



# Звіт про оригінальність

● Оцінка схожості

% 6

● Ризик плагіату

СЕРЕДНІЙ

👤 Olga Kagalo 🕒 2025-06-19 23:04

Посилання на звіт: 10mDd / Посилання користувача: qEAc



# Ось вона – Ваша звіт про оригінальність!

Ми раді повідомити, що перевірка вашого документа завершена, і результати вже готові! Наші алгоритми старанно працювали, щоб знайти збіги в наших базах даних.

На наступних сторінках ви знайдете результати перевірки:

---

Бали

---

Збіги

---

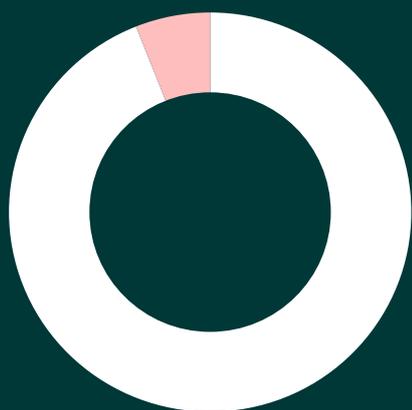
Посилання

---

Ваш документ було перевірено за такими джерелами:

- База даних інтернет-джерел
- База даних наукових статей
- Глибока перевірка (наш вдосконалений алгоритм)

# Бали



● Збіги тексту	6%
● Перефразування	0%
● Цитований текст	0%
● Неправильне цитування	0%
● Збігів не знайдено	94%

## Ризик плагіату

**СЕРЕДНІЙ**

Ризик плагіату вказує, як збіги тексту розподілені по документу. Вищий ризик виникає, коли збіги з'являються близько один до одного, наприклад, у тому самому абзаці або розділі.

## Оцінка схожості

% **6**

Оцінка схожості показує, скільки слів або символів у вашому документі збігаються з текстами інших документів, включаючи перефразовані тексти або неправильні цитати.

# Збіги

---

## 1 Теоретичні основи проблеми

### 1.1 Основні поняття клімату та його складових

**8** Клімат – це довготривалий режим погоди в певній місцевості, що визначається сукупністю погодних умов, які характерні для даного регіону протягом тривалого часу, зазвичай 30 років і більше. На відміну від погоди, яка є тимчасовим станом атмосфери в конкретний момент або протягом кількох днів, клімат відображає стабільні тенденції і закономірності, що виникають внаслідок взаємодії різних природних факторів.

Клімат є складним комплексом фізичних, географічних і біологічних явищ, який формується під впливом таких основних складових: температури повітря, опадів, вологості, атмосферного тиску, напрямку і швидкості вітру. Ці показники взаємопов'язані і в сукупності визначають **8** кліматичні умови на певній території.

Температура є одним із найважливіших кліматичних показників. Вона відображає ступінь нагрівання або охолодження повітря і залежить від багатьох чинників, включно з географічною широтою, висотою над рівнем моря, відстанню від океанів і морів, а також від сезонних циклів. Середня річна температура характеризує загальний тепловий режим регіону, а сезонні і добові коливання вказують на його кліматичну мінливість. Зміни температури безпосередньо впливають на життєдіяльність людей, рослин і тварин, а також на стан гідросфери і атмосфери.

Опади включають всі форми випадання води з атмосфери на поверхню Землі: дощ, сніг, град, туман, мряку. Кількість і тип опадів суттєво впливають на формування клімату, оскільки визначають вологість ґрунтів, наповнення водойм і рівень вологості повітря. Розподіл опадів у просторі і часі – сезонний, річний, багаторічний – є одним із ключових факторів для оцінки кліматичних умов регіону. Наприклад, посушливі регіони характеризуються низьким рівнем опадів і високим випаровуванням, тоді як вологі кліматичні зони отримують значну кількість опадів протягом року.

Вологість повітря відображає **5** кількість водяної пари, що міститься в атмосфері, і є важливим показником комфорту і екологічного стану середовища. Вона впливає на тепловий баланс атмосфери, інтенсивність випаровування, формування хмар і опадів.

Вологість вимірюють у відсотках і розрізняють абсолютну і відносну вологість.

**5** Відносна вологість – це співвідношення фактичної кількості водяної пари до максимально можливої при даній температурі. Показник вологості має велике значення для прогнозування погоди і визначення кліматичних зон.

Атмосферний тиск – це сила, з якою повітряна маса тисне на поверхню Землі. Він варіює залежно від висоти над рівнем моря, температури і вологості повітря, а також від розподілу мас повітря в атмосфері. Тиск впливає на рухи повітря – утворення вітрів і циклонів, що є основними механізмами переносу тепла і вологи по планеті. Зміни атмосферного тиску пов'язані із погодними фронтами і визначають зміни погоди в регіоні.

Вітер – це рух повітряних мас від областей підвищеного тиску до областей зниженого тиску. Він має напрямок і швидкість, які визначаються загальною циркуляцією атмосфери, локальними рельєфними особливостями та сезонними змінами. Вітер впливає на температуру, вологість і розподіл опадів, сприяє змішуванню повітряних мас, переносить пил, забруднення та інші частинки. Особливо важливим є вивчення екстремальних вітрів – буревіїв, ураганів і тайфунів, які можуть мати руйнівні наслідки.

Клімат формується під впливом різноманітних факторів, які можна розділити на зовнішні і внутрішні:

Географічне розташування: широта визначає кут падіння сонячних променів, а отже і інтенсивність нагрівання поверхні. Приполярні області отримують менше сонячної енергії, тропіки – найбільше.

Висота над рівнем моря: з підвищенням на висоту температура знижується, змінюється склад атмосфери, що впливає на клімат гірських районів.

Відстань від великих водойм: океани і моря пом'якшують клімат, зменшуючи сезонні коливання температури, а також впливають на вологість і опади.

Циркуляція атмосфери і океанів: глобальні повітряні і океанічні течії перерозподіляють тепло і вологу, формуючи регіональні кліматичні умови.

Антропогенний вплив: діяльність людини, особливо викиди парникових газів, зміни землекористування (вирубка лісів, урбанізація), а також забруднення атмосфери мають суттєвий вплив на сучасний клімат і його динаміку.

Клімат і погода часто плутають, але це різні поняття. Погода – це стан атмосфери у конкретний момент або короткий проміжок часу, який може змінюватись від хвилини до кількох днів. Клімат же відображає середні, типові умови погоди за тривалий період (зазвичай 30 років і більше). Для вивчення клімату використовують статистичні методи,

що дозволяють відокремити випадкові коливання погоди від стабільних тенденцій.

Розуміння клімату є фундаментом для багатьох сфер людської діяльності: сільського господарства, планування міст, охорони довкілля, управління водними ресурсами, енергетики тощо. **31** Сучасні виклики, пов'язані з кліматичними змінами, роблять особливо актуальним систематичний моніторинг кліматичних показників і створення баз даних, які дозволяють аналізувати поточний стан і прогнозувати подальші тенденції.

За останні кілька десятиліть науковці всього світу відзначають виразні зміни у кліматичних умовах планети, що мають глобальний характер. Ці тенденції є результатом комплексної взаємодії природних процесів та антропогенних факторів – діяльності людини, зокрема викидів парникових газів у атмосферу.

Однією з ключових ознак сучасних кліматичних змін є глобальне потепління – підвищення середньої температури земної поверхні. За даними Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (IPCC), середня температура повітря за останні 150 років зросла приблизно на 1,1°C. Найшвидше потепління відбувається в полярних регіонах, особливо в Арктиці, де середня температура підвищилася приблизно вдвічі швидше за глобальне середнє. Ці зміни призводять до танення льодовиків і морського льоду, що, в свою чергу, впливає на рівень світового океану.

Підвищення температури спричиняє не лише розширення води через нагрівання, але й танення льодовиків та льодових покривів Гренландії й Антарктиди. Це спричинило підвищення рівня Світового океану приблизно на 20-25 см за останні сто років. Наслідки цього явища відчувають прибережні території: відбуваються ерозія узбереж, затоплення низинних районів, посилюються повені і шторми.

Зміни клімату також проявляються у модифікації розподілу і кількості опадів. У деяких регіонах світу збільшується кількість опадів, що призводить до повеней і підвищеної вологості, тоді як в інших – спостерігається посушливість, дефіцит водних ресурсів та збільшення ризику лісових пожеж. Ці зміни мають сезонний і довготривалий характер і пов'язані з порушеннями циркуляції атмосфери.

