

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

з організації телекомунікацій із реклоузером

1. Вступ

Цей документ призначений для організації телекомунікацій між віддаленим контролером релейного захисту та автоматики (РЗА), який управляє роботою реклоузера та SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) диспетчерського пункту.

Залежно від типу реклоузера можуть використовуватися декілька типів контролерів РЗА, які мають у своєму складі різні телекомунікаційні інтерфейси, такі як: RS-232, RS-485, Ethernet і протоколи обміну зі СКАДА. Можна вважати, що контролер у своєму складі матиме принаймні інтерфейс RS-485 і підтримуватиме протокол Modbus/RTU.

Крім того, у разі необхідності віддаленого конфігурування РЗА, необхідно передбачати додатковий інтерфейс та канал для цих цілей. Як правило, для цього використовуються інтерфейси: USB, Ethernet/TCP, RS-232/485.

T01

РЗА	- інтерфеси	SCADA- протоколи	Порт конфігурування
FTU-R200	ETH, RS-232, RS-485	Modbus RTU/TCP, IEC 60870-101/104	ETH, RS-232
Relsys R05M4	2xRS-485	Modbus RTU	USB
РЗА Системз PC83	RS-485	Modbus RTU	USB

З боку СКАДА використовуються інтерфейси підключення до мережі Інтернет та стек спеціального програмного забезпечення для роботи зі СКАДА. У разі використання відомчих мереж зв'язку (провідні, радіозв'язок) використовуються інтерфейси RS-232, RS-485.

2. Конвертація протоколів

У тих випадках, коли необхідно використовувати протокол обміну, який не підтримується РЗА реклоузера, необхідно використовувати конвертор протоколів, який може бути виконаний у вигляді окремого пристрою або як частина пакета програмного забезпечення, наприклад, роутера.

Наприклад, як конвертор протоколу Modbus протокол IEC-60870 можуть використовуватися такі пристрої:

- MOXA MGate 5114 , <https://moxa.pro/catalog/mgate5114>
- АТОР PG5901-TB , <https://ipc2u.ua/catalog/pg5901-tb-50es-mbsm>
- Relsys , <https://relsis.ua/produksiya/asu-tp/modbus-iec61850>

3. Сет та операторів стільникового зв'язку

Використання мереж операторів стільникового зв'язку для комунікацій з реклоузером є

найбільш економічним рішенням з погляду вартості володіння: вартість кінцевого устаткування + вартість щомісячних оплат. У цьому сенсі доцільніше використовувати спрямовану антену, підняти її вище, використовувати якісний радіочастотний кабель для спуску, ніж йти шляхом альтернативних технічних рішень.

Мережі GSM (2G, 3G, 4G) забезпечують достатню пропускну здатність отримання даних у реальному часі для систем телемеханіки. Для більш надійної роботи таких систем можна використовувати пристрої з двома SIM-картами (використовувати по чергово двох операторів), або навіть організувати два окремих канали, двох різних операторів. Про те, як захистити свої технологічні дані від несанкціонованого доступу, буде розглянуто в розділі 2.2 Режим роутера. У таблиці T02 наведено орієнтовні швидкості обміну, що забезпечують ОСС.

T02

Стандарт	Швидкість (downlink)
2G (GPRS)	53,6 кбіт / сек
2G (EDGE)	220 кбіт / сек
3G (UMTS)	384 кбіт / сек
3.5 G (HSDPA)	7,2 Мбіт / с ек
3.5 G (HSDPA+)	42 Мбіт / с ек
4G (LTE)	1 5 0 Мбіт / сек
5 G	10 Гбіт/сек

Необхідно мати на увазі, що зазначені швидкості – це максимальна пропускну спроможність базової станції, яка поділяється на всіх підключених до неї абонентів. На щастя для систем телемеханіки, які перебувають у полях, конкуруючих абонентів небагато.

