

## ОТСП (Open Target's Communication Protocol) V2

Відкритий протокол комунікації з цілями (ОТСП) використовується для обміну даними між Сервером (програма ОТМ-Server) і Контролером Цілі (Target Controller, TC).

ОТМ-Server передає ОТСП-команди Транспортному Агенту Пристрою Керування. Ці команди отримує програма ОТМ-Gear, яка обгортає їх службовими заголовками для подальшої передачі по радіоканалу. Програма ОТМ-Gear має бути реалізована під конкретний радіо-модуль (RTU) та його протокол передачі.

Після отримання пакетів через радіоканал Транспортний Агент Цілі витягує ОТСП-команди і передає їх на обробку Контролеру Цілі.

### Номер Цілі

Кожна Ціль має логічний номер (довжина 1 байт), який зберігається в її енергонезалежній пам'яті. Цей номер використовується для ідентифікації Цілі. Номер Цілі може бути змінений як тимчасово (тільки до вимкнення або скидання Контролера Цілі), так і постійно (перезаписом його в енергонезалежній пам'яті). Номер може бути в діапазоні від 0 до 254. Зазвичай номер 0 використовується для возика. Номер 255 означає широкомовну адресу, адресовану всім Цілям.

### Апаратна адреса

Кожна Ціль має внутрішній унікальний ідентифікатор (Hardware Address) довжиною 4 байти, який записується виробником і не може бути змінений в процесі роботи.

### Сигнатура типу Цілі

Цілі можуть бути двох видів: 1) підйомники для мішеней, 2) механізми для переміщення підйомників мішеней (возики).

Кожна Ціль в залежності від свого типу може мати різні команди і повертати різні відповіді. Для ідентифікації типу цілі вона повинна повертати сигнатуру типу (довжина 1 байт):

? (символ з кодом 0x3F) – невідома Ціль (якщо пакет не був доставлений).

T (символ з кодом 0x54) – мішень з нахиляючим механізмом;

A (символ з кодом 0x41) – легка мішень з нахиляючим механізмом;

H (символ з кодом 0x48) – важка мішень з нахиляючим механізмом;

S (символ з кодом 0x53) – мішень з повертаючим механізмом;

V (символ з кодом 0x56) – легка мішень з повертаючим механізмом;

E (символ з кодом 0x45) – важка мішень з повертаючим механізмом;

L (символ з кодом 0x4C) – мішень з ліфтовим механізмом;

F (символ з кодом 0x46) – важка мішень з ліфтовим механізмом;

C (символ з кодом 0x43) – возик для горизонтального переміщення легких і середніх мішеней;

W (символ з кодом 0x57) – возик для горизонтального переміщення важких мішеней.

Цей список сигнатур може бути розширений по мірі необхідності. Відповідно може бути розширений і список команд і параметрів, які підтримуються. Якщо Ціль отримує команду, яку вона не підтримує, то її контролер повинен ігнорувати цю команду.

### Команда-відповідь

Кожна ОТСП-команда починається з символу команди (1 байт) і номеру Цілі (1 байт). Якщо команда адресована всім Цілям, то задається номер 0xFF. Деякі команди мають додаткові параметри. Команди для Пристрою Керування не містять номер цілі.

При передачі-прийомі даних довжиною понад один байт — word (2 байта), dword (4 байта), qword (8 байт) застосовується мережевий порядок байтів від старшого до молодшого (*big-endian*).

Деякі команди передбачають відповідь від Цілі. Відповідь починається з символу команди на яку виконується відповідь (1 байт), сигнатури типу Цілі (1 байт) і номеру Цілі (1 байт) від якої прийшла відповідь. Далі йдуть специфічні параметри відповіді.

Відповідь від Контролера Цілі існує тільки для команд «P» (опитування стану мішені) та «I» (опитування внутрішніх значень контролера). А також передбачається відповідь на команду «?» яку обробляє Пристрій Керування (або програма ОТМ-Gear). Команда «?» складається лише з одного символу і не передається Цілям.

