

**Міністерство освіти і науки України Чернівецький національний
університет імені Юрія Федьковича**

**Географічний факультет
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями**

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ
ЕНЕРГОСИСТЕМИ
(НА ПРИКЛАДІ АТ «ЧЕРНІВЦІОБЛЕНЕРГО»)**

**Дипломна робота
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

**Виконав: студент VI курсу, групи 628
Спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
напряму підготовки «6.080101 – Геодезія,
картографія та землеустрій»
САКАЛЬ Михайло Михайлович**

**Керівник: доцент кафедри геодезії, картографії та
управління територіями, к. г. н., доцент
ДАРЧУК Костянтин Вікторович**

**До захисту допущено:
Протокол засідання кафедри № 5
від «22» листопада 2022 року
зав. кафедри _____ доц. Костянтин ДАРЧУК**

ЗМІСТ	
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ.....	7
1.1. Огляд наукових напрацювань у роботі з геоінформаційними системами для управління та оптимізації функціонування енергосистем	7
1.2 Нормативно-правове підґрунтя ведення та функціонування ГІС	9
1.3 Проблемно-ситуаційний аналіз наукових підходів та принципів проектування ГІС для потреб енергетики.....	12
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ГІС АТ «ЧЕРНІВЦІОБЛЕНЕРГО».....	15
2.1 Геодезична основа забезпечення ГІС енергосистем	15
2.2 Технічне забезпечення.....	20
2.3 Ознайомлення із програмою QGIS.....	23
2.4 Робота із Базами Даних.....	28
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ І ПІДТРИМКИ ГІС В АТ "ЧЕРНІВЦІОБЛЕНЕРГО"	33
3.1 Характеристики об'єкту дослідження	33
3.2 Проведення польових робіт	36
3.3 Обробка даних в середовищі QGIS.....	39
3.4 Управління та наповнення БД PostgreSQL енергосистеми	45
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТКИ.....	61

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БД – база даних

ГБД – геопросторова база даних

ГІС – геоінформаційна система

ПЗ – програмне забезпечення

КЛ – кабельна лінія

ПЛ – повітряна лінія

ТП – трансформаторна підстанція

КТП – комплексна трансформаторна підстанція

ЗТП – закрита трансформаторна підстанція

ЩТП – щоглова трансформаторна підстанція

РЕМ – район електричних мереж

СКБД – система керування базою даних

GNSS – глобальна навігаційна супутникова система

PostGIS – розширення об'єктно-реляційної СКБД PostgreSQL
призначене для зберігання в базі географічних даних

PostgreSQL – об'єктно-реляційна система керування базами даних
(СКБД)

RTK – кінематика реального часу

ВСТУП

Актуальність теми. В Україні на даний час вживається низка заходів національного масштабу щодо підвищення енергоефективності та енергозбереження. Всі ці ініціативи, варто зазначити, що використовували, або використовують світовий досвід і глобальні тенденції. В останні роки в усьому світі в електроенергетиці дуже активно розвивається концепція Smart Grid (інтелектуальні / розумні мережі). Загальне розуміння шляхів реалізації цієї концепції, так чи інакше, пов'язано з розвитком технологічної бази та її складової частини – інформаційних систем.

Сучасні ж навчальні засоби у поєднанні з сучасними інформаційними технологіями породжують нові інтерактивні продукти. Одним з векторів розвитку останніх є веб-ресурси, які з появою HTML5 можуть виконувати все більше задач. Картографічні продукти в даному аспекті набувають таких якісно нових властивостей:

- дистанційність;
- загальнодоступність;
- інтерактивність;
- покращена наочність;
- сучасність.

Веб-карта – це інтерактивне відображення географічної інформації, яку ви можете використовувати для викладу історії або відповіді на запитання.

ГІС в енергетиці сьогодні є основою для систем підтримки прийняття рішень, моніторингу стану та управління в електроенергетиці. Вона використовується на всіх етапах життєвого циклу експлуатації енергетичного підприємства – планування, проектування, будівництво, експлуатація.

Очікується, що попит на електроенергію значно зросте протягом наступних 20 років. Тому виникає необхідність розширення існуючих ліній електропередачі та коридорів, а також будівництва нових ліній електропередачі. Тому ці процеси вимагають детального мережевого планування, і ГІС підприємства стане найкращою допомогою.

Метою дослідження є обґрунтування необхідності створення і функціонування геоінформаційної системи для потреб електроенергетики.

Для досягнення мети було поставлено і вирішено наступні завдання:

- розглянуто теоретико-методологічні основи створення та функціонування ГІС;
- розкрито послідовність отримання даних GPS-знімання;
- обґрунтовано доцільність та користь формування геоінформаційної системи для потреб електроенергетики;
- розробка та наповнення веб-карти «GISENERGY»;
- проаналізовано результати та перспективи розвитку веб-картографування для АТ «Чернівціобленерго».

Об'єктом дослідження є лінії електропередачі та трансформаторні підстанції на території Чернівецька область, а **предметом дослідження** науково-методичні особливості наповнення та функціонування геоінформаційних систем в енергетиці.

Мета дослідження пов'язана з об'єктом і предметом магістерської роботи та реалізацією поставлених наукових завдань. В процесі дослідження були застосовані такі емпіричні методи:

- інформаційний метод;
- картографічний метод;
- описовий метод;
- метод вимірювання;
- експериментальний метод;
- порівняльний метод.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі опрацювання значної кількості літературних та нормативно-правових джерел, а також технічних проектів й документацій, нами

вперше:

- створено знімальну геодезичну основу вздовж об'єктів енергетики м. Чернівці;

- розроблено розпланувальні креслення для виконання виконавчого знімання вздовж ЛЕП;

набули подальшого розвитку:

- виконання топографо-геодезичних робіт при функціонуванні енергосистем;

- методико-технологічні прийоми геодезичного знімання територій дотичних до ЛЕП;

- теоретичні та практичні аспекти подальшого розвитку геодезичної діяльності в межах АТ «Чернівціобленерго».

Практичне значення одержаних результатів. Результати виконаного магістерського дослідження особливостей геодезичного та геоінформаційного супроводу функціонування енергосистем, можуть бути використані для відображення системно-упорядкованого та конкретизованого стану об'єктів енергетики територій, висвітлення проблем їх розвитку та оновлення БД із ними, рекомендацій можливих шляхів їх вирішення. Теоретичні та методичні положення роботи, крім того, можна використовувати при аналогічних дослідженнях для інших населених пунктів та регіонів.

Обсяги та структура магістерської роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 61 сторінок машинописного тексту. Дослідження містить 5 таблиць, 19 рисунків. Список використаних джерел включає 27 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

1.1. Огляд наукових напрацювань у роботі з геоінформаційними системами для управління та оптимізації функціонування енергосистем

Сприятливим полем для широкомасштабного використання унікальних можливостей ГІС є енергетика. Карти та ГІС стали важливими інструментами для прийняття рішень, комунікації та інформаційно-роз'яснювальної роботи у сфері енергетичної стійкості міст. Адже більшість аспектів електроенергетики мають значну просторову складову та пов'язані з конкретними територіями. Геопросторові дані пронизують усі етапи процесу: від польових досліджень, створення та розвитку інфраструктури, виробництва (генерації), зберігання, транспортування (передачі) та продажу. Це ідеально стосується сфер діяльності енергетичних компаній, таких як маркетинг і логістика, дотримання екологічних вимог, забезпечення безпеки та реагування на надзвичайні ситуації, енергозбереження та підвищення енергоефективності.

Використання ГІС як інформаційно-довідкової системи в національних енергомережах продемонструвало абсолютну корисність і ефективність її використання як при плануванні нових електромереж, так і при експлуатації існуючих електромереж:

- паспортизація встаткування мереж з їхньою прив'язкою до місцевості;
- облік й аналіз технічного стану електротехнічного встаткування;
- визначення місця пошкоджень ЛЕП;
- створення різних електричних схем: нормальної, оперативної, поопорної, розрахункової з геоприв'язкою;
- позиціонування й відображення на карті місця знаходження оперативно виїзних бригад, оптимізація маршрутів [1].

Як можна використовувати ГІС для доставки електроенергії, описано в документі Білла Міхана, директора з енергетики ESRI «Розширення можливостей електричних і газових підприємств за допомогою ГІС». У цьому

документі детально описано, як технологію бази даних ESRI, реалізовану в сімействі продуктів ArcGIS, можна використовувати для моделювання активів в енергетичній і газовій промисловості. Цю тему розробляли А. А. Секінін і Д. Сергієнко. Автори акцентують увагу на домені електроенергії з використанням ГІС.

А. А. Секнін стверджує, що ГІС, що впроваджуються на підприємствах, слід використовувати як систему управління активами (з акцентом на сертифікацію технологій) і як моделювання топології мережі, що фіксує поточний стан інженерних мереж. Системи проектування, розрахунки режиму роботи, диспетчеризація та бізнес-додатки отримують дані про просторове розташування з ГІС підприємства за допомогою транзакційних механізмів і чітко визначених правил, що забезпечуються логікою роботи та характером процесів, що обслуговуються. Така конструкція дозволяє уникнути надлишкового дублювання, коли модель даних і самі дані зберігаються одночасно в різних ІС. Цей підхід у західній практиці називається Single Version of Truth (SVOT), коли одна база даних використовується як джерело інформації про технічну мережу на всіх етапах її життєвого циклу, включаючи проектування, будівництво та експлуатацію [2].

Геоінформаційні системи в енергетиці також можуть допомогти вирішити поставлені завдання, такі як:

- проектування нових мереж і реконструкція старих мереж;
- аналіз якісних і кількісних характеристик мережі;
- ремонт та технічне обслуговування електромереж з урахуванням деталей ділянки;
- вибір місця для будівництва нових ТП;
- оперативне управління мережами та обробка інцидентів шляхом вирішення просторової, тематичної та оперативної інформації про об'єкти;
- управління земельними ділянками електростанцій, у тому числі відчуженими смугами трас ЛЕП;
- оцінки енергетичного ринку.

1.2 Нормативно-правове підґрунтя ведення та функціонування ГІС

Щоб забезпечити єдиний підхід при встановленні типу приєднання (стандарт/нестандарт) електропередавальною компанією за кожною територіальною одиницею, де здійснює ліцензовану діяльність з передачі електричної енергії, веде певний перелік об'єктів електроенергетики, за допомогою якого створює геодезично інформаційно-технічну систему об'єктів електроенергетики. До цього переліку вносять дані, які мають бути оприлюднені на веб-сайті електропередавальної організації в Інтернеті.

Геодезична інформаційно-технічна система об'єктів створюється на стандартизованому для сфери електроенергетики ПЗ за принципом побудови Державної геодезичної системи України з використанням GPS систем, комп'ютерних технологій та геодезичних методів [3].

ПЗ геодезичної інформаційно-технічної системи має функцію формування на будь-який момент часу технологічної карти об'єкта електроенергетики в якій відображається інформація, яка має бути оприлюднена на веб-сайті електропередавальної організації в мережі Інтернет.

В трансформаторних підстанціях вписують кількість трансформаторів, їх тип та номінальну потужність. Для ЛЕП на технологічній карті зазначають рівень напруги, довжину лінії, нумерацію опор, пропускну спроможність, переріз проводу, довжину між прольотами.

Технологічна карта може відображати іншу технічну інформацію за рішенням організації, яка необхідна для оперативного керування роботою електричних мереж.

З прив'язкою до місцевості електропередавальною компанією вноситься у геодезичну інформаційно-технічну систему на території здійснення ліцензованої діяльності, всі об'єкти електроенергетики, які кодифіковані та внесені до переліку об'єктів електроенергетики. Для управління та розвитку електричних мереж та їх ідентифікації (стандарт/нестандарт), необхідно

вносити технічну інформацію (топологію мереж, технічну характеристику об'єктів, охоронні зони)

До геодезичної інформаційно-технічної системи об'єктів електроенергетики, у разі змін у технічних чи просторових параметрах об'єкта, вносять наступного робочого дня після таких змін.

З метою забезпечення не оприлюдненню або зміни даних, які мають важливе значення, база даних має мати захист від несанкціонованого доступу.

За електричними установками і мережами електропередавальних організацій контроль та державний нагляд за достовірністю технічних даних, занесених до геодезичних інформаційно-технічних систем електропередавальних організацій, здійснює Держенергонагляд [4].

Кодифікація об'єктів електроенергетики здійснюється згідно постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг № 1946 від 07.11.2016 «Про затвердження Методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж».

Однією з найважливіших складових життєдіяльності суспільства є галузь енергетики, а також вона є фундаментом розвитку економіки, господарства та держави в цілому. Існує багато важливих показників розвитку науково-технічного прогресу, одним з яких є рівень розвитку електроенергетики. На визначення економічного рівня розвитку та економічного потенціалу певної країни впливають обсяги виробництва електроенергії та її виробництво на душу населення [5].

В період з грудня 2017 р., по 2022 р. земельним сектором та центром з огляду мереж АТ «Чернівціобленерго» виконано комплекс топографо-геодезичних робіт по обстеженню електричних мереж напругою 10, 6 та 0,4 кВ на території всієї Чернівецької області.

Підставою для виконання робіт послужили:

1. Методика розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж затверджена Постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики від 12.02.2013 № 115.

Ця методика визначає порядок розрахунку плати за приєднання електроустановки замовника до електричної мережі, збільшує існуючу потужність приєднання електроустановки або змінює вимоги до надійності електропостачання електроустановки.

Для розрахунку за приєднання електроустановок до електричних мереж електропередавальними організаціями застосовується дана методика.

2. Наказ Голови Правління АТ «Чернівціобленерго» щодо приведення у відповідність документів обліку та технічних характеристик ПЛ 10 кВ до фактичних даних, визначених при проведенні геодезичних зйомок від 19.04.2017 № 109.

3. Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 року №56 затверджує інструкцію з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98).

Незалежно від форм власності підприємницької діяльності, для всіх суб'єктів, що виконують топографічні знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 – інструкція є обов'язковою.

4. Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 02.12.2016 №509. аграрної політики та продовольства України 02.12.2016 №509 затверджено порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою.

Наведений Порядок є обов'язковим у використуванні розробниками документації із землеустрою та в свою чергу визначає механізм використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою [6].

1.3 Проблемно-ситуаційний аналіз наукових підходів та принципів проектування ГІС для потреб енергетики.

Сучасні можливості ГІС дозволяють керувати даними електроенергетики, проектувати будівництво мереж, проводити аналіз стану мереж та вирішувати цілу низку проблем, які виникають в процесі роботи енергопостачальної компанії. Але все ж виникають труднощі, які сповільнюють роботу, а саме:

1. *Велика кількість об'єктів та полів в шарі.* Так як наповнюється технічна база всієї області, то ми маємо справу не з десятками об'єктів, а в деяких випадках з сотнями тисяч. Наприклад шар «Опори ПЛ-0,4 кВ» вже зараз має більше 145 тисяч об'єктів, а ця кількість з кожним днем збільшується. Із-за цього робота над даним шаром сповільнюється. Дана проблема пов'язана частково із поганою мережею та поганим технічним забезпеченням, якщо її виправити, то вона має також зникнути.

2. *Поганий зв'язок із сервером.* Так як ми наповнюємо саме базу даних PostgreSQL, для неї відведений сервер, до якого ми під'єднуємось по мережі. В даній проблемі потрібна допомога відділу інформаційних технологій, який має забезпечити хороший зв'язок із сервером.

3. *Технічне забезпечення.* Не всі комп'ютери мають відповідні параметри, щоб працювати із досить масивною базою даних. Дана проблема вирішується досить просто, але не завжди достатньо на це коштів.

4. *Не стандартизація.* Важко продумати певний алгоритм дій, коли кожен об'єкт має свої певні характеристики. І доводиться кожен раз доробляти певні моменти, що ускладнює процес підтримки системи. Дана проблема вирішиться із часом, щоб стандартизувати всі об'єкти потрібно багато років роботи, але завжди є до чого рухатись.

5. *ІТ-спеціалісти.* В даний час ГІС-спеціалісти та ІТ-спеціалісти працюють разом над розвитком геоінформаційної системи в АТ «Чернівціобленерго», але так як ІТ ринок розвивається, компанії важко

перехопити хороших працівників у даній сфері, із-за цього бувають застої на деяких проектах.

Висновки до розділу 1

На початковій стадії магістерської роботи ми мали на меті розглянути теоретико-методичні аспекти, наукові підходи, принципи проектування ГІС для потреб енергетики.

Даний розділ показує, що в енергосистемі існують ГІС- розробники, готові реалізувати ІТ-проекти на рівні найвищих вимог і з використанням найсучаснішого інструментарію, але загальний рівень ГІС реалізацій енергосистеми переважно залишається на рівні відображення, помітно відстаючи навіть від західних колег практично за деякими показниками. Керівництво і провідні експерти державних і приватних компаній поки ще не зв'язують ні ріст ефективності основного виробництва, ні одержання особистих доходів із впровадженням геоінформаційних технологій.

Геоінформаційні системи в енергетиці також можуть допомогти вирішити поставлені завдання, такі як:

- проектування нових мереж і реконструкція старих мереж;
- аналіз якісних і кількісних характеристик мережі;
- ремонт та технічне обслуговування електромереж з урахуванням деталей ділянки;
- вибір місця для будівництва нових ТП;
- оперативне управління мережами та обробка інцидентів шляхом вирішення просторової, тематичної та оперативної інформації про об'єкти;
- управління земельними ділянками електростанцій, у тому числі відчуженими смугами трас ЛЕП;
- оцінки енергетичного ринку.

Щоб забезпечити єдиний підхід при встановленні типу приєднання (стандарт/нестандарт) електропередавальної компанії за кожною територіальною одиницею, де здійснює ліцензовану діяльність з передачі

електричної енергії, веде певний перелік об'єктів електроенергетики, за допомогою якого створює геодезично інформаційно-технічну систему об'єктів електроенергетики. До цього переліку вносять дані, які мають бути оприлюднені на веб-сайті електропередавальної організації в Інтернеті.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ГІС АТ «ЧЕРНІВЦІОБЛЕНЕРГО»

2.1 Геодезична основа забезпечення ГІС енергосистем

Для коректного відображення результатів польових зніманих в будь-якій ГІС, важлива їх просторова прив'язка, яка забезпечується використанням елементів геодезичної основи. Одне із завдань геодезії – створення на земній поверхні мережі опорних пунктів, положення яких було б визначене в одній системі координат і які служили б плановим обґрунтуванням будь-яких топографо-геодезичних робіт, у тому числі тих, які виконуються для будівництва і землеустрою. В Україні такою офіційно затвердженою мережею є Державна геодезична мережа, яка налічує 31 599 пунктів 1-4 класів [7]. В травні 2020 року було оприлюднено проект постанови Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до Порядку побудови Державної геодезичної мережі», згідно якого складовими Державної геодезичної мережі, крім звичної нам геодезичної (планової) і нівелірної (висотної) мереж, є українська постійно діюча (перманентна) мережа спостережень глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС). Точність визначення координат за допомогою ГНСС-станцій становить менше 1 см при умов і користування послугою RTK (Real Time Kinematic), що дозволяє отримувати поправки до вимірювань в режимі реального часу. Проте є зовнішні чинники, які можуть впливати на стійкість станцій перманентної мережі, а отже, і на точність визначення їх місце розташування. Приймальні антени GPS-апаратури розташовують на спорудах, будівлях, спеціальних постаментів, фундаменти яких часто перебувають у зоні значних деформацій ґрунту під дією варіації гідротермічних чинників. Це може спотворити отримані результати моніторингу земної поверхні і поставити під сумнів достовірність їх інтерпретації.

На сьогодні Українська мережа перманентних ГНСС-станцій створена з метою підвищення точності геодезичних вимірювань на території України та прив'язки координатної системи до Міжнародної земної системи відліку ITRF

[8]. Українська постійно діюча ГНСС-мережа складається з 417 активних станцій (демонтовано 108 станцій), які належать різним операторам: Головній астрономічній обсерваторії Національної академії наук України, Науково-дослідному інституту геодезії і картографії, Центру прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля (мережа «Системи координатно-часового і навігаційного забезпечення України»), компанії ТНТ ТПІ (мережа «TNT TPI GNSS Network»), приватному акціонерному товариству «System Solutions» (мережа System.NET), Національному університету «Львівська політехніка» – «Geoterrace», консорціуму UNAVCO, Inc. (США). Станції обладнані апаратурою фірм Leica, GPS COM, Trimble, TOPCON [9]. Антени дозволяють приймати сигнали GPS-супутників NAVSTAR (США), GLONASS (Росія), Galileo (ЄС), BeiDou (Китай) [10].

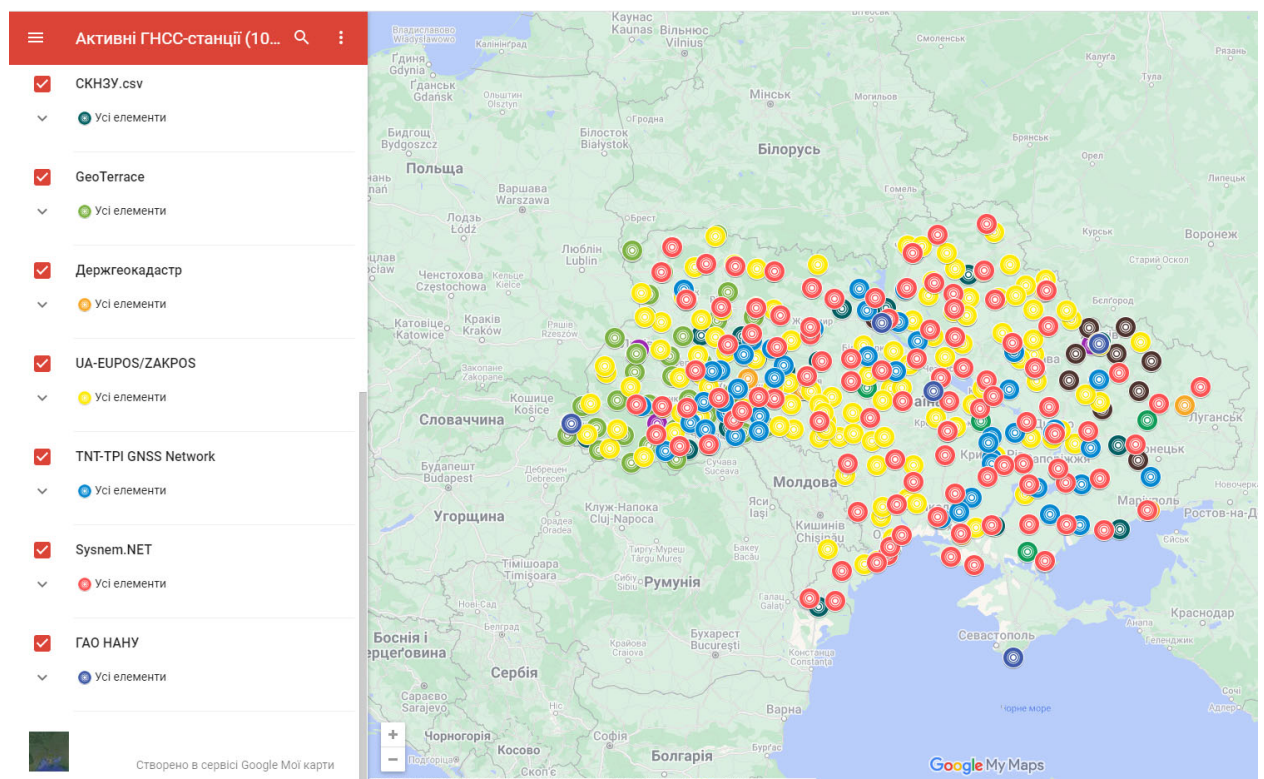


Рисунок 2.1. Активні ГНСС-станції та території України (станом на 10.11.2020)

Приймальні антени ГНСС-станцій влаштовують на відкритій ділянці місцевості (даху) з максимально відкритим горизонтом, щоб отримувати безперешкодний радіонавігаційний сигнал із супутників. Технічні характеристики для початку спостережень мають відповідати точністю, яка

прийнята на підприємстві. Де PDOP не перевищує 2.00, значення фіксоване похибка якого не більше 0,5 м. За допомогою засобів комунікації (Інтернет) приймач передає отриману інформацію в Центр опрацювання для подальшої обробки та розповсюдження серед користувачів. Збір, передача та накопичення даних відбувається безперервно, цілодобово і в режимі реального часу, оскільки значні затримки (більше п'яти секунд) в передачі вимірювальної інформації від кожної із станцій до Центру опрацювання та далі до користувача, роблять неможливим отримання фіксованого рішення на стороні користувача [11].

АТ «Чернівціобленерго» користується підпискою мережі перманентних ГНСС-станцій приватного акціонерного товариства «System Solutions» (мережа System.NET).

18 лютого 2011 року в м. Києві Акціонерна фінансова компанія «Система» (Україна) і АТ «Leica Geosystems» (Швейцарія) підписали меморандум про взаєморозуміння, який передбачав створення спільного підприємства для співпраці у сфері створення і застосування систем супутникової навігації.

Основою референцних станцій мережі «System.NET» є ГНСС приймач «серверного» типу з web-інтерфейсом Leica GR10, що дозволяють приймати широкий спектр сигналів від глобальних навігаційних супутникових систем: GPS, ГЛОНАСС, Compass, Galileo, а також від регіональних систем SBAS.

Комплекс обладнання станції постійно діючої мережі ГНСС включає в себе такі основні компоненти: прийомна антена сигналів ГНСС (використовується референсна антена Leica AR10), приймач сигналів ГНСС, монтажна конструкція антени, засоби комунікації, засоби живлення.

Прийомна антена монтується на відкритій ділянці місцевості (даху) з максимально відкритим горизонтом, оскільки будь-які об'єкти, що розташовані на прямій супутник-антена є перешкодами розповсюдження радіонавігаційних сигналів. Вона приймає сигнали ГНСС та передає прийнятий сигнал за допомогою 30-ти метрового антенного кабелю до

приймача, який виконує попередню обробку та формування необхідної навігаційної інформації. За допомогою засобів комунікації (Інтернет) приймач передає отриману інформацію в Центр опрацювання для подальшої обробки та розповсюдження серед користувачів.

Збір, передача та накопичення даних відбувається безперервно, цілодобово і в режимі реального часу, оскільки значні затримки (більше п'яти секунд) в передачі вимірювальної інформації від кожної із станцій до Центру опрацювання та далі до користувача, роблять неможливим отримання фіксованого рішення на стороні користувача.

Визначення координат базових станцій та формування коригуючої інформації (RTK-поправок) до вимірювань роверним GNSS-приймачем у мережі System.NET відбувається в загально земній системі координат, що пов'язана з УСК-2000 однозначними параметрами перетворення (<https://www.epsg-registry.org> код EPSG:5563). Для роботи у плоских прямокутних системах координат (СК), або будь-якій іншій СК, скористатися відомими параметрами трансформації, або визначити ці параметри самостійно, виконавши трансформацію не менше ніж за 3 (трьома) пунктами з відомими координатами в обох системах. Точність виконання такої трансформації залежить від кількості обраних пунктів, їх класу, якості вимірювань, виконаних на них Замовником та взаємного положення цих пунктів. Також слід ввести параметри картографічної проекції та референц-еліпсоїда.