Тарифні плани ОСС для IoT :

Київстар - <https://kyivstar.ua/uk/business/mobile#iot-tariffs>

Vodafone - <https://business.vodafone.ua/uk/business/rates/iot-business>

Lifecell - <https://www.lifecell.ua/ru/malyi-biznes-lifecell/m2m/22/>

Можливі два варіанти організації телекомунікацій між контролером РЗА реклоузера та СКАДА системою: режим модему та режим роутера.

3.1 Режим модему

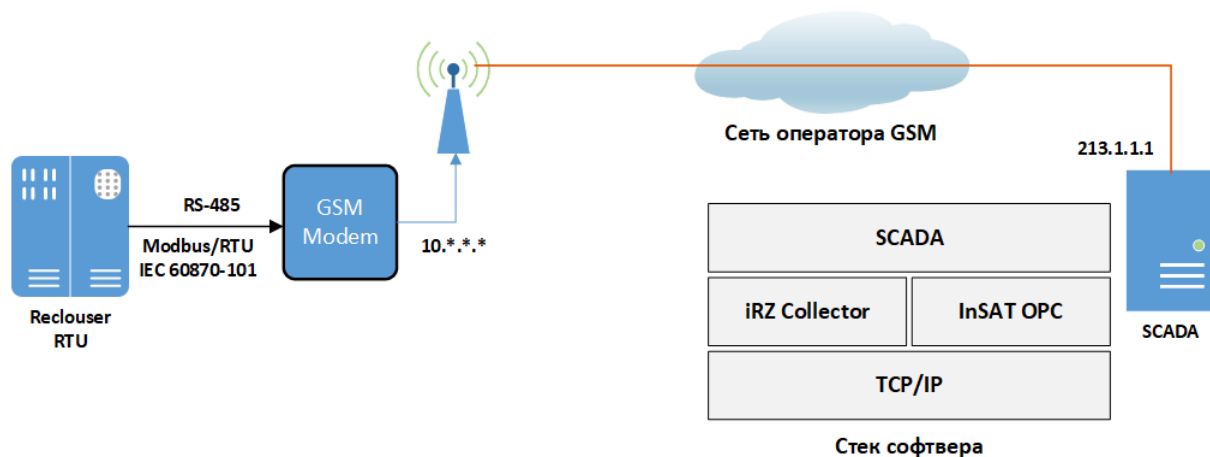
У цьому режимі передбачається використання GSM- модему, який використовується передачі даних без набору номера (режим CSD), незалежно від стандарту 2G/3G/4G. У цьому режимі модем може працювати з виділеним IP . або динамічний IP.

У першому випадку оператор стільникового зв'язку виділять для підприємства окремий AP (Access Point) , наприклад " KyivOblEnergo " (замість загального "Internet") через який підключаються всі зареєстровані абонентські пристрої підприємства. Оператор також призначає модему, при кожному його підключенні до мережі, той самий IP (як правило – «сірий») і організує тунелювання від своїх мереж до мережі зі СКАДА системою, яка також має «сірий» IP. Призначення фіксованого IP дозволяє конфігурувати СКАДА для доступу до модему по тому самому IP і опитування РЗА, який підключений до модему по тому самому каналу. Використання окремої AP запобігає несанкціонованому доступу. За використання таких послуг оператор стягує додаткову плату .

Якщо модем отримує динамічний (тимчасовий) IP, то організації телекомунікацій сервер зі СКАДА повинен мати реальний фіксований IP і софтвер сервера повинен очікувати цього

підключення. Мається на увазі, що СКАДА (або OPC- сервер) повинні надавати можливість налаштувати очікування такого з'єднання замість використання конкретного IP віддаленого РЗА . Наприклад, OPC- сервера компанії InSAT надають таку можливість. Якщо потрібно встановлювати з'єднання між СКАДА (OPC) і кількома віддаленими модемами та РЗА , для їх ідентифікації необхідно для кожного модему використовувати різні TCP- порти, наприклад, вільні (> 49000) . Необхідно також налаштувати фаєрвол для встановлення з'єднання ззовні по цих портах.

