

```
rКопіювати код
# Завантаження кліматичних даних
climate_data <- read.csv("climate_data.csv")

# Модель лінійної регресії для прогнозування кількості опадів на основі температури
model <- lm(rainfall ~ temperature, data=climate_data)

# Виведення результатів моделі
summary(model)

# Візуалізація прогнозу
plot(climate_data$temperature, climate_data$rainfall)
abline(model, col="red")
```

4. Популярні пакети для роботи з даними у R

R має безліч пакетів для різноманітних задач, пов'язаних з аналізом даних та візуалізацією. Деякі з найпопулярніших пакетів, які використовуються в гідроінформатиці:

- **dplyr**: Пакет для маніпуляції та обробки даних.

```
rКопіювати код
library(dplyr)
summary_data <- data %>% group_by(river) %>%
summarise(mean_flow = mean(flow_rate))
```

- **ggplot2**: Потужний інструмент для створення візуалізацій.

```
rКопіювати код
library(ggplot2)
ggplot(data, aes(x=flow_rate)) +
geom_histogram(binwidth=10, fill="blue",
color="black")
```

- **sp**: Пакет для просторового аналізу.
- **raster**: Робота з растровими даними, такими як карти висот або супутникові зображення.
- **sf**: Пакет для обробки просторових даних у форматі векторів.

Висновок

Мова програмування R є надзвичайно корисним інструментом для аналізу даних у гідроінформатиці. Вона дозволяє виконувати різні види аналізу - від статистичного до просторового та кліматичного моделювання. Завдяки багатій екосистемі пакетів та простоті використання, R стає незамінним інструментом для фахівців у сфері водного господарства.

Регулярне використання R для аналізу гідрологічних даних допомагає краще розуміти динаміку водних ресурсів, ефективніше управляти водними системами та приймати обґрунтовані рішення щодо їх використання.

Тема 9: Штучні нейронні мережі

Вступ

У сучасній науці та техніці, включаючи водне господарство і гідроінформатику, штучні нейронні мережі (ШНМ) є одним із найпотужніших інструментів для вирішення складних завдань, пов'язаних з аналізом даних, моделюванням, прогнозуванням та класифікацією. Штучні нейронні мережі відтворюють функціонування мозку та здатні до навчання на основі великих наборів даних. Це

дозволяє використовувати їх у таких задачах, як прогнозування водних ресурсів, моделювання гідрологічних процесів, аналіз кліматичних змін та управління водними системами.

1. Що таке штучні нейронні мережі?

Штучні нейронні мережі (ШНМ) — це математичні моделі, які імітують роботу біологічних нейронів і використовуються для розв'язання складних задач шляхом навчання на даних. Основна мета штучних нейронних мереж полягає в тому, щоб збудувати структуру, здатну автоматично виявляти закономірності у вхідних даних, а також використовувати ці закономірності для прогнозування нових даних.

Основні характеристики ШНМ:

- **Навчання:** ШНМ можуть навчатися на основі даних, що дозволяє їм удосконалювати свою точність та здатність до узагальнення.
- **Обробка великих даних:** ШНМ є дуже ефективними для роботи з великими наборами даних, що робить їх корисними для задач гідроінформатики, які часто включають великі масиви кліматичних або гідрологічних даних.
- **Нелінійність:** Нейронні мережі можуть вирішувати нелінійні задачі, що є дуже корисним при моделюванні складних природних процесів.

2. Основна архітектура штучної нейронної мережі

Штучна нейронна мережа складається з **нейронів** (штучних одиниць), організованих у шари. Кожен нейрон отримує на вхід сигнали, обробляє їх і передає результати на наступний шар. Ключові компоненти мережі:

- **Вхідний шар:** Отримує початкові дані, наприклад, параметри, пов'язані з водними ресурсами (рівень води, кількість опадів, температура тощо).
- **Приховані шари:** Складні математичні перетворення відбуваються тут. Кількість прихованих шарів і нейронів в них може змінюватися в залежності від складності задачі.
- **Вихідний шар:** Видає прогноз або рішення для заданої задачі. Наприклад, це може бути прогноз швидкості потоку води або рівня опадів.

3. Типи штучних нейронних мереж

1. **Одношарова перцептронна мережа (Single-layer Perceptron):** Це найпростіший вид нейронної мережі, який складається з одного вхідного та одного вихідного шару. Одношарова мережа зазвичай використовується для базових класифікаційних задач, проте її можливості обмежені.

2. **Багатошарова перцептронна мережа (Multilayer Perceptron, MLP):** Багатошарова мережа має принаймні один прихований шар. Ця архітектура дозволяє вирішувати більш складні задачі, включаючи нелінійні проблеми.
3. **Рекурентні нейронні мережі (Recurrent Neural Networks, RNN):** Цей тип мереж використовується для роботи з послідовними даними, наприклад, для моделювання часових рядів. RNN мають зворотні зв'язки між нейронами, що дозволяє їм запам'ятовувати попередні стани та обробляти дані, пов'язані з часом (наприклад, часові ряди рівнів води або опадів).
4. **Конволюційні нейронні мережі (Convolutional Neural Networks, CNN):** В основному використовуються для обробки зображень та просторових даних. CNN можна застосовувати для аналізу супутникових знімків для моніторингу водних ресурсів.
5. **Глибинні нейронні мережі (Deep Neural Networks):** Це мережі з великою кількістю прихованих шарів, що дозволяє вирішувати дуже складні завдання з великими даними, наприклад, прогнозування кліматичних змін або моніторинг гідрологічних процесів.

4. Застосування штучних нейронних мереж у гідроінформатиці

Штучні нейронні мережі широко застосовуються в гідроінформатиці для різних завдань, таких як прогнозування водного балансу, прогнозування екстремальних подій (повені, посухи), моделювання річкових стоків, управління водними ресурсами та оптимізація водних систем.

4.1 Прогнозування гідрологічних параметрів

Нейронні мережі можуть використовуватися для прогнозування важливих гідрологічних параметрів, таких як річковий стік, рівень води, кількість опадів, випаровування тощо. Використовуючи історичні дані, мережа може навчитися прогнозувати майбутні показники на основі вхідних змінних, таких як кліматичні умови, дані про ґрунти, рельєф тощо.

Приклад прогнозування річкового стоку:

1. Вхідні дані: історичні дані про рівень води, кількість опадів, температуру.
2. Архітектура: Багатошарова нейронна мережа з кількома прихованими шарами.
3. Вихідні дані: прогноз річкового стоку на майбутні періоди.

4.2 Моделювання кліматичних процесів

ШНМ також можуть використовуватися для моделювання складних кліматичних процесів, таких як глобальне потепління, зміни в інтенсивності опадів

та температури, і їхній вплив на водні ресурси. Це дозволяє краще розуміти, як зміни клімату можуть впливати на наявність та якість водних ресурсів у майбутньому.

4.3 Оптимізація управління водними ресурсами

Водне господарство потребує ефективних методів для управління водними системами. Нейронні мережі можуть використовуватися для автоматизації управління водосховищами, іригаційними системами та іншими водними об'єктами. ШНМ дозволяють оптимізувати використання водних ресурсів на основі прогнозів та моделювання.

5. Процес навчання штучної нейронної мережі

Щоб нейронна мережа могла виконувати задачі прогнозування або моделювання, її потрібно навчити. Процес навчання передбачає використання набору даних, де кожен вхідний сигнал відповідає вихідному результату. Основні етапи навчання:

1. **Збір даних:** Потрібно підготувати історичні або експериментальні дані для навчання моделі.
2. **Розбиття даних:** Набір даних зазвичай розбивається на три частини: навчальна вибірка, тестова вибірка і вибірка для перевірки.
3. **Навчання:** Мережа поступово налаштовує свої ваги, намагаючись мінімізувати помилки під час прогнозування.
4. **Перевірка:** Після навчання модель перевіряється на нових даних, які не використовувалися в навчанні.
5. **Оцінка та оптимізація:** На основі результатів перевірки модель можна оптимізувати (наприклад, змінюючи архітектуру або гіперпараметри).

Висновок

Штучні нейронні мережі відкривають нові можливості для вирішення складних завдань у водному господарстві та гідроінформатиці. Їх здатність працювати з великими наборами даних та моделювати нелінійні процеси дозволяє ефективніше прогнозувати природні явища, керувати водними ресурсами та мінімізувати ризики, пов'язані з екстремальними подіями.

Для успішного застосування нейронних мереж у гідроінформатиці важливо розуміти основи архітектури ШНМ, методи навчання, а також специфіку даних, що використовуються для моделювання природних процесів.

2.2. Лабораторні заняття

Лабораторне заняття 1. Встановлення операційної системи Linux (Ubuntu)

Мета роботи:

- Ознайомитися з операційною системою Linux на прикладі дистрибутива Ubuntu.
- Навчитися встановлювати операційну систему Ubuntu на персональний комп'ютер або віртуальну машину.
- Підготувати систему до роботи з гідроінформаційними інструментами, зокрема з GIS та базами даних.

Обладнання:

- Комп'ютер або віртуальна машина (наприклад, VirtualBox, VMWare).
- Дистрибутив операційної системи Ubuntu (ISO-образ).
- USB-накопичувач або DVD-диск для встановлення (якщо встановлюється на фізичний комп'ютер).
- Підключення до Інтернету для завантаження та оновлення програм.

Теоретичні відомості:

1. Що таке Linux?

Linux — це операційна система, яка базується на ядрі Linux і є основою багатьох популярних дистрибутивів (версій) ОС, таких як Ubuntu, Debian, CentOS, Fedora та інші. Linux широко використовується в науці, інженерії та в IT-сфері завдяки своїй надійності, безпеці та відкритому коду. Водне господарство та гідроінформатика часто покладаються на відкриті програмні продукти, які працюють на Linux, наприклад, геоінформаційні системи (GRASS GIS, QGIS), системи управління базами даних (PostgreSQL, MariaDB) і середовища для аналізу даних (R, Python).

2. Операційна система Ubuntu

Ubuntu — це один із найпопулярніших дистрибутивів Linux, розроблений з акцентом на зручність використання та широкий спектр застосування. Він має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, великий репозиторій програмного забезпечення і надає всі можливості для роботи з науковими та інженерними інструментами.

