

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АПАРАТНЕ І МАШИННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Методичні вказівки для самостійної роботи

СУМИ – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінжинірингу

АПАРАТНЕ І МАШИННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Методичні вказівки для самостійної роботи
для здобувачів 1м курсу освітньої програми «Агроінженерія», денної та
заочної форми здобуття вищої освіти
ступеня «Магістр»

СУМИ - 2026

УДК 631.3.01-82(075)
А 76

Укладачі: Шуляк М.Л., д.т.н., професор кафедри агроінжинірингу СНАУ
Соколік С.П., ст. викладач кафедри агроінжинірингу СНАУ

А 76 АПАРАТНЕ І МАШИННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. Методичні вказівки для самостійної роботи здобувачів 1м курсу освітньої програми «Агроінженерія», денної та заочної форми здобуття вищої освіти ступеня «Магістр» / укл.: М.Л. Шуляк, С.П. Соколік. - Суми, 2026 – 35 с.

В методичних вказівках наведено рекомендації для самостійної роботи з дисципліни апаратне і машинне забезпечення. Надано основні питання, які необхідно розглянути здобувачам для вивчення дисципліни.

Рецензенти:

Харченко С.О., д.т.н., професор кафедри агроінжинірингу СНАУ;
Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри галузевого
машинобудування та технічного сервісу СНАУ.

Відповідальний за випуск: Шуляк М.Л., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання Радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету.

Протокол № 5 від «12» березня 2026 року.

© М.Л.Шуляк, С.П.Соколік
© Сумський національний
аграрний університет, 2026

ЗМІСТ

ПЕРШИЙ СЕМЕСТР	
АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	
Тема 1. Знайомство з системою точного землеробства	4
Тема 2. Супутникова система глобального позиціонування	6
Тема 3. Моніторинг агрохімічного стану ґрунтів та врожайності у системі точного землеробства	8
Тема 4. Технології змінних норм внесення технологічних матеріалів	10
Тема 5. Прилади та обладнання для одержання інформації в системі точного землеробства	12
Тема 6. Прилади та обладнання для керування МТА в системі точного землеробства	14
ДРУГИЙ СЕМЕСТР	
МАШИННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення в системі точного землеробства	16
Тема 2. Машинне забезпечення основного обробітку ґрунту в технологіях точного землеробства	18
Тема 3. Машинне забезпечення поверхневого обробітку ґрунту в технологіях точного землеробства	20
Тема 4. Машина для сівби сільськогосподарських культур за технологіями точного землеробства	22
Тема 5. Машинне забезпечення технологій диференційованого внесення мінеральних добрив. Методики формування карт завдань на внесення	24
Тема 6. Машинне забезпечення технологій диференційованого внесення органічних добрив	26
Тема 7. Машинне забезпечення догляду за посівами та захисту рослин за технологіями змінних норм внесення матеріалів.	28
Тема 8. Машинне забезпечення збирання врожаю в технологіях точного землеробства	30
Тема 9. Експлуатація машинного парку в системах точного землеробства	32

СЕМЕСТР 1

АПАРATНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Тема 1. Знайомство з системою точного землеробства

Мета

Вивчити основні принципи, структуру та призначення систем точного землеробства; поглибити та закріпити знання щодо апаратного забезпечення сучасних систем точного землеробства, зокрема супутникових навігаційних систем, сенсорів, контролерів, бортових комп'ютерів та систем автоматичного керування технікою. Ознайомитися з функціонуванням систем GPS-навігації, систем автоматичного водіння, моніторингу врожайності та технологіями диференційованого внесення ресурсів.

ПЛАН

1. Поняття та основні принципи точного землеробства.
2. Структура системи точного землеробства та її основні складові.
3. Супутникові навігаційні системи та їх використання в сільському господарстві.
4. Бортові комп'ютери, датчики та системи збору польових даних.
5. Системи автоматичного водіння та контролю технологічних операцій.
6. Технології картографування врожайності та диференційованого внесення матеріалів.