Також відповідь може бути отримана від Пристрою Керування (або програми ОТМ-Gear), якщо Транспортний Агент не зміг доставити пакет одержувачу. В цьому випадку пакет відповіді має скорочену форму — тільки сигнатура невідомої Цілі («?»), номер Цілі і код помилки (?#E).

## Коди помилок

- 0 – немає помилок;
- 1 – перевантаження двигуна по току;
- 2 – висока вологість в корпусі;
- 4 – висока температура в корпусі;
- 8 – низький рівень заряду батареї;
- 16 – батарея несправна (необхідна заміна батареї)
- 32 – помилка датчика положення (кінцевика);
- 64 – помилка датчика ураження;
- 128 – помилка підсвічування;
- 255 – помилка передачі (відповідь від модему якщо він не зміг доставити пакет).

Якщо одночасно трапляється декілька помилок, то їх значення арифметично підсумовуються.

## Режими імітації

Кожній Цілі під час підйому (мішені), або запуску (механізму переміщення) може бути заданий додатковий режим імітації (світлової, звукової, тощо). Для цього при підйомі або запуску Цілі їй передається один байт з прапорами режимів імітації:

- 0 – вимкнені всі режими імітації;
- 1 – включений ліхтар;
- 2 – включена світлова імітація гранати;
- 4 – включена світлова імітація стрільби;
- 8 – включений інфрачервоний ліхтар;
- 16 – включено теплове підсвічування;
- 32 – включена звукова імітація;
- 64 – включена імітація вибуху (пірозапал).

Прапори режимів імітації можуть бути скомбіновані і таким чином можна одночасно задіяти кілька режимів імітації. Наприклад, щоб включити одночасно світлову імітацію стрільби і інфрачервоний ліхтар необхідно задати число 12 (4 + 8). Однак в реальності можливості контролера мішені можуть бути обмежені, тому такі комбінації не обов'язкові до реалізації. В такому випадку повинен бути застосований найменший прапор. Наприклад,  $12 = 4 + 8 \rightarrow$  може бути включений режим 4 (світлова імітація стрільби). Крім того, якщо для різних режимів імітації використовується один ліхтар, то зрозуміло така комбінація теж не може бути включена. У цьому випадку контролер також повинен застосувати найменший прапор, з тих що конфліктують.

## Номер каналу/мережі

Пристрій Керування, а також кожна Ціль мають номер каналу, який визначає частотний діапазон (номери в діапазоні від 1 до 254) або номер мережі, тобто групи пристроїв, які будуть працювати в спільному адресному просторі (довжина 8 байтів). Пристрої з різними номерами каналів/мереж не можуть взаємодіяти між собою і не можуть створювати один одному перешкоди.

У певних випадках частотний діапазон може бути обмежений можливостями радіо-апаратури або дозволами на використання частот. У таких випадках контролер Пристрою Керування та контролер Цілі повинні забезпечувати таке обмеження в своїй прошивці і надавати його максимально-допустиме значення при опитуванні внутрішніх значень контролера. Мінімально-допустимий номер каналу/мережі — 1.

## Категорії команд

Всі команди розділені на чотири категорії:

1. Команди для Пристрою Керування («?», «#»);
2. Команди для всіх типів Цілей («I», «R», «O», «T», «N», «C»);
3. Команди для підйомників мішеней («P», «U», «D», «S»);
4. Команди для механізмів переміщення (возиків) («P», «L», «G», «H», «W»).

## Команди для Пристрою Керування

Наступні команди призначені виключно для Пристрою Керування і не передаються Цілям.