З глобальним потеплінням зростає й частота, й інтенсивність екстремальних погодних подій, таких як урагани, тайфуни, посухи, лісові пожежі, аномальні хвилі спеки і сильні дощі. Ці явища спричиняють значні збитки для природних екосистем, інфраструктури і людського здоров'я. Зміни клімату посилюють і збільшують тривалість сезонів пожеж у різних регіонах світу.

Кліматичні зміни впливають і на живу природу – рослини, тварин, морські організми. Відбувається зміщення ареалів поширення багатьох видів, зміни в циклах їх розвитку,

порушення харчових ланцюгів. Особливо вразливі арктичні та альпійські екосистеми, коралові рифи та водно-болотні угіддя. Втрата біорізноманіття посилює екологічні проблеми.

Основним драйвером сучасних кліматичних змін визнано збільшення концентрації парникових газів, таких як **10** вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закис азоту (N<sub>2</sub>O) в атмосфері, що пов'язано з інтенсивним використанням викопних палив, вирубкою лісів, індустріалізацією і сільським господарством. Ці гази затримують тепло в атмосфері, створюючи так званий парниковий ефект, який й призводить до підвищення температури.

Відповіддю міжнародної спільноти стали різноманітні угоди та ініціативи, зокрема Паризька угода 2015 року, яка покликана стримати глобальне потепління в межах 1,5–2°C від доіндустріального рівня. Угода передбачає зобов'язання країн щодо скорочення викидів **10** парникових газів і переходу до сталого розвитку.

Кліматичні зміни мають глибокий і різноплановий вплив на погодні явища, які відбуваються у атмосфері. Погода, як короткострокове атмосферне явище, є безпосереднім проявом клімату, а тому зміни кліматичних умов супроводжуються суттєвими трансформаціями у структурі, частоті і інтенсивності погоди. Збільшення середньої температури, зміна в розподілі опадів, підвищення вологості та модифікація атмосферних циркуляцій – все це спричиняє виникнення нових погодних патернів, а також посилення екстремальних явищ.

Підвищення глобальної середньої температури призводить до більш частих і тривалих періодів аномальної спеки, що стає загрозою для здоров'я людей, сільського господарства і екосистем. Циклічні коливання температури, які раніше були звичними для конкретних регіонів, сьогодні змінюються в бік збільшення максимальних значень. Водночас, у деяких регіонах спостерігаються більш м'які зими з меншою кількістю морозів і снігового покриву.

Кліматичні зміни порушують традиційні схеми опадів, викликаючи нерівномірний розподіл вологи в часі і просторі. В деяких регіонах збільшується кількість опадів, що призводить до частих повеней і підтоплень, особливо у зонах з інтенсивною урбанізацією. Водночас у посушливих районах спостерігається зменшення опадів, що загрожує посухами, виснаженням ґрунтів і дефіцитом водних ресурсів. Така нерівномірність негативно впливає на сільське господарство, водопостачання та екосистеми.

Кліматичні зміни спричиняють зростання частоти і потужності екстремальних погодних явищ, таких як урагани, тайфуни, грози, сильні зливи, буревії, град і інші форми

стихійних лих. Підвищення температури океанів збільшує енергію для утворення потужних тропічних циклонів, які завдають значної шкоди людським поселенням і інфраструктурі. Внаслідок посилення теплового стресу частішають хвилі спеки, що негативно впливає на здоров'я і продуктивність людей.

Кліматичні зміни впливають не лише на інтенсивність, але й на сезонність погодних процесів. Наприклад, початок весняного та літнього періодів зміщується у бік ранішого настання, а осінь і зима стають коротшими і теплішими. Це призводить до зміщення вегетаційних циклів рослин, впливає на життєві цикли тварин та змінює гідрологічні режими річок і озер.

Зміни в кількості і інтенсивності опадів безпосередньо пов'язані з частотою виникнення повеней і посух. Збільшення опадів у короткі періоди призводить до зростання ризику повеней, особливо в районах з порушеним дренажем і інтенсивним будівництвом. Навпаки, зменшення і нерегулярність опадів у посушливих регіонах підсилюють ризик посух, що негативно впливає на сільське господарство, запаси питної води та біорізноманіття.

Підвищення температури призводить до зменшення тривалості і товщини снігового покриву, а також швидшого танення льодовиків. Це впливає на водні ресурси багатьох регіонів, які залежать від весняного і літнього стоку талих вод. Зменшення льодовикових запасів також створює ризики для гірських екосистем і природного балансу.

Зміни у погодних явищах через кліматичні зміни мають суттєві соціальні та економічні наслідки. Поширення екстремальних температур, повеней і посух спричиняє втрати у сільському господарстві, руйнування інфраструктури, збільшення витрат на адаптацію та ліквідацію наслідків стихійних лих. Це також загрожує здоров'ю населення, збільшуючи ризик теплових ударів, захворювань, пов'язаних із забрудненням води і повітря.

Хоча глобальні кліматичні зміни мають загальний напрямок – підвищення середньої температури і зміни у водному балансі, конкретні прояви цих змін суттєво відрізняються в різних регіонах планети. Регіональні особливості кліматичних трансформацій визначаються географічним розташуванням, рельєфом, близькістю до океанів чи великих водойм, а також локальними природними і антропогенними чинниками.

Підвищення температури відбувається нерівномірно: полярні області нагріваються значно швидше за середньосвітні показники, що спричиняє прискорене танення льодовиків і зменшення морського льоду. Наприклад, Арктика за останні десятиліття нагрілася приблизно вдвічі швидше за глобальне середнє. У той же час тропічні

регіони, хоча й піддаються підвищенню температури, демонструють більш стабільні показники через високу вологість і природну кліматичну варіабельність.

Регіональні кліматичні зміни значно впливають на кількість, тип і сезонність опадів. Наприклад, в субтропічних зонах Середземномор'я і Південної Африки спостерігається тенденція до посушливості, що посилює ризик посух і зменшує водні ресурси. Навпаки, у деяких частинах Південної Азії та Південно-Східної Азії, зокрема в Індії, збільшується кількість інтенсивних мусонних дощів, що підвищує ймовірність повеней.

Регіональні зміни клімату часто супроводжуються зміною сезонних циклів. У помірних широтах весняний період настає раніше, що призводить до зміщення вегетаційних циклів рослин і змін у життєвих циклах тварин. Це впливає на сільське господарство, особливо у регіонах з вираженими сезонами.

Гірські райони демонструють особливі кліматичні зміни **32** через вплив висоти над рівнем моря. Зменшення **21** снігового покриву і танення льодовиків призводять до зміни водних ресурсів, які живлять річки і підтримують біорізноманіття. У полярних регіонах танення льодовиків та зменшення морського льоду мають не лише локальний, а й глобальний вплив через підвищення рівня океанів і зміну атмосферної циркуляції.

В Україні кліматичні трансформації проявляються через поступове **13** підвищення середньої температури, збільшення кількості днів з екстремальною спекою, а також зміну режиму опадів. Особливо це помітно в степовій і лісостеповій зонах, де збільшується ризик посух і деградації ґрунтів. Північні регіони країни мають тенденцію до помірного збільшення вологості, **23** що впливає на сільськогосподарське виробництво і лісове господарство.

Регіональні особливості кліматичних змін є важливим фактором для розробки ефективних заходів адаптації та пом'якшення наслідків. Врахування місцевих кліматичних особливостей дозволяє точніше прогнозувати ризики, планувати **23** управління водними ресурсами, сільським господарством, містобудуванням і екологічною безпекою.

Кліматичні зміни, що відбуваються на глобальному рівні, мають чіткі відображення і в Україні, впливаючи на природні умови, економіку та соціальне життя країни. Україна розташована у помірному кліматичному поясі, і тому зміни клімату проявляються через зміну температурних режимів, режимів опадів, а також збільшення частоти **13** екстремальних погодних явищ.

**13** Дані метеорологічних спостережень свідчать про помітне зростання середньорічної температури в Україні за останні десятиліття. Зокрема, **13** за період з

1970-х років **15** середня температура повітря в країні підвищилась приблизно на 1°C, що відповідає світовим тенденціям глобального потепління. Особливо виразне потепління спостерігається в літні місяці, що призводить до більш тривалих і інтенсивних періодів спеки.

