

ПРОМИСЛОВИЙ ДАТЧИК ВОЛОГОСТІ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ҐРУНТУ

з двома виходами 4-20 мА

Модель: TRMS-701 • виробництво Lutron Electronic Enterprise, Тайвань

ПЕРЕДМОВА

Придбання TRMS-701 — це крок уперед у світ точних вимірювань параметрів ґрунту з прямою інтеграцією у промислову автоматику. Незважаючи на компактний форм-фактор, цей прилад побудований як надійний промисловий пристрій: герметизований зонд з нержавіючої сталі, ізольоване живлення, два незалежні токові виходи 4-20 мА. При дотриманні правильних технік експлуатації, викладених у цій інструкції, TRMS-701 забезпечить багато років стабільної роботи.

Прочитайте цю інструкцію уважно перед першим встановленням і тримайте її у зручному доступі для звернення у процесі експлуатації. Особливу увагу рекомендується приділити розділам **«Встановлення у ґрунт»** і **«Електричне підключення»** — правильність виконання цих процедур визначає як якість отриманих даних, так і довговічність самого приладу.

ЗМІСТ

- 1. Особливості і ключові характеристики
- 2. Технічні специфікації
- 3. Опис зовнішнього вигляду і елементів
- 4. Відповідність струму виходу і вимірюваних параметрів
- 5. Електричне підключення
- 6. Встановлення у ґрунт — дві методики
- 7. Калібрування і стабілізація показань
- 8. Експлуатація і обслуговування
- 9. Типові задачі і практичні поради
- 10. Гарантія і сервісне обслуговування

1. ОСОБЛИВОСТІ І КЛЮЧОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

TRMS-701 — стаціонарний датчик-трансмітер, що одночасно вимірює вологість і температуру ґрунту і передає показники у систему автоматизації через два незалежні струмові виходи 4–20 мА.

- Два незалежні вимірювальні канали — вологість і температура передаються окремо
- Вологість: 0–100 % (вагова, кондуктометричний метод, 4-штирьовий зонд)
- Температура ґрунту: 0–70 °C (термістор, вбудований у зонд)
- Лінійні струмові виходи 4,00...20,00 мА (стандарт промислової автоматики)
- Схема 3-wire, реалізована у 4-жильному кабелі з кольоровим маркуванням
- Живлення DC 9–30 В, ізольоване від сигналу
- Корпус зонда — нержавіюча сталь, штирі 78 мм
- Ступінь захисту зонда IP67 (придатний для постійного перебування у ґрунті)
- Компактний промисловий корпус з LSI-мікроконтролером
- Інтегрований кабель 1,2 м, придатний для нарощування стандартним промисловим кабелем
- Простий монтаж без спеціальних інструментів
- Тайванський виробник Lutron Electronic Enterprise з понад 40-річною історією

Для яких задач призначений TRMS-701

Стаціонарний моніторинг вологості кореневої зони у автоматизованих системах поливу: крапельне зрошення (сади, виноградники, овочеві поля), теплиці, розсадники, газони і спортивні об'єкти, агро-IoT проєкти (LoRaWAN, NB-IoT, Sigfox), тепличні контролери. Для разових польових обходів з картуванням вологості — використовуйте портативні вологоміри ґрунту Lutron PMS-716 або MS-7004SD з нашого асортименту.

2. ТЕХНІЧНІ СПЕЦИФІКАЦІЇ

Вимірювання вологості ґрунту

Діапазон	0,0 ... 100,0 %
Роздільна здатність	0,1 %
Точність	±(5 % від повної шкали + 5 молодших розрядів)
Метод вимірювання	Кондуктометричний, 4-штирьовий
Тип вологості	Вагова (% by weight)
Калібрування	Заводське, за глинистим ґрунтом гравіметричним методом

Вимірювання температури ґрунту

Діапазон	0,0 ... 70,0 °C
Роздільна здатність	0,5 °C
Точність	±1 °C (±(1,5 % F.S. + 5 мол. розр.))
Тип сенсора	Термістор, вбудований у зонд