### ? – запит стану і внутрішніх значень Пристрою Керування

запит: **?**

відповідь: **?C*NNNNNNNN*M*SSSS*V*V*L*NN..N*** (загальна довжина не фіксована, 18 + L)

**?** – ідентифікатор команди.

**C** – статус з'єднання з модемом (1 байт).

0 – модем не знайдено;

1 – модем підключений;

**NNNNNNNN** – номер каналу/мережі (8 байт).

**M** – максимально-допустимий номер каналу або 0xFF для мережі (1 байт).

**SSSS** – швидкість каналу передачі даних (4 байти).

**VV** – версія Пристрою Керування (2 байти).

**L** – довжина імені Пристрою Керування (1 байт).

**NN..N** – рядок імені Пристрою Керування довжиною до 255 байт.

### # – задати номер каналу/мережі

запит: **#NNNNNNNN**

**NNNNNNNN** – новий номер каналу/мережі (8 байт)

Номер каналу/мережі не може перевищувати максимально-допустимий номер каналу/мережі, який обмежений у прошивці контролера Пристрою Керування. Максимально-допустимий номер каналу/мережі можна отримати у відповіді на команду «?». Якщо дане значення перевищить максимально-допустимий номер каналу/мережі, то дана команда повинна ігноруватися Пристроєм Керування.

## Команди для всіх типів Цілей

Наступні команди призначені для всіх типів цілей, але не для Пристрою Керування.

### I (Internal) – опитування внутрішніх значень контролера

запит: **I#**

**I** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер Цілі (1 байт).

відповідь: **I#S*MMMM*V*V*C*CCCCCCCC*T*TTTT*M** (загальна довжина 24 байти)

**I** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер Цілі (1 байт)

**S** – сигнатура типу Цілі.

**MMMM** – апаратна адреса (4 байти).

**VV** – версія прошивки контролера (2 байти).

**CCCCCCCC** – список команд, які підтримуються (10 байт). Команди можуть бути перераховані в будь-якій послідовності. Всі незадіяні байти повинні бути заповнені символом #0. Наприклад, IOTRUD0000, де курсивом показані байти зі значенням 0.

**TTTT** – час роботи пристрою з моменту виготовлення в хвилинах (4 байти).

**M** – максимально-допустимий номер каналу або 0xFF для мережі (1 байт).

### R (Reboot) – перезавантажити (скинути) Ціль

запит: **R#H**

**R** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер Цілі (1 байт).

**H** – опції режиму ініціалізації (1 байт):

0 – команда може або виконувати програмну ініціалізацію параметрів контролера, або повністю апаратно перезавантажити пристрій. Після виконання цієї команди Ціль повинна перейти в стан аналогічний її стану після включення живлення (обнулені всі лічильники і прапори). Якщо

проводиться тільки ініціалізація параметрів, а не апаратне перезавантаження, то лічильник Uptime не повинен скидатися.

1 – обнулити лише лічильники уражень на всіх датчиках;

\* Ця функція бажана, але не обов'язкова для реалізації.

### **O (Power Off) – вимкнути Ціль**

запит: **O#**

**O** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер Цілі (1 байт).

Ця команда може або повністю відключати живлення Цілі, або переводити контролер і радіо-модуль в режим зниженого енергоспоживання.

\* Ця функція не обов'язкова для реалізації.

### **T (Time before shutdown) – задати час до відключення**

запит: **T#TTTT**

**T** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер Цілі (1 байт).

**TTTT** – час до автоматичного відключення Цілі в секундах (4 байти);

(по замовчанню 30 хв = 1800 сек = 0x0708)

У разі простою, коли Ціль тривалий час не отримує ніяких команд, вона може автоматично вимкнутися, або перейти в режим зниженого енергоспоживання (аналогічно команді «O»). Ця функція не обов'язкова для реалізації.

