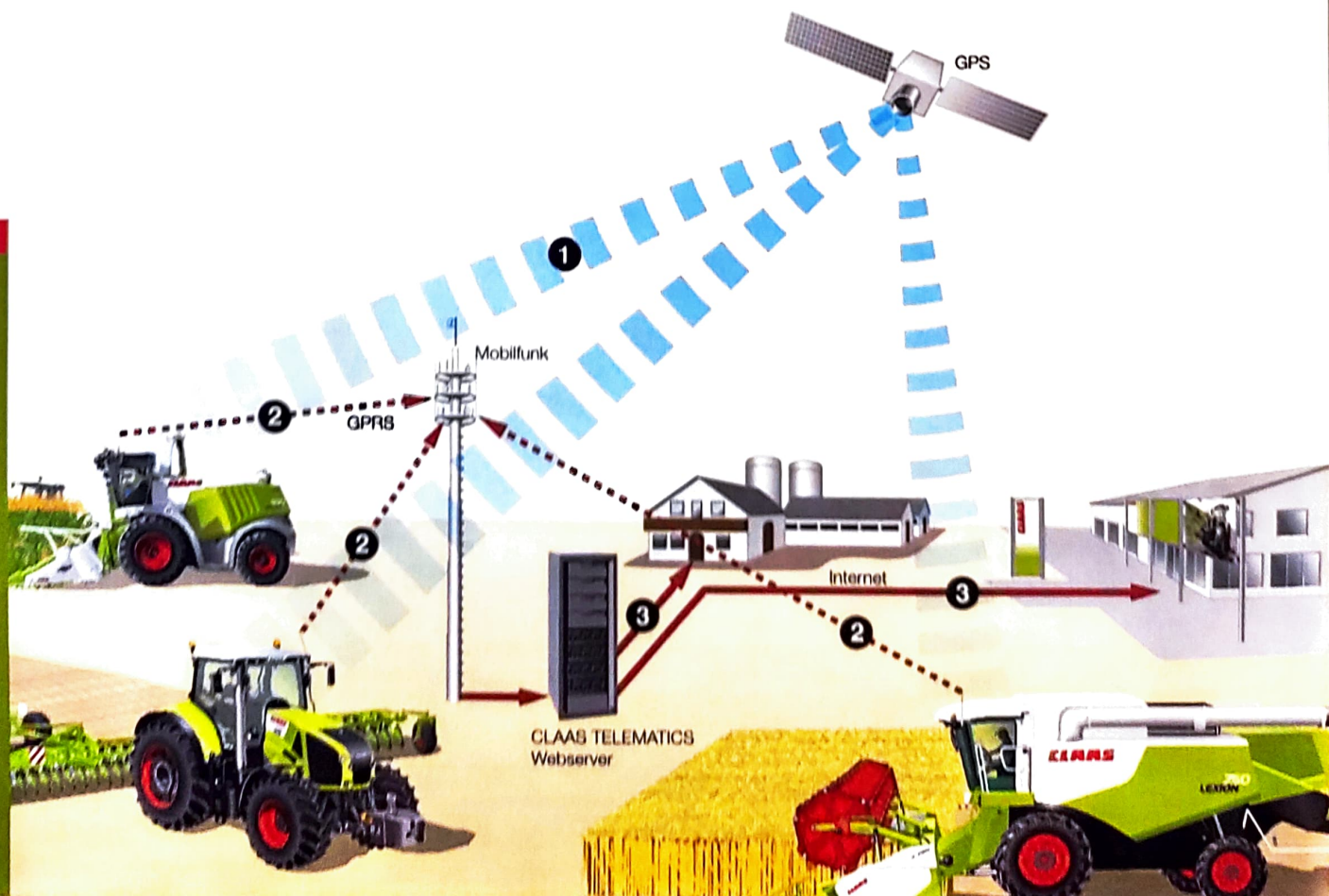


В. Д. МИГАЛЬ, М. Л. ШУЛЯК, І. О. ШЕВЧЕНКО

# Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід

ПІДРУЧНИК



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Державний біотехнологічний університет  
Факультет мехатроніки та інжинірингу  
Кафедра «Трактори і автомобілі»**

**Сумський національний аграрний університет  
Інженерно – технологічний факультет  
Кафедра агроінжинірингу**

**В. Д. МИГАЛЬ, М. Л. ШУЛЯК, І. О. ШЕВЧЕНКО**

# **Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід**

**Підручник  
для здобувачів ступеня вищої освіти  
закладів вищої освіти**

**Харків  
Майдан  
2023**

УДК 62-5  
М 94

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Вченою радою Державного біотехнологічного університету  
протокол № 8 від 11.04.2023 р.