Методичні рекомендації

На початку вивчення даної теми опрацюйте за рекомендованою основною літературою поняття точного землеробства та основні передумови його розвитку в сучасному сільському господарстві. Зверніть увагу на основні принципи управління виробничими процесами з використанням геоінформаційних технологій, супутникової навігації та цифрових систем моніторингу.

Вивчіть структуру системи точного землеробства, яка включає такі основні складові: системи позиціонування (GPS/GNSS), датчики збору польових даних, бортові комп'ютери, системи передачі та обробки інформації, а також програмне забезпечення для аналізу даних.

Ознайомтесь із принципами роботи супутникових навігаційних систем, які забезпечують визначення координат сільськогосподарської техніки з високою точністю. Зверніть увагу на відмінності між системами GPS, Galileo та BeiDou, а також на роль коригувальних сигналів (DGPS, RTK) у підвищенні точності позиціонування.

Розгляньте основні типи датчиків та сенсорів, що використовуються у системах точного землеробства: датчики врожайності, вологості зерна,

електропровідності ґрунту, оптичні сенсори стану рослин, а також сенсори контролю технологічних параметрів машин.

Ознайомтесь із принципами роботи бортових комп'ютерів і терміналів управління, які забезпечують збір, обробку та відображення інформації під час виконання технологічних операцій.

Вивчіть будову та принцип дії систем автоматичного водіння тракторів, що забезпечують рух техніки по паралельних траєкторіях з мінімальними перекриттями та пропусками. Зверніть увагу на типи систем автоматичного керування: світлові індикатори (lightbar), системи підрулювання та повністю автоматичні автопілоти.

Далі ознайомтесь із технологіями картографування врожайності та диференційованого внесення матеріалів, які дозволяють оптимізувати використання насіння, добрив та засобів захисту рослин відповідно до просторової неоднорідності поля.

Порядок виконання роботи

При вивченні питання №1 використати літературу [1, с. 5–12].

При вивченні питання №2 використати літературу [1, с. 12–20]; [2, с. 8–15].

При вивченні питання №3 використати літературу [1, с. 21–35]; [2, с. 16–28].

При вивченні питання №4 використати літературу [1, с. 36–48]; [2, с. 29–40].

При вивченні питання №5 використати літературу [1, с. 49–60]; [3].

При вивченні питання №6 використати літературу [1, с. 61–75]; [2, с. 41–52].

Контрольні запитання

1. Що таке система точного землеробства та які її основні завдання?
2. Які основні компоненти входять до структури систем точного землеробства?
3. Які супутникові навігаційні системи використовуються у сільському господарстві?
4. Яке призначення мають бортові комп'ютери в системах точного землеробства?
5. Які датчики використовуються для збору польових даних у технологіях точного землеробства?
6. У чому полягає принцип роботи систем автоматичного водіння тракторів?
7. Яке призначення систем картографування врожайності?
8. Що таке технологія диференційованого внесення матеріалів?
9. Які переваги застосування систем точного землеробства у сучасному агровиробництві?
10. Які фактори впливають на точність супутникової навігації у сільському господарстві?

Тема 2. Супутникова система глобального позиціонування

Мета

Вивчити призначення, принцип роботи та структуру супутникових систем глобального позиціонування (GNSS); поглибити та закріпити знання щодо принципів визначення координат, будови супутникових навігаційних систем та їх використання у сучасному сільському господарстві. Навчитися аналізувати роботу приймачів супутникової навігації та оцінювати точність позиціонування при виконанні технологічних операцій у системах точного землеробства.

ПЛАН

1. Загальні відомості про супутникові системи глобального позиціонування.
2. Структура та принцип роботи супутникових навігаційних систем.
3. Основні глобальні навігаційні супутникові системи (GPS, Galileo, BeiDou).
4. Приймачі супутникової навігації та їх використання у сільському господарстві.
5. Методи підвищення точності позиціонування (DGPS, RTK, SBAS).