Струмові виходи

Тип	Два незалежні аналогові виходи 4–20 мА
-----	--

Діапазон	4,00 ... 20,00 мА (лінійно)
Максимальний опір петлі	50 Ω при 24 В DC
Схема підключення	3-wire (спільна земля), 4 жили у кабелі

Зонд і кабель

Штирі	4 шт., нержавіюча сталь, Ø 4 мм × 78 мм
Корпус зонда	Ø 50 × 113 мм
Ступінь захисту зонда	IP67
Довжина кабелю	1,2 м
Тип кабелю	4-жильний з кольоровим маркуванням

Загальні характеристики

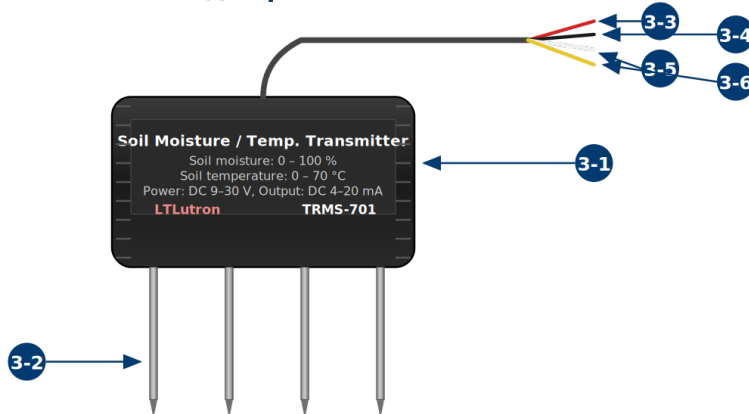
Живлення	DC 9–30 В, ізольоване, 200 мА
Пульсації живлення	не більше 2,5 %
Робоча температура трансмітера	0 ... +70 °C
Робоча вологість	не більше 85 % відн. вол.
Ступінь захисту корпусу	IP63 (захист від атмосферних опадів; не для занурення)
Вага приладу	300 г
Виробник	Lutron Electronic Enterprise Co., Ltd., Тайвань
Маркування	CE

Характеристики виміряні в умовах: RF Field Strength < 3 В/м, частота < 30 МГц, температура 23 ± 5 °C.

3. ОПИС ЗОВНІШНЬОГО ВИГЛЯДУ І ЕЛЕМЕНТІВ

На рисунку нижче показано зовнішній вигляд TRMS-701 з позначенням функціональних елементів. Прилад являє собою моноблок — корпус трансмітера з електронікою і виводами кабелю, жорстко інтегрований з 4-штирьовим вимірювальним зондом.

Рис. 1. Зовнішній вигляд і призначення елементів TRMS-701



Позначення елементів:

- 3-1** Корпус трансмітера **3-2** Вимірювальні штирі (4 шт., нерж. сталь, 78 мм) **3-3** Живлення V+ (червоний)
3-4 Живлення V-/COM (чорний) **3-5** Вихід — вологість (білий) **3-6** Вихід — температура (жовтий)

Кабель інтегрований, довжина 1,2 м. Кольорове маркування ідентифікує призначення провідників.

Рис. 1. Зовнішній вигляд і призначення елементів TRMS-701.

УВАГА — особливість конструкції корпусу

Верхня частина приладу (корпус трансмітера, елемент **3-1**) має ступінь захисту IP63 — витримує атмосферні опади, але **НЕ призначена для занурення у воду чи ґрунт**. Нижня частина (штирі зонда, елемент **3-2**) має захист IP67 і розрахована на постійний контакт з вологим ґрунтом. Правильне встановлення: штирі повністю у ґрунт, корпус залишається над поверхнею або в обсадній трубі (див. розділ 6).

4. ВІДПОВІДНІСТЬ СТРУМУ ВИХОДУ ТА ВИМІРЮВАНИХ ПАРАМЕТРІВ

Обидва канали мають лінійну залежність струму виходу від вимірюваного параметра. Ця залежність використовується у ПЛК, SCADA-системах або IoT-контролерах для перерахунку струмового сигналу у числове значення параметра.