Режим опадів в Україні зазнає суттєвих трансформацій. У різних регіонах країни відзначається нерівномірність у розподілі кількості і інтенсивності опадів. На заході і північному заході країни **15** спостерігається тенденція до збільшення кількості опадів, що сприяє підвищенню вологості ґрунтів і річок. Водночас у південних і східних регіонах – особливо в степовій зоні – фіксуються посушливі періоди, що збільшує ризик посух і сприяє деградації земель.

За останні роки в Україні помітно збільшилась частота таких екстремальних явищ, як сильні зливи, повені, пилові бурі та хвилі спеки. **6** Це створює серйозні виклики для інфраструктури, сільського господарства і здоров'я населення. Зокрема, значні повені на заході країни у 2020-х роках спричинили масштабні збитки і потребували комплексних заходів з ліквідації наслідків.

Кліматичні зміни мають безпосередній вплив на аграрний сектор України, який є одним із ключових для економіки країни. Збільшення тривалості посушливих періодів та зміна режиму опадів створюють загрозу для врожайності сільськогосподарських культур, особливо у південних та східних регіонах. Також змінюється режим річок і водосховищ, що ускладнює управління водними ресурсами і призводить до необхідності впровадження нових технологій зрошення та водозбереження.

Зміни клімату сприяють деградації природних екосистем, зокрема в степових і лісостепових зонах України. Підвищення температури і зменшення опадів посилюють процеси опустелювання, зниження біорізноманіття, а також поширення шкідників і хвороб рослин. Особливу увагу потребує охорона водних екосистем, які зазнають впливу змін температури і хімічного складу води.

У відповідь на виклики, пов'язані з кліматичними змінами, в Україні розробляються і впроваджуються програми адаптації, що включають модернізацію аграрного сектору, покращення систем водопостачання, розвиток систем моніторингу і прогнозування погоди. Особливе значення має інтеграція новітніх технологій збору та аналізу кліматичних даних, що **20** дозволяє більш точно оцінювати ризики і планувати дії.

Регіональний моніторинг клімату **16** є невід'ємною складовою сучасної системи управління природними ресурсами, екологічною безпекою **20** та адаптації до кліматичних змін. Він забезпечує своєчасний збір, обробку і аналіз детальних даних про стан кліматичних параметрів на конкретних територіях, **16** що дає змогу виявляти локальні тенденції та оцінювати.

Глобальні кліматичні зміни мають загальний характер, проте їхні прояви у різних регіонах суттєво відрізняються. Регіональний моніторинг дозволяє відслідковувати ці відмінності та вчасно виявляти зміни у температурних режимах, кількості опадів, вологості, швидкості вітру та інших кліматичних показниках. Це особливо важливо для країн з різноманітними кліматичними зонами.

Регіональні дані про клімат є основою для управління водними ресурсами, зокрема для планування зрошення, запобігання посухам і повеням. Моніторинг дозволяє прогнозувати зміни у водному балансі та приймати заходи для збереження водних запасів. Аналогічно, аналіз кліматичних тенденцій допомагає зберігати і покращувати стан земельних ресурсів, запобігати ерозії і деградації ґрунтів.

Сільське господарство **17** є одним із найбільш вразливих секторів до кліматичних змін. Регіональний моніторинг дозволяє фермерським господарствам **28** отримувати актуальну інформацію про погодні умови, планувати посівні кампанії, вибирати найбільш відповідні культури та технології вирощування. Це сприяє підвищенню стійкості аграрного виробництва і зменшенню **17** збитків від екстремальних погодних явищ.

**17** Завдяки регіональному моніторингу клімату можна краще розуміти вплив кліматичних факторів на стан екосистем, прогнозувати зміни біорізноманіття та розробляти заходи з охорони навколишнього середовища. Це сприяє **22** збереженню природних ресурсів та підтримці екологічної рівноваги.

**22** Регіональний моніторинг дозволяє оперативно виявляти аномальні погодні явища, що можуть призвести до стихійних лих – повеней, посух, буревіїв та ін. Це дає змогу своєчасно інформувати населення і органи управління, планувати заходи захисту та мінімізації збитків.

Дані регіонального моніторингу формують основу для наукових досліджень, моделювання кліматичних сценаріїв та розробки державних і регіональних програм адаптації до змін клімату. Це сприяє **27** прийняттю науково обґрунтованих рішень у сфері екологічної безпеки, розвитку інфраструктури і сталого розвитку.

Регіональний моніторинг клімату все більше спирається на використання сучасних технологій збору і обробки даних – автоматичних метеостанцій, дистанційного зондування, систем географічної інформації (ГІС) та API для інтеграції різноманітних джерел інформації. Це дозволяє створювати комплексні та актуальні бази даних, необхідні для оперативного аналізу і прогнозування.

## 1.2 Інформаційні системи для моніторингу клімату: огляд сучасних рішень

Інформаційні системи для моніторингу клімату відіграють **6** ключову роль у зборі, обробці, збереженні та аналізі великого обсягу кліматичних даних, які є фундаментом для розуміння змін клімату, прогнозування погодних явищ і прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Сучасні кліматичні системи мають складну структуру і включають як апаратну, так і програмну частини, а також механізми інтеграції різномірних джерел інформації.

Інформаційні системи для моніторингу клімату можна класифікувати за рівнем охоплення, типом даних, способами збору інформації та напрямками використання:

Глобальні кліматичні системи – створені для збору і аналізу даних з усього світу, часто на базі супутникових технологій і глобальних мереж метеостанцій. Приклад: система Copernicus Climate Change Service (C3S), яка надає відкритий доступ до широкого спектру кліматичних даних.

Регіональні інформаційні системи – орієнтовані на збір і аналіз кліматичних даних у межах конкретних регіонів або країн. Вони враховують локальні особливості клімату і дозволяють більш детально оцінювати ризики та тенденції.

Локальні системи моніторингу – встановлюються на рівні міст, окремих територій або об'єктів (наприклад, аграрних підприємств), забезпечуючи високоточні і оперативні дані для конкретних задач.

Інформаційні системи інтегрують різні типи джерел даних:

Метеорологічні станції та датчики – основне джерело вимірювань температури, вологості, атмосферного тиску, опадів, швидкості і напрямку вітру. Сучасні автоматизовані метеостанції **26** дозволяють збирати дані в реальному часі.

**26** Супутникові дані – забезпечують глобальний огляд кліматичних параметрів, таких як температура поверхні океану і суші, покрив снігу і льоду, концентрація парникових газів, хмарність тощо. Супутники NASA, ESA та інших агентств регулярно передають величезні обсяги інформації.

Радіолокаційні системи – дають змогу відстежувати опади, їх інтенсивність і тип, а також погодні явища, такі як грози і урагани.

Гідрологічні та екологічні датчики – збирають інформацію про стан водних ресурсів, які є важливою частиною кліматичної системи.

Моделі клімату – це математичні та статистичні моделі, що використовують історичні дані та поточні спостереження для прогнозування майбутніх кліматичних тенденцій.

Сучасні кліматичні інформаційні системи володіють широким спектром функцій, серед

яких:

Збір і агрегація даних з різних джерел у реальному часі або з визначеною періодичністю.

Обробка і зберігання даних з використанням баз даних, що оптимізовані для роботи з великими обсягами інформації (Big Data).

Валідація та контроль якості даних, включаючи виявлення помилок, пропущених значень, аномалій.

Аналіз і візуалізація – побудова графіків, карт, дашбордів, теплових карт, а також складні статистичні і просторові аналізи.

Прогнозування і моделювання кліматичних явищ на основі історичних даних та алгоритмів машинного навчання.

Інтеграція з зовнішніми API і сервісами, що дозволяє розширювати функціонал і підключати нові джерела даних.

Автоматичне оновлення і синхронізація даних, що забезпечує актуальність інформації.

Приклади сучасних **6** інформаційних систем для моніторингу клімату

Copernicus Climate Change Service (C3S). Це одна з найпотужніших глобальних платформ, яка надає відкритий доступ до кліматичних даних і сервісів. Вона використовує дані супутників, наземних станцій і моделей клімату, пропонуючи широкий спектр інструментів для аналізу та візуалізації. C3S активно використовується науковцями, урядовими органами та бізнесом для оцінки впливу змін клімату.

NOAA Climate Data Online (CDO). Сервіс Національного управління океанічних і атмосферних досліджень США (NOAA) надає доступ до великої кількості метеорологічних і кліматичних даних, включаючи довготривалі спостереження, які важливі для аналізу тенденцій і змін.

