

УДК 528.8.044.6

ДАТЧИКИ LiDAR У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Білецький В.Р., Бондарчук М.О.

(Поліський національний університет, mts_znaeu@ukr.net)

Аналіз літературних джерел демонструє експоненціальне зростання використання в сільськогосподарському господарстві датчиків LiDAR (рис. 1).

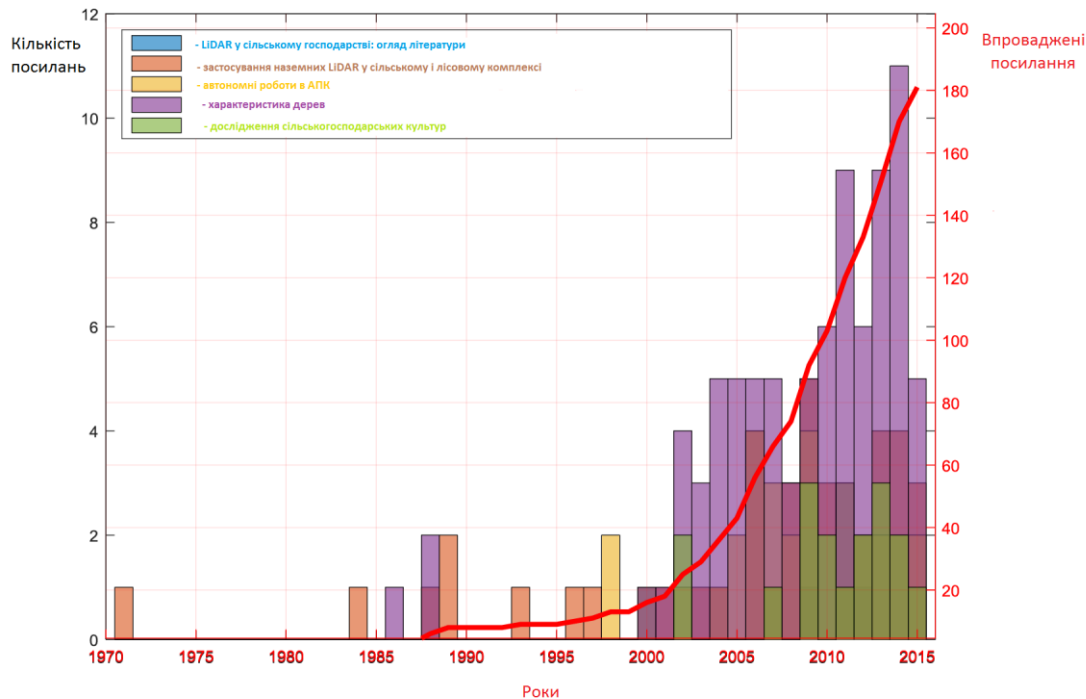


Рис. 1. Публікації по темі та впровадження датчиків LiDAR у сільському господарстві

Як бачимо з аналізу публікацій (рис. 1) впровадження датчиків лідар в сільському господарстві не набули широкого розповсюдження.

LiDAR (Light Detection And Range), який також називають лазерним радаром, лазерним сканером або лазерним далекоміром, це безконтактний оптичний пристрій, що вимірює відстань до об'єкта в полі сканування за допомогою імпульсного лазерного променя. Датчики LiDAR, які зараз доступні на ринку, використовують різні принципи вимірювання: час прольоту світла, фазову модуляцію, інтерферометрію та триангуляцію. У багатьох випадках перші три принципи об'єднуються в техніку, відому як вимірювання часу прольоту (TOF). Датчики триангуляції вимірюють короткі відстані (максимум кілька метрів) з високою точністю, тоді як датчики TOF підходять як для коротких, так і для далеких відстаней.

LiDAR від інших джерел світла відрізняє те, що лазерний промінь має одну довжину хвилі, унікальну фазу та високу щільність енергії. Таким чином, лазерний промінь може розповсюджуватися на досить велику відстань по прямій, підтримуючи вузький промінь і забезпечуючи стабільні точні вимірювання у несприятливих умовах навколишнього середовища, таких як

туман, пил або дим, завдяки впровадженню методики „останнього вимірювання імпульсу”, що гарантує повернення дальності цілі замість діапазону, створюваного розсіюванням із середовища. Діапазон вимірювання LiDAR перевищує інші технології зондування дальності, що використовуються в робототехніці і може досягти для деяких моделей величини декількох кілометрів.

Якщо лазерний промінь падає на об'єкт, частина променя відбивається назад до LiDAR, реєструючись його приймачем. Час між передачею та прийомом імпульсного сигналу прямо пропорційний відстані між LiDAR та об'єктом (рис. 2а). Лазерний імпульс відводиться послідовно з певним кутовим інтервалом за допомогою внутрішнього обертового дзеркала, досягаючи віялоподібного двовимірного сканування полярних координат навколишньої області (рис. 2б).