Методичні рекомендації

На початку вивчення теми опрацюйте за рекомендованою літературою [1, 2] загальні відомості про супутникові системи глобального позиціонування та історію їх створення. Зверніть увагу на основні етапи розвитку супутникової навігації та сфери її застосування, зокрема у сільському господарстві.

Вивчіть структуру супутникової навігаційної системи. Зверніть увагу, що будь-яка глобальна навігаційна супутникова система складається з трьох основних сегментів: космічного (сузір'я супутників), наземного (станції керування і моніторингу) та користувачького (приймачі навігаційного сигналу).

Ознайомтесь із принципом визначення координат за допомогою супутникової навігації. Вивчіть поняття псевдовідстані, часової синхронізації та метод трилатерації, який використовується для визначення координат приймача на основі сигналів від декількох супутників.

Ознайомтесь із характеристиками основних глобальних навігаційних супутникових систем: GPS (США), Galileo (Європейський Союз) та BeiDou (Китай). Зверніть увагу на кількість супутників, принципи роботи та особливості використання кожної системи.

Далі вивчіть будову та принцип роботи супутникових навігаційних приймачів, які використовуються у системах точного землеробства. Ознайомтесь з їх основними елементами: антеною, приймальним модулем, обчислювальним блоком та інтерфейсом передачі даних.

Особливу увагу приділіть методам підвищення точності супутникового позиціонування. Вивчіть принципи роботи диференціальних систем корекції (DGPS), супутникових систем доповнення (SBAS) та технології RTK, що забезпечує сантиметрову точність позиціонування і широко використовується в автоматичних системах водіння сільськогосподарської техніки.

Під час самостійного опрацювання матеріалу зверніть увагу на практичне застосування супутникової навігації у точному землеробстві: паралельне водіння машинно-тракторних агрегатів, картографування врожайності, диференційоване внесення добрив і засобів захисту рослин, моніторинг техніки та створення електронних карт полів.

Порядок виконання роботи

При вивченні питання №1 використати літературу [1, с. 15–24].
При вивченні питання №2 використати літературу [1, с. 24–32]; [2, с. 10–18].
При вивченні питання №3 використати літературу [1, с. 32–40]; [2, с. 18–26].
При вивченні питання №4 використати літературу [1, с. 40–48]; [2, с. 26–34].
При вивченні питання №5 використати літературу [1, с. 48–55]; [2, с. 34–42].

Контрольні запитання

1. Що таке глобальна навігаційна супутникова система (GNSS)?
2. Які основні сегменти входять до структури супутникової навігаційної системи?
3. У чому полягає принцип визначення координат за допомогою супутникової навігації?
4. Які основні характеристики мають системи GPS, Galileo та BeiDou?
5. З яких основних елементів складається супутниковий навігаційний приймач?
6. Які фактори впливають на точність визначення координат у супутникових системах?
7. У чому полягає принцип роботи диференціальної системи позиціонування (DGPS)?
8. Що таке технологія RTK та які її переваги?
9. Яке практичне застосування мають супутникові навігаційні системи у точному землеробстві?
10. Які переваги використання супутникової навігації у керуванні сільськогосподарською технікою?

Тема 3. Моніторинг агрохімічного стану ґрунтів та врожайності у системі точного землеробства

Мета

Вивчити призначення, будову та роботу апаратних і машинних комплексів для моніторингу агрохімічного стану ґрунтів та врожайності; закріпити знання про принципи роботи датчиків, сенсорів та систем збору та аналізу даних у системах точного землеробства; навчитися застосовувати на практиці методи отримання, обробки та інтерпретації даних з прикладів обладнання: Veris, SoilOptix, EM38, Penetrologger.

План

1. Призначення та методи моніторингу агрохімічного стану ґрунтів.
2. Основні види датчиків і сенсорів для визначення фізико-хімічних властивостей ґрунту.
3. Машини та прилади для моніторингу врожайності: будова, принцип роботи.
4. Збір, обробка та аналіз даних у системах точного землеробства.
5. Особливості інтеграції даних моніторингу ґрунту та врожайності у GIS та цифрові платформи управління.