European Climate Assessment & Dataset (ECA\&D). Цей проект фокусується на європейському регіоні і пропонує перевірені дані по температурі, опадам та іншим кліматичним показникам з високою роздільною здатністю.

Agricultural Decision Support Systems. Спеціалізовані системи, які використовують кліматичні дані для підтримки прийняття рішень у сільському господарстві. Вони допомагають прогнозувати ризики посухи, оптимізувати посіви, планувати зрошення і захист рослин від хвороб.

Для побудови ефективних інформаційних систем моніторингу клімату використовуються сучасні технології:

Реляційні та NoSQL бази даних (PostgreSQL, MongoDB) для зберігання структурованих та неструктурованих даних.

Хмарні обчислення і зберігання (AWS, Azure, Google Cloud), що забезпечують масштабованість і доступність.

Геоінформаційні системи (ГІС), які дозволяють працювати з просторовими даними, будувати карти і аналізувати просторові закономірності.

**7** Машинне навчання і штучний інтелект для прогнозування кліматичних явищ та виявлення аномалій.

API і веб-сервіси, що забезпечують інтеграцію з іншими системами, мобільними додатками та ВІ-платформами.

Незважаючи на значний прогрес, сучасні інформаційні системи моніторингу клімату стикаються з рядом викликів:

**7** Обробка великих обсягів даних вимагає потужної інфраструктури і ефективних алгоритмів.

Забезпечення якості і достовірності даних, особливо при інтеграції різномірних джерел.

Необхідність стандартизації форматів і протоколів обміну даними для полегшення інтеграції.

Проблеми з доступністю даних у деяких регіонах, що ускладнює створення повноцінних регіональних систем.

Потреба в адаптації систем під конкретні потреби користувачів, враховуючи специфіку місцевих кліматичних умов.

Перспективи розвитку пов'язані з впровадженням новітніх технологій, удосконаленням моделей прогнозування, розширенням мережі автоматичних метеостанцій, а також посиленням міжнародної співпраці для обміну даними.

Бази даних кліматичних спостережень є фундаментом для вивчення кліматичних змін, аналізу тенденцій, прогнозування і розробки заходів з адаптації до нових умов. Ефективність будь-якої системи моніторингу та аналітики клімату напряму залежить від якості, обсягу, доступності і структури даних. Розглянемо детально основні українські та міжнародні бази даних, **7** що використовуються для кліматичних досліджень.

### 1.3 Бази даних кліматичних спостережень

В Україні існує кілька основних джерел кліматичних даних, які збираються різними державними і науковими установами.

1. Гідрометслужба України (УкрГідрометцентр). Головний національний орган, що відповідає за моніторинг і прогнозування клімату та погоди. Він акумулює дані з мережі метеорологічних станцій по всій території країни, включаючи показники температури, опадів, вологості, атмосферного тиску, швидкості та напрямку вітру. Дані формуються у вигляді щоденних, місячних і річних звітів.

Структура бази: містить історичні ряди спостережень з точками географічного розташування станцій, параметрами клімату, а також метадані про умови спостережень.

Переваги: наявність довготривалих даних, офіційний статус і регулярне оновлення.

Недоліки: обмежена відкритість для широкого загалу, нерівномірне покриття території (рідше станції у гірських і сільських районах), недостатня деталізація.

2. **33** Національний екологічний центр України (НЕЦУ). Використовує кліматичні дані для екологічних досліджень, моніторингу забруднення і кліматичних трендів. Центр веде власні бази даних, часто інтегруючи їх з даними Гідрометслужби.

3. Наукові установи і університети. Деякі академічні організації (наприклад, Інститут гідрометеорології НАН України) збирають і аналізують кліматичні дані, часто створюючи локальні бази даних для наукових проєктів. Дані можуть включати більш детальну інформацію по конкретних регіонах або кліматичних явищах.

4. Проєкти відкритих даних. В останні роки в Україні розвиваються ініціативи з відкритого доступу до кліматичних і екологічних даних, що базуються на державних реєстрах та міжнародних платформах. Проте масштабність і якість таких даних ще не досягли світового рівня.

У світі існує багато великих, добре структурованих і відкритих баз даних, які служать джерелом для глобальних і регіональних досліджень клімату. Однією з найбільших і найважливіших платформ є NASA **19** Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS), яка акумулює супутникові та наземні дані з усього світу. Вона надає доступ до багатогранної інформації про температуру, вологість, опади, стан атмосфери, поверхні океану і суші. Ця система вирізняється інтеграцією різноманітних джерел, високою просторово-часовою роздільною здатністю, а також зручними інструментами для завантаження і візуалізації. Її використовують для наукових досліджень, моніторингу екстремальних явищ і кліматичного моделювання.

Ще одним прикладом є **30** NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI), що акумулює понад сорок петабайт кліматичних та погодних спостережень. База включає інформацію про метеорологічні станції, океанографічні дослідження, льодові покриви, а також кліматичні аномалії. Вона відзначається довготривалими рядами даних, широким спектром параметрів і доступністю API для автоматичного отримання інформації. Водночас обробка великих обсягів **34** даних потребує потужних обчислювальних ресурсів.

**34** European Climate Assessment & Dataset (ECA&D) зосереджується на Європі і містить велику базу якісних даних за багаторічний період. У ній представлено стандартизовані дані температури, опадів, кількості днів з різними погодними явищами. Джерело вирізняється високою якістю та перевіреністю даних, підтримкою регіональних дослідників і відкритим доступом, хоча воно здебільшого обмежене європейською територією.

World Meteorological Organization (WMO) Global Observing System (GOS) координує міжнародний збір і обмін метеорологічними даними. Ця система включає мережу наземних, морських і повітряних спостережень, відіграючи **6** ключову роль у стандартизації методів збору даних та інтеграції глобальної мережі.

Climate Data Store (CDS) від Copernicus є платформою з відкритим доступом до кліматичних продуктів, що охоплює прогнози моделі, аналізи історичних даних і сценарії майбутніх змін. Вона вирізняється інтеграцією супутникових і наземних даних, зручними інтерфейсами і API, а також підтримкою різних форматів даних.

Порівняльний аналіз показує, що міжнародні бази даних зазвичай доступні та відкриті як для науковців, так і для громадськості, тоді як українські джерела іноді мають обмеження у доступі через відсутність політик відкритих даних. Якість і стандартизація також суттєво відрізняються: світові бази дотримуються міжнародних стандартів, зокрема WMO, що забезпечує високу якість та сумісність даних, тоді як у локальних базах іноді виникають труднощі зі стандартизацією. Глобальні бази охоплюють всю планету, однак локальні системи мають перевагу у більш детальному моніторингу певної території. Міжнародні системи, як правило, мають автоматизовані процеси збору та обробки інформації, тоді як локальні потребують додаткової модернізації. Крім того, світові платформи забезпечують розширені можливості інтеграції з аналітичними інструментами, що значно полегшує аналіз, моделювання та візуалізацію даних.

Існуючі бази даних кліматичних спостережень є потужним інструментом для дослідження і моніторингу змін клімату. Для України важливо працювати над інтеграцією національних даних з міжнародними системами, вдосконалювати доступність і якість інформації, а також створювати локальні рішення з урахуванням регіональної специфіки. Такий підхід дозволить покращити точність прогнозів,

підвищити ефективність адаптаційних заходів і сприяти сталому розвитку в умовах глобальних кліматичних викликів.

#### 1.4 Постановка завдання: вимоги до БД для регіонального кліматичного моніторингу

**29** Сучасні виклики, пов'язані з кліматичними змінами, вимагають створення ефективних інструментів для збору, зберігання, обробки та аналізу кліматичних даних на регіональному рівні. Для цього ключовою складовою є добре спроектована база даних (БД), що задовольняє вимоги збереження великих обсягів різноманітної інформації, гнучкості у використанні, інтеграції з зовнішніми джерелами та забезпечення високої продуктивності.