Основні переваги Ubuntu:

- Відкритий код.
- Велика спільнота підтримки.

- Сумісність із безкоштовними науковими та інженерними програмами.
- Легке налаштування та встановлення.

3. Типи встановлення Ubuntu:

- **Основна система на фізичний комп'ютер** — стандартна установка Ubuntu як основної операційної системи на комп'ютер.
- **Установка у віртуальне середовище** — встановлення на віртуальну машину, що дозволяє одночасно запускати декілька операційних систем.
- **Dual Boot** — встановлення поряд із вже існуючою операційною системою (наприклад, Windows), що дає змогу вибирати, яку ОС завантажувати при запуску комп'ютера.

Хід роботи:

Етап 1: Підготовка до встановлення

1.1 Завантаження Ubuntu

Перейдіть на офіційний сайт Ubuntu <https://ubuntu.com/download> і завантажте ISO-образ останньої версії операційної системи. Рекомендується використовувати **Ubuntu LTS (Long Term Support)** для стабільної роботи.

1.2 Створення завантажувального носія (для фізичного комп'ютера)

- Якщо ви встановлюєте Ubuntu на фізичний комп'ютер, вам знадобиться створити завантажувальний USB-накопичувач або DVD-диск.
 - Для цього використовуйте програми для створення завантажувальних носіїв, наприклад:
 - **Rufus** (для Windows)
 - **Etcher** (для Windows, macOS, Linux)
 - **UNetbootin** (для Windows, macOS, Linux)
1. Запустіть програму Rufus або аналогічну.
 2. Виберіть завантажений ISO-образ Ubuntu.
 3. Оберіть USB-накопичувач та натисніть "Старт", щоб створити завантажувальний носій.

1.3 Підготовка віртуальної машини (якщо використовується)

Якщо ви працюєте на віртуальній машині, дотримуйтесь наступних кроків для створення нової віртуальної машини.

1. Завантажте та встановіть **VirtualBox** або іншу програму для віртуалізації.

2. Створіть нову віртуальну машину з наступними параметрами:
 - **Операційна система:** Linux (Ubuntu).
 - **Оперативна пам'ять (RAM):** 4 ГБ (рекомендовано).
 - **Жорсткий диск:** 20-30 ГБ віртуального диску.
3. Додайте завантажений ISO-образ як віртуальний CD/DVD привід для нової віртуальної машини.
4. Запустіть віртуальну машину.

Етап 2: Установка операційної системи Ubuntu

2.1 Завантаження з носія

1. Підключіть USB-накопичувач або завантажте віртуальну машину.
2. Запустіть комп'ютер (або віртуальну машину) та виберіть завантаження з USB/DVD (зазвичай для цього потрібно натиснути клавіші F12 або Esc під час запуску комп'ютера).

2.2 Вибір режиму встановлення

Після завантаження з носія ви побачите меню з можливістю вибору:

- **Try Ubuntu without installing** (Спробувати Ubuntu без встановлення): Цей режим дозволяє запустити Ubuntu в режимі "live", не встановлюючи систему, і перевірити, чи все працює.
- **Install Ubuntu** (Встановити Ubuntu): Цей режим дозволяє встановити операційну систему на ваш диск.

Оберіть **Install Ubuntu**, щоб розпочати встановлення.

2.3 Налаштування установки

1. **Вибір мови:** Виберіть бажану мову (наприклад, "Українська").
2. **Підключення до мережі:** Якщо є доступ до Інтернету, підключіться до мережі, щоб оновлення були завантажені під час встановлення.
3. **Тип інсталяції:**
 - Якщо ви встановлюєте Ubuntu як єдину ОС на комп'ютері, виберіть варіант **Erase disk and install Ubuntu**.
 - Якщо встановлюєте Ubuntu поруч із іншою ОС (Dual Boot), виберіть **Install Ubuntu alongside existing OS**.
4. **Налаштування розділів диску:** Для більшості користувачів найкращим вибором буде використання стандартних налаштувань.

2.4 Облікові дані користувача

Введіть своє ім'я, ім'я комп'ютера та пароль для адміністратора системи.

2.5 Завершення встановлення

Після налаштування всіх параметрів процес встановлення продовжиться автоматично. Після завершення система попросить вас перезавантажити комп'ютер або віртуальну машину.

Етап 3: Після встановлення Ubuntu

3.1 Перший запуск

Після встановлення і перезавантаження Ubuntu завантажується автоматично. Увійдіть у свій обліковий запис за допомогою пароля, який ви задали під час встановлення.

3.2 Оновлення системи

Запустіть **Термінал** (Ctrl + Alt + T) і виконайте команду для оновлення пакетів системи:

```
bashКопіювати код
sudo apt update && sudo apt upgrade
```

3.3 Встановлення необхідних інструментів

Щоб підготувати систему до подальшого використання у гідроінформатиці, ви можете встановити наступні програми:

1. **GRASS GIS** для геоінформаційного аналізу:

```
bashКопіювати код
sudo apt install grass
```

2. **QGIS** для роботи з векторними та растровими даними:

```
bashКопіювати код
sudo apt install qgis
```

3. **R та RStudio** для аналізу даних:

```
bashКопіювати код
sudo apt install r-base
# Завантажити RStudio з офіційного сайту
```

4. **PostgreSQL** з розширенням PostGIS для управління геопросторовими базами даних:

```
bashКопіювати код
sudo apt install postgresql postgis
```

Питання для самоперевірки:

1. Які основні переваги операційної системи Linux у водному господарстві та гідроінформатиці?
2. Які типи встановлення Ubuntu можливі на комп'ютері?
3. Які основні пакети програмного забезпечення слід встановити після

інсталяції Ubuntu для роботи з гідроінформатикою?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу встановлення Ubuntu на вашому комп'ютері або віртуальній машині.
3. Скріншоти основних етапів встановлення.
4. Підсумки: що вдалося зробити та які труднощі виникли під час виконання роботи.

Лабораторне заняття 2. Робота з командним рядком операційної системи Linux

Мета роботи:

- Навчитися використовувати командний рядок Linux для виконання базових операцій.
- Ознайомитися з основними командами для роботи з файлами, каталогами, процесами та мережевими інструментами.
- Навчитися адмініструвати систему через командний інтерфейс, що є важливим для роботи в гідроінформаційних системах.

Обладнання:

- Комп'ютер або віртуальна машина з операційною системою Ubuntu (або іншим дистрибутивом Linux).
- Підключення до Інтернету (бажано, але не обов'язково).
- Наявність встановлених базових програм (термінал і текстовий редактор).

Теоретичні відомості:

1. Командний рядок у Linux

Командний рядок Linux (Shell або Terminal) є потужним інструментом для керування системою. Багато завдань у Linux, включаючи налаштування мережі, адміністрування серверів, аналіз даних та робота з великими наборами даних у гідроінформатиці, виконуються через командний рядок.

2. Основні оболонки Linux

Найбільш поширена оболонка у Linux — це **Bash (Bourne Again Shell)**. Однак існують й інші оболонки, такі як Zsh, Fish та інші.

3. Основні поняття командного рядка:

- **Команди** — це інструкції, які користувач вводить для виконання різних дій (наприклад, створення файлів, запуск програм, управління файлами та каталогами).
- **Параметри та опції** — це додаткові аргументи до команд, які змінюють або уточнюють їх виконання.
- **Шлях (path)** — шлях до файлу або каталогу в системі.
- **Права доступу** — керування правами користувачів та груп у Linux.

4. Структура файлової системи в Linux

Файлова система Linux є ієрархічною. Основні каталоги:

- **/** — коренева директорія.
- **/home** — домашній каталог користувачів.
- **/etc** — конфігураційні файли.
- **/bin** — основні виконувані файли.
- **/var** — змінні файли (логи, тимчасові файли тощо).

Хід роботи:

Етап 1: Використання командного рядка

1.1 Відкриття командного рядка

У Linux відкрийте термінал через меню програми або натисніть комбінацію клавіш **Ctrl + Alt + T**.

1.2 Основні команди для навігації файловою системою

1. **pwd** — показує поточний робочий каталог (path):

```
bashКопіювати код
pwd
```

2. **ls** — відображає вміст каталогу:

```
bashКопіювати код
ls
```

Опції:

- **-l** — детальний список.
- **-a** — відобразити приховані файли.

3. **cd** — змінює поточний каталог:

```
bashКопіювати код
cd /path/to/directory
```

Для повернення у домашній каталог:

```
bashКопіювати код
cd ~
```

Для переміщення на один рівень назад:

```
bashКопіювати код
cd ..
```

1.3 Робота з файлами

1. **touch** — створює порожній файл:

```
bashКопіювати код
touch filename.txt
```

2. **cp** — копіює файл або каталог:

```
bashКопіювати код
cp filename.txt /path/to/destination/
```

3. **mv** — переміщує або перейменовує файл:

```
bashКопіювати код
mv oldname.txt newname.txt
```

4. **rm** — видаляє файл або каталог:

```
bashКопіювати код
rm filename.txt
```

Опції:

- **-r** — рекурсивне видалення каталогу.
- **-f** — примусове видалення.