Струм виходу (мА)	Вологість (%)	Температура (°C)
4,00	0,0	0,0
8,00	25,0	17,5
12,00	50,0	35,0
16,00	75,0	52,5
20,00	100,0	70,0

Формули перерахунку (для вбудовування у програму ПЛК / IoT-контролера):

- Вологість (%) = $(I_{\text{вхід}} - 4) \times 100 / 16$
- Температура (°C) = $(I_{\text{вхід}} - 4) \times 70 / 16$

де $I_{\text{вхід}}$ — значення вхідного струму у мА. Для контролерів з 12-бітним ADC (наприклад ESP32, Arduino) додається перерахунок сирого значення ADC у мА за відомим шунтовим резистором.

5. ЕЛЕКТРИЧНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ

TRMS-701 використовує 3-wire схему підключення, реалізовану у 4-жильному кабелі з інтегрованим виводом довжиною 1,2 м. Нижче наведено діаграму підключення до джерела живлення і контролера.

Рис. 2. Електрична схема підключення TRMS-701

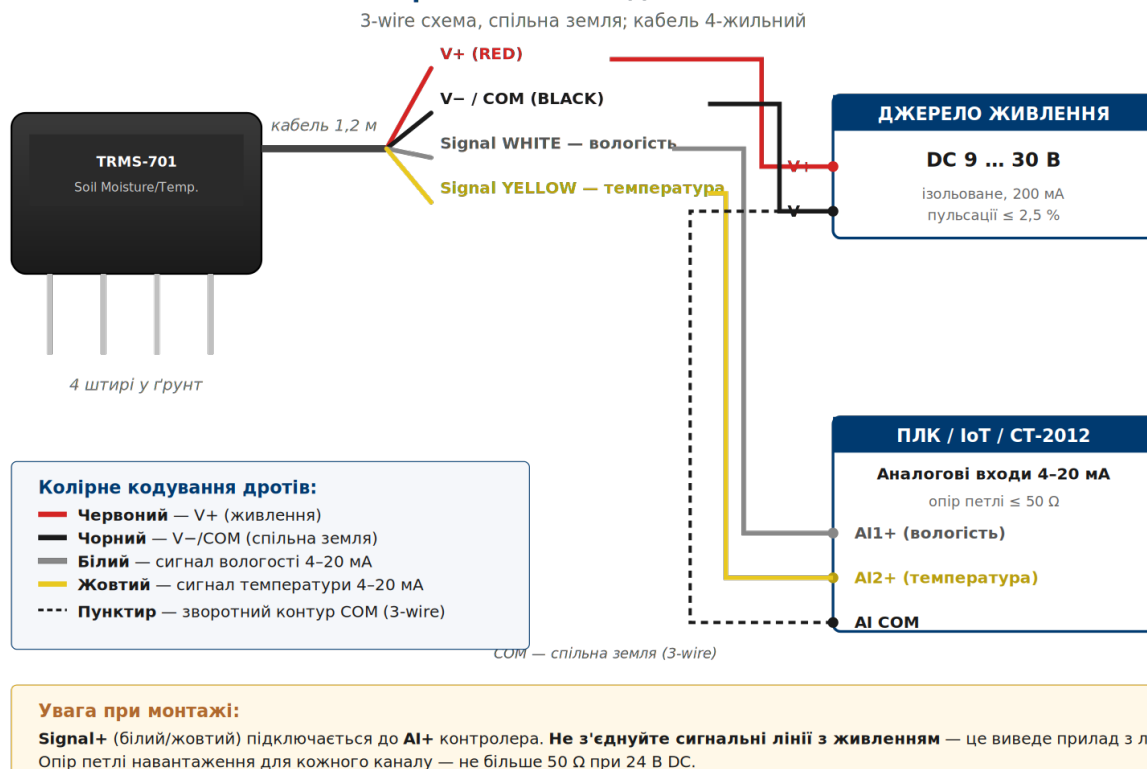


Рис. 2. Електрична схема підключення TRMS-701.