Функціональні вимоги:

1. Збір та зберігання різнопланових кліматичних показників. **2** База даних повинна підтримувати зберігання широкого спектру кліматичних параметрів: температура повітря (мінімальна, максимальна, середня), атмосферний тиск, вологість, опади (кількість, тип, інтенсивність), швидкість і напрям вітру, а також географічні характеристики (адміністративна приналежність, GPS-координати, висота над рівнем моря). Важливо забезпечити коректне типізування даних і підтримку різних одиниць виміру.
2. Історичні та поточні дані. База має зберігати не лише поточні вимірювання, а й історичні ряди даних за роками, місяцями, днями. Це дасть змогу виконувати трендовий аналіз, виявляти довготривалі зміни клімату та порівнювати їх між різними періодами.
3. Підтримка географічної прив'язки даних. Важливо, щоб кожен запис був пов'язаний з конкретним місцем вимірювань – метеостанцією або регіоном. Це забезпечить можливість регіонального аналізу та порівняння кліматичних показників між різними територіями.
4. Виявлення та обробка відхилень. База повинна підтримувати механізми виявлення аномалій і відхилень від кліматичних норм. Це можуть бути як тригери для контролю валідності даних при введенні, так і спеціальні функції для аналітики.
5. Інтеграція з зовнішніми джерелами. Система має підтримувати імпорт даних із зовнішніх API (наприклад, метеосупутники, міжнародні кліматичні бази), а також автоматичне оновлення інформації. Це забезпечить актуальність і повноту бази даних.
6. Аналітика і підтримка складних запитів. База повинна ефективно підтримувати складні аналітичні запити: обчислення середніх значень, виявлення трендів, побудова

порівняльних таблиць і представлень для візуалізації. Підтримка процедур і функцій PL/pgSQL є перевагою.

7. Експорт і звітність. Система має забезпечувати можливість вивантаження даних у популярні формати (CSV, Excel) та інтеграцію з BI-системами (Power BI, Tableau) для подальшої візуалізації та аналізу.

Нефункціональні вимоги:

1. Масштабованість. **2** База даних має бути здатна обробляти **12** зростаючі обсяги даних, що з кожним роком будуть збільшуватись за рахунок розширення мережі спостережень та накопичення історії. Використання PostgreSQL із можливістю горизонтального і вертикального масштабування є оптимальним рішенням.

2. Надійність і цілісність даних. Забезпечення цілісності **12** даних за допомогою обмежень (constraints), транзакцій та тригерів є обов'язковим. Це мінімізує ризики втрати або пошкодження інформації.

3. Продуктивність. Індексція, оптимізація запитів і використання представлень мають забезпечити швидкий доступ до даних.

4. Безпека. Розмежування прав доступу, аутентифікація користувачів, резервне копіювання і захист від несанкціонованого доступу – критично важливі аспекти.

5. Гнучкість і розширюваність. **12** Система повинна легко адаптуватися до нових типів даних, додаткових параметрів і змін у структурі. Реляційна модель з нормалізацією та модульним підходом до побудови таблиць забезпечить це.

Особливості, пов'язані з регіональним кліматичним моніторингом

1. Різноманітність кліматичних зон. Україна має декілька кліматичних зон – від помірно континентальної до морської – що вимагає адаптації структури бази даних до регіональних особливостей (специфіка опадів, температурні режими).

2. Врахування географічних і адміністративних одиниць. Для детального аналізу потрібно підтримувати ієрархічну структуру адміністративних одиниць (країна □ область □ район □ населений пункт).

3. Адаптація до змін у мережі метеостанцій. Мережа спостережень може змінюватися: з'являться нові станції, закриватись старі. База має підтримувати динамічне оновлення інформації про станції, їхні параметри, без втрати даних.

4. Врахування природних аномалій і подій. Потрібно передбачити зберігання інформації про природні катаклізми (повені, посухи, урагани), які впливають на

кліматичні показники, та забезпечити можливість аналізу їх впливу.

Технічні вимоги:

1. Використання реляційної СУБД PostgreSQL. Ця СУБД відома високою стабільністю, підтримкою складних SQL-запитів, розширеннями для роботи з геопросторовими даними (PostGIS), що робить її оптимальним інструментом для кліматичних баз даних.
2. Розробка API для інтеграції. Для збору і оновлення даних повинні бути розроблені RESTful API, що дозволять автоматизувати процеси імпорту і експорту.
3. Використання DataGrip як інструменту управління. DataGrip забезпечує зручний інтерфейс для проектування бази, написання і тестування SQL-скриптів, а також виконання адміністративних задач.

Вимоги **2** до бази даних для регіонального кліматичного моніторингу базуються на необхідності забезпечити зберігання комплексних, якісних і валідних даних, що охоплюють широкий спектр кліматичних параметрів у часовому та географічному розрізі. Високі функціональні, нефункціональні та технічні стандарти гарантують, що розроблена система стане потужним інструментом для дослідників, державних служб і організацій, які займаються вивченням та адаптацією до кліматичних змін.

## 2 Підготовка до розробки

### 2.1 Вибір інструментів (DataGrip, PostgreSQL)

Ефективна розробка бази даних неможлива без ретельного вибору інструментів, які забезпечать зручне середовище розробки, гнучкість реалізації та надійність збереження даних. Особливо це важливо у випадку систем, які працюють з критично важливою та потенційно великою кількістю інформації, як-от кліматичні показники, що мають часову та географічну прив'язку. Для реалізації проекту з розробки **2** бази даних для відстеження регіональних кліматичних змін було обрано два ключових інструменти — середовище розробки DataGrip і систему **9** керування базами даних PostgreSQL.

DataGrip — це професійне середовище для роботи з базами даних, розроблене компанією JetBrains, яка відома такими продуктами, як IntelliJ IDEA, PyCharm, WebStorm тощо. DataGrip спеціалізується саме на роботі з СКБД і підтримує понад 20 типів баз, зокрема PostgreSQL, MySQL, Oracle, Microsoft SQL Server, SQLite, MariaDB та інші.

Ключові можливості DataGrip:

інтелектуальний редактор SQL-коду, що автоматично пропонує підказки, виправляє помилки та оптимізує запити;

підтримка роботи з кількома СКБД одночасно, що дозволяє уніфікувати розробку;

зручна навігація по базі даних, автоматичне виявлення залежностей між таблицями, перегляд історії змін;

підтримка створення ER-діаграм, які автоматично будуються на основі структури бази;

повна інтеграція з Git, можливість запуску скриптів, перегляду логів виконання та тестування запитів у реальному часі.

DataGrip дозволяє створювати, налагоджувати та тестувати запити, працювати з процедурами, функціями, тригерами, візуалізувати схему БД та **25** зручно працювати з великими наборами даних.

**25** PostgreSQL — це потужна об'єктно-реляційна **9** система керування базами даних з відкритим кодом, яка активно розвивається понад 30 років. Вона відома своєю стабільністю, надійністю та гнучкістю. PostgreSQL обирають компанії, які працюють із критично важливою інформацією, великою кількістю транзакцій та високими вимогами до цілісності даних.

Ключові особливості PostgreSQL:

підтримка складних структур даних: JSON, XML, масиви, індексовані поля, просторові дані (через PostGIS);

процедурне розширення PL/pgSQL, яке дозволяє створювати складні функції, тригери та автоматизувати бізнес-логіку;

висока **2** масштабованість і продуктивність навіть при мільйонах записів;

дотримання стандартів ACID, що забезпечує надійність транзакцій;

активна спільнота розробників та велика кількість документації.

Завдяки цим перевагам PostgreSQL ідеально підходить для реалізації системи, що аналізує та зберігає кліматичні дані, надаючи широкі можливості для аналітики, фільтрації та агрегації.

У процесі вибору середовища розробки також були проаналізовані альтернативи:

pgAdmin — офіційний інструмент для PostgreSQL. Має простий інтерфейс, проте обмежений у функціоналі, не підтримує рефакторинг коду та має менш зручний редактор SQL.

DBeaver — популярне багатоплатформенне середовище з підтримкою більшості СКБД.

Версія Community має менше функцій, а платна — включає розширений редактор SQL, діаграми, аналітику.

HeidiSQL — зручна для MySQL, проте не підтримує PostgreSQL у повному обсязі.

У порівнянні з цими інструментами, DataGrip надає найширші можливості для роботи з базою даних, забезпечує глибоку інтеграцію з системами контролю версій, інтелектуальні підказки, діаграми та розширення.

Розглядалися й інші СКБД:

MySQL — легка у використанні, але поступається PostgreSQL у роботі з просторовими даними, гнучкості процедурної мови та підтримці складних запитів;

OracleDB — комерційна система, що вимагає ліцензії. Має широкий функціонал, але складна в налаштуванні;

MSSQLServer — зручна в середовищі Windows, але потребує платної ліцензії, що ускладнює її застосування в студентських проєктах.