Методичні рекомендації

1. На початку вивчення теми опрацюйте рекомендовану літературу [1, 2] щодо методів та пристроїв моніторингу стану ґрунтів і врожайності.
2. Вивчіть призначення, будову та принцип роботи датчиків електропровідності, вологості, рН, а також хімічних сенсорів ґрунту.
3. Ознайомтесь із будовою і принципом роботи машин і приладів для моніторингу врожайності, таких як Yield Monitors, і сенсорів для картографування врожайності.
4. Вивчіть технології збору даних, їх обробки та побудови карт врожайності та агрохімічних показників.
5. Ознайомтесь із прикладами інтеграції даних у GIS та платформи цифрового управління господарством, а також принципами зонального землеробства.
6. Зверніть увагу на особливості калібрування та налаштування обладнання для точного моніторингу.

Порядок виконання роботи

- При вивченні питання №1 використати літературу [1, с. 150–165].
- При вивченні питання №2 використати літературу [1, с. 166–185]; [2, с. 120–140].
- При вивченні питання №3 використати літературу [1, с. 186–205]; [2, с. 141–160].

- При вивченні питання №4 використати літературу [1, с. 206–220]; [2, с. 161–175].
- При вивченні питання №5 використати літературу [1, с. 221–235]; [2, с. 176–190].

Контрольні запитання

1. Призначення та принцип роботи датчиків електропровідності ґрунту EM38 і SoilOptix.
2. Як працює датчик вологості ґрунту в Penetrologger і як інтерпретуються його дані.
3. Будова і принцип дії системи Veris для швидкого визначення вмісту основних елементів живлення ґрунту.
4. Які методи збору та обробки даних використовуються для побудови карт врожайності?
5. Як інтегрувати дані моніторингу ґрунту та врожайності у GIS для зонального землеробства?
6. Як калібрують сенсори та машини для моніторингу агрохімічного стану ґрунтів і врожайності?
7. Правила з охорони праці при роботі з апаратурою та сенсорами точного землеробства.

Тема 4. Технології змінних норм внесення технологічних матеріалів

Мета

Вивчити будову, принцип дії та призначення машин для внесення технологічних матеріалів із змінною нормою; поглибити знання щодо їх робочого процесу, регулювань та налаштувань.

План

1. Методи внесення технологічних матеріалів у сільському господарстві.
2. Класифікація машин для внесення технологічних матеріалів та агротехнічні вимоги до них.
3. Машини для внесення сухих матеріалів: будова, робота, регулювання.
4. Машини для внесення рідких матеріалів: будова, робота, підготовка до роботи.
5. Машини для внесення матеріалів з аерозольною і змінною нормою: будова і принцип дії.

Методичні рекомендації

1. На початку опрацюйте рекомендовану літературу [1-3] щодо класифікації машин для внесення технологічних матеріалів та агротехнічних вимог до них.
2. Вивчіть теоретичні відомості про призначення, будову, роботу та регулювання машин для внесення технологічних матеріалів.
3. Ознайомтесь із будовою та роботою машин для внесення сухих матеріалів, особливостями дозування та технологічними регулюваннями.
4. Вивчіть будову та роботу машин для внесення рідких матеріалів, способи підготовки робочих сумішей та налаштування на змінну норму.
5. Ознайомтесь із будовою та принципом дії аерозольних і комбінованих машин, а також із способами регулювання норми внесення.
6. Вивчіть типи робочих органів машин для внесення матеріалів і особливості їх будови, а також правила маркування та класифікаційні ознаки.
7. Практично порівняйте різні способи регулювання норм внесення та роботу машин у різних умовах.

Порядок виконання роботи

При вивченні питання №1 використати літературу [1, с. 120–135].