Таблиця кольорового маркування дротів

Колір дроту	Функція	Підключення
Червоний (RED)	Живлення V+	DC 9-30 В від джерела
Чорний (BLACK)	Живлення V- / COM	Спільна земля
Білий (WHITE)	Сигнал 4-20 мА — вологість	AI+ входу ПЛК / контролера
Жовтий (YELLOW)	Сигнал 4-20 мА — температура	AI+ входу ПЛК / контролера

КРИТИЧНО — попередження при підключенні

Особливо уважно перевіряйте з'єднання ланцюгів живлення (V+ і V–). **Струмові виходи (білий і жовтий) не можна з'єднувати з лініями живлення — це виведе прилад з ладу і скасовує гарантію.** Signal+ (mA+) підключається до входу AI+ контролера, а Signal– (mA–) — до входу AI– контролера (або до спільної землі у 3-wire схемі).

Максимальна довжина кабельної траси

Максимальний опір петлі навантаження — **50 Ω при 24 В DC** (для кожного з двох каналів). Практичні орієнтири для стандартних умов:

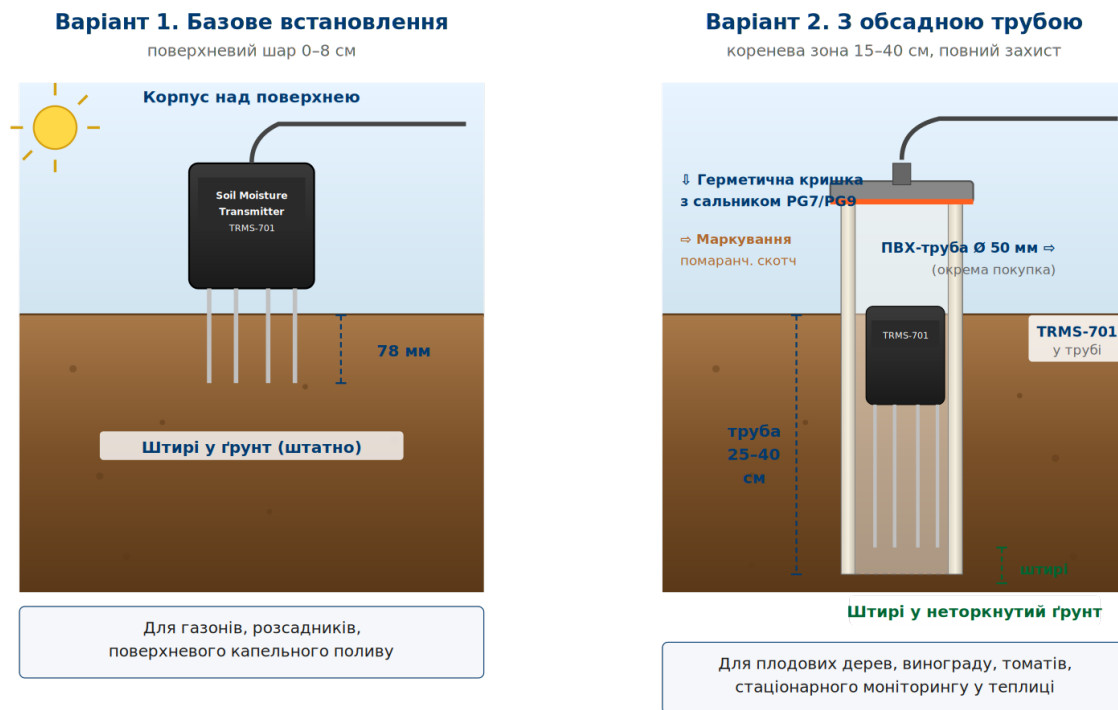
- **До 20-30 метрів** — стандартний кабель 0,5 мм² без обмежень
- **30-100 метрів** — потрібен кабель більшого перерізу (0,75–1,0 мм²)
- **Понад 100 метрів** — рекомендується встановлювати польовий ПЛК/IoT-шлюз ближче до датчика і передавати у центральну систему цифровим каналом (LoRaWAN, RS-485, Modbus)

Нарощування кабелю: інтегрований кабель 1,2 м можна нарощувати стандартним промисловим 4-жильним кабелем. Для зовнішнього монтажу у відкритому ґрунті використовуйте паяні з'єднання (не клемні) з термоусадкою або силіконовою ізоляцією — клемні з'єднання у вологому середовищі схильні до окиснення.