У разі виконання робіт в системі координат УСК-2000 необхідно застосувати трансформаційні параметри (<https://www.epsg-registry.org> код EPSG:5563):

$$dX = -24 \text{ м}$$

$$dY = +121 \text{ м}$$

$$dZ = +76 \text{ м}$$

або налаштувати приймач на прийом системи координат в структурі RTCM-повідомлення. Необхідність вводити трансформаційні параметри в

такому випадку відпадає. В обох випадках треба встановити необхідну проекцію та параметри еліпсоїда Красовського. Для користування супутниковою навігацією цілком достатньо однієї WGS-84. Для роботи з картами знадобиться, наявний у будь-якому навігаторі і у будь-якій програмі, датум Пулково 1942.

Сучасний стан мережі «System.NET» та польові дослідження її роботи в Чернівецькій області

На 2020 рік в Чернівецькій області, мережа складалась з 2 станцій, які розташовані в Вижниці та м. Чернівці, таким чином, щоб максимально охопити область покриттям мережі. Схема мережі приведена на рисунку.

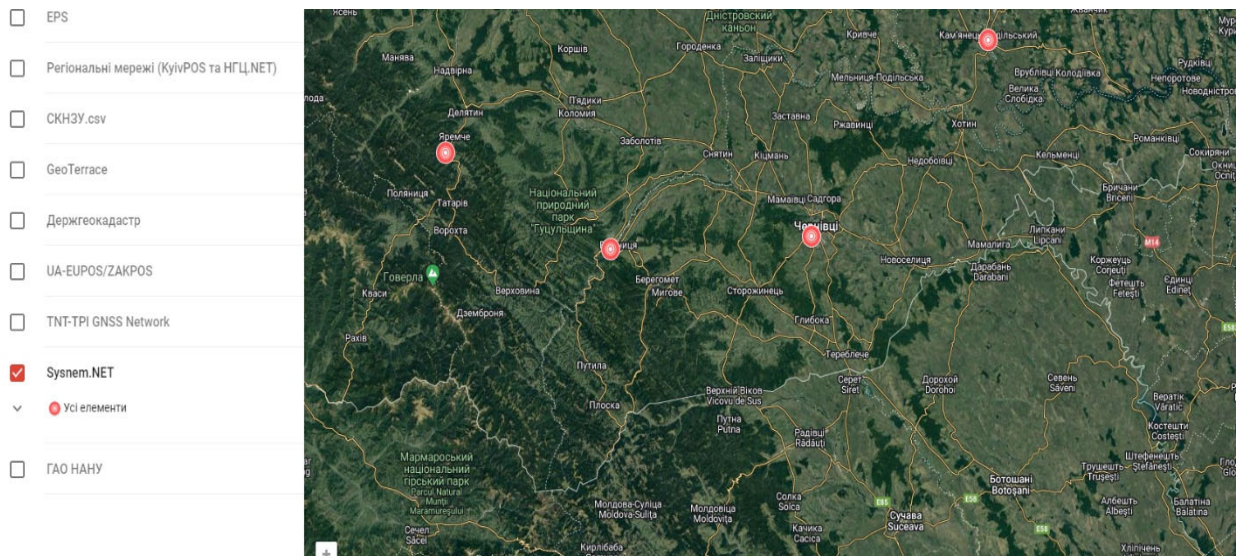


Рисунок 3.2. Активні ГНСС-станції в Чернівецькій області

RTK дані обробляються на базовій станції, після чого відправляються на ровер, він обчислює різниці псевдофаз шляхом вимірювання несної фази, яка містить супутниковий сигнал для того, щоб оцінити свою позицію. Однак із збільшенням базової довжини зростає кількість помилок (за впливу атмосфери та орбіти), що, своєю чергою, прямо впливає на точність отриманих даних. Це обмежує можливості ефективного діапазону RTK до 20-30 км. Однак помилки, які залежать від віддалі, можуть бути точно змодельовані шляхом аналізу вимірювань масиву опорних GNSS станцій навколо ровера. Отже, для ефективного використання даних 2 ГНСС-станцій замало для всієї області, навіть використовуючи найближчі станції за межами області, які знаходяться в

Яремче та Кам'янець-Подільському.

2.2 Технічне забезпечення

Будь-яке підґрунтя карти не можливе без геодезичних приладів для збирання просторової інформації про об'єкти електроенергетики так, для розробки ГІС АТ «Чернівціобленерго» в якості геодезичного забезпечення було обрано RTK GNSS приймачі-ровери.

З підвищенням вимог до точності проведення геодезичних робіт виникла і потреба в залученні передової електронної вимірювальної техніки. Зараз існує необхідність у комплексних вимірювальних системах, які задовольняють не тільки збільшені вимоги автоматизації, обробки цифрової інформації і ефективності в повсякденній роботі, а і новим стандартам в технологіях і зручності роботи.

Для виконання геодезичних вишукувань було використано GNSS приймач South S660.



Рисунок 2.4. Вигляд GNSS приймача South S660

GNSS приймач South S660 – це пристрій (рис.1), що визначає просторове положення антени-ровера з сантиметровою точністю. Для отримання диференціальних поправок за допомогою RTK, що дає GNSS

приймачу можливість визначати тривимірні координати пунктів в реальному часі.

Таблиця 2.1. Технічна характеристика South S660

Канали	336 каналів у плати Trimble
GPS	L-1, L-2C, L-2P, L-5
ГЛОНАСС	L-1, L-2
ГАЛІЛЕО	E-1C, E-5a, E-5b, E-5AltBOC
Beidou	B-1, B-2, B-3
Веб-інтерфейс	так
Наявність Wi-Fi	так
Запис даних	8 гб пам'яті (SSD). Формати STH, Rinex 2.x, Rinex 3.x. Частота 1, 2, 5, 10, 20 Гц
Порти	Lemo 7 pin (режим Ethernet и OTG)
Зв'язок	Wi-Fi 802.11 b/g, Bluetooth v 2.1/4.0+EDR
Живлення	Вбудована Li-On акумуляторна батарея 3,7 В, 6,8 А/ч, до 8 годин, зовнішнє живлення через Lemo7 (powerbank)
Формати даних	NMEA-0183, BINEX, TSIP / CMR, CMR+, sCMRx, RTCA, RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2
Захист	IP68
Розміри	115x115x40 мм
Вага	540 г

Контролер South MasterPro Mobile S10 – пристрій для управління GNSS приймачами (рис.2), що працює на платформі Microsoft Windows CE. GPRS / GSM – це вбудований модем контролер S10, він має доступ до мережі Інтернет для обміну даними з сервером або іншими пристроями. А для фіксування ситуації місцевості, наприклад фотографувати ТП, є вбудована камера.



Рисунок 2.5. Вигляд контролера South MasterPro Mobile S10

Таблиця 1.2. Технічна характеристика South MasterPro Mobile S10

Система	
Windows Mobile 6.5	624 Mhz CPU, 256 MB RAM
Комунікації	
Bluetooth	v 2.0
GSM/GPRS.	1900/1800/900/850
Вбудована камера	5Мп
Вбудований динамік та мікрофон	+
Вбудований Wi-Fi	+

GPS-знімання проводилась із використанням програмного забезпечення **Carlson SurvCE GPS** – це повна система збору даних для GPS у реальному часі (RTK) і тахеометрів із геометрією координат у полі. Він підтримує найширший спектр популярних і нових випусків RTK GPS з операційною системою Windows CE/Mobile.

SurvCE GPS підтримує більшість сучасних GNSS RTK приймачів виробництва Allen-Osbourne, Altus, Ashtech, Carlson, Hemisphere, Hi-Target, Javad, Leica, Navcom, Novatel, Pentax, SatLab, Septentrio, Sokkia, Spectra Precision, South, Stonex, Top, Trimble та інше.

Системні вимоги:

- Операційна система Windows CE 4.0 або вище;
- не менше 64 МБ оперативної пам'яті;
- мінімум 16 МБ вільного дискового простору;
- процесор із тактовою частотою 200 МГц або більше (Strong Arm, X Scale);
- Bluetooth, RS-232, GPRS.

2.3 Ознайомлення із програмою QGIS

Сфера енергетики потребує інноваційних рішень, що забезпечать підвищення загальної ефективності галузі. У світовій практиці таку інноваційність часто забезпечують шляхом впровадження ГІС, що дозволяють виконувати інтелектуальний аналіз енергосистем та забезпечувати підтримку прийняття управлінських рішень.

ГІС в електроенергетиці – це основа для систем підтримки прийняття рішень, моніторингу стану електромереж та управління виробничими процесами. Вони використовуються на всіх етапах життєвого циклу функціонування енергетичних підприємств, а зокрема їх: плануванні, проектуванні, будівництві та експлуатації. Потужна, працездатна корпоративна ГІС — це міцний фундамент для повноцінного впровадження «розумних мереж» і підвищення ефективності функціонування підприємства .

Впровадження ГІС у вітчизняну енергетику є одним з важливих етапів реформування галузі та запорукою енергонезалежності країни.

Програмний продукт SurVCE дає можливість експортувати дані в багатьох форматах. Найбільше для нашої подальшої роботи нам підійде shp*, csv* та txt* файли.

«Шейп-файл» (англ. Shapefile) — це простий нетопологічний формат для зберігання інформації про геометричне розташування та атрибутів географічних об'єктів [12]. Географічні об'єкти у шейп-файлі можуть бути представлені точками, лініями або багатокутниками (областями). Робоча область, що містить шейп-файли, також може містити таблиці dBASE, які можуть зберігати додаткові атрибути, які можна приєднати до функцій шейп-файлу. Формат файлу дозволяє зберігати наступні типи геометричних фігур: точки, лінії, які представляють, для прикладу дороги та стежки, полігони, що представляють, наприклад, колодязі, річки, озера. Кожен елемент, як правило, має атрибути, які описують його, такі як назва, температура чи тип дороги її завантаженість. Сам формат це є тільки вектор, а щоб він показував ще інформацію до нього ми отримуємо файли shx*, prj*, dbf*. Якщо один із цих файлів відсутній ми не зможемо відкрити файл [13].

Таблиця 2.3. Порівняльна таблиця QGIS та ArcGIS

Дані	QGIS	ArcGIS
Вартість	QGIS, GRASS, SAGA, як і серверний продукт GeoServer та решта – це безкоштовні для комерційного використання системи з відкритим сирцевим кодом (Open Source), що розповсюджується під ліцензією GNU.	ArcGIS — пропріетарна система з закритою платною ліцензією. Вартість версії для ПК комерційного використання складає 245000 – 490000 грн, а серверної версії 700000 – 1400000 грн.

Операційні системи	<ul style="list-style-type: none"> - Windows; - Mac OSX; - Linux; - BSD; - Android. 	Windows.
Розширення	Вбудований репозитарій безкоштовних розширень.	Більшість досвбудовані можливості, більшість доступних розширень платні.
Інструменти	Більше 770 інструментів з можливістю безмежного розширення.	Кількість інструментів залежить від випуску.
Оновлення	Майже кожні 4-6 місяців виходять нові версії, регулярно доступні бета-версії. Все безкоштовно та з офіційного сайту.	В середньому один раз на рік виходять нові версії. Оновлені версії розповсюджуються як окремі програмні продукти, що необхідно купувати.
Мови програмування, які підтримуються	Підтримує: <ul style="list-style-type: none"> - Python; - C++; - R. 	Підтримує: <ul style="list-style-type: none"> - Python; - C++; - C#; - R; - Java.
Переклад	48 мовами	11 мовами

Для даної роботи був вибір між двома програмними продуктами а саме QGIS та ArcGIS. Так як QGIS є безоплатною, більш зрозумілою та підтримує україномовні версії, саме на неї впав вибір.

QGIS або «Quantum GIS» – це геоінформаційна система, що швидко розвивається, та відноситься до найбільш функціональних і зручних на даний час геоінформаційних систем.



Рисунок 2.5. Логотип ПЗ

Обробка і аналіз просторових даних, а також підготовка різної картографічної продукції є основними із призначень системи. Інтерфейс системи QGIS поставлений на базі бібліотеки Qt. Гнучку систему розширень пакета можна створювати на мовах C++ і Python. Система підтримує багатоманітні векторні та растрові формати з ESRI Shapefile та GeoTIFF включно.

На основі GIS QGIS користувачі можуть створювати багат шарові карти та скористатися різними картографічними проекціями. Все це можна зібрати в різні формати та використовувати з різною метою. Також карти у системі QGIS можна складати з векторних та растрових шарів. Векторні дані, що є типовими для цього роду програмного забезпечення, зберігаються як точка, лінія або полігон. Також можуть підтримуватися різноманітні види растрових зображень. Слід зазначити, що програмне забезпечення виконує геоприв'язку зображень [14].

Щоб надати користувачам більше функціональних можливостей, система QGIS дозволяє інтеграцію з відкритими ГІС-пакетами, серед яких можна назвати наступні: PostGIS, GRASS, MapServer. Можливості системи QGIS розширюють плагіни, які написані на C++ або Python. Існують плагіни для геокодування через Google Геокодування API, виконання геообробки (fTools), що схожі на стандартні інструменти, інтерфейс з PostgreSQL/PostGIS, SpatiaLite і MySQL баз даних, та використання як карту візуалізації Mapnik.

Ви можете використовувати методи візуалізації даних (графіки, карти тощо), щоб створювати карти та інтерактивно досліджувати просторові дані. Основні та найбільш корисні інструменти, доступні в GUI, включають:

- диспетчер бази даних;
- макет друку;

Використовується для створення схем ПЛ.

- панель огляду;

Зручний, за допомогою якого швидко можна працювати з шарами.

- просторові закладки;
- інструменти анотацій;
- визначення / вибірка об'єктів;

Використовується при перегляді об'єктів та зміни атрибутів, з вибіркою, зручно знайти об'єкти з однаковою інформацією.

- редагування / перегляд / пошук атрибутів;

Зручний в роботі розширений фільтр, за допомогою, якого можна редагувати, переглядати та шукати атрибути об'єкта.

- маркування властивостей даних;
- інструменти векторної та растрової символіки, що визначаються

даними;

- північна стрілка, шкала масштабу та маркування авторських прав

для карт;

Використовується при створенні схем повітряних ліній.

- підтримка збереження та відновлення проектів.