Вченою радою Сумського національного аграрного університету  
протокол № 17 від 01.05 2023 р.

**Рецензенти:** **Калінін Є. І.**, д-р техн. наук, професор, зав. кафедрою тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України

**Бажинов О. В.**, д-р техн. наук, професор кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

**Мигаль В. Д.**

**М Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід:**  
підручник / В. Д. Мигаль, М. Л. Шуляк, І. О. Шевченко. – Х.: ДБТУ,  
«Майдан», 2023. – 246 с.

ISBN 978-966-372-849-0

Розглянуті: навігаційні системи інтелектуальних автомобілів і тракторів, їх склад і призначення; системи визначення місцезнаходження, пройденого шляху та напрацювання; засоби ідентифікації та контролю транспортного процесу, супутникового та мобільного зв'язку і моніторингу автомобілів і тракторів; способи збору інформації та зв'язку інтелектуального автомобіля і трактора; бортові системи контролю роботоздатності, самодіагностики та дистанційного контролю технічного стану тракторів і автомобілів і їх сервісного супроводу.

Описані системи і компоненти телематичних систем точного водіння тракторів при виконанні сільськогосподарських робіт, забезпечення точного землеробства, базові станції та телематичні системи управління парком тракторів і автомобілів.

Видання призначене для здобувачів вищої освіти ЗВО зі спеціальностей  
208 Агроінженерія та 133 Галузеве машинобудування.

УДК 62-5

ISBN 978-966-372-849-0

© Мигаль В. Д., Шуляк М. Л.,  
Шевченко І. О. 2023

© ДБТУ, 2023

© СНАУ, 2023

## Зміст

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Перелік скорочень.....                                                                                 | 7         |
| Вступ.....                                                                                             | 12        |
| <b>ЧАСТИНА I</b>                                                                                       |           |
| <b>ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛІВ, СЕРВІСНИЙ СУПРОВІД</b>                                          |           |
| <b>1. Навігаційні системи моніторингу параметрів руху та дистанційного супроводу автомобілів .....</b> | <b>14</b> |
| 1.1. Склад навігаційних систем.....                                                                    | 14        |
| 1.2. Диференціальна система позиціонування .....                                                       | 18        |
| 1.3. Системи технічних засобів визначення місцезнаходження трактора і автомобіля.....                  | 20        |
| Контрольні запитання.....                                                                              | 25        |
| <b>2. Системи визначення місцезнаходження та пройденого шляху автомобіля.....</b>                      | <b>26</b> |
| 2.1. Принципи контролю місцезнаходження.....                                                           | 26        |
| 2.2. Визначення місцезнаходження транспортного засобу за допомогою базових станцій GSM.....            | 27        |
| 2.3. Інерційні та інтегровані системи вирахування пройденого шляху .....                               | 29        |
| 2.4. Методи визначення місцезнаходження автомобілів, які використовуються в AVL-системах .....         | 30        |
| 2.5. Моніторинг місцезнаходження за електронними картами .....                                         | 31        |
| 2.6. Засоби визначення пройденого шляху.....                                                           | 32        |
| 2.7. Схеми навігаційних систем моніторингу автомобілів .....                                           | 34        |
| 2.8. Функціональні можливості супутникового моніторингу автомобілів .....                              | 41        |
| Контрольні запитання.....                                                                              | 43        |
| <b>3. Засоби супутникового та мобільного зв'язку систем моніторингу автомобілів.....</b>               | <b>44</b> |
| 3.1. Види й особливості систем мобільного зв'язку.....                                                 | 44        |
| 3.2. Призначення й основні завдання, які вирішують системи моніторингу автомобілів .....               | 46        |
| 3.3. Апаратна частина трекінгової системи моніторингу автомобілів у реальному часі .....               | 50        |
| 3.4. Міські навігаційні системи моніторингу дорожнього руху автомобілів .....                          | 53        |
| Контрольні запитання.....                                                                              | 56        |
| <b>4. Способи збору інформації та зв'язку між блоками керування інтелектуального автомобіля.....</b>   | <b>57</b> |
| 4.1. Класифікація бортових систем інтелектуального автомобіля.....                                     | 57        |
| 4.2. Структура телематичних систем .....                                                               | 59        |
| 4.3. Призначення бортових систем.....                                                                  | 60        |
| 4.4. Бортові контролери зв'язку CAN блоків керування автомобіля.....                                   | 61        |
| 4.5. Компоненти шини CAN і систем автомобіля.....                                                      | 65        |
| 4.6. Основні підсистеми інтелектуальних автомобілів .....                                              | 69        |
| Контрольні запитання.....                                                                              | 71        |
| <b>5. Інтелектуальні системи керування рухом автомобіля.....</b>                                       | <b>72</b> |
| 5.1. Системи та способи забезпечення керованості та транспортної безпеки автомобіля .....              | 72        |
| 5.2. Системи керування рухом, контролю перетинання розмітки, бокової та мертвої зони .....             | 73        |