PostgreSQL, на відміну від них, є безкоштовною, гнучкою та добре документованою системою, що ідеально підходить для навчальних, наукових і реальних проєктів.

В таблиці 2.1 подано порівняльну таблицю IDE для роботи з базами даних.

Таблиця 2.1 – Порівняльна таблиця IDE

Критерій

DataGrip

pgAdmin

DBeaver (Community)

Підтримка СКБД

PostgreSQL, MySQL, Oracle, SQLite, MSSQL тощо

Тільки PostgreSQL

Більшість відомих СКБД

Графічний інтерфейс

Сучасний, інтерактивний

Базовий, менш гнучкий

Гарний, але менш гнучкий за DataGrip

Рефакторинг SQL-коду

Так, з підказками і автозавершенням

Обмежений функціонал

Обмежено (у Community версії)

ER-діаграми

Так, з візуальними схемами

Так, але менш зручні

Так (у платній версії розширено)

Продовження таблиці 2.1 – Порівняльна таблиця IDE

Підтримка контролю версій

Так

Немає

Частково

Інтеграція з Git

Так (через вбудовану підтримку)

Немає

Потрібна зовнішня інтеграція

Розширення / Плагіни

Так (через JetBrains Marketplace)

Немає

Так (обмежено у Community)

Імпорт / Експорт даних

CSV, SQL dump, JSON, XML

CSV, SQL dump

CSV, Excel, SQL

Комерційна модель

Платна (безкоштовна для студентів)

Безкоштовна

Безкоштовна

Платформи (Windows/Linux/Mac)

Так

Так

Так

В таблиці 2.2 подано порівняльну таблицю системуправління баз даних.

Таблиця 2.2 – Порівняльна таблиця СУБД

Критерій

PostgreSQL

MySQL

MS SQL Server

Oracle DB

Тип ліцензії

Open Source (BSD)

Open Source (GPL)

Комерційна (Microsoft)

Комерційна (Oracle)

Підтримка складних типів даних (JSON, геодані)

Так (PostGIS, JSONB, XML)

Частково (JSON з обмеженнями)

Так (JSON, але без повноцінних геоданих)

Так (широка підтримка XML, Spatial)

Підтримка процедурної мови

PL/pgSQL, PL/Python, інші

Так (Stored Procedures, але обмежено)

T-SQL (високий рівень)

PL/SQL

Продовження таблиці 2.2 – Порівняльна таблиця СУБД

Масштабованість

Висока

Висока

Висока

Висока

Платформа

Windows, Linux, macOS

Windows, Linux, macOS

Windows (обмежено Linux)

Windows, Linux, Unix

Продуктивність при великих обсягах даних

Висока

Висока

Висока

Висока

Інструменти для реплікації/кластеризації

Так (Streaming Replication, Patroni, інше)

Так (InnoDB Cluster, Group Replication)

Так (Always On, реплікація)

Так (Real Application Clusters)

Інтеграція з аналітичними інструментами

Висока (підтримка BI, Python, R)

Середня

Висока (Power BI, Excel)

Висока

Зручність для навчання

Так

Так

Середня

Складна

Вартість використання

Безкоштовна

Безкоштовна (Community)

Платна (є обмежена безкоштовна версія)

Платна (дорога ліцензія)

Таким чином, середовище розробки DataGrip у поєднанні з PostgreSQL як СКБД забезпечує всі необхідні умови для ефективної реалізації проєкту. DataGrip надає інструменти високого рівня для зручної роботи з базою, включно з рефакторингом,

автодоповненням коду, підтримкою діаграм та інтерфейсом для роботи з кількома СКБД. PostgreSQL, своєю чергою, пропонує стабільну й масштабовану платформу для зберігання, обробки й аналітики даних, підтримку складних типів і процедур, що дозволяє будувати складні зв'язки й механізми збору інформації.

Усе це робить обрану комбінацію інструментів оптимальною для поставленого завдання. Вона дозволяє не тільки зручно реалізувати реляційну структуру БД, а й масштабувати систему в майбутньому, забезпечити інтеграцію з іншими сервісами та автоматизувати обробку кліматичних даних.

## 2.2 Мова запитів та методи розробки (SQL, PL/pgSQL)

Після визначення інструментального середовища розробки наступним логічним кроком є вибір мови програмування та підходів до побудови внутрішньої логіки бази даних. Для реалізації проєкту використано поєднання класичної мови запитів SQL та процедурного розширення PL/pgSQL, яке підтримується у середовищі PostgreSQL. Цей вибір обумовлений не лише поширеністю та універсальністю цих мов, а й наявністю широкого функціоналу для реалізації складної логіки обробки, фільтрації та аналізу даних.

SQL — це декларативна мова, яка є стандартом для взаємодії з реляційними базами даних. Основне призначення SQL — формулювання запитів до бази даних для отримання, вставки, оновлення та видалення інформації.

SQL поділяється на кілька груп інструкцій:

DDL (Data Definition Language) — визначення структури бази: CREATE, ALTER, DROP;

DML (Data Manipulation Language) — маніпуляція даними: SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE;

DCL (Data Control Language) — керування доступом: GRANT, REVOKE;

TCL (Transaction Control Language) — керування транзакціями: BEGIN, COMMIT, ROLLBACK.

У рамках дипломного проєкту SQL використовується для створення таблиць, визначення зв'язків між ними, формування запитів на вибірку даних за регіонами, датами, типами показників, а також для підрахунків агрегатних значень (середні, мінімальні, максимальні значення кліматичних параметрів).

PL/pgSQL (Procedural Language/PostgreSQL) — це процедурне розширення мови SQL, що дозволяє писати складні логічні конструкції, включно з умовними операторами,

циклами, обробниками помилок, що є неможливим у класичному SQL. Ця мова дозволяє зосередити бізнес-логіку безпосередньо в СКБД, забезпечуючи її ефективно виконання та спрощення архітектури програми.

Переваги PL/pgSQL:

Висока продуктивність завдяки виконанню безпосередньо на сервері;

Можливість створення тригерів для автоматичного реагування на зміни в таблицях;

Обробка умов (IF, CASE), циклів (LOOP, WHILE, FOR), виклик функцій;

Повноцінна підтримка змінних, блоків BEGIN...END, обробки винятків (EXCEPTION).

У проєкті мова PL/pgSQL використовується для реалізації функцій автоматичного додавання нових кліматичних даних, перевірки коректності введеної інформації, автоматичного оновлення агрегованих таблиць і формування звітів.

Для структурованого підходу до розробки були застосовані наступні методи:

Модульність: код розділено на функції для повторного використання;

Ієрархічна побудова запитів: спочатку вибірки з базових таблиць, потім — агрегація;

Уникнення надлишкового дублювання запитів через представлення (VIEW);

Тестування та логування процедур у середовищі DataGrip.

Процедури та функції створювалися з урахуванням наочності, ефективності та можливості масштабування. При створенні враховано можливі розширення: додавання нових типів кліматичних показників, нових регіонів, автоматичне оновлення з API.

Приклад функції для автоматичного внесення кліматичних вимірювань:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION add_measurement(
```

```
  p_region_id INT,
```

```
  p_indicator_id INT,
```

```
  p_source_id INT,
```

```
  p_value NUMERIC,
```

```
  p_date DATE
```

```
)  
  
RETURNS VOID AS $$  
  
BEGIN  
  
INSERT INTO measurement(region_id, indicator_id, source_id, value, date)  
  
VALUES (p_region_id, p_indicator_id, p_source_id, p_value, p_date);  
  
END;  
  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Використання мови SQL у поєднанні з PL/pgSQL забезпечує повноцінну та гнучку реалізацію логіки обробки кліматичних даних у рамках системи. SQL дозволяє будувати потужні запити для вибірки та фільтрації інформації, тоді як PL/pgSQL забезпечує механізми для процедурної **24** обробки даних, автоматизації процесів та забезпечення цілісності. Це поєднання дозволяє створити ефективну, модульну та розширювану архітектуру, що повністю відповідає вимогам сучасних інформаційних систем.