За допомогою збереження, для певних задач використовуються різні проекти.

Також в середовищі QGIS є можливість створювати, редагувати, керувати та експортувати векторні та растрові шари в декількох форматах. QGIS пропонує наступне:

- оцифровку інструментів для підтримуваних *.ogr* форматів і векторних шарів *grass*;

- можливість створення та редагування декількох форматів файлів;
- векторних шарів grass;
- додаток для геокодування зображень;
- засоби gps для імпорту та експорту формату *.gpx*, а також перетворення інших форматів gps у gpx або вниз / завантаження безпосередньо на пристрій gps (на linux, usb додано до списку пристроїв gps);

- підтримка візуалізації та редагування даних openstreetmap;

Використовується, як одна із підложок.

- можливість створення просторових таблиць БД з файлів за допомогою модуля db manager;

Зручно використовувати при створенні просторових таблиць.

- інструменти для керування таблицями атрибутів вектор;
- можливість збереження скріншотів як географічні прив'язки;
- інструмент dxf-export з розширеними можливостями для експортування стилів і плагінів для виконання cad-подібних функцій [15].

2.4 Робота із Базами Даних

База геоданих є основною для зберігання всієї інформації, яка використовується в процесі роботи з продуктами QGIS, і визначає структуру та правила зберігання різних видів об'єктів: просторових і растрових даних, результатів геодезичних вимірювань та інших. Іншими словами база геоданих ще сховище географічних даних, що реалізується на основі технології реляційних баз даних. Всі елементи бази геоданих управляються через стандартні таблиці СКБД з використанням стандартних типів даних SQL.

Механізм зберігання інформації бази геоданих представлений схемою та базою правил для кожного набору географічних даних плюс сховищем просторових і атрибутивних даних в звичайному табличному вигляді. Схема бази геоданих містить визначення, правила цілісності і поведінки для кожного з наявних наборів географічних даних [16].

Основними структурними елементами бази геоданих є:

- набір класів об'єктів – містить класи просторових об'єктів, а також топології та мережі, що описують взаємозв'язки об'єктів цих класів у просторі.

У наборі даних всі класи об'єктів мають загальну просторову прив'язку:

- з клас просторових об'єктів – таблиця зі спеціальним полем СКЩО, що містить геометричні характеристики точкового, лінійного або полігонального об'єкта. Кожен рядок таблиці описує один просторовий об'єкт;

- атаблиця – набір рядків, що містять однакові поля. Клас просторових об'єктів це таблиця, яка містить поле СКЩО:

- домен – визначає набір або діапазон допустимих значень для поля;

- клас відносин – пов'язує об'єкти з класу просторових об'єктів або таблиці з об'єктами іншого класу або таблиці. Класи відносин можуть мати додаткові поля, визначені користувачем;

- топологія – правила цілісності даних, що визначають поведінку просторово зв'язаних об'єктів;

- геометрична мережа – правила управління зв'язками об'єктів у наборі класів просторових об'єктів;

- набір геодезичних даних – містить геодезичні вимірювання, які використовуються для обчислення координат, пов'язаних з геометрією об'єктів, із геодезично визначених класів просторових об'єктів;

- набір растрових даних – містить растри, які представляють безперервні в просторі географічні явища;

- документ метаданих – документ у форматі БМЛ, який може бути пов'язаний з будь-яким набором даних;

- інструменти геообробки – інструменти для виконання різноманітних операцій з даними, включаючи управління, аналіз та моделювання робочих процесів.

Виділяють два типи баз теоданих (БГД) – персональні та багатокористувацькі БГД.

Персональна база геоданих зберігає дані локально на іншому комп'ютері. Персональні бази геоданих корисні для невеликих обсягів даних або коли не потрібні сеанси доступу та редагування, призначені для великої кількості користувачів.

У багатокористувацькій базі геоданих дані зберігаються на сервері, в якості сховища даних використовуються відомі комерційні бази даних, такі як IBM DB2, Informix, Oracle, SQL Server, PostgreSQL. Для цього слід використовувати ArcSDE - спеціальний додаток сімейства ArcGIS. ArcSDE встановлюється на сервер даних і використовується для взаємодії з СУБД в рамках ГІС підприємства. Багатокористувацька версія бази геоданих добре підходить для використання великими організаціями [17].

Користувачі можуть вибрати локальну версію бази даних як початкову основу. У міру зростання сукупного обсягу даних користувачі можуть поступово переходити до багатокористувацької корпоративної СУБД. Дуже важливо, що ця міграція не потребує повної реорганізації процесу виробництва ГІС. Водночас локальна база геоданих зберігає всю структуру даних і успадковує правила та властивості всіх об'єктів, указаних у базі геоданих на сервері.

Багатокористувацькі бази геоданих дозволяють редагувати одні і ті ж географічні дані багатьом користувачам одночасно на декількох робочих місцях. Наприклад, в організації є декілька відділів і кожен з відділів повинен брати участь в робочому процесі, причому бажано, а інколи і необхідно, щоб і всі ці відділи працювали спільно і одночасно – в реальному часі.

Геокодування – метод і процес позиціонування просторових об'єктів відносно деякої координатної системи | їхніх атрибутів, тобто призначення об'єкту карти певного універсального географічного ідентифікатора. Зворотне геокодування навпаки використовує географічні координати, щоб знайти опис місця розташування (наприклад, поштову адресу будівлі, назву поселення тощо). Для геокодування необхідні набір координатних даних – широта і довгота, координати X і Y, вулична адреса, файл просторової бази даних, У

координатах якої буде здійснюватися пошук місця розташування точки, а також установлення в ці координати точкового об'єкта з заданими атрибутами [18].

Процес створення карт в QGIS починається з завантаження даних з просторової бази даних PostgreSQL/PostGIS. Оскільки карти статичні та призначені як для розміщення в інтернеті, так і для публікації в складі атласу, вони генеруються для кожного виду автоматично за допомогою спеціального плагіна. Інтерфейс генерації та експорту карт, карти генеруються та експортуються в пакетному режимі.

Для керування PostgreSQL використовуємо програму pgAdmin — це платформа з відкритим вихідним кодом для адміністрування та розробки для PostgreSQL та пов'язаних із нею систем управління базами даних. Платформа написана на Python та jQuery та підтримує всі функції PostgreSQL. Використовувати pgAdmin можна для будь-яких операцій, починаючи з запису базових SQL-запитів і закінчуючи моніторингом ваших баз даних і налаштування просунутих архітектур баз даних [19].

Отримані карти виглядають професійно. Для наочної візуалізації розподілу видів створюється також серія базових карт з підписами. Завдяки правильному налаштуванню стилів у кожному шарі даних, базові шари можуть легко інтегруватися з ними.

На базі програмного забезпечення QGIS сформована реляційна база даних об'єктів електроенергетики Чернівецької області. Розробка бази даних здійснювалась засобами об'єктно-реляційної СКБД PostgreSQL з розширенням PostGIS для відображення геоданих.

Завдяки тому, що база даних розміщена на сервері нею мають змогу користуватися різні відділи підприємства, вона ведеться в реальному часі, а працівники РЕМ мають право редагувати інформацію відповідно до встановлених ним прав доступу.

Висновки до розділу 2

У другому розділі ми розглянули технічне забезпечення енергосистеми геоінформаційної системи АТ «Чернівціобленерго». Показано що геодезичне забезпечення в Чернівецькій області не достатнє для забезпечення ефективного використання ГНСС станцій.

Розглянули технічне забезпечення для виконання польових робіт в якості яких було використано використано GNSS приймач South S660, контроллер South MasterPro Mobile S10 та програмне забезпечення Surv CE.

Порівняли програмні продукти QGIS та ArcGis та визначили більш підходящий для наших цілей. QGIS є безкоштовною геоінформаційною системою, що відноситься до найбільш функціональних і зручних на даний час.

Для зберігання всієї інформації, яка використовується в процесі роботи з продуктами QGIS, використовується база геоданих, яка є сховищем географічних даних, що реалізується на основі технології реляційних баз даних. Всі елементи бази геоданих управляються через стандартні таблиці СКБД з використанням стандартних типів даних SQL.

На базі програмного забезпечення QGIS сформована реляційна база даних об'єктів електроенергетики Чернівецької області. Розробка бази даних здійснювалась засобами об'єктно-реляційної СКБД PostgreSQL з розширенням PostGIS для відображення геоданих.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ І ПІДТРИМКИ ГІС В АТ "ЧЕРНІВЦІОБЛЕНЕРГО"

3.1 Характеристики об'єкту дослідження

Історія розвитку компанії та електроенергетики в регіоні.

Електрифікація Буковинського краю розпочалася у 1896 р. з пуску першої промислової дизельної електростанції у Чернівцях, яка постачала центр міста переважно постійним струмом.

У 1912 році була побудована друга дизельна електростанція для живлення невеликих заводів та водонасосних станцій.

Повномасштабне освоєння енергетики Чернівецької області розпочалося після війни з розвитком промисловості, сільського господарства та житлового будівництва. Енергетика розвивалася за рахунок збільшення потужності Чернівецької електростанції із 6000 кВт до 40000 кВт.

1959 року було відкрито Чернівецьку контору в Сіренаго. Управління електрифікувало значну кількість населених пунктів та тваринницьких ферм у цьому районі. У тому ж році збудовано першу лінію електропередачі напругою 35 кВ від підстанції електростанції до залізничної станції «Адинката».

У 1960 році електрична мережа міста була перебудована з напруги 5000/190 - 110 на стандартне 6000/400 - 230 В, але потужність мережі значно збільшилася без великих капітальних вкладень.

Вирішальним чинником електрифікації Буковини стало приєднання підстанції «Плутон» 63 МВА у Чернівцях до мережі «Львівенерго» за рахунок будівництва підстанції 110 кВ Коломия-Чернівці.

Водночас прискореними темпами почала розвиватися електрифікація. Тому 1962 року під керівництвом РУ «Вінницькенерго» мережу було виділено в окреме підприємство електричних мереж. Проте вирішальним чинником в електрифікації Буковини є приєднання до мереж Львівенерго з будівництвом підстанції 110 кВ Коломия-Чернівці з підстанцією 63 МВА Плутон у Чернівцях, на якій на цей час електрифікація стала розвиватися.

У 1967 році побудовано та підключено до системи «Вінницяенерго» підстанцію ВЛ-110 кВ «К.Подільськ-Клішківці-Чернівці». Через три роки підстанцію з власним обладнанням було введено в експлуатацію та стало основним постачальником електроенергії для Чернівецької області. За кілька років у крайовій столиці було завершено будівництво кільця надійного електропостачання споживачів. Поступово будівництво потужних районних підстанцій ліквідувало малопотужні та нерентабельні ГЕС та ТЕС.

1998 року на базі Чернівецького районного підприємства електричних мереж було засновано ВАТ «Енергопостачальна компанія «Чернівціобленерго» [20]. Фактично вона є правонаступником компаній, які були включені до процесу реорганізації, а саме:

- сільських електромереж;
- електричні мережі високої напруги;
- енергозбуту.

Поточний стан організації АТ «ЧЕРНІВЦІОБЛЕНЕРГО»

Сьогодні компанія складається з 12 мережевих дільниць, 4 РЕМ, 25 виробничих служб, майстерень і ливарних цехів, що експлуатують та ремонтують електричні мережі та обслуговують понад 12 000 промислових, сільськогосподарських та понад 350 000 побутових абонентів.

З метою забезпечення основних видів дозволеної діяльності з передачі та постачання електроенергії всіх категорій споживачів регіону, АТ «Чернівціобленерго» здійснює експлуатацію та технічне обслуговування обладнання, передавальних пристроїв, конструкцій, техніки.

Баланс компанії включає:

- 16 675 км ПЛ на повній напрузі
- 381 км кабельних ліній
- 72 підстанції 35-110 кВ
- 4147 од. ТП 10-0,4 кВ
- 255 од. транспортний засіб та механізм

Основним джерелом енергопостачання цього району є підстанція Чернівці-330 та Дністровська ГЕС.

З погляду організаційної структури компанія складається з дирекцій:

- Дирекція з експлуатації електричних мереж;
- Дирекція із взаємодії з клієнтами;
- Дирекція з розвитку мереж;
- Дирекція виконавча;
- Дирекція фінансова;
- Дирекція з експлуатації електричних мереж.

У компанії працює понад 1400 співробітників. В організаційну структуру компанії входять 12 електромережних округів, 11 виробничих служб та відділів, 17 управлінь енергопостачання та управління.

Основними структурними підрозділами компанії є дільниці, які оформлюються за номерами, які відповідають територіально-адміністративним кордонам регіонів.

Зона електропередачі здійснює передачу та постачання електричної енергії в межах адміністративної території, визначає продаж електричної енергії, сплачує плату за користування, контролює дотримання споживачами правил використання електричної енергії.

На момент написання магістерської роботи головою правління АТ є: Ніверчук Олександр Миколайович, фінансовий директор – Гуменюк Зоряна Ярославівна, директор з розвитку мереж – Світайло Павло Миколайович, виконавчий директор – Опаєць Віталій Миколайович, директор з питань захисту економіки – Анікеєв Віталій Семенович.

Характеристики території дослідження

Враховуючи, що підприємству підпорядковані всі енергосистеми області, ми поширили наше дослідження на всю Чернівецьку область.

Чернівецька область — область у південно-західній частині України. Утворена 7 серпня 1940 з північної, переважно заселеної українцями, частини Буковини і сусідньої частини Бессарабії (з Хотиним). Розташована у межах

Карпат, Передкарпаття (Буковинське Прикарпаття) та Покутсько-Бессарабської височини. Область межує з Румунією на півдні та Молдовою на південному сході. На заході та північному заході — з Івано-Франківською, на півночі — із Тернопільською і Хмельницькою, а на сході з Вінницькою областями [21].

