

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 62-52

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.1.21

## СИГНАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОГРЕЙДЕРА

Біньковська А. Б., Дуднік О. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Автоматизовані машини здійснюють важливу функцію в сучасному будівництві, покращуючи продуктивність, якість і безпеку робіт. Автоматизовані грейдери використовують для створення плоских поверхонь у процесі будівництва доріг й аеродромів. У роботі проаналізовано розроблення сигнального пристрою для безперервного спостереження за приладами та органами управління автогрейдера.

*Ключові слова:* автогрейдер, сигнальний пристрій, автоматизовані машини, автоматичне управління, автоматизація СДМ

## Вступ

Під час спорудження автомобільних доріг необхідно забезпечити рівність, а також дотримуватись показників поперечного й подовжнього профілів дороги, що задаються. Досягнення необхідних якісних показників покриття залежить від підготовленого земляного полотна.

Більшість планувальних і профільних машин не автоматизовані, проте їхні принципи роботи дозволяють порівняно легко їх автоматизувати.

Випускаються автогрейдери з автоматичним пристроєм витримки заданого кута нахилу відвала, бульдозери та траншейні екскаватори з лазерними пристроями, що дозволяють автоматично здійснювати роботу щодо планування території й уривку траншей із зазначеною глибиною, гідравлічні одноковшові екскаватори з пристроєм, що керує, забезпечує автоматизацію циклу копання, дорожні бетоно- й асфальтоукладальники з електронним пристроєм, що стежить.

## Аналіз публікацій

Автоматичне керування машин для земляних робіт може вирішувати такі завдання:

- автоматичні системи збирання та оброблення даних дають змогу поліпшити контроль і керування машинами, що підвищує ефективність і точність роботи;
- автоматичне регулювання процесу копання з метою стабілізації якого-небудь параметра (потужності, тягового зусилля);
- автоматичний процес робочих пристроїв планувальних машин за заданою траєкторією в просторі;
- розроблення систем автоматичного виявлення та усунення несправностей дає змогу

знизити ризики для працівників і підвищити ефективність роботи машин;

- використання технології доповненої реальності в процесі роботи машин дає змогу поліпшити контроль і керування машинами, що підвищує точність роботи;

- автоматична підтримка режиму, оптимального за економічною ефективністю або собівартістю продукції.

Автоматизацію будівельних і дорожніх машин здійснюють за трьома напрямками, що забезпечують керування просторовим положенням робочих органів машин, оптимізацію найбільш енергоємних режимів роботи машин і створення на основі лазерної техніки комплексної автоматизованої системи управління технологічними процесами в будівництві [1, 2].

Перший напрям автоматизації містить питання підвищення планувальних властивостей машин для одержання заданих профілю й ухилу поверхні, тому що ці види робіт потребують значних витрат часу та трудомісткості, а недотримання вимог істотно знижує якість робіт, спричиняє перевитрату матеріалів тощо. Цей напрям забезпечується уніфікованою низкою систем автоматики типу "Профіль" з мікроелектронними блоками управління.

Другий напрям автоматизації машин забезпечує автоматизацію найбільш енергоємних технологічних процесів, що дають змогу максимально використати тягові можливості машин, знизити витрату палива, зношення ходової частини, полегшити працю машиніста тощо. Для оптимізації силового контуру й регулювання робочих процесів розроблено уніфіковані системи типу "Режим". Водночас зміна тягово-швидкісних характеристик ма-

шин дає змогу керувати навантаженням під час автоматичного заглиблення й виглиблення робочого органу. Параметром, що керує, може бути швидкість машини, оберти двигуна або гідротрансформатора, кутове положення тягової рами або бруса, що штовхає, а також їхнє поєднання в процесі, наприклад, буксування рушіїв. Стабілізація кожного з цих параметрів здійснюється за заданих обмежень на інші. У будівельних машинах ця система може використовуватися як автономно, так з системами типу "Профіль".

Третій напрям автоматизації машин є найпрогресивнішим і використовується з метою вдосконалення технології та організації будівельних робіт через створення на базі лазерної та мікропроцесорної техніки комплексної системи дистанційного програмного або автоматичного керування машинами, а також приладів оперативного контролю якості дорожньо-будівельних матеріалів, які укладають. Ці системи керування призначені для машин, що застосовують для будівництва доріг, меліоративних та інших споруд. Системи керування за допомогою лазерної техніки забезпечують і контролюють необхідні висотні позначки, поздовжній і поперечний профіль дорожньо-будівельних матеріалів, які розробляють і укладають, для кожної машини, що працює в будь-якому місці будівельного майданчика.