### **N (Number) – задати логічний номер Цілі**

запит: **N#<sub>1</sub>#<sub>2</sub>MMMMW**

**N** – ідентифікатор команди.

**#<sub>1</sub>** – поточний логічний номер Цілі \* (1 байт).

**#<sub>2</sub>** – новий логічний номер Цілі \* (1 байт)

**MMMM** – апаратна адреса (4 байти).

**W** – записати новий номер в енергонезалежній пам'яті (1 байт; 0 – не записувати; 1 – записати).

\* В цій команді не допускається задавати широкомовну адресу 0xFF. Якщо ця команда буде задана з широкомовною адресою, то Контролер Цілі повинен її ігнорувати.

### **C (Channel) – задати номер каналу/мережі Цілі**

запит: **C#NNNNNNNN**

**C** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер Цілі (1 байт).

**NNNNNNNN** – новий номер каналу/мережі Цілі (8 байт).

Номер каналу/мережі не може перевищувати максимально-допустимий номер каналу/мережі, який обмежений у прошивці контролера Цілі і може бути отриманий у відповіді на команду «I». Якщо дане значення перевищить максимально-допустимий номер каналу/мережі, то дана команда повинна ігноруватися контролером Цілі.

### **Команди для підйомників мішеней**

Наступні команди призначені для всіх типів підйомників мішеней: (T) мішень з похилим механізмом, (A) легка мішень з похилим механізмом, (H) важка мішень з похилим механізмом, (S) мішень з поворотним механізмом, (V) легка мішень з поворотним механізмом, (E) важка мішень з поворотним механізмом.

### **P (Pull) – опитування стану мішені**

запит: **P#**

**P** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер мішені (1 байт).

відповідь: **P#SMMMMEPFH<sub>0</sub>H<sub>1</sub>H<sub>2</sub>H<sub>3</sub>H<sub>4</sub>TTUUUUBSWTSCC** (загальна довжина 28 байтів)

**P** – ідентифікатор команди.

# – логічний номер мішені (1 байт)  
S – сигнатура типу мішені.  
MMMM – апаратна адреса (4 байти).  
E – прапори з кодами помилок (1 байт).  
P – положення мішені (1 байт):  
    0 – опущена;  
    1 – піднята;  
    2 – опускається;  
    3 – піднімається.  
F – прапори режимів імітації (1 байт).  
H<sub>0</sub> – кількість уражень вібраційного датчика 0 (1 байт).  
H<sub>1</sub> – кількість уражень обкладувального датчика 1 (1 байт).  
H<sub>2</sub> – кількість уражень обкладувального датчика 2 (1 байт).  
H<sub>3</sub> – кількість уражень обкладувального датчика 3 (1 байт).  
H<sub>4</sub> – кількість уражень обкладувального датчика 4 (1 байт).  
TT – час до опускання мішені в секундах (2 байти).  
UUUU – час роботи мішені в секундах з моменту включення (4 байти).  
B – рівень заряду батареї в % (1 байт).  
S – рівень сигналу в % (1 байт).  
W – рівень вологості в корпусі в % (1 байт; 255 – немає датчика).  
T – температура в корпусі в градусах Цельсія (1 байт: 0..254 → -80..174; 255 – немає датчика).  
O – чутливість вібраційного датчика (1 байт; 1..100, 0 або 255 – немає датчика).  
CC – сумарна кількість уражень мішені з моменту включення (2 байти).

### **U (Up) – підняти мішень**

запит: **U#TTOF**

U – ідентифікатор команди.  
# – логічний номер мішені (1 байт).  
TT – час до опускання мішені в секундах (2 байти);  
O – режим опускання при ураженні (1 байт):  
    0 – не опускати при ураженні;  
    1 – опускати при ураженні;  
F – прапори режимів імітації (1 байт).

### **D (Down) – опустити мішень**

запит: **D#**

D – ідентифікатор команди.  
# – логічний номер мішені (1 байт).

Ця команда зазвичай застосовується в ручному режимі для опускання мішені. В автоматичному режимі (при виконанні вправи) мішені піднімаються на заданий час і опускаються без додаткової команди.