3.2 Проведення польових робіт

Проведення польових робіт виконувались по ієрархії електромереж, починаючи з 2007 року. Спочатку знімали високовольтні підстанції напругою 110/10 кВ та 35/10 кВ. Після чого опори ПЛ 110-35 кВ, цим займалась підрядна організація. Починаючи з 2017 року земельним сектором та центром з огляду мереж АТ «Чернівціобленерго» займається зніманням ПЛ 10-6 кВ та трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ, а з 2021 року ПЛ 0,4 кВ та прив'язували споживачів. Всі ці роботи є досить складними та потребують багато часу, її можна поділити на дві стадії польові та камеральні роботи.

Польові роботи включають в себе:

- Провірка приладів;
- Знімання координат опор;
- Експорт даних для камеральної обробки.

Для перевірки приладів потрібно зайти в програмний продукт SurvCE, далі підключитись до приймача і зайти по в вкладці GNSS ровер, де і потрібно налаштувати саме RTK підключення. Тут потрібно зазначити, що використовувати саме «Інтернет контроллера» та вибрати мережу «NTRIP», далі ввести IP: rtk.gnss.org.ua та порт – 2125, який і виступає саме системою координат УСК2000-5 зона, яка припадає на Чернівецьку область. На кінець вводимо логін та пароль користувача, які отримані після реєстрації в системі Spider Business Centre.

Знімання опор відбувається тільки у фіксованому режимі, точність не повинна перевищувати 0,5 м в закритій місцевості та 0,3 м у відкритій. У

роботі електроенергетичної компанії більшої точності і не потрібно, так як дані поправки нас цілком влаштовують.

Щоб визначити координати опор, потрібно підійти до неї та зловити точність «Фіксований» після чого ввести інформацію, яка потім знадобиться в камеральній роботі та при перегляді користувачів, що саме знаходиться на цій опорі. Якщо сигнал поганий і точність не «фіксований», то потрібно буде приїхати повторно, якщо це прикордонна зона, у такому випадку можна знімати, якщо точність не перевищує 0,5 м.

Щоб відзняти високовольтну підстанцію або КТП, ЗТП потрібно було знімати 4 точки та заповнювати інформацію, після чого в камеральних умовах, вишукували центр даного полігона і на його місці ставили ТП.



Рисунок 3.1. Процес знімання координати опори

Для кожної ПЛ-10/6 кВ та лінії, які відходять від ТП-10/0,4 кВ, створюється окремий проект в з назвою ПЛ або ТП, куди по закінченню потрібно експортувати файли. В ході проведення топогеодезичних робіт з обстеження електричних мереж здійснено GPS-знімання з визначенням геодезичних координат опор, підкосів, трансформаторних підстанцій 10/0,4

кВ. При зніманні об'єктів передачі електроенергії напругою 10/6 та 0,4 кВ інженери-геодезисти додатково занотовувався опис кожної точки закодовану інформацію про опору, підкос чи трансформаторну підстанцію. Для цього був створений код в якому відкривалось вікно де був прописані рядки де заповняли інформацію: номер опори, лінія приєднання, напруга лінії Кв, до яких мереж приєднано, кількість проводів. Більше інформації вже вписували в середовищі QGIS. Середній показник збору інформації в день складає 100-120 точок (пікетів) залежно від погодних умов, складності проходження траси. Кожну трансформаторну підстанцію фотографують.

За період з 2017 року було проведено топографо-геодезичні роботи з обстеження електричних мереж на всій території Чернівецької області. Після завершення польових робіт, було створено технічні звіти по кожному району. Якщо підсумувати то в таблиці 3 можна побачити по кожному району та місту Чернівці: загальну кількість опор, підкосів та трансформаторних підстанцій. В наведеній таблиці є загальна кількість, але із них не всі лежать на балансі АТ «Чернівціобленерго», значна частина є абонентськими, але по них проходить мережа саме підприємства та в майбутньому вони також можуть перейти на баланс АТ.

На початку цього дослідження топографо-геодезичні вишукування виконувало 2 працівники, пізніше роботу виконувало 4 земельного сектору, зараз виконує 13 працівників центру з огляду мереж, що дає змогу скоротити термін виконання даного завдання. А для роботи знімання опор ліній 0,4 кВ використовують вже 6 приладів, а в майбутньому планується закупити ще 2.

Таблиця 3.1. Загальна кількість відзнятих об'єктів по дільницях

Дільниця	Кількість опор ПЛ-10/6 кВ	Кількість підкосів ПЛ-10/6 кВ	Кількість ТП-10/0,4 кВ	Кількість опор ПЛ-0,4 кВ
Вижницька дільниця	6 613	2 509	538	227
Герцаївська дільниця	3 044	918	258	16 081

Глибоцька дільниця	7 501	2 846	605	33 871
Застанівська дільниця	6 717	2 535	400	375
Кельменецька дільниця	6 830	2 271	333	0
Кіцманська дільниця	6 965	2 588	545	0
Чернівецька дільниця	2 711	1 013	882	18 667
Новоселицька дільниця	9 780	3 485	697	4 411
Путильська дільниця	5 074	1 855	275	20 598
Сокирянська дільниця	6 726	2 367	407	5 295
Сторожинецька дільниця	9 902	2 982	772	29 681
Хотинська дільниця	6 848	2 439	467	9 273
Всього	78 711	27 808	6 179	138 479 +

Так як Чернівецька область розташована частково в гірській місцевості, траплялись деякі труднощі, із-за прикордонної зони, в таких місцях були проблеми із інтернетом і це займало більше часу, щоб знімання кожної опори відповідало вимогам до точності. Також досить багато часу пішло в районах із гірською місцевістю, адже деякі місця були важкодоступними, особливо Путильська дільниця.

3.3 Обробка даних в середовищі QGIS

Друга стадія включає в себе камеральну обробку відзнятих координат опор, щоб зрозуміти як будувати повітряну лінію, для цього потрібно використовувати атрибутивну інформацію. Гіс-спеціалісти перевіряють дану інформацію, та вразі чого уточнюють її з геодезистами.

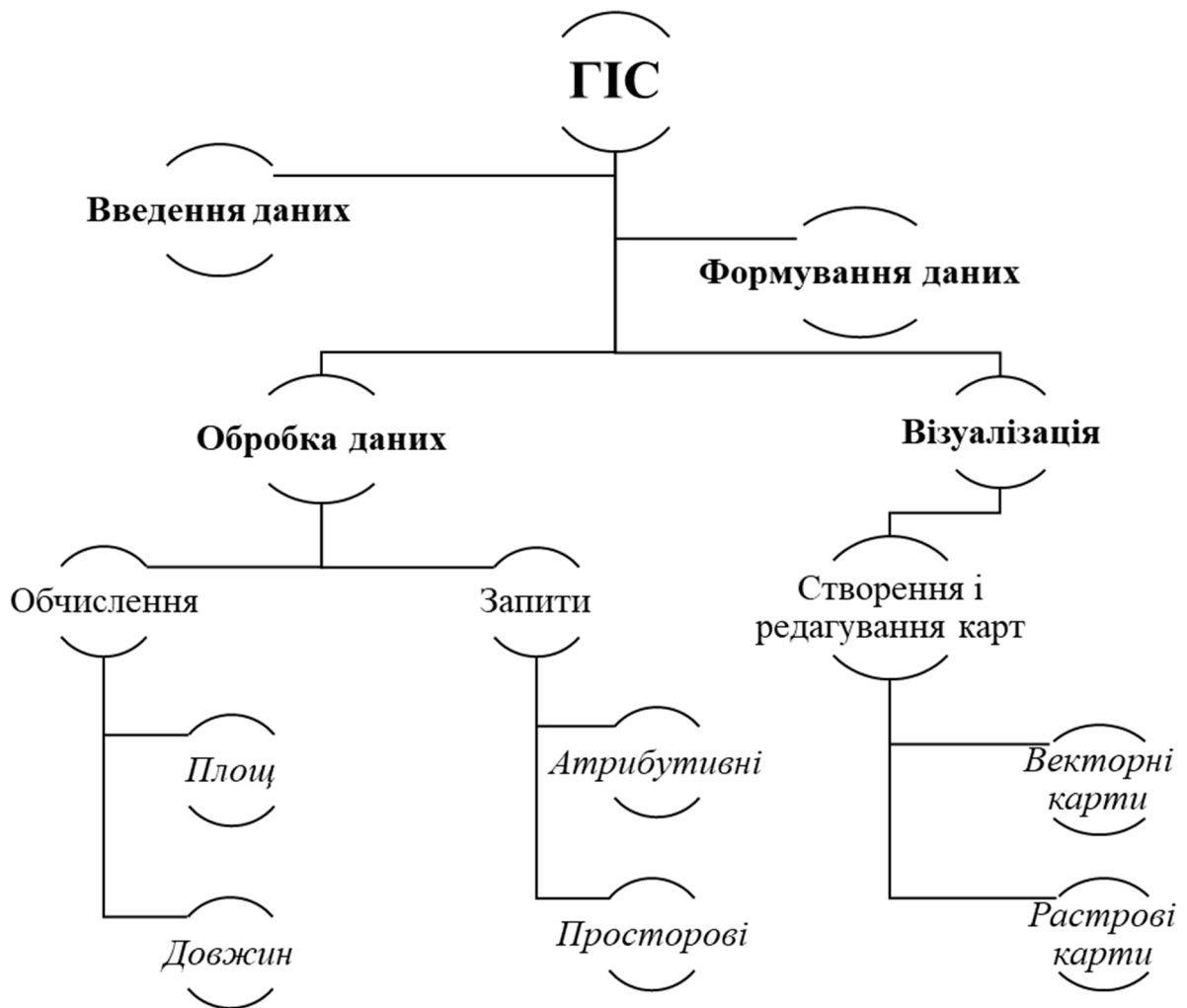


Рис. 3.2. Структурно-графічна модель функцій ГІС для потреб електроенергетики

На сьогоднішній день в межах Чернівецької області здійснюється зйомка координат електромереж напругою 0,4 кВ. Тому в ході даного дослідження було вирішено звернути свою увагу на дані об'єкти електроенергетики.

Дані отримані під-час польових робіт отримують на пошту або скидаючи на робочий комп'ютер за допомогою USB шнура. Після чого координати імпортують в проєкт QGIS 3.16, раніше використовували версію QGIS 2.18, але новіша версія більш зручна та є більш функціональною.

Після імпорту шару точок, важливо перевірити атрибутивну інформацію, на рисунку 3.3. показано, яку інформацію отримують спеціалісти, а на рисунку 3.3 показано як вона виглядає після обробки.

Рис. 3.3. Атрибутивна інформація до та після внесення в QGIS

Наступним кроком є саме побудова повітряної лінії, в якій також заповнюється атрибутивна інформація така як:

- Номер лінії;
- Номер ТП, до якої приєднана лінія;
- Приєднано до мереж, саме до якої дільниці;
- Протяжність лінії;
- Марка проводу;
- Власність;
- Пропускна спроможність.

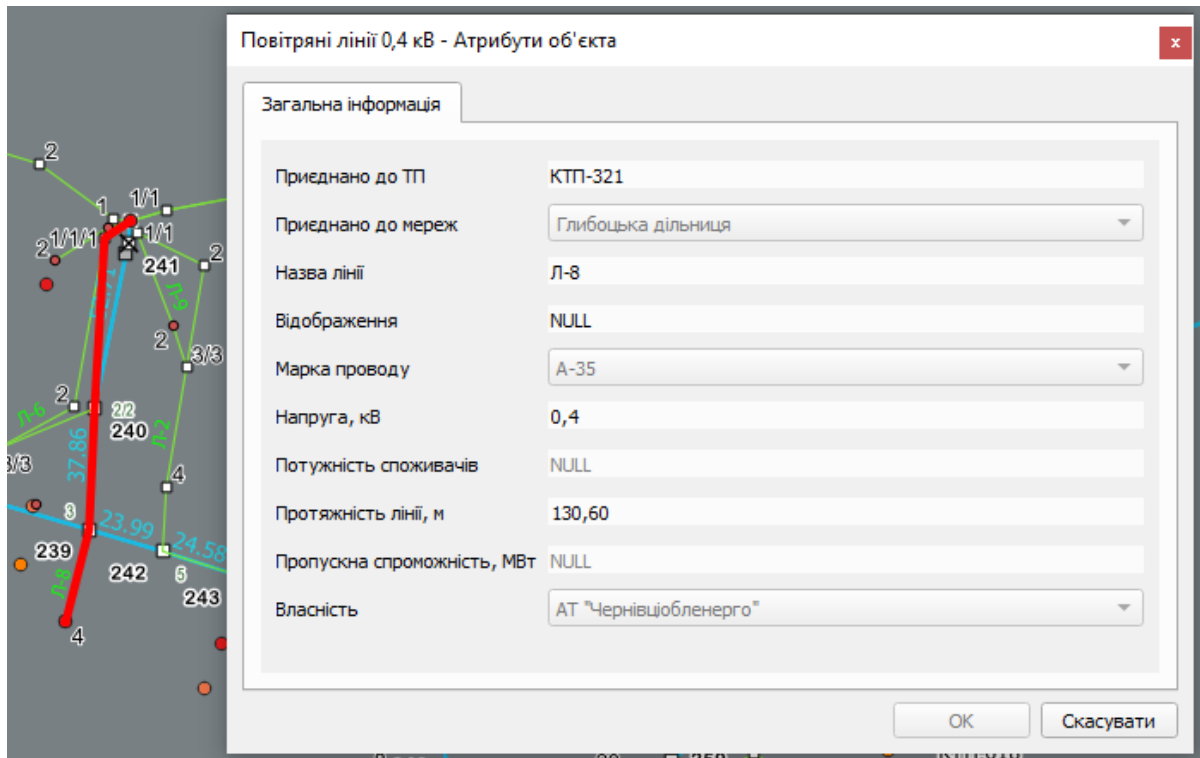


Рис. 3.4 Атрибутивна інформація ПЛ-0,4 кВ

По закінченню важливо зберегти інформацію, щоб її могли бачити користувачів у веб-карті GISENERGY.