На робочих органах будівельних машин, що відрізняються великою потужністю, розвиваються значні зусилля та швидкості. Для керування такими машинами використовують засоби контролю й сигналізації.

#### **Мета та постановка завдання**

Постійне збільшення обсягів будівельних робіт і посилення вимог щодо значного поліпшення їхньої якості вимагають прискореного впровадження автоматизації у будівельних машинах і технологічних процесах.

Згідно з сучасними тенденціями, автоматичне керування машин для земляних робіт є перспективним напрямом їхнього використання. Такі машини оснащені датчиками та системами керування.

Базова машина автогрейдера без робочого устаткування має необхідні місця для кріплення й обслуговування додаткового устаткування. Основним робочим устаткуванням автогрейдера є відвал з нижнім і бічними ножами.

Щоб оператор міг вибрати оптимальні режими роботи та забезпечити високу якість

робіт, необхідно використовувати системи автоматичного контролю й керування процесом.

Такі системи дають змогу оператору отримувати точні дані про зовнішні умови й параметри роботи обладнання, а також автоматично коригувати режими роботи відповідно до заданих параметрів.

Під час цього процесу досягається більш висока точність й ефективність роботи обладнання, а також зменшується ймовірність помилок оператора. Крім того, використання автоматичних систем контролю та керування дозволяє підвищити безпеку праці та скоротити витрати на ремонт й обслуговування обладнання.

Сигнальні пристрої для дорожньо-будівельних машин здійснює важливу функцію в забезпеченні ефективного процесу дорожніх робіт. Вони позбавлять водія необхідності безперервного спостереження за приладами й органами керування автогрейдера.

Звукова сигналізація має декілька переваг, як порівняти зі шкальними та світловими приладами: по-перше, організм людини сприймає звук краще, ніж світло, тому для його сприйняття машиністу немає необхідності змінювати положення голови або напрямку погляду; по-друге, вухо людини добре відрізняє звуковий сигнал навіть під час шуму недопустимого рівня; люди з обмеженими можливостями можуть краще сприймати звукові сигнали, ніж світлові або шкальні прилади.

Мета роботи – розроблення сигнального пристрою для автогрейдера.

Завдання роботи: розробити сигнальний пристрій для безперервного спостереження за приладами та органами керування автогрейдера.

#### **Основна частина**

Часткова автоматизація виробничого процесу машин для земляних робіт може містити використання різноманітних технологій та інструментів, які дають змогу поліпшити ефективність і точність роботи машин.

Крім того, часткова автоматизація може містити використання спеціальних програмних рішень і систем управління, які дають змогу автоматизувати деякі процеси.

Безперервне спостереження за приладами та органами управління автогрейдера є важливим аспектом безпечної експлуатації цього технічного засобу.

Під час роботи необхідно постійно стежити за приладами та індикаторами на панелі керування, щоб переконатися в стабільній роботі автогрейдера і відстежувати будь-які неполадки чи відхилення відповідно до заданих параметрів, які можуть виникнути в процесі роботи.

Промисловість виготовляє безліч подібних електронних пристроїв. Але більшість із них зазвичай здійснює лише одну заздалегідь визначену функцію.

Сигналізатор для безперервного спостереження за приладами та органами управління автогрейдера можна розробити, використовуючи різноманітні сенсори та датчики, які вимірюють різноманітні параметри та стани системи.

Наприклад, сенсори тиску можуть використовуватися для контролю тиску в гідравлічних системах автогрейдера, а термодатчики для вимірювання температури двигуна й інших компонентів.

Крім того, можна використовувати датчики положення й кута нахилу для контролю положення окремих частин автогрейдера, наприклад ковша або леза.

Сигналізатор може бути виготовлений як панель індикаторів із різноманітними світлодіодами або звуковими сигналами, які попереджатимуть оператора про певні стани системи.

Для забезпечення більш точної та надійної роботи сигналізатора можна використовувати мікроконтролери та інші електронні пристрої для оброблення й аналізу даних від датчиків і сенсорів.