6. ВСТАНОВЛЕННЯ У ҐРУНТ — ДВІ МЕТОДИКИ

Якість даних з TRMS-701 на 80 % визначається правильністю встановлення зонда у ґрунт. Залежно від задачі застосовується одна з двох перевірених польових методик:

Рис. 3. Варіанти встановлення TRMS-701 у ґрунт



Ключовий принцип обох варіантів:

1. Штирі зонда безпосередньо контактують з ґрунтом (це необхідна умова коректного вимірювання).
2. Корпус трансмітера залишається над рівнем ґрунту або всередині захисної обсадної труби.
3. Обсадна труба **не закриває штирі знизу** — вони виходять з відкритого нижнього торця у неторкнутий ґрунт на дні лунки.

Рис. 3. Варіанти встановлення TRMS-701 у ґрунт.

Варіант 1. Базове встановлення (поверхневий шар 0–8 см)

Підходить для газонів, розсадників, поверхневого капельного поливу теплиць, моніторингу висихання верхнього горизонту.

Крок 1. Вибір місця. Точка встановлення має бути референсною: у тепличній грядці — посередині ряду, ~20 см від коренів основної культури; у полі — поряд з крапельницею (15–20 см); у газоні — у представницькій зоні травостою.

Крок 2. Підготовка лунки. Садовим буром Ø 50–60 мм викопайте вертикальну лунку на глибину мінімум 78 мм (повна довжина штирів). Не використовуйте лопату — вона створює нерівні стінки, ґрунт не щільно контактує зі штирями.

Крок 3. Встановлення зонда. Притисніть TRMS-701 строго вертикально, штирі рівномірно входять у дно лунки. Не розгойдуйте — це утворює повітряні кишені. Якщо ґрунт твердий — пом'якшіть невеликою кількістю води і зачекайте 15–30 хв.

Крок 4. Засипання і захист корпусу. Засипайте просіяним ґрунтом пошарово (2–3 см), кожен шар злегка ущільнюйте. Корпус трансмітера залишається над поверхнею; рекомендовано

встановити захисний козирок від прямого сонця і зливи.

Варіант 2. Встановлення з обсадною трубою (коренева зона 15-40 см з повним захистом)

Підходить для плодових дерев, винограду, томатів з глибокою кореневою зоною, стаціонарного моніторингу у теплиці, зимового залишення датчика у ґрунті. Методика базується на *access tube method* — польовому стандарті для стаціонарних ґрунтових датчиків преміум-класу.

Суть методу: лунка викопується на потрібну глибину кореневої зони, бічні стінки обкладаються обсадною трубою ПВХ Ø 50 мм, корпус трансмітера опиняється всередині труби під герметичною кришкою. Штирі зонда проходять через відкритий нижній торець труби у неторкнутий ґрунт на дні лунки.

Необхідні комплектуючі (купуються окремо у будівельних магазинах):

- Труба ПВХ або ПП каналізаційна Ø 50 мм, довжина = глибина встановлення + 10 см
- Кришка для труби (ПП-заглушка з ущільненням або технічна кришка з різьбою)
- Сальник кабельний PG7 або PG9 (за діаметром кабелю датчика)
- Силіконовий герметик для ущільнення стиків
- Земляний бур Ø 50-60 мм

Покрокова процедура:

1. Викопайте/пробуріть вертикальну лунку буром на потрібну глибину плюс ~10 см запасу під штирі (для моніторингу на 25 см — лунка 33-35 см).
2. Відріжте трубу ПВХ потрібної висоти: глибина лунки + 5-10 см над поверхнею. Нижній кінець — відкритий.
3. Вставте трубу у лунку, залиште ~5 см над рівнем ґрунту. Ущільніть ґрунт навколо труби.
4. Опустіть TRMS-701 у трубу штирями донизу. Штирі мають пройти через відкритий нижній торець і щільно увійти у неторкнутий ґрунт на дні лунки. Вертикальність — обов'язкова.
5. Кришку труби оснастіть сальником PG7/PG9. Пропустіть кабель через сальник, затягніть, встановіть кришку на трубу з силіконовим ущільненням стику.
6. На 5 см труби, що виступає з землі, нанесіть яскраве маркування (помаранчевий скотч або сигнальна фарба) — щоб при механічних роботах не пошкодити установку.