На основі трьох або чотирьох заданих точок формуються прямокутники для точкових об'єктів типу «КТП», «ЗТП» або «МТП», а також визначаються їх центри за допомогою функції «визначити центроїди», що в свою чергу буде використовуватися як позначка КТП чи ЗТП і формують шар «ТП 6-10/0,4 кВ».

Загальна довжина відзнятих ліній для повітряної лінії 10 та 6 кВ склала 4556,14 км, а 0,4 кВ на сьогодні складає 5133,11 км, довжини ми отримали з середовища ГІС. Всі ці роботи наповнюють технічну базу, які дають змогу вирахувати ціну, стан, проблеми, мережі без виїзду на місцевість.

Таблиця 3.2. Загальна протяжність ПЛ 10-6 та 0,4 кВ по ділянках

Ділянка	Загальна довжина ПЛ 10-6 кВ, км	Загальна довжина ПЛ-0,4 кВ, км
Вижницька ділянка	395,05	4,59
Герцаївська ділянка	185,83	554,46
Глибоцька ділянка	442,73	1184,88
Заставнівська ділянка	413,33	13,23

Кельменецька діляниця	405,27	0
Кіцманська діляниця	412,62	0
Новоселицька діляниця	557,5	145,74
Путильська діляниця	282,44	860,36
Сокирянська діляниця	381,48	171,46
Сторожинецька діляниця	561,29	1140,45
Хотинська діляниця	389,57	344,84
Чернівецька діляниця	128,99	713,1
Всього	4556,138	5133,11

Для електричних мереж створюють охоронні зони, які встановлюють уздовж повітряних ліній електропередачі, у вигляді земельної ділянки та повітряного простору, що обмежені вертикальними площинами та віддалені по обидві сторони лінії від крайніх проводів за невідхильного виконання умови їх положення на відстань:

- до 1 кВ – 2 метри;
- до 20 кВ – 10 метрів;
- до 35 кВ – 15 метрів;
- до 110 кВ – 20 метрів;
- 150, 220 кВ – 25 метрів;
- 330, 400, 500, +(-)400 кВ – 30 метрів;
- 750 кВ – 40 метрів [22].

На сьогодні маємо такі шари охоронних зон:

- «Охоронна зона ПЛ-0,4 кВ»;
- «Охоронна зона ПЛ 6 та 10 кВ»;
- «Охоронна зона ПЛ 6 та 10 кВ захищеним проводом»;
- «Охоронна зона ПЛ 35 кВ»;
- «Охоронна зона ПЛ 110 кВ».

Згідно постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг № 1946 від

07.11.2016 «Про затвердження Методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж» здійснюється кодифікація об'єктів електроенергетики.

Унікальний цифровий код присвоюється кожному об'єкту електроенергетики незалежно від форми власності.

Кожна електропередавальна організація за кожною ТП на території здійснення ліцензованої діяльності з передачі електричної енергії присвоює унікальний код за такою формою:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

де значення в полях коду:

1-6 - географічна широта місця розташування центру майданчика, на якому змонтована підстанція (1-2 - градуси, 3-4 - мінути, 5-8 - секунди з точністю до сотих);

9-16 - географічна довгота місця розташування центру майданчика, на якому змонтована підстанція (9-10 - градуси, 11-12 - мінути, 13-16 - секунди з точністю до сотих).

Електропередавальна організація за кожною лінією електропередачі на території здійснення ліцензованої діяльності з передачі електричної енергії присвоює унікальний цифровий код за такою формою:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	

де значення в полях коду:

1-16 - географічні координати північного кінця лінії (початку) відпайки або трансформаторної підстанції згідно з кодифікацією підстанцій:

1-6 - географічна широта місця розташування початку лінії (1-2 - градуси, 3-4 - мінути, 5-8 - секунди з точністю до сотих);

9-16 - географічна довгота місця розташування початку лінії (9-10 - градуси, 11-12 - мінути, 13-16 - секунди з точністю до сотих);

17-32 - географічні координати південного кінця лінії (закінчення):

17-24 - географічна широта місця розташування південного кінця лінії (17-18 - градуси, 19-20 - мінути, 21-24 - секунди з точністю до сотих);

25-32 - географічна довгота місця розташування південного кінця лінії (25-26 - градуси, 27-28 - мінути, 29-32 - секунди з точністю до сотих);

33 - кількість ліній електропередачі, які проходять в одній трасі.

Якщо географічні координати початку та кінця лінії мають однакову географічну широту, значення вказуються із заходу на схід [23].

Так як, база даних розміщена на сервері нею мають змогу користуватися різні відділи підприємства в реальному часі. Працівники, які займаються роботою безпосередньо із QGIS маю права як видаляти так і вносити зміни, а працівники дільниць мають право редагувати інформацію тільки деяких шарів, а видаляти не мають доступу, відповідно до встановлених прав доступу.

3.4 Управління та наповнення БД PostgreSQL енергосистеми

Зараз вже створена та використовується веб-карта «GISENERGY», в ній відображається більше 20 шарів. В кожному шарі міститься певна інформація про об'єкт, яку можна змінювати.

Шар «Високовольтні підстанції» ділиться на двох власників АТ «Чернівціобленерго» та Абонентські, в ньому занесені інформація: назва підстанції, кількість трансформаторів, номінальна потужність, назва району, назва місцевої ради, унікальний цифровий код, власник, рік введення в експлуатацію, також описують завантаженість та кадастровий номер.

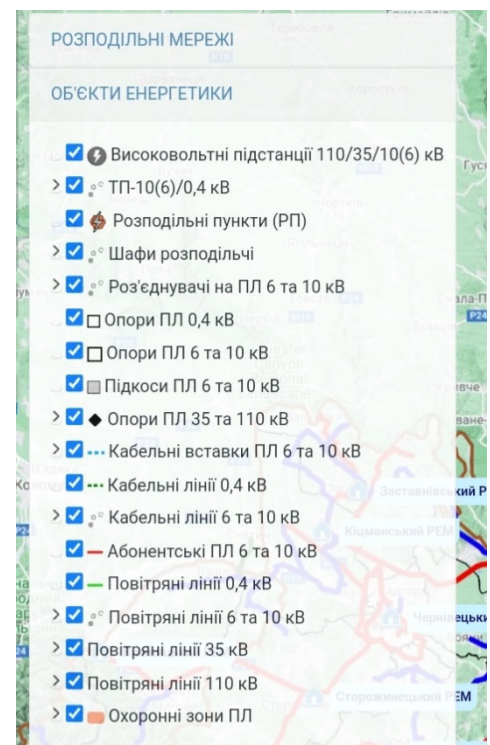


Рис. 3.5. Шари в «GISENERGY»

«ТП 6 та 10/0,4 кВ» – це один із дуже важливих шарів, атрибутивна інформація про об’єкт заноситься вже в камеральних умовах отриманої із звітів дільниць.

У наведеній таблиці зазначають інформацію про кількість трансформаторів, їхню завантаженість, номінальну потужність та максимальну потужність, місце розташування (за районом, сільською або селищною, чи міською радами), належність до дільниці, власника, лінії приєднання, схему та фото підстанції, а ще унікальний цифровий код, тобто географічні координати WGS84.

Тип та номер ТП	кількість трансформат	Назва району	Назва місцевої ради	Власник	Лінія приєднання	code	
КТП-185	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4828427826414483	Кельме
КТП-184	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4828278426421455	Кельме
КТП-181	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4827379426422879	Кельме
КТП-47	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4827506326420147	Кельме
КТП-188	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4827473026414523	Кельме
ЗТП-372	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	Абонентська	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4826485126425198	Кельме
КТП-178	1	Кельменецький район	Вартиківська сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4825110426441000	Кельме
КТП-179	1	Кельменецький район	Перковецька сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4824588526413567	Кельме
КТП-175	1	Кельменецький район	Вартиківська сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4825514426455744	Кельме
КТП-177	1	Кельменецький район	Вартиківська сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4825219526462459	Кельме
КТП-180	1	Кельменецький район	Вартиківська сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4825198026460329	Кельме
КТП-174	1	Кельменецький район	Вартиківська сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4826113826471515	Кельме
КТП-384	1	Кельменецький район	Вартиківська сільська рада	Абонентська	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4826365426473072	Кельме
КТП-176	1	Кельменецький район	Вартиківська сільська рада	Абонентська	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4826355726473341	Кельме
НОМ-251	1	Кельменецький район	Перковецька сільська рада	Абонентська	Л-5 "Вартиківці" 10 кВ	4825457326423178	Кельме
КТП-198	1	Кельменецький район	Бернівська сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-9 "Оселівка" 10 кВ	4829556026374146	Кельме
НОМ-217	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	Абонентська	Л-9 "Оселівка" 10 кВ	4828104526404940	Кельме
КТП-187	1	Кельменецький район	Мошанецька сільська рада	ПАТ "ЕК "Чернівоцбленерго"	Л-9 "Оселівка" 10 кВ	4828227326413391	Кельме

Рис. 3.6. Вікно вигляду атрибутивної таблиці шару «ТП 6 та 10/0,4 кВ»

«Роз’єднувачі на ПЛ 6 та 10 кВ» – це шар, який ділиться на 4 типи роз’єднувачів:

- з’єднувальні;
- лінійні;
- вакуумні автоматичні;
- підстанції.

Всі вони відображаються різним кольором, тут занесена інформація про номер роз'єднувача, на якій опорі та лінії розміщений, напруга цієї лінії та до якої ділянки приєднано.

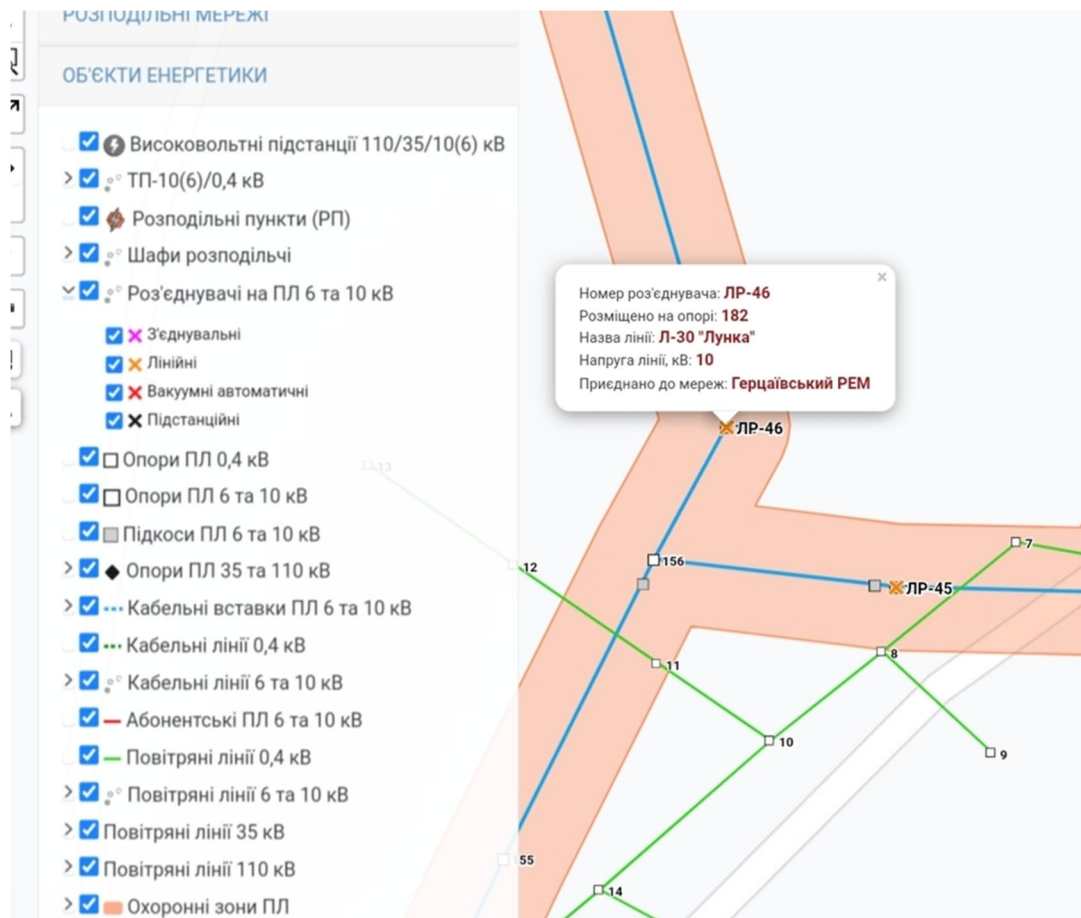


Рис. 3.7. Вікно вигляду атрибутивної таблиці шару «Роз'єднувачі на ПЛ 6 та 10 кВ»

«Опори ПЛ 0,4 кВ» даний шар, ще в процесі наповнення, але по деяких ділянках вже є опори та повітряні лінії. Тут занесено доволі багато атрибутивної інформації такої як: номер опори, назва ліній, тип опори, кількість підкосів, тип підкосів, наявність приставки, стан опори, наявність вуличного освітлення, кількість траверс інтернету, спосіб прокладання, кількість голих та ізольованих проводів, наявність заземлення, кількість введів до будинків, до якого ТП приєднано, напруга (але вона тут завжди 0,4 кВ), та до яких мереж приєднано.