Важливо враховувати вимоги безпеки та надійності під час проектування сигналізатора для автогрейдера, щоб оператор міг отримувати достатню кількість інформації для ухвалення правильних рішень у процесі роботи.

Ми пропонуємо відносно нескладний звуковий сигнальний пристрій, що здійснює три функції:

- сигналізує про положення відвалу за висотою щодо площини, необхідне для транспортування автогрейдера;
- сигналізує про критичний залишок вугілля розвороту відвала щодо напрямку руху автогрейдера;
- сигналізує про критичний поперечний нахил відвала.

Різна тональність і звукові ефекти (трель, сирена) дозволяють визначити стан контрольованих органів управління автогрейдера

навіть за умови одночасного здійснення декількох функцій.

Принципова схема сигнального пристрою наведена на рисунку 1.

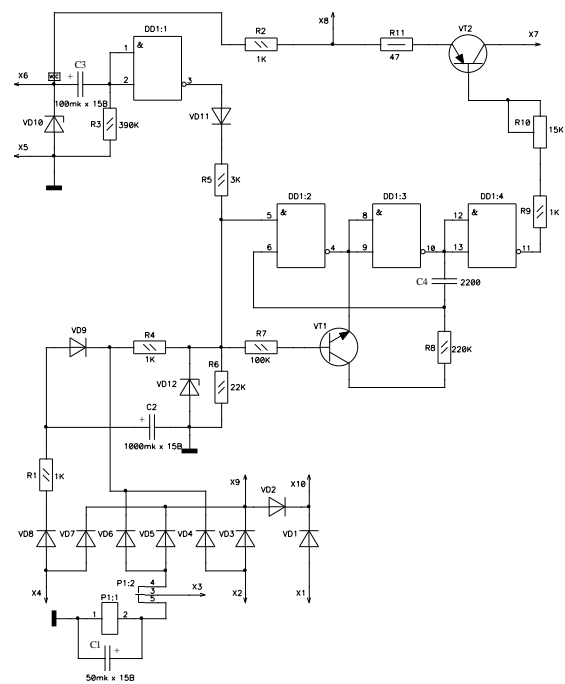


Рис. 1. Принципова схема сигнального пристрою

Його основою є генератор прямокутних імпульсів на елементах DD1.2 і DD1.3. Коло, що найчастіше задається, утворене конденсатором C4 і сполученими послідовно резистором R8 і транзистором VT1. Опір останнього, а отже, і частота коливань, залежать від напруги на базі транзистора (щодо емітера). На елементі DD1.1 зібрано реле витримки часу, на транзисторі VT2 – підсилювач коливань, елемент DD1.4, що погоджує, він зменшує вплив низького входного опору підсилювача коливань на генератор.

У вихідному стані магнітокеровані контакти (геркон) SF1 розімкнені, перемикач SA1 знаходиться у верхньому (за схемою) положенні. Напруга бортової мережі вмикається через контакти X1.1 роз'ємного з'єднувача XI, діод VD1 і контакти перемикача SA1 надходить на підсилювач коливань (VT2) і параметричний стабілізатор R2VD10, що живить мікросхему DD1. Оксидний конденсатор C3 повільно заряджається через резистор R3, і коли напруга на входах елемента DD1.1 досягає рівня, логічного 0, на його виході з'являється напруга високого рівня (приблизно 9 В). Частина його (приблизно 7 В) через діод VD11 і дільник R5R6 підводиться до

верхнього за схемою входу елемента DD1.2, і генератор імпульсів самозбуджується на частоті, що приблизно дорівнює 500 Гц («низький» тон).

Якщо перемикача SA1 встановлено в нижньому (також за схемою) положенні, звукового сигналу не буде.

У середньому положенні перемикача SA1 звукова сигналізація вимкнена повністю.

Сигнали дублюють звуковий сигнал «високого» тону – приблизно 1100 Гц. У цьому випадку напруга живлення надходить через контакти X1.2 і діод VD3 (або ще й через діод VD2 (залежно від положення перемикача SA1)). Одночасно через діод VD4 живлення надходить до стабілізатора напруги R4VD12, і генератор імпульсів самозбуджується.

Таким чином, у положенні відвала за висотою, що більше критичного, звучать переривисті (з частотою спрацьовування реле покажчика поворотів) сигнали «високого» тону. Елемент DD1.1 на роботу генератора не впливає, оскільки конденсатор C3 не встигає заряджатися. Інакше кажучи, напруга на входах елемента не опускається до рівня, логічного 0. Діод VD11 захищає вихід елемента від напруги стабілізатора R4VD12.