Якщо СКАДА (OPC) не надає таку можливість, то у виробників модемів потрібно шукати софт, який вирішує завдання побудови каналу при динамічному виділенні IP. Як правило, такий канал термінується з боку сервера у вигляді COM -порту та СКАДА налаштовується для роботи з РЗА через цей "віртуальний" COM-порт. Такі рішення для деяких модемів є у компанії iRZ (софтвер iRZCollector).



P01. Схема організації зв'язку РЗА -SCADA з динамічним IP

Ще одним варіантом вирішення проблеми з динамічним присвоєнням IP може бути динамічна DNS (DynDNS), яка передбачає, що при отриманні модемом нового IP, він реєструє цей IP на спеціальному DynDNS -сервері, а доступ до модему буде здійснюватися на його ім'я . При конфігуруванні СКАДА замість IP вводиться це ім'я. Сам модем має підтримувати таку функцію. Досвід показує, що такий варіант доступу до модему займає більше часу, ніж повторне з'єднання таймауту з сервером СКАДА.

У режимі модему встановлення з'єднання відбувається відносно швидко, близько 10-15 с. Модем необхідно налаштувати для відновлення з'єднання під час обриву при мінімальних таймутах. Враховуючи те, що опитування РЗА виробляється набагато частіше, ніж 15 с, для ідентифікації модемом розриву з'єднання потрібен час, необхідний для 2-3 опитувань РЗА .

Компанія «СІКАМ» рекомендує вам використовувати в першу чергу технічне рішення з використанням окремої « AP », виділеної ОСС. Це забезпечить інформаційну безпеку, використання практично будь-якого недорогого GSM -модему та легке налаштування софтверу з боку СКАДА. Другий варіант - використання модемів компанії iRZ , які можуть працювати з софтвером " iRZ Collector", наприклад АТМ 31.А. Третій варіант – використання модемів інших виробників, вирішуючи проблему з динамічним IP за допомогою спеціальних OPC-серверів.

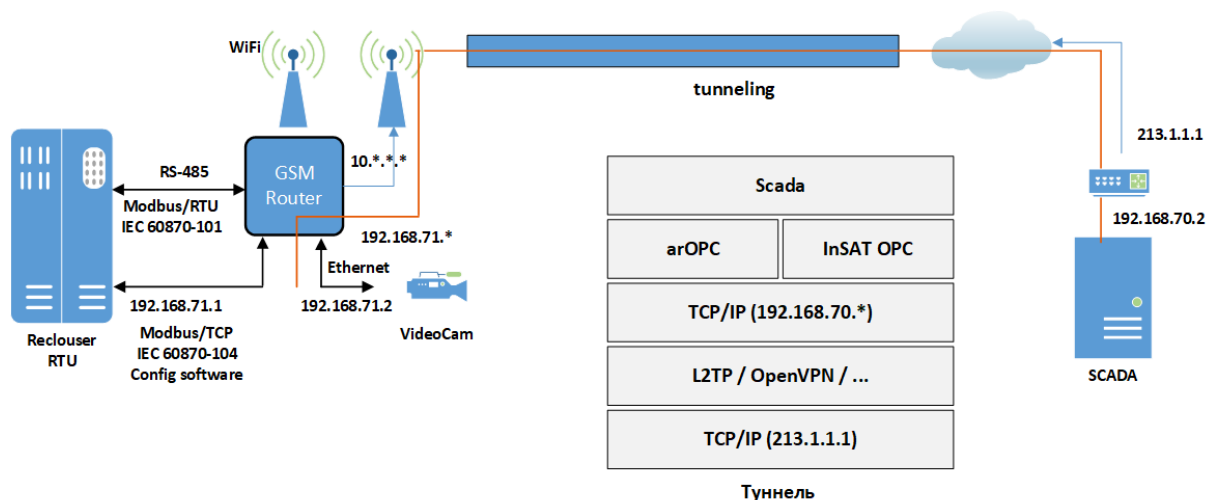
3.2 Режим роутера

У цьому режимі замість використання модемів передбачається використання роутерів. Роутер дозволяє організувати тунелювання між ним та вашою LAN, взяти на себе рішення задачі з