Критично для методу з обсадною трубою

Обсадна труба **не має закривати штирі знизу** — штирі повинні безпосередньо контактувати з ґрунтом, інакше вимірювання буде некоректним. Нижній торець труби закінчується на рівні, де починається зонд зі штирями, а самі штирі виходять нижче труби у неторкнутий ґрунт.

7. КАЛІБРУВАННЯ І СТАБІЛІЗАЦІЯ ПОКАЗАНЬ

Заводське калібрування

TRMS-701 поставляється зі **заводським калібруванням**, виконаним за стандартним глинистим ґрунтом гравіметричним методом (золотий стандарт ґрунтознавства). Ручне калібрування користувачем у приладі не передбачене — це свідомо конструктивна особливість, що забезпечує повторюваність показань у часі без дрейфу.

Що це означає на практиці:

- Тренди висихання і зволоження фіксуються точно — динаміка за днями, тижнями, місяцями.
- Абсолютні значення вологості у різних типах ґрунту відрізняються (пісок, торф, чорнозем дають свою «нульову точку» — відхилення орієнтовно 5–15 % від еталона для глини).
- Для систем автоматичного поливу це не є обмеженням — логіка будується на порогах спрацьовування, які налаштовуються емпірично для конкретного поля і культури.

Стабілізація після встановлення

Щойно встановлений зонд у перші **24–48 годин** показує нестабільні значення — ґрунт навколо штирів ще не встиг відновити природну структуру після копання лунки. Це нормально.

Рекомендований порядок запуску системи:

1. Перші 2–3 дні — просто спостерігайте тренд, не налаштовуйте пороги автоматики.
2. На 3–7 день проведіть контрольний тест висихання: полийте рясно, спостерігайте, як падає показник, зафіксуйте значення, при якому рослина починає потребувати наступного поливу.
3. На основі цих спостережень встановіть у контролері пороги ВМИКНУТИ / ВИМКНУТИ полив, індивідуальні для вашої комбінації «ґрунт + культура + система зрошення».

Вплив добрив і фертигації

Кондуктометричний метод реагує на всі розчинені у ґрунті солі, тому після внесення мінеральних добрив показник вологості **тимчасово зростає на 7–14 днів**. Для систем автополиву це враховується одним зі способів:

- У період після внесення добрив автоматика переводиться на графічний таймер.
- Пороги спрацьовування коригуються під «фертилізаційний фон» на цей час.
- Після рясного поливу (>30 мм) солі вимиваються у глибші шари, показник відновлюється.

8. ЕКСПЛУАТАЦІЯ І ОБСЛУГОВУВАННЯ

Сезонне обслуговування

Початок сезону (весна): витягти зонд з труби/ґрунту, промити штирі чистою водою (без миючих засобів і абразивів), перевірити цілісність кабелю і ущільнень, встановити за методикою розділу 6.

У сезон: візуальний огляд раз на 2–4 тижні, особливо після сильних опадів, механічних робіт у зоні датчика або внесення добрив.

Кінець сезону (осінь): у відкритому ґрунті при ризику промерзання — **зонд ВИТЯГНУТИ** (TRMS-701 не розрахований на від'ємні температури). Тепличну установку з постійним плюсовим режимом — залишаємо на місці.

Усунення типових несправностей

Показник «зависає» на одному значенні: перевірте фізичний контакт штирів з ґрунтом. Витягніть і встановіть зонд заново за методикою розділу 6.

Показник нестабільний після поливу: це нормально — відгук методу 5–30 хвилин залежно від типу ґрунту. Для крапельного поливу варто опитувати датчик не частіше ніж раз на 10 хв.

Струм виходу 0 мА або дуже низький: перевірте живлення (DC 9–30 В), полярність підключення, обрив кабелю. Струм менше 4 мА у нормі не буває.

Струм виходу більше 20 мА: можливе замикання у кабелі або несправність приладу. Зверніться до дистриб'ютора.