Якщо кут розвороту відвала більше критичного, з'являються сигнали «низького» та «високого» тонів, які чергуються, що обумовлено зміною опору транзистора в такт з роботою реле покажчика поворотів.

Через контакти X1.3 напруга живлення надходить, якщо вмикається задня передача. Водночас починає працювати релаксаційний генератор на реле K1 і конденсаторі C1 і контакти K1.1 періодично подають напругу живлення на пристрій, який формує сигнали «високого» тону у вигляді трелі. Тривалість сигналів визначається параметрами обмотки реле та ємністю конденсатора C1: у разі використання реле РЕС6 і ємності, зазначеній на схемі, частота дотримання сигналів в трелі становить приблизно 3 Гц. Частота подачі сигналів покажчика поворотів знаходиться в межах 0,5...1 Гц.

У разі, якщо водій вмикає задню передачу, габаритні вогні та покажчик поворотів, сигнал заднього ходу буде найбільш помітний.

Для сигналізації критичного поперечного нахилу відвала напруга бортової мережі крізь замкнуті контакти SF1 і діоди VD7 VD2 надходить на пристрій, а крізь діод VD8 і резистор R1 на конденсатор C2. Протягом наступних 3 с після початку процесу

заряджання напруга на ньому досягає рівня спрацьовування елемента DD1.2, і генератор починає виробляти імпульси, частота дотримання яких є повільною, протягом 10...15 с зростає приблизно з 200 Гц до 1100 Гц (ефект сирени). Обумовлено це плавним зменшенням опору транзистора VT1 зі збільшення напруги на ділянці R4R6 з 0 до 9 В.

Діод VD9 усуває вплив конденсатора C2 на роботу пристрою в інших режимах.

За відсутності в гальмівній системі необхідного робочого тиску лампа сигналізації в разі натиснення гальмівної педалі безперервно світитиметься, а напруга живлення буде надходити крізь діод VD2 на контакти X1.3 сигналізатора. Звучна в цьому випадку трель «високого» тону інформуватиме водія про необхідність вживання екстрених заходів, зокрема про необхідність зупинення автогрейдера.

Якщо ж гальмівна система справна, натиснення на гальмівну педаль викличе лише короткочасний спалах лампи сигналізації, тривалість струму, що надійшов на пристрій імпульсу, буде недостатнім для запуску релаксаційного генератора, і сигналізатор не спрацює.

## Висновки

У роботі було запропоновано сигналізатор для безперервного спостереження за приладами та органами управління автогрейдера, який дозволяє визначити стан органів керування автогрейдера, що контролюються, навіть у процесі одночасного здійснення декількох функцій.

## Література

1. Системи управління робочими процесами машин URL: <https://budtehnika.pp.ua/3713-sistemi-upravlnnya-robochimi-procesami-mashin.html> (дата звернення: 08.04.2023).
2. Автоматизація роботи будівельних машин. URL: [http://ni.biz.ua/1/1\\_9/1\\_90056\\_avtomatizat-siya-raboti-stroitelnih-mashin.html](http://ni.biz.ua/1/1_9/1_90056_avtomatizat-siya-raboti-stroitelnih-mashin.html) (дата звернення: 08.04.2023).
3. Сукач М. К. Будівельні машини і обладнання: підручник. Київ: Видавництво Ліра-К, 2016. 390 с.
4. Спецтехніка і перспективи її розвитку. URL: <https://demontazh-group.com/spetstehnika-i-perspektivi-yiyi-rozvitku/> (дата звернення: 08.04.2023).
5. Повний гід по землерийній техніці у дорожньому будівництві. URL: <https://mcet.com.ua/povnij-gid-po-zemlerijnij-tehnitsi-u-dorozhnomu-budivnistvi/> (дата звернення: 09.04.2023).

6. Different types of earthmoving equipment used in construction. URL: <https://constrofacilitator.com/different-types-of-earthmoving-equipment-used-in-construction/> (дата звернення: 09.04.2023).
7. What the Road to Automation Could Look Like: Five Predictions on How Equipment Will Change. URL: <https://www.forconstructionpros.com/construction-technology/article/22457888/rdo-equipment-what-the-road-to-automation-could-look-like-five-predictions-on-how-equipment-will-change> (дата звернення: 09.04.2023).