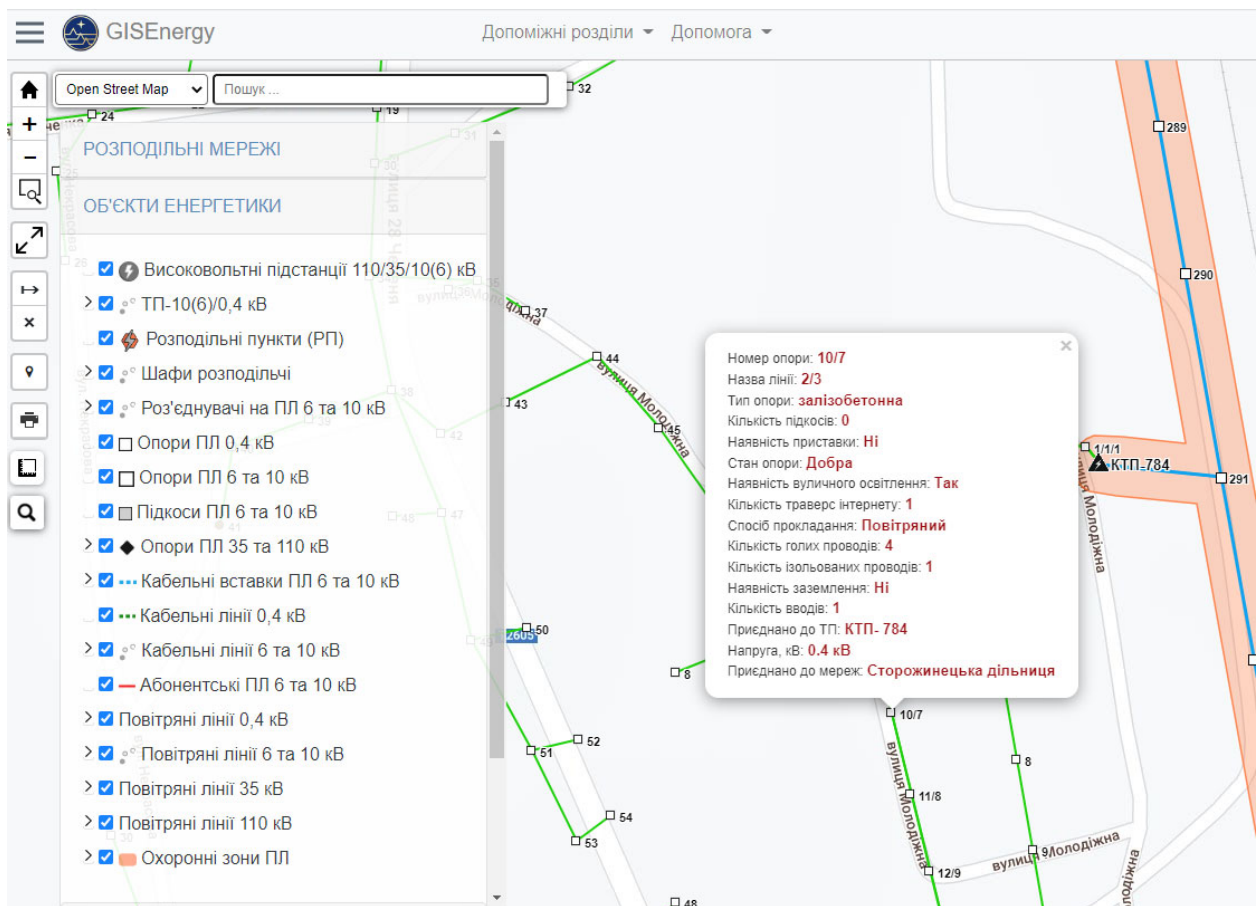


Рис 3.8. Вигляд шару «Опори ПЛ 0,4 кВ»

Інформацію про назви ліній, напругу ліній, їх протяжність та належність до дільниці містять наступні лінійні об'єкти: «Повітряні лінії 6 та 10 кВ», «Абонентські ПЛ 6 та 10 кВ», «Кабельні вставки 6 та 10 кВ» та недавно створений шар «Повітряні лінії 0,4 кВ». Унікальний цифровий код (координати початку та кінця лінії) містить шар «Повітряні лінії 6 та 10 кВ» та «Повітряні лінії 0,4 кВ», а власника – шар «Кабельні вставки 6 та 10 кВ».

Також для шару «Повітряні лінії 6 та 10 кВ» є додаткова вкладка із план-схемою протяжності лінії.

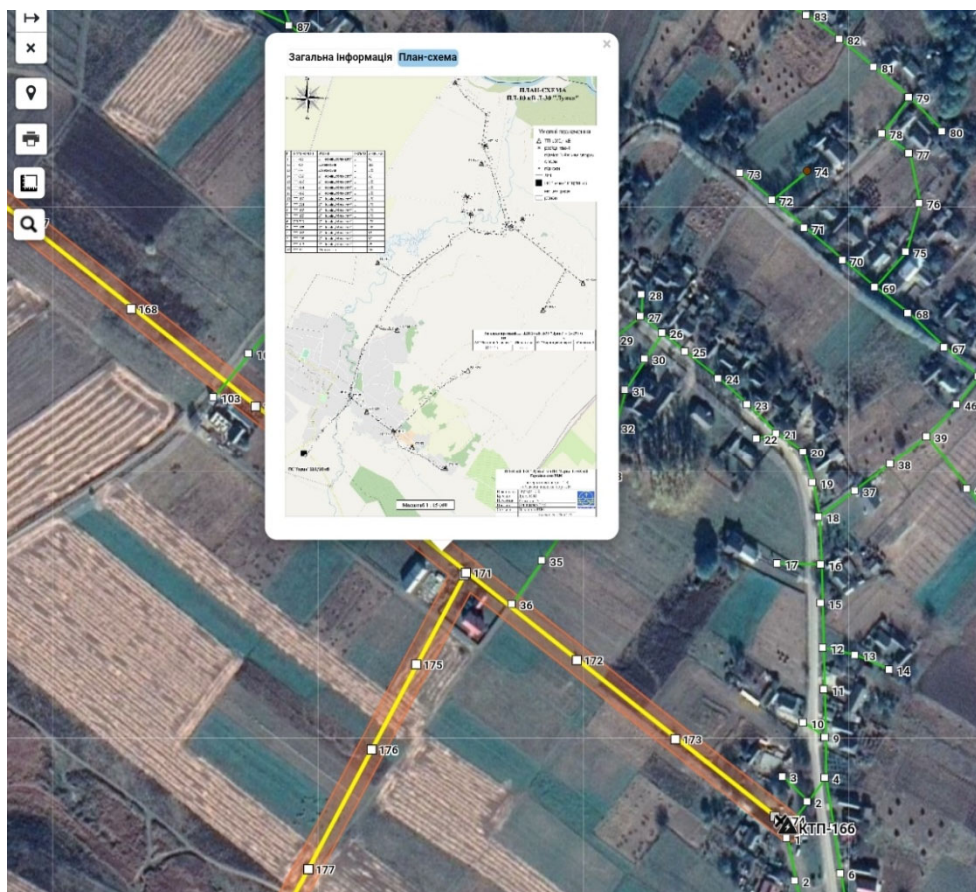


Рис 3.9. Вигляд вінка план-схема в шарі «Повітряні лінії 6 та 10 кВ»

Наступну інформацію про лінію містять шари «Повітряні лінії 35 кВ» та «Повітряні лінії 110 кВ»: назва, напругу, протяжність, унікальний цифровий код, марку проводу та тросу, рік вводу в експлуатацію, тип ізоляторів і пропускна спроможність, власника та унікальний цифровий код лінії.

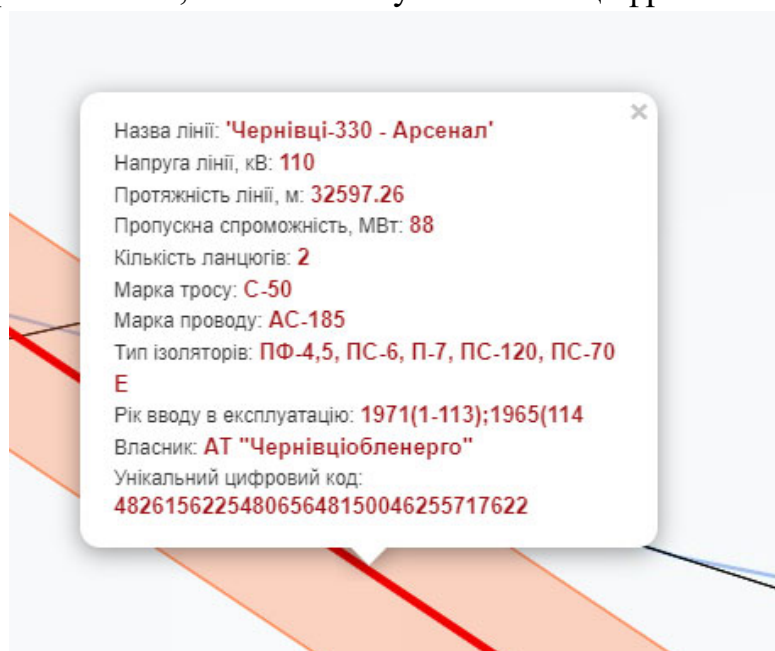


Рис. 3.10. Вікно вигляду шару «Повітряні лінії 110 кВ»

Шар «Опори 6 та 10 кВ» також має наступну заповнену атрибутивну інформацію: номер та марка опори, її характеристика та характеристика траверси, кількість проводів, ізолятори, наявність роз'єднувача, розрядника, заземлення та сумісного підвісу, наявність власника, лінія приєднання та приєднання до мереж відповідної ділянки.

На відміну від шару «Опори 6 та 10 кВ» шар «Опори 35 та 110 кВ» містить менше деталізованої інформації, це пов'язано з тим, що об'єктів на самих опорах міститься менше. Опис вміщає наступну інформацію: номер, тип, характеристика опори, назва лінії, назва району, місцевої ради, населеного пункту, лінія приєднання та кількість лінії, сумісна ПЛ та номер опори сумісної ПЛ.

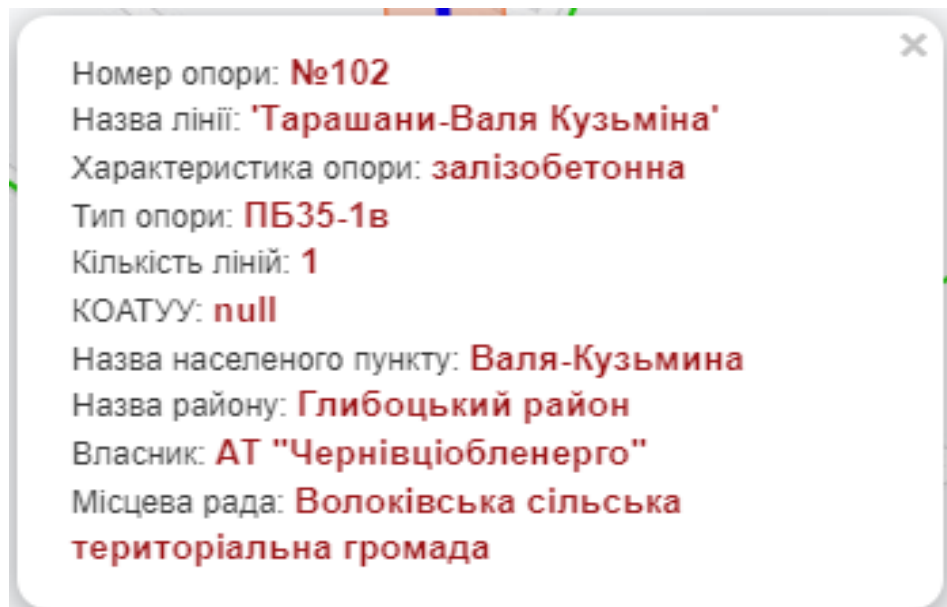


Рис. 3.11. Вікно вигляду шару «Опори 35 та 110 кВ»

Інформацію про належність до лінії, напругу лінії, номер опори, до якої прикріплено та належність до ділянки містить шар «Підкоси 6 та 10 кВ».

Шар «Охоронні зони ПЛ» не містить ніякої атрибутивної інформації, це є полігон, який потрібен тільки для візуального перегляду. Це є найголовніші шари, якими користуються в даний час.

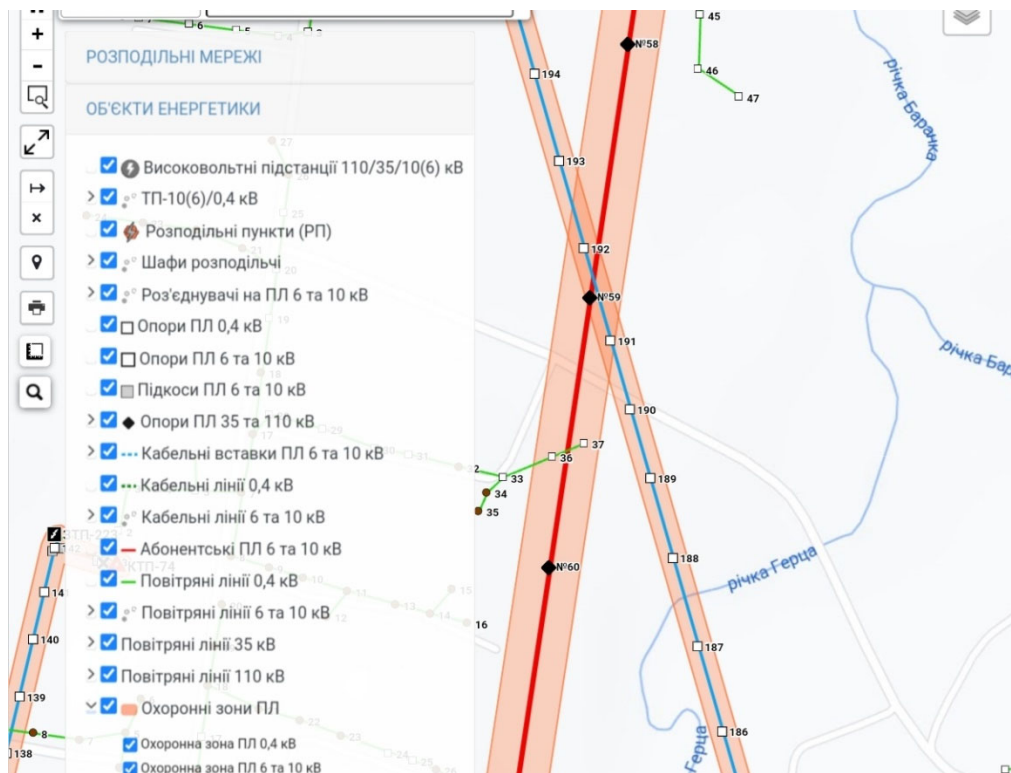


Рис. 3.12. Вікно вигляду шару «Охоронні зони ПЛ»

Кожен шар створений для певних цілей та має певні умовні позначення, ще при закиданні в символіці майже для кожного шару прописані певні умови вигляду. Дані по лінії вносять у базу даних після опрацювання, перевірки та виправлення всіх даних. Доступ до оновлених даних надається користувачам системи через PostgreSQL.