|                                                                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3. Система попередження зіткнення автомобілів .....                                                                     | 76         |
| 5.4. Інформаційне забезпечення керування автомобілем та транспортними потоками.....                                       | 77         |
| 5.5. Структура телематичних комплексів інтелектуальних транспортних систем .....                                          | 79         |
| 5.6. Інтелектуальні системи круїз-контролю.....                                                                           | 81         |
| Контрольні запитання.....                                                                                                 | 85         |
| <b>6. Системи активної безпеки руху, контролю дороги та стану водія .....</b>                                             | <b>86</b>  |
| 6.1. Системи активної безпеки руху автомобіля.....                                                                        | 86         |
| 6.2. Системи контролю стійкості автомобіля.....                                                                           | 90         |
| 6.3. Система моніторингу стану водія.....                                                                                 | 93         |
| 6.4. Системи відслідковування стану водія .....                                                                           | 95         |
| 6.5. Системи керування фарами та освітленням дороги .....                                                                 | 97         |
| 6.6. Системи нічного бачення, контролю дороги та виявлення пішоходів.....                                                 | 100        |
| 6.7. Система автоматичного гальмування на перехрестях .....                                                               | 101        |
| Контрольні запитання.....                                                                                                 | 103        |
| <b>7. Бортові телематичні та інтелектуальні системи дистанційного зв'язку і контролю технічного стану автомобіля.....</b> | <b>104</b> |
| 7.1. Інформаційне забезпечення роботоздатності та самодіагностика автомобіля .....                                        | 104        |
| 7.2. Засоби інформаційних систем.....                                                                                     | 106        |
| 7.3. Компоненти адаптації автомобіля до інтелектуальних технічних систем .....                                            | 110        |
| 7.4. Системи дистанційної діагностики автомобілів .....                                                                   | 114        |
| Контрольні запитання.....                                                                                                 | 121        |
| <b>8. Системи і засоби ідентифікації та контролю транспортного процесу, транспортних послуг автомобіля .....</b>          | <b>122</b> |
| 8.1. Системи радіочастотної ідентифікації транспортних засобів .....                                                      | 122        |
| 8.2. Пристрої маркування й ідентифікації автомобіля .....                                                                 | 122        |
| 8.3. Зчитувачі .....                                                                                                      | 126        |
| 8.4. Мобільні системи отримання і передачі даних.....                                                                     | 127        |
| 8.5. Системи і пристрої постійного контролю параметрів транспортних засобів.....                                          | 129        |
| Контрольні запитання.....                                                                                                 | 138        |

## ЧАСТИНА II ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТРАКТОРІВ, СЕРВІСНИЙ СУПРОВІД

|                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>9. Призначення та склад інтелектуальних систем трактора.....</b>                                            | <b>140</b> |
| 9.1. Супутникові системи моніторингу.....                                                                      | 140        |
| 9.2. Призначення та складові інтелектуальних систем тракторів .....                                            | 141        |
| 9.3. Завдання, які вирішують телематичні й інтелектуальні системи .....                                        | 144        |
| 9.4. Склад навігаційних та телематичних систем інтелектуальних тракторів на прикладі компанії John Deere ..... | 145        |
| 9.5. Навігація AutoTrac™ .....                                                                                 | 148        |
| 9.6. Система управління ISOBUS .....                                                                           | 150        |
| 9.7. Інтелектуальна система загального контролю обладнання (iTEC™).....                                        | 151        |
| Контрольні запитання.....                                                                                      | 153        |
| <b>10. Обладнання систем управління інтелектуального трактора .....</b>                                        | <b>154</b> |
| 10.1. Дисплеї .....                                                                                            | 154        |