### References

1. Systemy upravlinnia robochymy protsesamy mashyn. URL: <https://budtehnika.pp.ua/3713-sistemi-upravlnnya-robochimi-procesami-mashin.html> (accessed: 08.04.2023).
2. Avtomatyzatsiia roboty budivelnykh mashyn. URL: [http://ni.biz.ua/1/1\\_9/1\\_90056\\_avtomatizat-siya-raboti-stroitelnih-mashin.html](http://ni.biz.ua/1/1_9/1_90056_avtomatizat-siya-raboti-stroitelnih-mashin.html) (accessed: 08.04.2023).
3. Sukach M. K. Budivelni mashyny i obladnannia: pidruchnyk. Kyiv: Vydavnytstvo Lira-K, 2016. 390 s.
4. Spetstekhnika i perspektyvy yii rozvytku. URL: <https://demontazh-group.com/spetstekhnika-i-perspektivi-yiyi-rozvytku/> (accessed:08.04.2023).
5. Povnyi hid po zemleryinii tekhnitsi u dorozhnomu budivnytstvi. URL: <https://mcet.com.ua/povnij-gid-po-zemlerijnij-tehnitsi-u-dorozhnomu-budivnytstvi/> (accessed: 09.04.2023).
6. Different types of earthmoving equipment used in construction. URL: <https://constrofacilitator.com/different-types-of-earthmoving-equipment-used-in-construction/> (accessed: 09.04.2023).
7. What the Road to Automation Could Look Like: Five Predictions on How Equipment Will Change. URL: <https://www.forconstructionpros.com/construction-technology/article/22457888/rdo-equipment-what-the-road-to-automation-could-look-like-five-predictions-on-how-equipment-will-change> (accessed: 09.04.2023).

**Біньковська Анжела Борисівна**, к.т.н., доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, тел. +38(050)301-87-46 [binkovska@khadi.kharkov.ua](mailto:binkovska@khadi.kharkov.ua)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, 61002, м. Харків, Україна.

**Дуднік Олександр Володимирович**, студент групи МА-36т1-20 механічного факультету, тел. +38(066)321-56-90, [aleksandr.dudnyk25@gmail.com](mailto:aleksandr.dudnyk25@gmail.com)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, 61002, м. Харків, Україна.

### Signal device for motor grader

**Abstract. Problem.** Automated machines play an important role in modern construction, improving productivity, quality and safety. A signal device for road construction machines plays an important role in ensuring the efficient performance of road works. It relieves the driver of the need to continuously monitor the devices and controls of the motor grader. In this work, a signal device was proposed for continuous monitoring of the devices and controls of the motor grader. **Goal.** As a result of the analysis, the purpose of the study was highlighted: to design a signal device for a motor grader. Job tasks: to design a signal device for continuous monitoring of the motor grader's devices and controls. **Methodology.** Automation of construction and road machines is carried out mainly in three areas, which provide control of the spatial position of the working bodies of machines, optimization of the most energy-intensive modes of machine operation and the creation of a laser-based integrated automated process control system in construction. It was decided to design a signal device with different tones and sound effects **Results.** The result of the study is the design of a signal device for continuous monitoring of devices and controls of a motor grader, which makes it easy to determine the state of the controlled controls of the motor grader, even when performing several functions simultaneously. **Originality.** The originality lies in the fact that the signal device has different tones and sound effects (trill, siren), which make it easy to determine the state of the motor grader's controlled controls. **Practical value.** The signal device performs three functions: signal the height position of the blade relative to the plane necessary for the transportation of the motor grader; signal the critical angle of the blade turn relative to the direction of the motor grader; signal the critical transverse inclination of the blade.

**Keywords:** motor grader, signal device, automated machines, automatic control, automation of road construction machinery.

**Binkovska Anzhela**, Associate Professor, PhD, Automation and Computer-Integrated Technologies Department, tel. +380(50)301-87-46, [binkovska@khadi.kharkov.ua](mailto:binkovska@khadi.kharkov.ua), Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

**Dudnyk Oleksandr**, student of the group MA-36t1-20 of the mechanical faculty, tel. +38(066)321-56-90, [aleksandr.dudnyk25@gmail.com](mailto:aleksandr.dudnyk25@gmail.com) Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.