При вивченні питання №2 використати літературу [1, с. 136–150]; [2, с. 100–112].

При вивченні питання №3 використати літературу [2, с. 151–165]; [3, с. 113–125].

При вивченні питання №4 використати літературу [3, с. 166–180];

При вивченні питання №5 використати літературу [3, с. 181–195]; [2, с. 139–150].

Контрольні запитання

1. Будова і принцип дії машин для внесення сухих матеріалів.
2. Способи регулювання норми внесення сухих матеріалів.
3. Будова і принцип дії машин для внесення рідких матеріалів.
4. Підготовка робочих сумішей та налаштування на змінну норму внесення рідких матеріалів.
5. Будова та принцип роботи аерозольних і комбінованих машин.
6. Як регулюється норма внесення матеріалу в машинах із змінною нормою?
7. Технологічне призначення різних типів машин для внесення технологічних матеріалів.
8. Види робочих органів машин для внесення технологічних матеріалів і їх особливості.
9. Правила охорони праці при роботі з машинами для внесення технологічних матеріалів.

Тема 5. Прилади та обладнання для одержання інформації в системі точного землеробства

Мета:

Вивчити будову, принцип роботи та призначення приладів і обладнання для збору даних у системах точного землеробства; поглибити та закріпити знання про функції датчиків, контролерів, GPS-обладнання, картографічних систем та систем моніторингу ґрунту й рослин. Навчитися вибирати, підготовляти та експлуатувати обладнання на прикладі датчиків ґрунтової вологості, сенсорів врожайності, картографічних GPS-систем та агрометеорологічних станцій.

ПЛАН

1. Основні принципи збору інформації у системах точного землеробства.
2. Класифікація приладів та обладнання для збору даних.
3. Датчики ґрунтових параметрів (вологості, щільності, електропровідності).
4. Сенсори та прилади для моніторингу стану рослин і врожайності.
5. GPS-обладнання та системи картографування.
6. Агрометеорологічні станції та інші прилади для збору даних.

Методичні рекомендації:

1. На початку вивчення теми опрацюйте основну літературу [3, 4] щодо класифікації приладів та обладнання для збору агрономічної інформації.
2. Вивчіть теоретичні відомості про призначення та принципи роботи датчиків ґрунтових параметрів.
3. Ознайомтесь із сенсорами стану рослин та врожайності, їх будовою та принципами вимірювання.
4. Вивчіть роботу GPS-приймачів і систем картографування для складання карт врожайності та ґрунтових властивостей.
5. Ознайомтесь із функціонуванням агрометеорологічних станцій та їх роллю у зборі інформації для точного землеробства.
6. Під час вивчення звертайте увагу на типи робочих органів, датчиків та сенсорів, особливості їх підключення, калібрування та обробки даних.
7. Вивчіть маркування та технічні характеристики приладів, звертаючи увагу на точність, діапазони вимірювань і умови експлуатації.

Порядок виконання роботи:

При вивченні питання №1 використати літературу [3, с. 101–110].

При вивченні питання №2 використати літературу [3, с. 111–125]; [4, с. 50–65].

При вивченні питання №3 використати літературу [3, с. 126–145]; [4, с. 66–80].

При вивченні питання №4 використати літературу [3, с. 146–165]; [4, с. 81–95].

При вивченні питання №5 використати літературу [3, с. 166–180]; [4, с. 96–110].

При вивченні питання №6 використати літературу [3, с. 181–195]; [4, с. 111–125].

Контрольні запитання:

1. Які основні принципи збору інформації у системах точного землеробства?
2. Класифікація приладів для моніторингу ґрунтових параметрів і стану рослин.
3. Будова та принцип роботи датчиків ґрунтової вологості та щільності.
4. Які сенсори використовуються для моніторингу стану рослин і врожайності?
5. Будова та принцип роботи GPS-приймачів та систем картографування.
6. Функціональні можливості агрометеорологічних станцій у системах точного землеробства.
7. Способи калібрування та підготовки датчиків до роботи на полі.
8. Як обробляються та інтегруються дані з різних датчиків у системі точного землеробства?
9. Які вимоги з охорони праці слід дотримуватися під час роботи з приладами та обладнанням точного землеробства?