динамічним IP та підтримкою з'єднання. З боку роутера ви отримуєте окремий сегмент мережі інтранет, а це дозволяє, крім комунікацій з РЗА, використовувати на стороні реклоузера інше допоміжне обладнання, таке як точка доступу WiFi, відеокамера та ін. На малюнку P02 показано, що з боку реклоузера побудована підмережа 192.168.71.* а з боку СКАДА підсіті 192.168.70. Для кожного реклоузера необхідно будувати окремий тунель про визначати окрему підмережу.

При використанні роутера відпадає необхідність використання послуги «Корпоративний IoT», який надає оператор стільникового зв'язку.

З боку СКАДА необхідно мати також роутер з реальним IP, який, крім маршрутизації, зможе забезпечити побудову необхідних тунелів і в потрібній кількості. Найбільш простим, але таким, що забезпечує необхідну функціональність, можна вважати L2TP.



P02. Схема організації зв'язку РЗА -SCADA з використанням роутера

Компанія «СІКАМ» рекомендує вам використовувати роутери, які мають, крім портів Ethernet, хоча б один порт RS-485 та вбудований WiFi: iRZ RU21w, Teltonika RUT955.

4. Радіомодеми

У випадку, коли у замовника побудована інфраструктура з використанням радіомодемів, логічно використовувати для організації зв'язку між СКАДА та контролером реклоузера такий самий радіомодем. Конкретний тип радіомодему залежить від використовуваних. Вибрана модель, для підключення до РЗА реклоузера повинна мати інтерфейс RS-485, або RS-232 (+ конвертор).

Для розрахунку зони радіо покриття у точці встановлення реклоузера та інтеграції в діючу інфраструктуру радіозв'язку необхідно виконати відповідні розрахункові та проектні роботи.

На ринку України найбільшого поширення набули радіомодеми RipEx чеської компанії RACOM та радіомодеми CDA-70 компанії CONEL. Останні знято з виробництва, але на деяких енергопідприємствах використовуються досі.

Необхідно також мати на увазі, що при використанні радіомодемів необхідно отримати ліцензію на використання радіочастот та відповідний дозвіл від державного підприємства «Укрчастотнагляд» на конкретну точку з радіомодемом. Незалежно від типу модему, швидкість якого залежить від ширини смуги частот, отримати ліцензію на частоти з шириною більш ніж 12,5 кГц дуже важко.

Компанія «СІКАМ» може організувати телекомунікації для РЗА реклоузерів з використанням вказаних радіомодемів (або інших виробників), інтегрувавши їх у діючу інфраструктуру

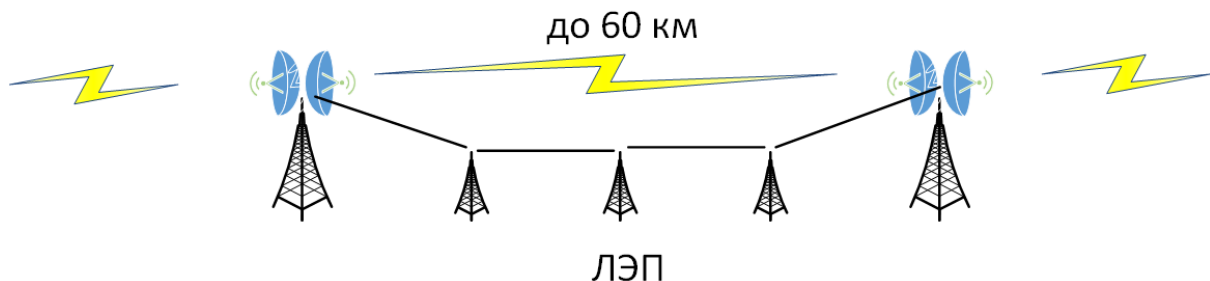
Посилання:

<https://www.racom.eu/ua/products/radio-modem-ripex.html>

<https://alcoma-tele.com.ua/radiomodemy-conel/radiomodem-cda-70>

5. Бездротові мости

Для організації високошвидкісних мереж передачі даних вздовж ЛЕП, у тому числі і з реклоузером, що встановлюється, можна використовувати обладнання компанії Ubiquiti, або аналогічне. Таке обладнання дозволяє організувати високошвидкісні канали крапка з прольотами на відстань до 60 км. Швидкість передачі може перевищувати 1 Гбіт/сек. Як правило, частоти, що не ліцензуються в діапазоні 2.4 ГГц і 5 ГГц. Вартість однієї точки (напівкомплект) починається від 50 USD. Власником таких ліній є енергопідприємство.



Р03. Схема організації зв'язку використовуючи бездротові мости

Висока швидкість дозволяє, окрім вирішення завдань АСУ ТП та використання сучасного стандарту IEC - 61850 :

- вирішити завдання з організації IP -телефонії та відео для всіх служб
- об'єднати віддалені майданчики в одну відомчу мережу
- використовувати трафік для об'єднання базових станцій традиційного радіозв'язку
- використовувати трафік для об'єднання базових радіомодемів або WiFi
- здавати трафік в оренду, або надавати доступ до інтернету стороннім абонентам, заробляючи при цьому

Для розрахунку точок встановлення трансіверів та антен необхідно виконати відповідні розрахункові та проектні роботи.

Компанія «СІКАМ» готова до побудови інфраструктури з використанням бездротових мостів для вирішення кола завдань енергопідприємства.

Посилання:

https://ubiquiti.net.ua/wifi_radio_mosty

<https://mikrotik.com/products/group/wireless-systems>

<https://asp24.com.ua/tovary/t/besprovodnye-mosty-5-ggc/>

6. Супутникові модеми

Якщо жодні варіанти організації телекомунікацій між СКАДА та РЗА реклоузера недоступні, можна використовувати супутникові канали зв'язку стандарту IsatData Pro . Цей варіант відрізняється низькою вартістю порівняно з іншими системами супутникового зв'язку. Особливістю використання цього варіанта є те, що затримка передачі може становити до 60 сек (типове – 15 сек), а це накладає обмеження на використовувані протоколи обміну між СКАДА і РЗА реклоузера . Стандартні рішення з використанням протоколів Modbus можуть бути скрутними. Можливе використання протоколів DNP3 та IEC-60870 при відповідному налаштуванні.

Посилання:

<https://www.inmarsat.com/service/isatdata-pro/>

<https://www.skymira.com/isatdatapro>

<https://www.marsat.ru/satelliteequipment-isatdatapro>

https://www.marsat.ru/files/%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D1%8B/%D1%82%D0%B0%D1%80%

[D0%B8%D1%84%D1%8B%202020/rates_res_april_1/rates_%20isatdatapro_usd_01.04.2020_res.pdf](https://www.marsat.ru/files/%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D1%8B%202020/rates_res_april_1/rates_%20isatdatapro_usd_01.04.2020_res.pdf)

7. Скорочення

OPC	OLE for Process Control
SCADA, СКАДА	Supervisory Control And Data Acquisition
ОСС	оператор мобільного зв'язку
РЗА	Релейний захист та автоматика
Реальний IP	IP -адреса, доступна з будь-якої точки мережі Інтернет
Сірий IP	IP -адреса, доступна в межах сегмента мережі (192.168. *.* , 10.*.*.*, 172.16-31)