1.4 Робота з каталогами

1. **mkdir** — створює новий каталог:

```
bashКопіювати код
mkdir new_directory
```

2. **rmdir** — видаляє порожній каталог:

```
bashКопіювати код
rmdir directory_name
```

1.5 Виведення вмісту файлів

1. **cat** — відображає вміст текстового файлу:

```
bashКопіювати код
cat filename.txt
```

2. **less** — перегляд великих файлів із прокруткою:

```
bashКопіювати код
```

```
less filename.txt
```

3. **head** — виводить перші 10 рядків файлу:

```
bashКопіювати код  
head filename.txt
```

4. **tail** — виводить останні 10 рядків файлу:

```
bashКопіювати код  
tail filename.txt
```

1.6 Операції з правами доступу

1. **chmod** — змінює права доступу до файлів:

```
bashКопіювати код  
chmod 755 filename.txt
```

2. **chown** — змінює власника файлу:

```
bashКопіювати код  
sudo chown user:group filename.txt
```

1.7 Запуск програм

Запускати програми можна, ввівши їхню назву в командному рядку, наприклад:

```
bashКопіювати код  
firefox
```

1.8 Виконання команд від імені адміністратора (root)

Для виконання команд з правами адміністратора використовується команда **sudo**:

```
bashКопіювати код  
sudo apt update
```

Етап 2: Управління процесами

2.1 Перегляд активних процесів

1. **ps** — показує інформацію про запущені процеси:

```
bashКопіювати код  
ps aux
```

2. **top** — відображає активні процеси в реальному часі:

```
bashКопіювати код  
top
```

2.2 Завершення процесів

1. **kill** — завершує процес за його ID (PID):
bashКопіювати код
kill PID
2. **killall** — завершує всі процеси за назвою програми:
bashКопіювати код
killall firefox

Етап 3: Мережеві команди

3.1 Перегляд IP-адреси

1. **ip** — команда для перегляду мережевої інформації:
bashКопіювати код
ip a

3.2 Перевірка доступності мережі (ping)

1. **ping** — перевіряє доступність хоста (сервера) в мережі:
bashКопіювати код
ping google.com

3.3 Завантаження файлів з Інтернету

1. **wget** — завантаження файлів із вебсайтів:
bashКопіювати код
wget http://example.com/file.zip

Етап 4: Пошук інформації

4.1 Пошук файлів та каталогів

1. **find** — пошук файлів або каталогів:
bashКопіювати код
find /path/to/search -name filename.txt

4.2 Пошук тексту всередині файлів

1. **grep** — пошук тексту всередині файлів:
bashКопіювати код
grep "шукана_фраза" filename.txt

Завдання для виконання:

1. Відкрийте термінал і визначте поточний робочий каталог.
2. Створіть у своєму домашньому каталозі новий каталог під назвою **lab2**.
3. Створіть у цьому каталозі порожній текстовий файл під назвою **test.txt**.
4. Перемістіть цей файл до каталогу **Documents**.
5. Створіть копію файлу **test.txt** у каталозі **lab2**.
6. Видаліть оригінальний файл **test.txt** з каталогу **Documents**.
7. Виведіть список процесів у системі за допомогою команди **ps**.
8. Використовуючи команду **ping**, перевірте доступність сайту **google.com**.
9. Знайдіть усі файли з розширенням **.log** у вашому домашньому каталозі.
10. Використовуючи команду **grep**, знайдіть у файлі **/var/log/syslog** слово "error".

Питання для самоперевірки:

1. Яка команда використовується для зміни прав доступу до файлів у Linux?
2. Як переглянути перші 10 рядків файлу за допомогою командного рядка?
3. Як перевірити, чи доступний певний сайт у мережі за допомогою командного рядка?
4. Які основні команди використовуються для управління процесами у Linux?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис виконаних команд із короткими поясненнями їх призначення.
3. Скріншоти роботи командного рядка з результатами виконання завдань.
4. Висновки: що вдалося зробити та які труднощі виникли під час виконання лабораторної роботи.

На цьому лабораторне заняття завершується. Оволодіння командним рядком Linux є основою ефективної роботи у системах управління водними ресурсами та аналізу великих обсягів даних.

Лабораторне заняття 3. Встановлення вільної геоінформаційної системи

QGIS в операційній системі Linux

Мета роботи:

- Навчитися встановлювати геоінформаційну систему QGIS в операційній системі Linux (Ubuntu).
- Ознайомитися з основними можливостями QGIS та їх використанням для управління водними ресурсами.

Обладнання:

- Комп'ютер або віртуальна машина з операційною системою Linux (Ubuntu або інший дистрибутив).
- Підключення до Інтернету для встановлення програмного забезпечення.

Теоретичні відомості:

1. Що таке QGIS?

QGIS (Quantum GIS) — це вільна та відкрита геоінформаційна система (ГІС), яка дозволяє користувачам переглядати, редагувати та аналізувати географічні дані. QGIS підтримує різні формати векторних, растрових даних та бази даних ГІС, що робить його універсальним інструментом для вирішення задач у сфері гідроінформатики.

2. Основні функції QGIS:

- Перегляд, редагування та аналіз просторових даних.
- Створення та публікація карт.
- Інтеграція з іншими ГІС-системами, такими як GRASS GIS, PostGIS.
- Підтримка форматів даних, включаючи SHP, GeoJSON, KML, TIFF, GML та інші.
- Розширення функціональності за допомогою плагінів.

3. Чому QGIS важливий у гідроінформатиці?

QGIS є ключовим інструментом для управління водними ресурсами, оскільки дозволяє візуалізувати та аналізувати водні шляхи, басейни річок, ґрунти, кліматичні дані та інші географічні аспекти. Це забезпечує просторовий аналіз, який критично важливий для прийняття обґрунтованих рішень щодо управління водними ресурсами.

Хід роботи:

Етап 1: Підготовка до встановлення QGIS

1. Оновлення системи

Перед початком інсталяції слід переконатися, що всі пакети системи оновлені. Відкрийте термінал і виконайте такі команди:

```
bashКопіювати код
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

2. Додавання офіційного репозиторію QGIS

Репозиторій QGIS потрібно додати вручну. Це забезпечить встановлення останньої стабільної версії програми. Для цього використуйте наступні команди:

```
bashКопіювати код
sudo apt install software-properties-common
sudo add-apt-repository ppa:ubuntugis/ubuntugis-unstable
sudo add-apt-repository ppa:qgis.org/ubuntugis
sudo apt update
```

3. Додавання ключа репозиторію QGIS

Для забезпечення коректної інсталяції слід імпортувати публічний ключ QGIS:

```
bashКопіювати код
wget -O - https://qgis.org/downloads/qgis-2023.gpg.key | gpg --dearmor | sudo tee /etc/apt/trusted.gpg.d/qgis-archive.gpg > /dev/null
```

Етап 2: Встановлення QGIS

1. Встановлення QGIS

Після додавання репозиторію та ключа можна інстальювати QGIS. Використовуйте наступну команду для встановлення:

```
bashКопіювати код
sudo apt install qgis qgis-plugin-grass
```

2. Перевірка встановлення

Після завершення інсталяції відкрийте QGIS через меню програм або через термінал:

```
bashКопіювати код
qgis
```

Переконайтеся, що програма успішно запускається.

Етап 3: Перші кроки в QGIS

1. Ознайомлення з інтерфейсом

- **Меню файлів:** Створення, імпорт та експорт проектів.
- **Панель інструментів:** Основні інструменти для роботи з шарами, картами та інструментами аналізу.
- **Область шарів:** Список всіх географічних шарів, що використовуються в проєкті.
- **Карта:** Основне робоче поле для відображення карт та результатів аналізу.

2. Додавання векторного шару Для імпортування даних у QGIS виконайте наступні дії:

- Перейдіть до **Layer > Add Layer > Add Vector Layer**.
- Виберіть файл з даними у форматі SHP або інший підтримуваний формат.

3. Відображення шару Після додавання векторного шару його буде відображено на робочій карті. Ви можете змінювати стиль шару, використовуючи панель властивостей шару.

Етап 4: Використання плагінів у QGIS

1. Встановлення плагінів

QGIS дозволяє розширювати свої можливості за допомогою плагінів. Для їх встановлення:

- Перейдіть до **Plugins > Manage and Install Plugins**.
- У пошуковому полі знайдіть потрібний плагін (наприклад, плагіни для аналізу водних ресурсів).
- Натисніть **Install** для встановлення вибраного плагіну.

2. Плагіни для гідроінформатики Серед корисних плагінів можна виділити:

- **QGIS Processing Plugin** — надає доступ до різних інструментів аналізу даних.
- **HydroSheds** — спеціалізований плагін для роботи з водними ресурсами, річковими басейнами та іншими гідрологічними даними.

Завдання для виконання:

1. Встановіть QGIS на вашу операційну систему, слідуючи інструкціям лабораторного заняття.
2. Відкрийте QGIS та імпортуйте векторний шар з відкритих географічних даних (формат SHP або GeoJSON).

3. Встановіть плагін для роботи з водними ресурсами (наприклад, HydroSheds) та додайте додаткові дані про водні шляхи.
4. Створіть просту карту з відображенням річкових систем у вашому регіоні.

Питання для самоперевірки:

1. Яким чином можна додати офіційний репозиторій QGIS до вашої системи?
2. Які формати файлів підтримує QGIS для імпорту географічних даних?
3. Як встановлювати плагіни в QGIS і для чого вони використовуються?
4. Які інструменти QGIS найкраще підходять для аналізу водних ресурсів?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу встановлення QGIS.
3. Скріншоти інтерфейсу програми після імпорту векторного шару.
4. Підсумки: які можливості QGIS можуть бути використані для аналізу водних ресурсів.

На цьому лабораторне заняття завершується. Встановлення та робота з QGIS є важливим кроком у оволодінні інструментами гідроінформатики, які дозволяють проводити просторовий аналіз даних, важливих для управління водними ресурсами.

Лабораторне заняття 4. Векторний і растровий формати даних

Мета роботи:

- Ознайомитися з основними відмінностями між векторними та растровими форматами даних.
- Навчитися працювати з векторними та растровими форматами даних у геоінформаційній системі QGIS.
- Дослідити переваги та недоліки векторних і растрових форматів для задач гідроінформатики.

Обладнання:

- Комп'ютер з встановленою операційною системою Linux (Ubuntu або інший дистрибутив).
- Встановлена геоінформаційна система QGIS.

- Географічні дані у форматах SHP (векторний) та GeoTIFF (растровий).

Теоретичні відомості:

1. Векторні формати даних

Векторні дані представляють географічні об'єкти за допомогою точок, ліній і полігонів. Це дозволяє точно описувати об'єкти реального світу, такі як річки, озера, межі країн тощо.

Основні типи векторних геометрій:

- **Точки (Point):** Використовуються для опису дискретних об'єктів, таких як свердловини, водозабори.
- **Лінії (LineString):** Використовуються для лінійних об'єктів, таких як річки, дороги.
- **Полігони (Polygon):** Використовуються для площинних об'єктів, таких як озера, водосховища, адміністративні межі.

Векторні формати даних:

- **Shapefile (SHP)** — найбільш поширений формат векторних даних, підтримується практично всіма ГІС.
- **GeoJSON** — формат векторних даних на основі JSON, широко використовується в веб-додатках.
- **KML** — формат, що використовується для зберігання геопросторових даних в Google Earth.

2. Растрові формати даних

Растрові дані представляють географічну інформацію у вигляді сітки (пікселів). Кожен піксель має значення, яке може відповідати висоті, температурі, інтенсивності опадів або іншій характеристиці.

Основні типи растрових даних:

- **Супутникові зображення:** Дозволяють відображати земну поверхню за допомогою зображень, отриманих супутниками.
- **Цифрові моделі висот (DEM):** Використовуються для моделювання рельєфу земної поверхні.
- **Тематичні карти:** Растрові карти, які показують розподіл певного явища (наприклад, карти опадів, температури).

Растрові формати даних:

- **GeoTIFF** — поширений формат, який зберігає растрові дані з географічною прив'язкою.
- **JPEG, PNG** — растрові зображення без геоприв'язки, можуть використовуватися для картографічних фонів.

3. Порівняння векторних і растрових даних

Характеристика	Векторні дані	Растрові дані
Структура	Точки, лінії, полігони	Сітка пікселів
Переваги	Точність, компактність	Легкість обробки, особливо для великих даних
Недоліки	Складність при обробці великих обсягів даних	Обмежена точність (залежить від роздільної здатності)
Приклади застосування	Карти, геометричні об'єкти	Супутникові зображення, моделі висот

Хід роботи:

Етап 1: Робота з векторними даними

1. Імпорт векторного шару в QGIS

Завантажте векторний файл у форматі SHP (наприклад, карту річкової мережі) в QGIS:

- Перейдіть до **Layer > Add Layer > Add Vector Layer**.
- Виберіть файл у форматі SHP та додайте його на карту.

2. Перегляд атрибутів векторного шару

Для перегляду атрибутивних даних векторного шару (наприклад, назви річок, площі водозаборів):

- Клацніть правою кнопкою миші на шар і виберіть **Open Attribute Table**.

3. Зміна стилю векторного шару

Ви можете змінити стиль відображення векторного шару:

- Клацніть правою кнопкою миші на шар, виберіть **Properties > Symbology**, налаштуйте колір, товщину ліній або інші параметри.

Етап 2: Робота з растровими даними

1. Імпорт растрового шару в QGIS

Завантажте растровий файл у форматі GeoTIFF (наприклад, супутникове зображення або цифрову модель висот):

- Перейдіть до **Layer > Add Layer > Add Raster Layer**.
- Виберіть файл у форматі GeoTIFF і додайте його на карту.

2. Аналіз растрових даних

Для аналізу растрових даних можна використовувати інструменти QGIS для обробки растрових даних:

- Перейдіть до **Raster > Analysis**, де можна обчислити статистичні параметри, накласти фільтри, створити контури рельєфу тощо.

3. Зміна стилю растрового шару

Для кращої візуалізації растрових даних можна змінити палітру кольорів:

- Клацніть правою кнопкою миші на шар, виберіть **Properties > Symbology** і налаштуйте кольорову схему для відображення різних значень пікселів.

Етап 3: Операції з векторними та растровими даними

1. Накладання векторних даних на растрові

Для кращого розуміння даних можна поєднувати векторні та растрові дані. Наприклад, накласти полігони річкових басейнів на супутникове зображення:

- Додайте обидва шари на карту (растровий та векторний) і налаштуйте їх стиль таким чином, щоб шари не перекривали один одного.

2. Ресемплінг растрових даних

Для зменшення або збільшення роздільної здатності растрових даних можна використовувати ресемплінг:

- Перейдіть до **Raster > Projections > Warp (Reproject)**, де можна змінити розмір пікселів.

Завдання для виконання:

1. Імпортуйте векторний шар (формат SHP) з даними річкових мереж у QGIS.
2. Імпортуйте растровий шар (формат GeoTIFF) з супутниковими зображеннями або цифровою моделлю висот у QGIS.
3. Створіть карту, на якій векторні дані будуть накладені на растрові. Відрегулюйте стилі шарів для кращого відображення.
4. Виконайте ресемплінг растрового шару для зміни його роздільної здатності та порівняйте результати.

Питання для самоперевірки:

1. Які основні типи геометричних об'єктів використовуються у векторних даних?
2. У яких випадках краще використовувати векторні, а в яких — растрові дані?
3. Як змінити стиль відображення векторного шару в QGIS?
4. Як можна змінити роздільну здатність растрового шару в QGIS?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис роботи з векторними та растровими даними.
3. Скріншоти карт із накладеними векторними та растровими шарами.
4. Висновки щодо відмінностей у роботі з векторними та растровими форматами.

На цьому лабораторне заняття завершується. Робота з векторними та растровими даними є ключовою у сфері гідроінформатики, оскільки дозволяє аналізувати різноманітні просторові дані, пов'язані з водними ресурсами, рельєфом та іншими географічними об'єктами.

Лабораторне заняття 5. Дистанційне зондування землі

Мета роботи:

- Ознайомитися з основами дистанційного зондування землі (ДЗЗ).
- Навчитися завантажувати, обробляти та аналізувати супутникові дані в геоінформаційній системі QGIS.
- Дослідити можливості ДЗЗ для аналізу стану водних ресурсів та природного середовища.

Обладнання:

- Комп'ютер з встановленою операційною системою Linux (Ubuntu або інший дистрибутив).
- Встановлена геоінформаційна система QGIS.
- Доступ до Інтернету для завантаження супутникових знімків або інших даних ДЗЗ.
- Програмне забезпечення для обробки супутникових даних, таке як **Semi-Automatic Classification Plugin** у QGIS.

Теоретичні відомості:

1. Що таке дистанційне зондування землі?

Дистанційне зондування землі (ДЗЗ) — це технологія отримання інформації про поверхню Землі без прямого контакту з об'єктом спостереження, за допомогою супутників або літальних апаратів. ДЗЗ широко використовується для моніторингу природних ресурсів, сільського господарства, зміни клімату, управління водними ресурсами та багатьох інших завдань.

2. Основні джерела даних ДЗЗ

Дані ДЗЗ отримуються за допомогою супутників та літаків, що оснащені спеціальними сенсорами. Супутникові дані, які часто використовуються в гідроінформатиці, включають:

- **Landsat:** Серія супутників, які забезпечують безкоштовні мультиспектральні зображення, що можуть використовуватись для вивчення водних ресурсів.
- **Sentinel:** Супутникова система Європейського космічного агентства, яка надає високоякісні знімки для екологічного моніторингу, включаючи управління водними ресурсами.
- **MODIS:** Сенсор на борту супутників Terra та Aqua, який дозволяє отримувати зображення великої площі з частотою раз на день.

3. Використання ДЗЗ у гідроінформатиці

ДЗЗ має важливе значення для аналізу водних ресурсів, оскільки дозволяє:

- Моніторити рівень води в річках, озерах та водосховищах.
- Визначати ступінь затоплень або посух.
- Спостерігати за змінами у використанні землі та водних екосистем.

4. Види супутникових зображень

- **Панхроматичні зображення:** Зображення з високою просторовою роздільною здатністю, отримані в одному спектральному діапазоні.
- **Мультиспектральні зображення:** Отримуються за допомогою сенсорів, що фіксують відбиту енергію у кількох спектральних діапазонах (наприклад, видимий спектр, інфрачервоний спектр).
- **Гіперспектральні зображення:** Високотехнологічний тип зображень, що реєструє багато спектральних діапазонів для детальнішого аналізу характеристик об'єктів.

Хід роботи:

Етап 1: Завантаження супутникових даних

1. Пошук та завантаження супутникових знімків

Супутникові знімки можна безкоштовно завантажити з наступних ресурсів:

- **USGS EarthExplorer** (для даних Landsat):
<https://earthexplorer.usgs.gov/>
- **Copernicus Open Access Hub** (для даних Sentinel):
<https://scihub.copernicus.eu/>

Для прикладу, завантажте знімок місцевості, де є річка, озеро або водосховище.

2. Робота з архівом супутникових даних

Супутникові зображення часто завантажуються в архіві (ZIP, TAR тощо). Розпакуйте архів і підготуйте файли для імпорту в QGIS.

Етап 2: Імпорт та обробка супутникових зображень у QGIS

1. Імпорт растрових даних у QGIS

Використайте QGIS для імпорту супутникових даних:

- Перейдіть до **Layer > Add Layer > Add Raster Layer**.
- Виберіть потрібний растровий файл (наприклад, зображення у форматі GeoTIFF) і додайте його до карти.

2. Підключення плагіна для класифікації зображень (Semi-Automatic Classification Plugin)

Для обробки супутникових зображень рекомендується використувати **Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)**. Це розширення, яке дозволяє виконувати класифікацію земного покриття, обчислювати індекси рослинності (NDVI), проводити атмосферну корекцію зображень та інше.

- Перейдіть до **Plugins > Manage and Install Plugins**.
- Знайдіть **Semi-Automatic Classification Plugin** та натисніть **Install**.

3. Класифікація супутникових зображень

За допомогою SCP можна автоматично класифікувати супутникові знімки. Для цього:

- Відкрийте SCP та додайте супутниковий знімок.
- Використайте інструменти класифікації для виділення водних об'єктів (наприклад, озер, річок).

Етап 3: Аналіз супутникових зображень

1. Визначення індексу рослинності (NDVI)

Один з основних інструментів для аналізу стану водних ресурсів та прилеглих екосистем — це індекс рослинності NDVI. Він допомагає визначити щільність рослинного покриву та стан рослинності:

- В SCP виберіть опцію обчислення NDVI та запустіть процес.

2. Аналіз змін рівня води

За допомогою супутникових знімків можна аналізувати зміну рівня води у водоймах за певний період. Порівняйте знімки різних років або сезонів, щоб виявити зміни в об'ємі водних ресурсів.

3. Аналіз затоплень

ДЗЗ також корисне для аналізу повеней та затоплень. За допомогою інструментів обробки можна визначити площі, які були затоплені внаслідок екстремальних погодних умов.

Завдання для виконання:

1. Завантажте супутниковий знімок місцевості з водними об'єктами (річка, озеро або водосховище) з ресурсу USGS EarthExplorer або Copernicus Open Access Hub.
2. Імпортуйте завантажені дані у QGIS.
3. Використайте **Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)** для класифікації супутникового зображення та виділення водних об'єктів.
4. Розрахуйте індекс рослинності (NDVI) для аналізу стану прилеглих до водойми екосистем.
5. Порівняйте супутникові знімки різних років (якщо є) для вивчення змін рівня води.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке дистанційне зондування землі і які його основні джерела?
2. Які основні типи супутникових знімків використовуються для аналізу стану водних ресурсів?
3. Як використовувати індекс NDVI для оцінки стану рослинності?
4. Які можливості дистанційного зондування можна використовувати для аналізу змін рівня води у водоймах?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу завантаження та обробки супутникових зображень у QGIS.

3. Скріншоти результатів класифікації зображення.
4. Опис результатів аналізу (визначення NDVI, зміни рівня води тощо).
5. Висновки.

Це лабораторне заняття дозволить студентам ознайомитися з основами дистанційного зондування землі та його застосуванням у сфері водних ресурсів.

Лабораторне заняття 6. Система підтримки аналізу географічних ресурсів - Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS)

Мета роботи:

- Ознайомитися з системою GRASS GIS.
- Навчитися встановлювати та працювати з GRASS GIS в середовищі Linux.
- Використовувати GRASS GIS для просторового аналізу даних, пов'язаних з водними ресурсами.

Обладнання:

- Комп'ютер з операційною системою Linux (Ubuntu або інший дистрибутив).
- Встановлене програмне забезпечення **GRASS GIS**.
- Геопросторові дані для аналізу (векторні та растрові дані).

Теоретичні відомості:

1. Що таке GRASS GIS?

GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) — це вільне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом для аналізу геопросторових даних. GRASS GIS використовується для моделювання, управління географічною інформацією, обробки даних дистанційного зондування та картографії.

Основні можливості GRASS GIS включають:

- Просторовий аналіз векторних та растрових даних.
- Аналіз часових рядів даних.
- Гідрологічне моделювання.
- Обробку супутникових знімків та інші задачі.

GRASS GIS є інтегрованою частиною багатьох геоінформаційних проектів та активно використовується у наукових дослідженнях, природоохоронних проєктах та управлінні природними ресурсами.

2. Особливості GRASS GIS:

- Підтримка як векторних, так і растрових форматів даних.
- Вбудовані модулі для аналізу гідрологічних систем.
- Широкі можливості для автоматизації роботи завдяки підтримці мови **Python** для створення сценаріїв.
- Можливість роботи з великими наборами даних і високий рівень масштабованості.

3. Основні компоненти:

- **Location** — географічне розташування, яке задається системою координат та розширенням даних.
- **Mapset** — окрема колекція геопросторових даних всередині одного Location.
- **Region** — область інтересу, яка визначає просторові межі для аналізу.

Хід роботи:

Етап 1: Встановлення GRASS GIS

1. Встановлення GRASS GIS у Linux (Ubuntu)

Щоб встановити GRASS GIS, виконайте наступні команди в терміналі:

```
bashКопіювати код
sudo add-apt-repository ppa:ubuntugis/ubuntugis-unstable
sudo apt-get update
sudo apt-get install grass
```

Після цього GRASS GIS буде встановлено, і ви зможете його запустити з меню або з терміналу командою `grass`.

Етап 2: Налаштування проекту в GRASS GIS

1. Створення нового Location

Після першого запуску GRASS GIS з'явиться вікно для налаштування **Location** та **Mapset**. Це є початковими елементами організації даних у GRASS GIS.

- Створіть новий **Location**, вибравши проекцію та систему координат для вашого проекту (наприклад, WGS 84).
- Дайте назву **Mapset**, який буде використовуватися для збереження ваших даних (за замовчуванням це буде **PERMANENT**).

2. Імпорт векторних та растрових даних

Після налаштування **Location** і **Mapset**, імпортуйте векторні та растрові дані, з якими будете працювати. Наприклад, можна імпортувати геодані річкової системи або басейнів річок для аналізу водних ресурсів.

- Для імпорту векторних даних у форматі **Shapefile**, використайте команду:

```
bashКопіювати код
v.import input=/path/to/shapefile.shp
output=river_basin
```

- Для імпорту растрових даних (наприклад, DEM), використуйте:

```
bashКопіювати код
r.import input=/path/to/dem.tif
output=dem_area
```

Етап 3: Основні операції у GRASS GIS

1. Аналіз гідрологічних систем

GRASS GIS має вбудовані інструменти для гідрологічного аналізу. Використовуйте **r.watershed** для моделювання водозбірних басейнів та аналізу потоку води на основі цифрової моделі рельєфу (DEM).

- Команда для виконання аналізу водозбору:

```
bashКопіювати код
r.watershed elevation=dem_area threshold=1000
basin=basins stream=streams
```

Ця команда розраховує потоки води, визначає водозбірні басейни і створює шари потоків та басейнів.

2. Розрахунок індексу рослинності (NDVI)

Для аналізу стану рослинності можна обчислити **NDVI** на основі мультиспектральних супутникових знімків. Використовуйте команду **i.vi**, щоб розрахувати індекс NDVI:

```
bashКопіювати код
i.vi red=red_band nir=nir_band output=ndvi_result
viname=ndvi
```

3. Створення карти затоплень

На основі даних DEM та інших географічних даних можна створювати карти потенційних зон затоплення. Для цього можна використовувати модулі **r.inund.fluv** або інші відповідні модулі.

4. Аналіз змін рівня води у водних об'єктах

Використовуйте **r.series** для аналізу змін у часових рядах геопросторових даних (наприклад, для моніторингу рівня води протягом кількох років).

Етап 4: Візуалізація даних

1. Візуалізація результатів

Після завершення аналізу, ви можете створити карту результатів:

- Відкрийте інструмент візуалізації в GRASS GIS.
- Виберіть шари, які бажаєте відобразити (векторні та растрові шари).
- Налаштуйте кольори, прозорість та інші параметри для отримання наочного результату.

2. Експорт даних

Для експорту результатів у формат GeoTIFF або Shapefile використовуйте наступні команди:

- Для растрових даних:

```
bashКопіювати код
r.out.gdal input=ndvi_result
output=/path/to/export/ndvi_result.tif
format=GTiff
```

- Для векторних даних:

```
bashКопіювати код
v.out.ogr input=basins
output=/path/to/export/basins.shp
format=ESRI_Shapefile
```

Завдання для виконання:

1. Встановіть та налаштуйте GRASS GIS на своєму комп'ютері.
2. Імпортуйте векторні дані водозбірних басейнів або річкових систем.
3. Імпортуйте цифрову модель рельєфу (DEM) для вашого регіону.
4. Виконайте гідрологічний аналіз за допомогою **r.watershed** для визначення басейнів та потоків води.
5. Розрахуйте індекс рослинності (NDVI) для аналізу стану прилеглих екосистем.
6. Візуалізуйте результати та екпортуйте їх у відповідних форматах.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке GRASS GIS і які його основні можливості?
2. Яким чином організуються дані в GRASS GIS (Location, Mapset,

Region)?

3. Як виконати гідрологічний аналіз у GRASS GIS?
4. Які команди використовуються для імпорту та експорту векторних і растрових даних?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу встановлення та налаштування GRASS GIS.
3. Опис імпорту та обробки векторних і растрових даних.
4. Результати виконання гідрологічного аналізу та розрахунку NDVI.
5. Візуалізація результатів та їхній аналіз.
6. Висновки.

Це лабораторне заняття дозволяє студентам ознайомитися з роботою у GRASS GIS, засвоїти основи просторового аналізу та навчитися виконувати різні види гідрологічного моделювання, необхідні для аналізу водних ресурсів.

Лабораторне заняття 7. Програмне забезпечення для гідрологічного моделювання систем Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)

Мета роботи:

- Ознайомитися з основами роботи програмного забезпечення **HEC-HMS**.
- Навчитися встановлювати та налаштовувати HEC-HMS для виконання гідрологічного моделювання.
- Виконати моделювання гідрологічних процесів для водозбірного басейну.

Обладнання:

- Комп'ютер із встановленою операційною системою Windows або Linux.
- Програмне забезпечення **HEC-HMS**.
- Цифрова модель рельєфу (DEM) або дані про річкові системи для створення моделі водозбору.

Теоретичні відомості:

1. Що таке HEC-HMS?

HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) — це програмний продукт,

розроблений **Hydrologic Engineering Center** (HEC), який дозволяє моделювати гідрологічні процеси у річкових басейнах. HEC-HMS використовується для розрахунків поверхневого стоку, аналізу повеней, прогнозування затоплень і оцінки наслідків змін клімату або ландшафту.

2. Основні можливості HEC-HMS:

- Моделювання поверхневого стоку.
- Розрахунок гідрографа стоку (графіку витрат води у річці).
- Моделювання випаровування, інфільтрації, затримання вологи в ґрунті.
- Аналіз гідрологічних процесів для різних типів земельного покриття і ландшафтів.
- Прогнозування повеней і затоплень для планування водогосподарських заходів.

3. Основні компоненти моделі в HEC-HMS:

- **Басейн:** територія, з якої збирається поверхневий стік води.
- **Модель інфільтрації:** процес проникнення води у ґрунт, який враховується у гідрологічних моделях.
- **Модель випаровування:** втрата води в атмосферу внаслідок випаровування з поверхні.
- **Водотоки:** річки і потоки, якими вода транспортується до кінцевих пунктів (наприклад, водойм чи водосховищ).

Хід роботи:

Етап 1: Встановлення HEC-HMS

1. Завантаження та встановлення HEC-HMS

- Завантажте програму HEC-HMS з офіційного сайту HEC.
- Встановіть HEC-HMS на ваш комп'ютер, слідуючи інструкціям на екрані.

Етап 2: Створення нового проекту

1. Запуск HEC-HMS Після встановлення запустіть програму HEC-HMS.

2. Створення нового проекту

- Виберіть опцію **File** -> **New** для створення нового проекту.
- Назвіть проект та виберіть місце для збереження файлів проекту.

3. Налаштування координатної системи Вкажіть систему координат для вашого проекту (наприклад, WGS 84 або відповідну місцеву

систему координат).

Етап 3: Створення водозбірного басейну

1. **Імпорт географічних даних** Для моделювання водозбору необхідно імпортувати **цифрову модель рельєфу (DEM)** або інші географічні дані для території, що моделюється.
 - Імпортуйте DEM або інші геопросторові дані через вкладку **GIS Data**.
 - Визначте межі водозбірного басейну за допомогою інструментів програми.
2. **Створення компонентів басейну** Створіть компоненти моделі басейну: **водотоки, площі водозбору, вузли** та інші елементи, необхідні для вашого гідрологічного аналізу.
3. **Налаштування параметрів інфільтрації та випаровування** Виберіть відповідні методи для моделювання інфільтрації (наприклад, метод SCS) та випаровування.

Етап 4: Налаштування моделі

1. **Додавання метеорологічних даних**
 - Для моделювання дощових подій необхідно додати метеорологічні дані (інтенсивність опадів, тривалість дощу тощо).
 - Виберіть опцію **Meteorologic Model** і додайте відповідні дані про опади для вашої моделі.
2. **Налаштування вихідних умов** Визначте початкові умови для моделювання, зокрема рівень насиченості ґрунту, рівень води в річках тощо.

Етап 5: Виконання моделювання

1. **Запуск моделювання** Після налаштування всіх компонентів проекту запустіть моделювання за допомогою опції **Compute**.
2. **Аналіз результатів** Після завершення моделювання проаналізуйте результати:
 - Оцініть гідрограф стоку, що відображає зміну витрати води в річці або потоці.
 - Проаналізуйте загальний обсяг поверхневого стоку, втрати води на випаровування та інфільтрацію.

Етап 6: Візуалізація та експорт результатів

1. **Візуалізація результатів** HEC-HMS дозволяє створювати графіки та карти для візуалізації результатів моделювання. Використайте відповідні інструменти програми для створення графіків стоку та карт зон затоплення.
2. **Експорт результатів** Ви можете експортувати результати моделювання у вигляді таблиць або графіків для подальшого аналізу або використання в інших програмних пакетах.

Завдання для виконання:

1. Встановіть програму **HEC-HMS**.
2. Створіть новий проект і налаштуйте систему координат.
3. Імпортуйте геопросторові дані (DEM) для моделювання водозбір-ного басейну.
4. Налаштуйте параметри басейну, інфільтрації та випаровування.
5. Додайте метеорологічні дані та запустіть моделювання.
6. Візуалізуйте та проаналізуйте результати моделювання.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке HEC-HMS і які задачі вирішує ця система?
2. Які компоненти моделі басейну необхідно створити для гідрологічного моделювання?
3. Як налаштувати метеорологічні дані для моделі?
4. Які дані можна отримати після виконання моделювання?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу встановлення та налаштування HEC-HMS.
3. Опис створення моделі водозбору та налаштування параметрів.
4. Результати моделювання та їхній аналіз.
5. Висновки.

Це лабораторне заняття дозволить студентам ознайомитися з програмою **HEC-HMS**, засвоїти основи гідрологічного моделювання та навчитися виконувати аналіз гідрографа стоку і моделювання поверхневого стоку для конкретних річкових басейнів.

Лабораторне заняття 8: Програмне забезпечення для аналізу річкових

систем Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS)

Мета заняття:

- Ознайомитися з основними можливостями програмного забезпечення **HEC-RAS**.
- Навчитися створювати модель річкової системи та проводити аналіз потоків і затоплень.
- Виконати симуляцію річкових процесів та аналіз результатів.

Обладнання:

- Комп'ютер з операційною системою Windows або Linux.
- Програмне забезпечення **HEC-RAS**.
- Вихідні дані про рельєф і річкову систему (цифрова модель рельєфу, інформація про поперечні перерізи русел тощо).

Теоретичні відомості:

1. Що таке HEC-RAS?

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center River Analysis System) — це програмний продукт, розроблений **HEC** (Центром гідрологічної інженерії США) для аналізу потоків води у річкових системах. HEC-RAS використовується для моделювання одновимірних і двовимірних гідравлічних процесів, таких як рух води у річках, каналах та їхніх затоплених зонах.

2. Основні можливості HEC-RAS:

- Моделювання одновимірного (1D) та двовимірного (2D) руху води.
- Розрахунок розподілу швидкостей потоку, рівня води та затоплених зон.
- Моделювання впливу інженерних споруд, таких як дамби, водоскиди та інші гідротехнічні конструкції.
- Аналіз повеней, прогнозування зон затоплення.
- Підтримка роботи з **GIS** для аналізу геопросторових даних та інтеграції рельєфу місцевості.

3. Основні етапи моделювання у HEC-RAS:

- Створення геометрії річкової системи (поперечні перерізи, русла річок, дамби, споруди тощо).
- Налаштування вихідних умов та характеристик потоку.
- Виконання симуляції.
- Аналіз та візуалізація результатів (розподіл рівня води, затоплені

зони, швидкість потоку тощо).

Хід роботи:

Етап 1: Встановлення HEC-RAS

1. Завантаження та встановлення HEC-RAS

- Завантажте програмне забезпечення HEC-RAS з офіційного сайту HEC-RAS.
- Встановіть програму на ваш комп'ютер.

Етап 2: Створення нового проекту

1. Запуск HEC-RAS

- Після встановлення запусить програму HEC-RAS.

2. Створення нового проекту

- Виберіть опцію **File -> New Project**.
- Назвіть проект, виберіть місце для збереження та встановіть координатну систему, яка відповідатиме вашій місцевості (наприклад, WGS 84).

Етап 3: Створення геометрії річкової системи

1. Імпорт геопросторових даних

- Імпортуйте цифрову модель рельєфу (DEM) або геопросторові дані про річкові системи через опцію **GIS Tools**.
- Створіть річкову систему, додавши головне русло річки, її притоки, а також поперечні перерізи для визначення гідравлічних характеристик.

2. Налаштування геометрії річкової системи

- Визначте поперечні перерізи річки (Cross Sections), які будуть використовуватися для розрахунку параметрів потоку.
- Додайте інженерні споруди (дамби, мости, водоскиди), якщо такі є на моделюваній ділянці.

3. Визначення меж затоплених зон

- За допомогою інструментів HEC-RAS налаштуйте полігони для визначення меж можливих затоплень.

Етап 4: Налаштування моделі

1. Введення вихідних умов

- Введіть параметри потоку (рівень води, витрати води на вхідних

- та вихідних ділянках річкової системи).
- Визначте гідрологічні умови, такі як опади та інфільтрація (якщо використовуєте більш складні моделі).

2. Введення параметрів симуляції

- Налаштуйте умови моделювання (наприклад, тривалість моделювання, часовий інтервал, критерії стабільності).

Етап 5: Виконання моделювання

1. Запуск симуляції

- Після налаштування всіх параметрів запустіть симуляцію, обравши опцію **Run**.
- Під час виконання симуляції HEC-RAS буде обчислювати рівень води, швидкість потоку, а також можливі затоплені зони.

2. Аналіз результатів

- Після завершення симуляції оцініть результати, звернувши увагу на гідравлічні параметри, такі як рівень води, затоплені території та швидкість течії.
- Використайте графіки і таблиці для аналізу динаміки річкових процесів.

Етап 6: Візуалізація та аналіз результатів

1. Візуалізація затоплених зон

- HEC-RAS дозволяє створювати карти затоплених територій для наочного аналізу можливих зон ризику.
- Використайте модуль **RAS Mapper** для візуалізації результатів на карті.

2. Експорт результатів

- Ви можете експортувати результати моделювання у вигляді таблиць або графіків для подальшого аналізу або інтеграції з іншими системами (наприклад, GIS).

Завдання для виконання:

- Встановіть програмне забезпечення **HEC-RAS**.
- Створіть новий проект і налаштуйте систему координат.
- Імпортуйте цифрову модель рельєфу (DEM) або географічні дані про річкову систему.
- Створіть модель річкової системи з поперечними перерізами та інженерними спорудами.
- Виконайте симуляцію річкових процесів та проаналізуйте

результати.

6. Візуалізуйте затоплені території та експорт результатів.

Питання для самоперевірки:

1. Які основні функції виконує HEC-RAS?
2. Які кроки необхідно виконати для створення геометрії річкової системи?
3. Як налаштовуються вихідні умови для моделювання річкових процесів?
4. Які типи результатів можна отримати після виконання симуляції в HEC-RAS?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу встановлення та налаштування HEC-RAS.
3. Опис створення геометрії річкової системи та налаштування параметрів симуляції.
4. Результати моделювання та їхній аналіз.
5. Висновки.

Це лабораторне заняття дозволить студентам ознайомитися з програмним забезпеченням **HEC-RAS**, навчитися створювати моделі річкових систем, виконувати аналіз затоплень та працювати з гідравлічними процесами для водозбірних басейнів і річкових систем.

Лабораторне заняття 9: Встановлення вільної СУБД MariaDB (MySQL) в операційній системі Linux. Робота з тестовими даними

Мета заняття:

- Навчитися встановлювати та налаштовувати СУБД **MariaDB** або **MySQL** в операційній системі **Linux**.
- Ознайомитися з базовими командами управління базами даних.
- Практика роботи з тестовими даними у базі даних.

Обладнання:

- Комп'ютер з операційною системою **Linux** (Ubuntu або інша дистрибуція).
- Підключення до Інтернету для завантаження програмного забезпечення.
- Права адміністратора (root) для встановлення і налаштування програм.

Теоретичні відомості:

1. Що таке MariaDB і MySQL?

MariaDB та **MySQL** — це реляційні системи управління базами даних (СУБД), що використовують SQL (Structured Query Language) для роботи з базами даних. MySQL була однією з найбільш популярних відкритих СУБД, але після її придбання компанією Oracle, з'явилася її відгалужена версія — **MariaDB**, яка зберігає сумісність з MySQL, але продовжує розвиватися окремо.

2. Основні можливості MariaDB:

- Робота з реляційними даними за допомогою SQL-запитів.
- Підтримка транзакцій, індексів, збережених процедур.
- Підтримка інструментів резервного копіювання та відновлення.
- Масштабованість та надійність для управління великими обсягами даних.

3. Основні команди MariaDB:

- **CREATE DATABASE** — створення нової бази даних.
- **CREATE TABLE** — створення таблиць.
- **INSERT INTO** — вставка нових записів у таблиці.
- **SELECT** — запити до бази даних для вибірки даних.
- **UPDATE** — оновлення наявних записів.
- **DELETE** — видалення записів.

Хід роботи:

Етап 1: Встановлення MariaDB в Linux

1. Оновлення системи

- Спершу оновить пакетні джерела та встановить останні оновлення:

```
bashКопіювати код
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

2. Встановлення MariaDB

- Встановить **MariaDB** через менеджер пакетів **apt**:

```
bashКопіювати код
sudo apt install mariadb-server
```

3. Перевірка стану MariaDB

- Перевірте, чи MariaDB працює правильно:

```
bashКопіювати код
sudo systemctl status mariadb
```

- Якщо служба не запущена, запустіть її:

```
bashКопіювати код
sudo systemctl start mariadb
```

4. Налаштування MariaDB

- Виконайте початкове налаштування бази даних, щоб захистити її та встановити root-пароль:

```
bashКопіювати код
sudo mysql_secure_installation
```

- Дотримуйтесь інструкцій у терміналі (встановіть root-пароль, ви-мкніть анонімні користувачі, забороніть віддалений доступ root та ін.).

5. Підключення до MariaDB

- Після встановлення ви можете підключитися до бази даних як root-користувач:

```
bashКопіювати код
sudo mysql -u root -p
```

- Введіть пароль, який ви вказали при виконанні команди mysql_secure_installation.

Етап 2: Створення бази даних і таблиць

1. Створення нової бази даних

- Після входу у MySQL або MariaDB ви можете створити нову базу даних командою:

```
sqlКопіювати код
CREATE DATABASE testdb;
```

- Перевірте, чи створена база:

```
sqlКопіювати код
SHOW DATABASES;
```

2. Перемикання на нову базу даних

- Використовуйте новостворену базу даних:

```
sqlКопіювати код
USE testdb;
```

3. Створення таблиці для збереження даних

- Створіть таблицю для тестових даних, наприклад, для зберігання інформації про гідрологічні станції:

```
sqlКопіювати код
CREATE TABLE hydro_stations (
    id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    name VARCHAR(100),
    location VARCHAR(100),
    water_level DECIMAL(5, 2),
    flow_rate DECIMAL(5, 2)
);
```

4. Вставка тестових даних

- Вставте кілька записів до таблиці:

```
sqlКопіювати код
INSERT INTO hydro_stations (name, location,
water_level, flow_rate)
VALUES
('Station A', 'River XYZ', 3.25, 15.70),
('Station B', 'River ABC', 2.10, 12.80),
('Station C', 'River DEF', 4.00, 18.55);
```

5. Перевірка записів

- Перевірте, чи додані записи до таблиці:

```
sqlКопіювати код
SELECT * FROM hydro_stations;
```

Етап 3: Оновлення та видалення даних

1. Оновлення даних

- Оновіть значення рівня води для певної станції:

```
sqlКопіювати код
UPDATE hydro_stations
SET water_level = 3.50
WHERE name = 'Station A';
```

2. Видалення даних

- Видаліть запис зі станцією з ID 3:

```
sqlКопіювати код
DELETE FROM hydro_stations
WHERE id = 3;
```

Етап 4: Експорт і імпорт бази даних

1. Експорт бази даних у файл

- Для експорту всієї бази даних **testdb** скористайтеся командою:

```
bashКопіювати код
mysqldump -u root -p testdb >
testdb_backup.sql
```

2. Імпорт бази даних з файлу

- Для відновлення бази даних з резервної копії:

```
bashКопіювати код
mysql -u root -p testdb < testdb_backup.sql
```

Завдання для виконання:

1. Встановіть **MariaDB** або **MySQL** в операційній системі Linux.
2. Створіть нову базу даних та таблицю для зберігання гідрологічних даних.
3. Додайте до таблиці кілька тестових записів.
4. Оновіть та видаліть певні записи.
5. Виконайте експорт та імпорт бази даних.

Питання для самоперевірки:

1. Як перевірити, чи встановлено і запущено MariaDB на вашій системі?
2. Які команди використовуються для створення бази даних і таблиці в MariaDB?
3. Як виконати експорт і імпорт бази даних у MariaDB?
4. Чим MariaDB відрізняється від MySQL?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу встановлення MariaDB.
3. Опис створення бази даних та виконання операцій з таблицями.
4. Результати роботи з тестовими даними.
5. Висновки.

Це лабораторне заняття допоможе студентам зрозуміти основи роботи з реляційними базами даних на прикладі MariaDB (MySQL), навчитися встановлювати СУБД, створювати бази даних і виконувати базові операції з даними.

Лабораторне заняття 10: Мова програмування R в операційній системі

Linux

Мета заняття:

- Ознайомитися з мовою програмування **R** та її можливостями для аналізу даних у водному господарстві.
- Встановити R в операційній системі **Linux**.
- Виконати базові операції з даними за допомогою R.

Обладнання:

- Комп'ютер з операційною системою **Linux** (Ubuntu або інша дистрибуція).
- Підключення до Інтернету для завантаження програмного забезпечення.

Теоретичні відомості:

1. Що таке R?

R — це мова програмування та середовище для статистичних обчислень і графічного візуалізації даних. R широко використовується для аналізу даних, статистичного моделювання та візуалізації в наукових, економічних, соціальних та екологічних дослідженнях.

2. Основні можливості R:

- Статистичний аналіз: регресійний аналіз, тестування гіпотез, аналіз варіації.
- Графічна візуалізація: побудова графіків, діаграм, карт.
- Обробка та маніпуляція даними: фільтрація, агрегація, об'єднання наборів даних.
- Використання пакетів для спеціалізованих функцій (наприклад, `ggplot2` для візуалізації, `dplyr` для маніпуляцій з даними).

Хід роботи:

Етап 1: Встановлення R в Linux

1. Оновлення системи

- Спершу оновить систему:

```
bashКопіювати код
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

2. Встановлення R

- Встановіть R за допомогою менеджера пакетів **apt**:

```
bashКопіювати код
sudo apt install r-base
```

3. Перевірка встановлення

- Перевірте, чи R встановлено, запустивши його в терміналі:

```
bashКопіювати код
R
```

4. Вихід з R

- Щоб вийти з середовища R, наберіть:

```
RКопіювати код
q()
```

Етап 2: Основи роботи з R

1. Запуск R

- Запустіть R у терміналі:

```
bashКопіювати код
R
```

2. Основи синтаксису

- Обчислення простих виразів:

```
RКопіювати код
2 + 2
```

- Присвоєння значення змінній:

```
RКопіювати код
x <- 5
```

3. Основні функції

- Створення векторів:

```
RКопіювати код
my_vector <- c(1, 2, 3, 4, 5)
```

- Основні статистичні функції:

```
RКопіювати код
mean(my_vector) # середнє
sd(my_vector)   # стандартне відхилення
summary(my_vector) # статистичний огляд
```

4. Графічна візуалізація

- Побудова простого графіка:

```
RКопіювати код
plot(my_vector, type = "o", col = "blue", main = "Простий графік", xlab = "Індекс", ylab = "Значення")
```

Етап 3: Робота з даними

1. Завантаження набору даних

- Для демонстрації використайте вбудований набір даних `iris`:

```
RКопіювати код
data(iris)
head(iris) # перегляд перших кількох рядків
```

2. Опис даних

- Отримайте базову інформацію про дані:

```
RКопіювати код
str(iris) # структура даних
summary(iris) # статистичний огляд
```

3. Візуалізація даних

- Побудуйте графік розсіювання для аналізу:

```
RКопіювати код
plot(iris$Sepal.Length, iris$Sepal.Width, col = iris$Species, pch = 19, xlab = "Довжина ча-
шолістка", ylab = "Ширина чашолістка", main = "Графік розсіювання iris")
legend("topright", legend = levels(iris$Species), col = 1:3, pch = 19)
```

Етап 4: Завантаження додаткових пакетів

1. Встановлення пакету `ggplot2`

- У R ви можете встановити пакети для розширення функціональності. Встановіть пакет `ggplot2`:

```
RКопіювати код
install.packages("ggplot2")
```

2. Використання `ggplot2` для візуалізації

- Створіть графік з використанням `ggplot2`:

```
RКопіювати код
library(ggplot2)
```

```
ggplot(iris, aes(x = Sepal.Length, y =  
Sepal.Width, color = Species)) +  
  geom_point() +  
  labs(title = "Графік розсіювання iris з ви-  
користанням ggplot2", x = "Довжина чашолис-  
тка", y = "Ширина чашолистка")
```

Завдання для виконання:

1. Встановіть R в операційній системі Linux.
2. Ознайомтесь з основами синтаксису R.
3. Завантажте набір даних `iris` та виконайте базовий аналіз.
4. Побудуйте графіки для візуалізації даних.
5. Встановіть і використайте пакет `ggplot2` для створення графіків.

Питання для самоперевірки:

1. Які команди використовуються для запуску R та виходу з нього?
2. Як створити вектор і провести базовий статистичний аналіз в R?
3. Які команди використовуються для візуалізації даних?
4. Як встановити та використувувати пакет в R?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу встановлення R.
3. Опис основ роботи з R і аналізу набору даних.
4. Результати візуалізації.
5. Висновки.

Це лабораторне заняття допоможе студентам ознайомитися з мовою R, її основами та можливостями для аналізу даних у контексті гідроінформатики.

Лабораторне заняття 11: Візуалізація даних за допомогою `ggplot2`

Мета заняття:

- Ознайомитися з пакетом `ggplot2` для візуалізації даних в мові програмування R.
- Вивчити основи побудови графіків за допомогою `ggplot2`.
- Виконати практичні вправи зі створення різних типів графіків.

Обладнання:

- Комп'ютер з операційною системою **Linux** (Ubuntu або інша)

- дистрибуція).
- Встановлений **R** та пакет **ggplot2**.

Теоретичні відомості:

1. Що таке ggplot2?

ggplot2 — це потужний пакет для створення графіків у R, який базується на принципах граматики графіків. Цей пакет дозволяє користувачам створювати складні графіки, комбінуючи прості елементи в єдину візуалізацію.

2. Основи побудови графіків у ggplot2:

- **Графічна система ggplot2** складається з трьох основних компонентів:
 - **Дані:** джерело інформації, яке ми хочемо візуалізувати.
 - **Аерограми:** основа графіка, яка визначає, що ми хочемо показати (наприклад, точки, лінії, стовпці).
 - **Аксесуари:** елементи графіка, які покращують його інтерпретацію (заголовки, підписи, кольори).

Хід роботи:

Етап 1: Встановлення та підключення ggplot2

1. Запуск R

- Запустіть R у терміналі:

```
bashКопіювати код
R
```

2. Встановлення ggplot2 (якщо ще не встановлено)

- У R виконайте команду:

```
RКопіювати код
install.packages("ggplot2")
```

3. Підключення ggplot2

- Після встановлення підключіть пакет:

```
RКопіювати код
library(ggplot2)
```

Етап 2: Основи побудови графіків

1. Приклад набору даних

- Використайте вбудований набір даних `mtcars`, який містить

інформацію про автомобілі:

```
RКопіювати код  
data(mtcars)  
head(mtcars)
```

2. Побудова простого графіка

- Створіть простий графік розсіювання:

```
RКопіювати код  
ggplot(mtcars, aes(x = wt, y = mpg)) +  
  geom_point() +  
  labs(title = "Взаємозв'язок між вагою та ви-  
тратою пального",  
        x = "Вага автомобіля (1000 фунтів)",  
        y = "Витрата пального (миль на галон)")
```

3. Додавання кольорів

- Додайте кольори за категорією (наприклад, за кількістю циліндрів):

```
RКопіювати код  
ggplot(mtcars, aes(x = wt, y = mpg, color =  
factor(cyl))) +  
  geom_point(size = 3) +  
  labs(title = "Взаємозв'язок між вагою та ви-  
тратою пального",  
        x = "Вага автомобіля (1000 фунтів)",  
        y = "Витрата пального (миль на галон)",  
        color = "Кількість циліндрів")
```

Етап 3: Створення різних типів графіків

1. Гістограма

- Побудуйте гістограму для розподілу витрати пального:

```
RКопіювати код  
ggplot(mtcars, aes(x = mpg)) +  
  geom_histogram(binwidth = 2, fill = "blue",  
color = "white") +  
  labs(title = "Розподіл витрати пального",  
        x = "Витрата пального (миль на галон)",  
        y = "Кількість автомобілів")
```

2. Лінійний графік

- Створіть лінійний графік для аналізу тренду (наприклад, залежність між вагою та витратою):


```

RКопіювати код
ggplot(mtcars, aes(x = wt, y = mpg)) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, color
= "red") +
  geom_point() +
  labs(title = "Тренд залежності між вагою та
витратою пального",
       x = "Вага автомобіля (1000 фунтів)",
       y = "Витрата пального (миль на галон)")

```

3. Стовпчиковий графік

- Створіть стовпчиковий графік для порівняння середньої витрати пального за кількістю циліндрів:

```

RКопіювати код
mpg_means <- aggregate(mpg ~ cyl, data =
mtcars, FUN = mean)
ggplot(mpg_means, aes(x = factor(cyl), y =
mpg)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill =
"lightblue") +
  labs(title = "Середня витрата пального за
кількістю циліндрів",
       x = "Кількість циліндрів",
       y = "Середня витрата пального (миль на
галон)")

```

Етап 4: Збереження графіків

1. Збереження графіка у файл

- Щоб зберегти графік у файл, використайте команду `ggsave()`:

```

RКопіювати код
ggsave("my_plot.png", width = 8, height = 5)

```

Завдання для виконання:

1. Встановіть пакет `ggplot2` в R.
2. Використайте набір даних `mtcars` та побудуйте графіки:
 - Графік розсіювання.
 - Гістограму витрати пального.
 - Лінійний графік для аналізу тренду.
 - Стовпчиковий графік для порівняння середньої витрати пального за кількістю циліндрів.
3. Збережіть один із побудованих графіків у файл.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке ggplot2 і які його основні принципи?
2. Які основні компоненти необхідні для побудови графіка в ggplot2?
3. Як додати кольори за категорією до графіка?
4. Яким чином можна зберегти графік у файл?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу використання ggplot2 для візуалізації даних.
3. Результати побудови графіків.
4. Висновки.

Це лабораторне заняття допоможе студентам ознайомитися з візуалізацією даних за допомогою пакету ggplot2 у R, розвинути навички створення різних типів графіків для аналізу даних у гідроінформації.

Лабораторне заняття 12: Програмне забезпечення для штучних нейронних мереж

Мета заняття:

- Ознайомитися з поняттям штучних нейронних мереж (ШНМ) та їх застосуванням у гідроінформації.
- Вивчити основні бібліотеки та інструменти для створення і навчання ШНМ у Python.
- Провести практичну роботу зі створення простого нейронного мережевого моделювання.

Обладнання:

- Комп'ютер з операційною системою Linux (Ubuntu або інша дистрибуція).
- Встановлений Python (версія 3.6 або вище).
- Бібліотеки: TensorFlow, Keras, NumPy, Matplotlib.

Теоретичні відомості:

1. Що таке штучні нейронні мережі?

Штучні нейронні мережі — це обчислювальні моделі, натхнені структурою та функціонуванням біологічних нейронних мереж. Вони використовуються для розв'язання складних задач, таких як класифікація, регресія, розпізнавання образів, прогнозування та інші.

2. Основні компоненти нейронних мереж:

- **Нейрон:** основна одиниця обчислення, яка отримує вхідні дані, обробляє їх і передає результати далі.
- **Шари:** мережі складаються з вхідного шару, одного або кількох прихованих шарів та вихідного шару.
- **Ваги та зсуви:** параметри, які налаштовуються під час навчання моделі для оптимізації її продуктивності.
- **Активаційні функції:** функції, які визначають, чи активується нейрон, наприклад, ReLU, сигмоїда, тангенс.

3. Основні бібліотеки для роботи з ШНМ:

- **TensorFlow:** потужна бібліотека для машинного навчання, яка надає інструменти для створення та навчання нейронних мереж.
- **Keras:** високорівнева бібліотека, що працює поверх TensorFlow, полегшуючи побудову і навчання моделей.

Хід роботи:

Етап 1: Встановлення Python та необхідних бібліотек

1. Перевірка Python

- Відкрийте термінал і перевірте наявність Python:

```
bashКопіювати код
python3 --version
```

2. Встановлення pip

- Якщо pip ще не встановлено, виконайте:

```
bashКопіювати код
sudo apt install python3-pip
```

3. Встановлення бібліотек

- Встановіть необхідні бібліотеки:

```
bashКопіювати код
pip3 install tensorflow keras numpy matplotlib
```

Етап 2: Створення простої нейронної мережі

1. Імпорт бібліотек

- Створіть новий файл Python (наприклад, `neural_network.py`) і імпортуйте необхідні бібліотеки:

```
pythonКопіювати код
```

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
```

2. Створення навчального набору даних

- Для простоти використайте синтетичні дані:

```
pythonКопіювати код
# Генерація даних
X = np.array([[0, 0], [0, 1], [1, 0], [1, 1]])
y = np.array([[0], [1], [1], [0]]) # XOR
```

3. Побудова моделі

- Створіть просту модель з одним прихованим шаром:

```
pythonКопіювати код
model = Sequential()
model.add(Dense(4, input_dim=2,
activation='relu')) # Прихований шар
model.add(Dense(1, activation='sigmoid')) #
Вихідний шар
```

4. Компіляція моделі

- Скомпілюйте модель:

```
pythonКопіювати код
model.compile(loss='binary_crossentropy',
optimizer='adam', metrics=['accuracy'])
```

5. Навчання моделі

- Навчіть модель на даних:

```
pythonКопіювати код
model.fit(X, y, epochs=1000, verbose=0)
```

6. Оцінка моделі

- Оцініть модель на навчальних даних:

```
pythonКопіювати код
loss, accuracy = model.evaluate(X, y)
print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}')
```

7. Прогнозування

- Зробіть прогнози:

```
pythonКопіювати код
predictions = model.predict(X)
print('Predictions:')
```

```
print(predictions)
```

Етап 3: Візуалізація результатів

1. Візуалізація результатів

- Створіть графік для візуалізації прогнозів:

```
pythonКопіювати код  
plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], c=predictions,  
            cmap='coolwarm', s=100)  
plt.title('Результати прогнозування нейронної  
мережі')  
plt.xlabel('Вхід 1')  
plt.ylabel('Вхід 2')  
plt.colorbar(label='Прогноз')  
plt.show()
```

Завдання для виконання:

1. Встановіть необхідні бібліотеки для роботи з ШНМ.
2. Створіть просту нейронну мережу, що реалізує задачу XOR.
3. Навчіть модель та оцініть її точність.
4. Візуалізуйте результати прогнозування.

Питання для самоперевірки:

1. Які основні компоненти штучних нейронних мереж?
2. Які бібліотеки використовуються для створення нейронних мереж у Python?
3. Яку функцію активації використовують на виході моделі для бінарної класифікації?
4. Як можна оцінити точність моделі нейронної мережі?

Звіт:

1. Мета роботи.
2. Опис процесу створення нейронної мережі.
3. Результати навчання та оцінки моделі.
4. Візуалізація результатів прогнозування.
5. Висновки.

Це лабораторне заняття допоможе студентам ознайомитися з концепцією штучних нейронних мереж, їх реалізацією в Python та застосуванням у гідроінформації.