### 2.3 Логічне й фізичне **11** проектування бази даних

**11** Проектування бази даних є одним із найважливіших етапів розробки інформаційної системи. Саме на цьому етапі визначається структура даних, правила їх зберігання, взаємозв'язки між сутностями та забезпечується узгодженість усієї системи. Для реалізації системи ClimateWatchDB, що призначена для збору, аналізу та моніторингу кліматичних змін у різних регіонах, була створена гнучка реляційна модель з підтримкою розширення, масштабування та автоматизації аналітики.

На етапі логічного проектування були визначені основні сутності предметної області, їх атрибути, а також зв'язки між ними. Усього було визначено понад 25 таблиць, які охоплюють:

географічні дані (регіони, адміністративні одиниці, координати);

кліматичні показники (температура, опади, вологість, тощо);

джерела даних (метеостанції, API, супутникові джерела);

вимірювання;

користувацьку взаємодію (сесії, логи, налаштування);

аналітичну обробку (прогнози, агрегація, сповіщення);

інфраструктурні елементи (сенсори, імпорти, API-токени).

Усі ці об'єкти мають між собою чітко визначені зв'язки типу один-до-багатьох або багато-до-одного. Наприклад:

один регіон може мати багато вимірювань;

одне джерело даних може постачати багато вимірювань;

один користувач може створити кілька візуалізацій або звітів.

Фізична модель реалізована у СКБД PostgreSQL з використанням типів SERIAL, VARCHAR, NUMERIC, TEXT, DATE, TIMESTAMP, що забезпечують ефективне зберігання, обробку та обмеження для валідації даних. Було враховано принципи:

нормалізації до третьої нормальної форми (3НФ);

унікальності записів через первинні ключі (PRIMARY KEY);

зв'язків через зовнішні ключі (FOREIGN KEY);

обмежень цілісності (NOT NULL, CHECK, DEFAULT);

можливості індексації для швидкого доступу до записів.

Далі представлено повний перелік таблиць, які реалізовані у базі даних ClimateWatchDB, з вказанням назв полів, їх типів та пояснень.

### Таблиця 2.3 – Regions

Field Name

Data Type

Description

region\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Унікальний ідентифікатор регіону

region\_name

VARCHAR(100) NOT NULL

Назва регіону

country

VARCHAR(100)

Назва країни

latitude

DECIMAL(9,6)

Широта

longitude

DECIMAL(9,6)

Довгота

Таблиця 2.4 – AdministrativeUnits

Field Name

Data Type

Description

admin\_unit\_id

SERIAL 3 PRIMARY KEY

3 Унікальний ідентифікатор адмін. одиниці

region\_id

INT NOT NULL

Зв'язок з таблицею Regions

name

VARCHAR(100)

Назва адмін. одиниці

type

VARCHAR(50)

Тип (область, район, тощо)

Таблиця 2.5 – ClimateIndicators

Field Name

Data Type

Description

indicator\_id

SERIAL 3 PRIMARY KEY

3 Унікальний ідентифікатор показника

name

VARCHAR(100)

Назва показника

unit

VARCHAR(20)

Одиниця виміру

category

VARCHAR(50)

Категорія (температура, опади, тощо)

Таблиця 2.6 – MeasurementSources

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 source\_id

3 SERIAL 3 PRIMARY KEY

3 Унікальний ідентифікатор джерела

name

VARCHAR(100)

Назва джерела

source\_type

VARCHAR(50)

Тип (метеостанція, супутник, API)

Таблиця 2.7 – Measurements

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 measurement\_id

3 SERIAL 3 PRIMARY KEY

3 Унікальний ідентифікатор вимірювання

region\_id

INT

Зв'язок з таблицею Regions

indicator\_id

INT

Зв'язок з таблицею ClimateIndicators

source\_id

INT

Зв'язок з таблицею MeasurementSources

value

NUMERIC NOT NULL

Значення показника

measurement\_date

DATE NOT NULL

Дата вимірювання

Таблиця 2.8 – Users

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 user\_id

3 SERIAL 3 PRIMARY KEY

3 Унікальний ідентифікатор 18 користувача

18 username

18 VARCHAR(50)

18 Ім'я користувача

18 email

18 VARCHAR(100)

18 Електронна пошта

18 password\_hash

TEXT

Хеш паролю

role

VARCHAR(20)

Роль користувача (admin, analyst)

Таблиця 2.9 – UserLogs

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 log\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор запису

user\_id

INT

Зв'язок з таблицею Users

action

TEXT

Опис дії

timestamp

TIMESTAMP

Дата і час дії

Таблиця 2.10 – RegionsClimateProfiles

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 profile\_id

1 SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор профілю

region\_id

INT

Зв'язок з Regions

indicator\_id

INT

Зв'язок з ClimateIndicators

avg\_value

NUMERIC

Середнє значення

min\_value

NUMERIC

Мінімальне значення

max\_value

NUMERIC

Максимальне значення

year

INT

Рік

Таблиця 2.11 – Alerts

Field **1** Name

**1** Data Type

**1** Description

**1** alert\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор попередження

indicator\_id

INT

Тип показника

threshold

NUMERIC

Порогове значення

region\_id

INT

Зв'язок з Regions

created\_at

TIMESTAMP

Дата створення

Таблиця 2.12 – AlertLogs

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 event\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор спрацювання

alert\_id

INT

Зв'язок з Alerts

measurement\_id

INT

Зв'язок з Measurements

triggered\_at

TIMESTAMP

Дата та час спрацювання

Таблиця 2.13 – SensorDevices

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 device\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор сенсора

region\_id

INT

Розташування

device\_type

VARCHAR(50)

Тип пристрою

status

VARCHAR(20)

Статус (active, offline)

Таблиця 2.14 – DeviceLogs

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 log\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор запису

device\_id

INT

Пристрій

status

VARCHAR(20)

Статус

log\_time

TIMESTAMP

Час фіксації

Таблиця 2.15 – Imports

Field 1 Name

1 Data Type

1 Description

1 import\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор імпорту

source

VARCHAR(100)

Назва джерела

Продовження таблиці 2.15 – Imports

status

VARCHAR(20)

Статус

start\_time

TIMESTAMP

Час початку

end\_time

TIMESTAMP

Час завершення

Таблиця 2.16 – ImportErrors

Field Name

Data Type

Description

error\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор помилки

import\_id

INT

Зв'язок з Imports

message

TEXT

Опис помилки

error\_time

TIMESTAMP

Час фіксації

Таблиця 2.17 – APIAccessTokens

Field Name

Data Type

Description

token\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор токена

user\_id

INT

Власник

token

TEXT

Значення токена

created\_at

TIMESTAMP

Дата створення

Таблиця 2.18 – VisualizationConfigs

Field Name

Data Type

Description

config\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор налаштування

user\_id

INT

Користувач

title

VARCHAR(100)

Назва візуалізації

filters

TEXT

JSON-фільтри

created\_at

TIMESTAMP

Дата створення

Таблиця 2.19 – Comments

Field Name

Data Type

Description

comment\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор коментаря

user\_id

INT

Автор

text

TEXT

Текст коментаря

created\_at

TIMESTAMP

Дата

Таблиця 2.20 – Favorites

Field Name

Data Type

Description

fav\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор

user\_id

INT

Користувач

region\_id

INT

Улюблений регіон

Таблиця 2.21 – Permissions

Field Name

Data Type

Description

perm\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор

user\_id

INT

Користувач

access\_level

VARCHAR(20)

Рівень доступу

Таблиця 2.22 – Reports

Field Name

Data Type

Description

report\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор звіту

user\_id

INT

Хто створив

title

VARCHAR(100)

Назва

content

TEXT

Вміст

generated\_at

TIMESTAMP

Дата

Таблиця 2.23 – Sessions

Field Name

Data Type

Description

session\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор сесії

user\_id

INT

Користувач

login\_time

TIMESTAMP

Час входу

logout\_time

TIMESTAMP

Час виходу

Таблиця 2.24 – Units

Field Name

Data Type

Description

unit\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор одиниці

name

VARCHAR(20)

Позначення

description

VARCHAR(100)

Пояснення

Таблиця 2.25 – IndicatorHistory

Field Name

Data Type

Description

history\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор

indicator\_id

INT

Показник

change\_date

DATE

Дата зміни

note

TEXT

Опис

Таблиця 2.26 – Forecasts

Field Name

Data Type

Description

forecast\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор

region\_id

INT

Регіон

indicator\_id

INT

Показник

predicted\_value

NUMERIC

Прогнозоване значення

forecast\_date

DATE

Дата прогнозу

Таблиця 2.27 – AggregatedData

Field Name

Data Type

Description

agg\_id

SERIAL PRIMARY KEY

Ідентифікатор

region\_id

INT

Регіон

indicator\_id

INT

Показник

avg\_monthly

NUMERIC

Середнє за місяць

month

INT

Місяць

year

INT

Рік

## 2.4 ER-діаграми, діаграми зв'язків, нормалізація

Процес моделювання бази даних для системи ClimateWatchDB включає створення ER-діаграм (Entity-Relationship diagrams), які відображають структуру сутностей, їх атрибути та зв'язки. Ці діаграми є основою для розробки логічної та фізичної моделі бази, дозволяють візуалізувати залежності, уникнути помилок і забезпечити нормалізацію даних.