### **S (Sensor Sensitive) – задати чутливість вібраційного датчика**

запит: **S#S**

S – ідентифікатор команди.  
# – логічний номер мішені (1 байт).  
S – чутливість вібраційного датчика (1 байт; 1..100).

Ця команда дозволяє задати рівень чутливості вібраційного датчика 0. 1 – найменший рівень чутливості, 100 – максимальний рівень чутливості. Якщо значення не входить в діапазон від 1 до 100, то команда ігнорується. Поточне значення рівня чутливості датчика повертається у відповіді на команду «P» (опитування стану мішені).

### **Команди для механізмів переміщення (возиків)**

Наступні команди призначені для всіх типів возиків для горизонтального переміщення мішеней: (C) возик для легких і середніх мішеней, (W) возик для важких мішеней.

## P (Pull) – опитування стану возика

запит: **P#**

**P** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер возика (1 байт).

відповідь: **P#SMMMMELDUUUUBSWT** (загальна довжина 18 байт)

**P** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер возика (1 байт).

**S** – сигнатура типу возика.

**MMMM** – апаратна адреса (4 байти).

**E** – прапори з кодами помилок (1 байт).

**L** – місцезнаходження возика (1 байт):

0 – возик на ближньому рубежі або рухається від нього;

1 – возик на дальньому рубежі або рухається від нього.

**D** – стан руху (1 байт):

0 – стоїть на місці;

1 – рухається.

**UUUU** – час роботи возика в секундах з моменту включення (4 байти).

**B** – рівень заряду батареї в % (1 байт).

**S** – рівень сигналу в % (1 байт).

**W** – рівень вологості в корпусі в % (1 байт; 255 – немає датчика).

**T** – температура в корпусі в градусах Цельсія (1 байт: 0..254 → -90..164; 255 – немає датчика).

## L (Location) – задати місцезнаходження возика

запит: **L#L**

**L** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер возика (1 байт).

**L** – місцезнаходження возика (1 байт):

0 – возик на ближньому рубежі (ліфт в нижньому положенні);

1 – возик на дальньому рубежі (ліфт в верхньому положенні);

## G (Go) – старт возика

запит: **G#SOFT<sub>1</sub>T<sub>2</sub>**

**G** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер возика (1 байт).

**S** – швидкість возика (1 байт): 0..255

**O** – режим зупинки і повернення при ураженні мішені \* (1 байт):

0 – режим виключено;

1 – режим включено;

**F** – прапори режиму підсвічування \*\* (1 байт).

**T<sub>1</sub>** – номер першої мішені на возику (1 байт).

**T<sub>2</sub>** – номер другої мішені на возику або 0 для важкого возика (1 байт).

\* Параметр «**O**» може бути задіяно лише за умовою, що мішень, яка встановлена на возику підключена до неї спеціальним кабелем або якщо возик має власний датчик ураження.

\*\* Параметр «**F**» застосовується до мішені, яка встановлена на візку за умови, що вона підключена до візка спеціальним кабелем. Дивись також команду «**U**» для мішені.

## H (Halt) – екстрена зупинка возика

запит: **H#**

**H** – ідентифікатор команди.

**#** – логічний номер возика (1 байт).

Ця команда зазвичай застосовується для екстреної аварійної зупинки возика. У звичайному режимі возик переміщається між рубежами і автоматично зупиняється при спрацьовуванні кінцевого датчика.

## W (Way) – обмеження довжини шляху

запит: **W***#MM*

**W** – ідентифікатор команди.

*#* – логічний номер возика (1 байт).

*MM* – максимальна довжини шляху для возика в метрах (2 байти);

Ця команда застосовується для обмеження довжини шляху возика, щоб уникнути аварійного зіткнення возика з обмежувачами шляху. Зазвичай така команда подається один раз для настройки возика на конкретні умови полігону (довжина рейок). Задане значення зберігається в енергонезалежній пам'яті контролера возика.