Температура завжди показує 0 °С: температура нижче 0 °С (промерзання) — прилад сигналізує про факт замерзання. Для моніторингу від'ємних температур потрібен інший тип датчика.

9. ТИПОВІ ЗАДАЧІ І ПРАКТИЧНІ ПОРАДИ

Орієнтовні пороги вологості для типових культур

Ці значення — стартова точка для налаштування автополиву. Реальні пороги калібруються експериментально для вашої комбінації «ґрунт + культура + схема поливу».

Томати (ґрунтова культура, теплиця)	Вмикати полив при 40–45 %, вимикати при 70–75 %
Огірки у теплиці	Вмикати 45–50 %, вимикати 75–80 %
Перець солодкий	Вмикати 45–50 %, вимикати 70–75 %
Полуниця	Вмикати 50–55 %, вимикати 75–80 %
Виноград (дорослий кущ)	Вмикати 30–35 %, вимикати 60–65 %
Плодові дерева (сад)	Вмикати 35–40 %, вимикати 65–70 %
Газон декоративний	Вмикати 40 %, вимикати 65 %
Розсада у відкритому ґрунті	Вмикати 55 %, вимикати 80 %

Мультисенсорні конфігурації

Для великих об'єктів рекомендується встановлювати 2–4 датчики TRMS-701 у референсних точках з контролем через один ПЛК:

Теплиця 500+ м² з одним контуром поливу: 1 датчик на 100–200 м² у представницькій грядці.

Теплиця з кількома зонами: окремий датчик на кожну зону різних культур.

Поле з неоднорідним ґрунтом: датчики у найсухішій і найвологішій зонах — полив за найсухішою.

Профіль по глибині: 2 датчики в одній точці у різних обсадних трубах (10 см і 30 см) — дозволяє керувати поливом за реальною доступністю води для коренів.

Інтеграція з Lutron CT-2012

Для побудови простої автономної системи без ПЛК — TRMS-701 поєднується з панельним контролером-індикатором Lutron CT-2012. Контролер приймає сигнал вологості по каналу 4–20 мА, відображає значення на LED-дисплеї, порівнює з двома налаштовуваними порогоми і керує релейними виходами (насос, клапан, SMS-тривога).

Рекомендовані налаштування CT-2012 для TRMS-701

Шкала дисплея: 0–100.0 (одиниці %, без десяткової коми на цій шкалі нормальні). Вхід: 4–20 мА (канал 1 — вологість). Поріг 1 (нижній): індивідуально для культури — див. таблицю вище. Поріг 2 (верхній): +5–10 % над порогом 1 для уникнення частих спрацьовувань. Другий канал (температура) — окремо на другий CT-2012 або на ПЛК для документації.

10. ГАРАНТІЯ І СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Гарантійний термін на TRMS-701 встановлюється виробником Lutron Electronic Enterprise і підтримується офіційним дистриб'ютором в Україні — ТОВ «НАУКОВО-СЕРВІСНА ФІРМА «ОТАВА» (маркет вимірювальних приладів SIMVOLT.UA).

Гарантійне обслуговування включає:

- Діагностику і ремонт у разі заводського браку
- Заміну пошкоджених вузлів (за умови дотримання правил експлуатації)
- Консультації з встановлення, калібрування та інтеграції у системи автоматизації

Гарантія не поширюється на:

- Механічні пошкодження зонда (згнуті штирі, розтрісканий корпус)
- Пошкодження від неправильного електричного підключення (коротке замикання сигналу з живленням)
- Пошкодження від замерзання ґрунту з приладом всередині
- Пошкодження від хімічно агресивних середовищ (промислові стоки, концентровані розчини),
- Корозію контактів через відсутність ізоляції з'єднань у вологому середовищі

Контакти дистриб'ютора

ТОВ «НАУКОВО-СЕРВІСНА ФІРМА «ОТАВА»

Маркет вимірювальних приладів SIMVOLT.UA

Сайт: www.simvolt.ua

E-mail: info@simvolt.ua

Офіційний дистриб'ютор Lutron Electronic Enterprise в Україні. Офіційна гарантія, сервісне обслуговування, калібрування, консультації, переклад документації українською.