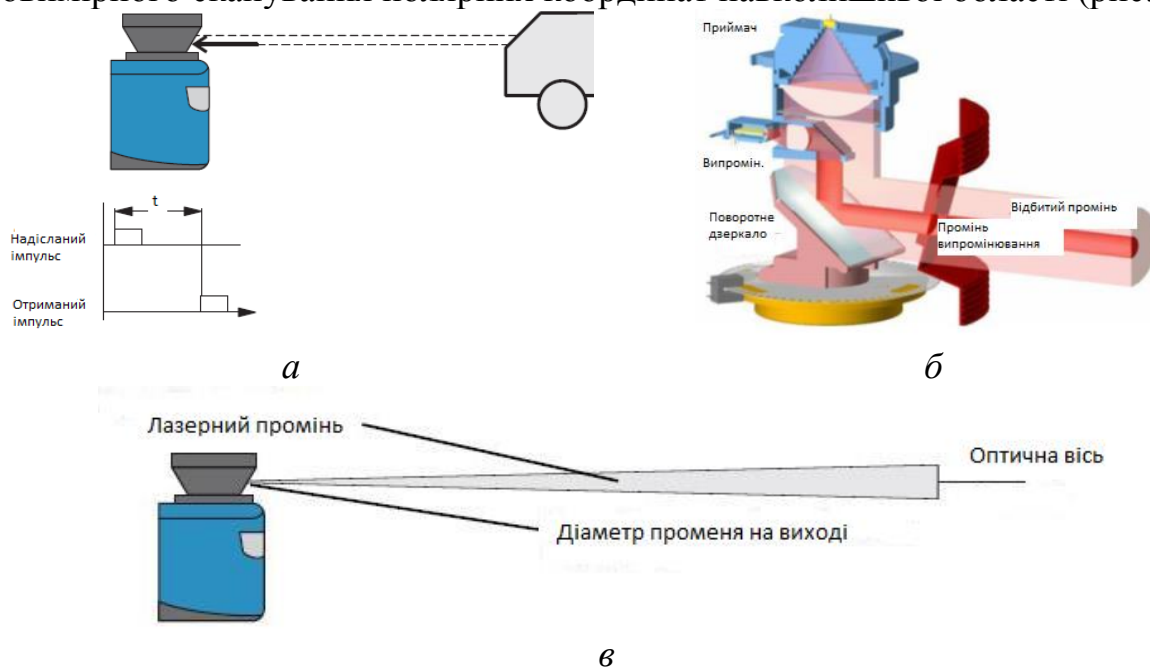


Рис. 2. *а* – Принцип дії для вимірювання часу поширення імпульсу. *б* – Основні внутрішні компоненти LiDAR. *в* – Поширення променя.

Розміри поперечного перерізу променя збільшуються, коли він віддаляється від датчика, оскільки цей ефект відрізняється для кожної системи LiDAR. Розмір площі лазерного імпульсу в поперечному перерізі, як правило, визначається із використанням середнього діаметра, який також називають «діаметром лазерного сліду». Датчики LiDAR, як правило, надають два значення, що використовуються для визначення розміру поперечного перерізу лазера як функції відстані виявлення, що істотно різниться між марками та моделями LiDAR: початковий розмір перерізу, коли імпульс залишає датчик; і розбіжність пучка, що описує збільшення розміру з відстанню (рис. 2в).

В попередніх дослідженнях емпірично оцінили поведінку лазерного променя, випромінюваного конкретною моделлю LiDAR (LMS-200, SICK AG, Waldkirch, Німеччина). Було помічено, що поперечний переріз лазерного променя мав прямокутну форму (на відміну від круглої, як сказав виробник), обертаючись одночасно з інерційним обертовим дзеркалом датчика, та з неоднорідним профілем опромінення (рис. 3)

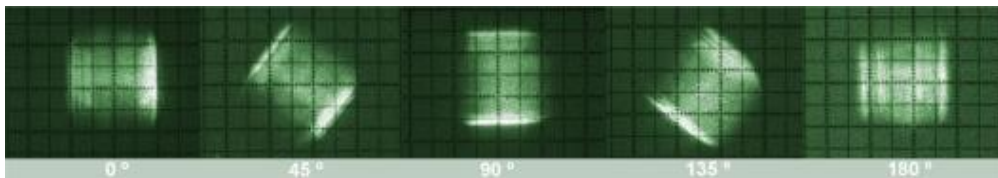


Рис. 3. Фотографія поперечних перерізів променя, що випромінюються при 0° , 45° , 90° , 135° та 180° .

Що стосується розбіжності променя, результати показали, що його зростання були різними для кожної осі, вищим для більшої сторони, що збігалось з інформацією, наданою виробником (рис. 4). Таким чином, кругова пляма, визначена у технічних специфікаціях, описує фактично випромінюваний пучок прямокутного перерізу.

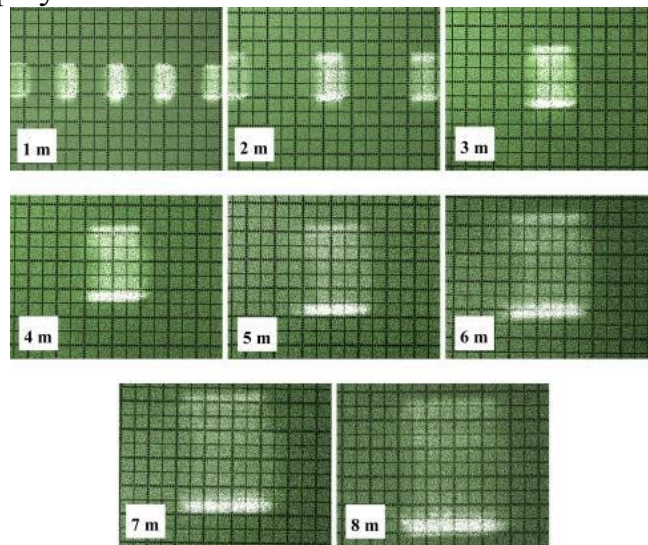


Рис. 3. Фотографії перерізу лазерного променя на відстані від 1 до 8 м від датчика.

Активна природа датчиків LiDAR забезпечує дві цінні відмінності, не доступні пасивним методам. Перший – це міра дальності між датчиком і матеріалом, який перехопив випромінене світло, що використовується для оцінки відстані (пояснено раніше), а другий – це міра інтенсивності, яка була отримана, відома як відбивна здатність.