Перша діаграма (рисунок 3.1) присвячена географічним даним і структурам регіонального поділу. Таблиця Regions зберігає основну інформацію про територіальні одиниці: назву регіону, країну та його точні координати. Ці дані є базисом для всіх кліматичних спостережень і аналітики. Зв'язана з нею таблиця AdministrativeUnits деталізує адміністративний поділ — тут зберігаються області, райони чи міста, кожен із яких належить певному регіону. Для збору безпосередніх вимірювань

використовуються сенсорні пристрої, які зберігаються у таблиці `SensorDevices` і прив'язуються до регіонів. Стан цих пристроїв фіксується в таблиці `DeviceLogs`, що зберігає часові мітки та статуси пристроїв. Структура зв'язків між таблицями формує чітку ієрархію: від регіону до пристроїв і їх логів, що забезпечує надійне відстеження джерел даних.

Друга діаграма (рисунок 3.2) зосереджена на ключових кліматичних показниках і вимірюваннях. Таблиця `ClimateIndicators` містить усі визначені параметри клімату, наприклад температуру, опади або вологість, разом із одиницями вимірювання. Джерела отримання даних представлені у таблиці `MeasurementSources` — **11** це можуть бути метеостанції, супутники чи API сторонніх сервісів. Основна фактологічна таблиця — `Measurements` — зберігає конкретні значення показників для регіонів і дат, із посиланнями на відповідні показники і джерела. Для зручності аналітики дані агрегуються у таблиці `AggregatedData`, де зберігаються середні місячні значення. Прогнози кліматичних змін фіксуються в таблиці `Forecasts`, що дає змогу моделювати майбутні тенденції. Історію змін характеристик кліматичних показників відображає таблиця `IndicatorHistory`, де фіксуються всі суттєві оновлення чи уточнення методик.

Третя діаграма (рисунок 3.3) охоплює користувачів і питання безпеки. У таблиці `Users` зберігаються дані облікових записів: імена, емейли, хеші паролів та ролі (адміністратор, аналітик тощо). Діяльність користувачів реєструється в `UserLogs` — це дозволяє контролювати та аудитувати дії для підвищення безпеки. Таблиця `Sessions` фіксує час входу і виходу користувачів, що важливо для управління сесіями та моніторингу активності. Рівні доступу й права визначаються в таблиці `Permissions`. Для авторизації через API використовується таблиця `APIAccessTokens`, де зберігаються унікальні токени користувачів із часовими позначками їх створення.

Четверта діаграма (рисунок 3.4) зосереджена на аналітичній частині системи і візуалізації даних. Користувачі можуть зберігати свої налаштування візуалізацій у таблиці `VisualizationConfigs`, де фіксуються параметри фільтрації та інші параметри відображення. Створені аналітичні звіти зберігаються в таблиці `Reports` у вигляді текстового контенту з назвами і датами створення. Для підвищення інтерактивності користувачі можуть залишати коментарі в таблиці `Comments`, які прив'язуються до відповідних об'єктів або звітів. Улюблені регіони користувачів фіксуються у таблиці `Favorites`, що полегшує швидкий доступ до важливої для них інформації.

П'ята діаграма (рисунок 3.5) відповідає за систему попереджень і подій. Таблиця `Alerts` містить налаштування правил, за якими відслідковуються критичні значення кліматичних показників у регіонах, із встановленими порогоми і датами створення. Коли вимірювання перевищує поріг, спрацьовує запис у таблиці `AlertLogs`, що документує випадок спрацювання алерту, прив'язуючи його до конкретного

вимірювання та часу події. Ця логіка дозволяє оперативно реагувати на потенційно небезпечні кліматичні зміни.

Остання діаграма (рисунок 3.6) присвячена імпорту та обробці даних. Таблиця Imports зберігає інформацію про сесії імпорту кліматичних даних з різних джерел: статуси виконання, час початку та завершення. У разі помилок під час імпорту вони фіксуються в таблиці ImportErrors з описами та часовими позначками. Така організація дозволяє моніторити якість даних і оперативно усувати проблеми.

Рисунок 3.1 – ER-діаграма: Географічні дані і регіони

Рисунок 3.2 – ER-діаграма: Кліматичні показники і вимірювання

Рисунок 3.3 – ER-діаграма: Користувачі і безпека

Рисунок 3.4 – ER-діаграма: Аналітика і візуалізації

Рисунок 3.5 – ER-діаграма: Географічні дані і регіони

Рисунок 3.6 – ER-діаграма: Географічні дані і регіони

Проєкт бази даних ClimateWatchDB реалізовано з дотриманням принципів нормалізації даних до третьої нормальної форми (ЗНФ). Це означає, що в таблицях відсутнє дублювання інформації, кожен атрибут залежить від первинного ключа, і виключено транзитивні залежності. Завдяки такій організації забезпечується цілісність і узгодженість даних, а також спрощується процес їх оновлення. Наприклад, інформація про регіони зберігається окремо від кліматичних вимірювань, що виключає необхідність повторного введення одних і тих самих даних у різних таблицях.

Для підвищення продуктивності системи реалізовано низку технічних рішень:

Створено індекси для первинних і зовнішніх ключів, а також для полів, які часто використовуються у фільтрації й сортуванні (наприклад, measurement\_date у таблиці Measurements).

Для просторових даних застосовано GiST-індекси з використанням розширення PostGIS, що забезпечує швидкий географічний пошук і аналіз.

Використовуються матеріалізовані подання (materialized views) для агрегації кліматичних даних за місяць та рік, що зменшує навантаження на систему при формуванні звітів.

Таблиці з великим обсягом історичних даних розбито на партиції за роками, що сприяє прискоренню вибірок і підтримці.

Налаштовано параметри СКБД PostgreSQL для оптимального використання кешу, паралельного виконання запитів і роботи з великою кількістю з'єднань.

# Посилання

---

Це джерела виділених збігів у вашому документі. Кожен збіг позначено темно-зеленим числом, яке відповідає вказаному тут джерелу. Джерела впорядковані за схожістю — чим вищий бал, тим сильніше збіг.

#	Джерело	%
1	sk-consulting.de	0.7%
2	researchgate.net	0.4%
3	ela.kpi.ua	0.3%
4	studyblue.com	0.3%
5	interclimat.com.ua	0.2%
6	surl.li	0.2%
7	ur.knute.edu.ua	0.2%
8	znayshov.com	0.2%
9	m.tntu.edu.ua	0.2%
10	kharkivoda.gov.ua	0.2%
11	duikt.edu.ua	0.2%
12	ezp.ukma.edu.ua	0.2%
13	openforest.org.ua	0.2%
14	eknjiznica.unipu.hr	0.1%
15	holmsr.gov.ua	0.1%
16	lib.lntu.edu.ua	0.1%
17	man.org.ua	0.1%
18	csc.knu.ua	0.1%
19	vis.globe.gov	0.1%
20	files.znu.edu.ua	0.1%
21	liber.onu.edu.ua	0.1%
22	flowers.ua	0.1%
23	dspace.dsau.dp.ua	0.1%

#	Джерело	%
24	perspectives.pp.ua	0.1%
25	ela.kpi.ua	0.1%
26	pestco.com.ua	0.1%
27	dea.edu.ua	0.1%
28	reposit.nupp.edu.ua	0.1%
29	spatio.in.ua	0.1%
30	dspace.nbu.gov.ua	0.1%
31	oj.tsatu.edu.ua	0.1%
32	terioshkola.org.ua	0.1%
33	researchgate.net	0.1%
34	researchgate.net	0.1%



Дякуємо, що перевірили  
свій документ за допомогою  
Plag!