|                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.2. Навігація по системі CommandCenter™ 4 покоління.....                                                            | 158        |
| 10.3. Дисплей кутової стійки та його інформаційні індикатори .....                                                    | 159        |
| 10.4. Бортові системи і компоненти керування тракторів при виконанні<br>сільськогосподарських робіт.....              | 162        |
| 10.5. Елементи керування CommandARM.....                                                                              | 162        |
| 10.6. Радіосистеми трактора.....                                                                                      | 166        |
| 10.7. Світлові прилади .....                                                                                          | 168        |
| 10.8. Обладнання тракторів для контролю параметрів ґрунту<br>та керування обладнанням ґрунтообробки.....              | 170        |
| 10.9. Обладнання тракторів для вимірювання рівня викидів<br>відпрацьованих газів.....                                 | 171        |
| Контрольні запитання.....                                                                                             | 174        |
| <b>11. Засоби систем точного водіння трактора при виконанні<br/>сільськогосподарських робіт .....</b>                 | <b>175</b> |
| 11.1. Види систем точного водіння .....                                                                               | 175        |
| 11.2. Системи автоматичного керування трактором .....                                                                 | 177        |
| 11.2.1. Системи контролю ефективності використання тракторів .....                                                    | 177        |
| 11.2.2. Системи автоматичного виконання польових робіт .....                                                          | 180        |
| 11.3. Інформаційні системи тракторів.....                                                                             | 181        |
| 11.4. Приймачі для прийому сигналів базових станцій .....                                                             | 184        |
| Контрольні запитання.....                                                                                             | 187        |
| <b>12. Навігаційні та телематичні системи точного водіння трактора .....</b>                                          | <b>188</b> |
| 12.1. Засоби тракторів, що забезпечують точне землеробство .....                                                      | 188        |
| 12.2. Класифікація систем точного водіння тракторів та причіпного<br>знаряддя.....                                    | 191        |
| 12.3. Системи моніторингу руху трактора при виконанні польових<br>робіт .....                                         | 197        |
| 12.4. Інтелектуальні системи точного водіння тракторами компанії<br>John Deere.....                                   | 202        |
| 12.5. Інтелектуальні системи точного керування трактором фірми Claas .....                                            | 204        |
| Контрольні запитання.....                                                                                             | 206        |
| <b>13. Використання навігаційних та телематичних систем ефективного<br/>використання трактора .....</b>               | <b>207</b> |
| 13.1. Телематичні системи управління рухом трактора та контролю<br>навантаження.....                                  | 207        |
| 13.2. Вибір режиму роботи трансмісії e23™.....                                                                        | 207        |
| 13.3. Налаштування трансмісії IVT™/AutoPowr™ на заданий режим<br>швидкості, заощадження пального та навантаження..... | 209        |
| 13.4. Робота автоматичної шістнадцятишвидкісної трансмісії<br>Powershift (APS).....                                   | 214        |
| 13.5. Налаштування системи рульового керування на задану швидкість<br>і навігаційний маршрут .....                    | 214        |
| 13.6. Використання навігаційної системи GreenStar .....                                                               | 217        |
| 13.6.1. Сторінка виконання GreenStar .....                                                                            | 217        |
| 13.6.2. Види налаштувань системи GreenStar .....                                                                      | 218        |
| 13.6.3. Налаштування маршруту навігації системи GreenStar .....                                                       | 219        |
| 13.6.4. Використання Swath Control Pro.....                                                                           | 220        |
| 13.6.5. Увімкнення Swath Control Pro для розпилювачів .....                                                           | 221        |
| Контрольні запитання.....                                                                                             | 223        |

|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>14. Телематичні системи управління парком тракторів.....</b>                                     | <b>224</b> |
| 14.1. Системи керування трактором і причіпним обладнанням.....                                      | 224        |
| 14.2. Телематичні системи моніторингу роботи парку машин .....                                      | 230        |
| Контрольні запитання.....                                                                           | 235        |
| <b>15. Дистанційний зв'язок тракторів та їх сервісний супровід .....</b>                            | <b>235</b> |
| 15.1. Дистанційний моніторинг тракторів .....                                                       | 235        |
| 15.2. Бортові телематичні системи контролю робочих параметрів<br>і технічного стану тракторів ..... | 237        |
| 15.3. Телематичні системи моніторингу ефективності експлуатації парку<br>тракторів.....             | 240        |
| Контрольні запитання.....                                                                           | 242        |
| <b>Література.....</b>                                                                              | <b>243</b> |
| <b>Предметний покажчик .....</b>                                                                    | <b>244</b> |