Важливо, щоб кожен створений шар мав назву тільки латиницею, інакше шари не будуть функціонувати.

В ході дослідження, для продуктивнішої роботи з геоінформаційною системою «GISENERGY», використали тригери БД та різні плагіни QGIS. Для спрощення та покращення роботи гіс-спеціалістів, програмісти оснащують різними видами плагінів програмне забезпечення QGIS.

Плагін або модуль — додаток, незалежно скомпільований програмний модуль, що динамічно підключається до основної програми, призначений для розширення або використання її можливостей. Належить до загального програмного класу додатків. Плагіни зазвичай виконуються у вигляді динамічних бібліотек [24].

Тригери в БД – це процедури певного типу, які користувач не змушений викликати безпосередньо, а виконання якої обумовлене настанням визначеної дії у реляційній БД (INSERT, DELETE, UPDATE) [25].

Тригери			
Ім'я	Функція	Тип	Активний
otsinka_10_trigger (delete)	change_trigger	Before INSERT UPDATE DELETE for each row	Так (disable)

[Увімкнути всі тригери](#) / [Вимкнути всі тригери](#)

Рис. 3.13. Активний тригер шару таблиці

Тригери застосовуються для вирішення питань пов'язаних з генерацією виразів на основі значень стовпців, із запобіганням невірних транзакцій, зі складними математичними обчисленнями між колонками в таблиці чи навіть окремими таблицями, з реалізацією обмежень цілісності даних.

Автоматично тригер запускається сервером тоді, коли відбувається спроба зміни даних у таблиці, з якою той пов'язаний. Існує 12 типів тригерів, які визначаються за типом активізуючого тригера DML-оператора (INSERT, DELETE, UPDATE), за моментом запуску тригера (BEFORE – тригер запускається до виконання або AFTER – після виконання активізуючого тригера DML-оператора), за характером впливу тригера на рядки пов'язаної з ним таблиці (строковий або операторний) [26].

id	timestamp	schemaname	tablename	operation	who	new_val	old_val	item_id
1	2022-06-16T13:...	public	otsinka_10	INSERT	postgres	{"id":...	NULL	54962
2	2022-06-16T13:...	public	otsinka_10	DELETE	postgres	NULL	{"id":...	54962
3	2022-06-16T13:...	public	otsinka_10	INSERT	postgres	{"id":...	NULL	54963
4	2022-06-16T13:...	public	otsinka_10	INSERT	postgres	{"id":...	NULL	54964
5	2022-06-16T13:...	public	otsinka_10	UPDATE	postgres	{"id":...	{"id":...	54963
6	2022-06-16T13:...	public	otsinka_10	UPDATE	postgres	{"id":...	{"id":...	54963
7	2022-06-16T14:...	public	otsinka_10	UPDATE	postgres	{"id":...	{"id":...	54963
8	2022-06-16T14:...	public	otsinka_10	DELETE	postgres	NULL	{"id":...	54963
9	2022-06-16T14:...	public	otsinka_10	DELETE	postgres	NULL	{"id":...	54964
10	2022-06-16T15:...	public	otsinka_10	INSERT	postgres	{"id":...	NULL	54965
11	2022-06-16T15:...	public	otsinka_10	DELETE	postgres	NULL	{"id":...	54965
12	2022-06-16T16:...	NULL	NULL	NULL	adminzem1	NULL	NULL	NULL
13	2022-06-16T16:...	public	otsinka_10	INSERT	postgres	{"id":...	NULL	54966
14	2022-07-04T08:...	public	otsinka_tp_1tr	INSERT	postgres	{"id":...	NULL	778
15	2022-06-17T11:...	public	otsinka_10	UPDATE	postgres	{"id":...	{"id":...	8063

Рис. 3.14. Запит історії змін, за допомогою тригерів

Згідно постанові національної комісії, яка здійснює державне регулювання у сфері енергетики, на даний момент майже всі енергетичні компанії України мають власну веб-карту, а у лютому 2022 році вона була виставлена для користувачів, після чого обмежили доступ для перегляду у зв'язку з військовим станом. Згідно затверджених умовних позначень для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 Міністерством екології та природних ресурсів від 09 липня 2001 року, варто зазначити, що цей наказ не виконують через те, що система не є топографічним планом певного масштабу і не існує деталізованих умовних позначень для об'єктів енергетики [27].

Згідно інструкції з топографічного знімання в масштабах та відповідно до неї затверджених умовних позначень було розроблено систему деталізованих умовних позначень для об'єктів енергетики, що в подальшому потребуватиме затвердження.

Висновок до розділу 3

У найважливішому розділі досліджено процес наповнення бази даних для функціонування геоінформаційної системи в АТ «Чернівціобленерго». Об'єктом магістерського дослідження є лінії електропередачі та трансформаторні підстанції на території Чернівецька область. Розглянуто історію розвитку компанії та теперішній стан.

Показано процес знімання координат опор за допомогою GNSS приймач South S660, який визначає просторове положення антени-ровера з сантиметровою точністю та програмного забезпечення carlson SurvCE. Розглянули процес знімання електромережі, яка виконувалась при різних погодних умовах, та місцевості, що частково впливало на результат роботи.

Ознайомились з обробкою GPS-знімання в середовищі QGIS для опор «ПЛ 10/6 та 0,4 кВ», важливість перегляду та додавання атрибутивної інформації. Проклали повітряну лінію та заповнили атрибутивну інформацію.

Також показано правильність створення охоронних зон для різних класів напруг.

Важливо також ідентифікувати об'єкти чимось унікальним, як наприклад цифровий код, який присвоюється кожному об'єкту електроенергетики незалежно від форми власності. Це географічні координати WGS84, для ПЛ використовують координати початку та кінця.

Зараз вже створена та функціонує інтерактивна карта «GISENERGY», якою активно користуються працівники організації. Розглянули кожен шар карти, які атрибути він містить та описали його.

В ході дослідження, для продуктивнішої роботи з геоінформаційною системою «GISENERGY», використали тригери БД та різні плагіни QGIS. Для спрощення та покращення роботи гіс-спеціалістів, програмісти оснащують різними видами плагінів програмне забезпечення QGIS.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день, ГІС в енергетиці – це основа для систем підтримки прийняття рішень, управління та моніторингу стану в галузі електроенергетики. На всіх етапах життєвого циклу функціонування енергетичних підприємств (планування, проектування, будівництво, експлуатація) – використовують геоінформаційні системи. Міцним фундаментом для повноцінного впровадження «розумних мереж» та отриманню максимальних віддач від наданих переваг – є працездатна та потужна корпоративна ГІС. Одним з важливих етапів є впровадження у вітчизняну енергетику геоінформаційних технологій.

Створення геоінформаційної системи відновлювальних джерел енергії може стати суттєвим поштовхом для прискореного розвитку відновлювальної енергетики України. На основі міжнародного досвіду запропоновано прототип геоінформаційної системи відновлювальних джерел енергії України, яка представлена у вигляді веб-застосунку, та включає сучасні інформаційні технології представлення та обробки даних. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на практичну реалізацію розробленого прототипу.

На підставі проведеної науково-дослідної роботи, ми наповнили інтерактивну карту «GISENERGY», якою активно користуються працівники АТ «Чернівціобленерго».

За період з 2017 року було проведено топографо-геодезичні роботи з обстеження електричних мереж на всій території Чернівецької області. Виконувалось знімання в польових умовах технічним забезпеченням GNSS приймачем South S660 та контролером South MasterPro Mobile S10. Якими виконували свою роботу навчені спеціалісти.

Ознайомились із ПЗ QGIS – це вільна крос-платформена геоінформаційна система. Це одна із найбільш зручних і функціональних настільних геоінформаційних систем із динамічним розвитком. За допомогою неї і відбувається наповнення бази даних, заповнення атрибутивної інформації

та редагування геометрії об'єктів. Відобразили довжину зібраних повітряних ліній в програмному продукті.

Для електричних мереж створюють охоронні зони, які встановлюють уздовж повітряних ліній електропередачі, у вигляді земельної ділянки та повітряного простору, що обмежені вертикальними площинами та віддалені по обидві сторони лінії від крайніх проводів за невідхильного виконання умови їх положення.

Згідно постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг № 1946 від 07.11.2016 «Про затвердження Методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж» здійснюється кодифікація об'єктів електроенергетики.

Унікальний цифровий код присвоюється кожному об'єкту електроенергетики незалежно від форми власності.

Зараз вже створена та використовується веб-карта «GISENERGY», в ній відображається більше 20 шарів. В кожному шарі міститься певна інформація про об'єкт, яку можна змінювати.

В ході дослідження, для продуктивнішої роботи з геоінформаційною системою, використали тригери БД та різні плагіни QGIS. Для спрощення та покращення роботи гіс-спеціалістів, програмісти оснащують різними видами плагінів програмне забезпечення QGIS.

На сьогоднішній день веб-карта «GISENERGY», дає змогу:

- відображення об'єктів за місцем знаходження;
- проведенню замірів площин та довжин в системі;
- пошуку за заданими параметрами об'єктів;
- натискаючи на об'єкт подивитись його в Google Maps, та побудувати маршрут до місця;
- на місцевості переглядати правильність даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Meehan Bill. Empowering Electric and Gas Utilities with GIS/Bill Meehan. – Esri Press . – 2007. – 225 p.
2. Секнин А. А. ГИС в електроенергетиці: інтелектуальні енергосистеми / А. А. Секнин // ArcReview. – 2012. – №2 (61).
3. Shields Barbara. Using GIS for Efficient Transmission Line Siting [Електронний ресурс] / Barbara Shields // Esri. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: http://www.esri.com/articles/powergrid_international/print/volume-13/issue-4/features/using-gis-for-efficient-transmission-line-siting.html.
4. Про затвердження Методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики від 12.02.2013 № 115 [Електронний ресурс] // Офіційний веб-сайт Верховної ради України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0339-13/page2>
5. Енергетика [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Енергетика>
6. Карпінський Ю. О. Формування національної інфраструктури просторових даних – пріоритетний напрям топографо- геодезичної та картографічної діяльності / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко // Вісник геодезії та картографії. – 2001. – №3. – С. 65 – 74.
7. Схема ДГМ / Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. URL: <http://dgm.gki.com.ua/ua/home> (дата звернення: 20.11.2021).
8. Павлик В.Г., Кутний А.М., Нестеренко С.В. Визначення локальних вертикальних рухів перманентної GPS – станції у Полтаві. XII І Міжнародна науково-практична конференція «Академічна й університетська наука: результати та перспективи». Полтава: НУШ. 10-11.12.2020. С. 114-119.
9. Українська ГНСС-мережа. Офіційний сайт. ГАО НАН України.

URL: <https://gnss.mao.kiev.ua/?q=node/1> (дата звернення: 12.10.2021).

10. Нестеренко С.В., Єрмоленко Д.А., Єрмоленко Д.А., Шефер О.В., Клепко А.В. Українська навігаційна супутникова система: стан і перспективи. Системи управління, навігації та зв'язку. Полтава: НУПП ім.Ю.В.Кондратюка. 2021. Вип. 3 (65). С. 4 –7.

11. System Solutions. Офіційний сайт. URL: <https://systemnet.com.ua> (дата звернення: 12.10.2021).

12. ArcGIS for Desktop. Что такое шейп-файл? [Електронний ресурс] / ArcGIS for Desktop – Режим доступу до ресурсу: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>.

13. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем : навч. посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 313 с.

14. Шулле Ю. А., Девятко М. В. Геоінформаційні системи як інструмент реалізації в програмі QGIS та шлях до ефективного енергозбереження / Ю. А. Шулле, М. В. Девятко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технологічні технології, 2013. – №2. С. 119-121.

15. QGIS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/QGIS>

16. Cheng G. Hierarchy Representation of Virtual Terrain Environment and Research into the Real Time Shading Technology: Ph. D. thesis / Zhengzhou Institute for Mapping and Surveying. – Zhengzhou, 2000. – 133 p.

17. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. — Вильямс, 2003. — 1088 с.

18. Вольська С.Ю., Геоінформаційна технологія: етапи розвитку, стан в Україні/ С.Ю.Вольська, О.Маргаф, Л.Г. Руденко Л.Г. // Укр. геогр. журнал, 1993,– №4.–С.6–14.

19. Побудова та управління банками геоінформації. // 2. – 2016. – С. 5–7.

20. Чернівціобленерго [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE>.

21. Чернівецька область [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.

22. Охоронні зони повітряних ліній електропередач [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://pol-otg.gov.ua/news/1596778491/>.

23. Про затвердження Методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики від 12.02.2013 № 115 [Електронний ресурс] // Офіційний веб-сайт Верховної ради України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0339-13/page2>

24. Плагін [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D1%96%D0%BD>

25. Тригер (бази даних) [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.wiki.uk-ua.nina.az/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D1%80_\(%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85\).html](https://www.wiki.uk-ua.nina.az/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D1%80_(%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85).html).

26. Тригери бази даних [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:a8104441b8e00905159c1ff04257b014dd456247/20151208100106/165284/index.html.

27. Реформа підприємств державної форми власності у секторі електроенергетики України [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.oecd.org/daf/ca/SOE-Reform-Electricity-Sector-Ukraine-UKR.pdf>.

ДОДАТКИ