Тема 6. Прилади та обладнання для керування МТА в системі точного землеробства

Мета:

Вивчити будову, принцип роботи та призначення приладів і обладнання для керування машинно-тракторним агрегатом (МТА) в системах точного землеробства; поглибити та закріпити знання щодо застосування електронних і механічних приладів управління, сенсорів, систем GPS, моніторингу параметрів руху і робочих органів МТА; навчитися підготовці і використанню обладнання на прикладі машинно-тракторних агрегатів із сучасними системами автоматичного керування.

План

1. Загальні методи керування МТА в системі точного землеробства.
2. Класифікація приладів і обладнання для керування МТА.
3. Системи автоматичного і напівавтоматичного керування тракторами і сільськогосподарськими машинами.
4. Сенсорні та навігаційні прилади для моніторингу та управління МТА (GPS, датчики швидкості, положення і навантаження).
5. Контролери, монітори, пульти керування та їх інтеграція з робочими органами МТА.
6. Практичні рекомендації щодо підготовки та налаштування обладнання для роботи.

Методичні рекомендації:

1. На початку опрацюйте теоретичні матеріали щодо методів керування МТА та їх застосування у точному землеробстві.
2. Вивчіть класифікацію приладів і обладнання для керування МТА, зверніть увагу на їх призначення та технічні характеристики.
3. Ознайомтесь із принципами роботи систем автоматичного і напівавтоматичного керування тракторами та причіпними машинами.
4. Вивчіть типи сенсорів і навігаційних приладів (GPS, датчики швидкості, датчики навантаження, датчики положення), їх будову, функції та методи інтеграції в систему МТА.
5. Ознайомтесь із контролерами, моніторами та пультами керування, навчіться їх конфігурації та підключенню до робочих органів МТА.
6. Вивчіть порядок підготовки обладнання до роботи: перевірку електроживлення, калібрування датчиків, налаштування режимів автоматичного керування та безпечного старту.
7. Вивчіть правила безпеки при роботі з електронними системами управління та сенсорними приладами на МТА.

Порядок виконання роботи:

При вивченні питання №1 використати літературу [1, с. 150-160].

При вивченні питання №2 використати літературу [4, с. 161-170]; [2, с. 120-130].

При вивченні питання №3 використати літературу [1, с. 171-190]; [3, с. 131-150].

При вивченні питання №4 використати літературу [1, с. 19-27]; [5, с. 151-170].

При вивченні питання №5 використати літературу [6, с. 21-30]; [7, с. 17-19].

При вивченні питання №6 використати літературу [3, с. 231-240]; [7, с. 19-20].

Контрольні запитання:

1. Назвіть основні методи керування МТА в системі точного землеробства.
2. Які класи приладів і обладнання використовуються для керування МТА?
3. Опишіть принцип роботи систем автоматичного рульового керування трактора.
4. Назвіть основні типи сенсорів і навігаційних приладів для моніторингу МТА.
5. Як інтегруються контролери і монітори з робочими органами МТА?
6. Як здійснюється калібрування GPS -навігаційних систем на МТА?
7. Які електронні параметри контролюють роботу робочих органів машини в системі точного землеробства?
8. Перерахуйте основні правила безпеки при роботі з приладами та обладнанням керування МТА.

СЕМЕСТР 2

ЧАСТИНА 2. МАШИННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення в системі точного землеробства

Мета:

Вивчити основні поняття, терміни та визначення у системах точного землеробства; поглибити знання про структуру та складові апаратного і машинного забезпечення; навчитися класифікувати машини та обладнання для точного землеробства за їх призначенням і функціональними характеристиками.

ПЛАН

1. Основні поняття та визначення в системі точного землеробства.
2. Класифікація апаратного і машинного забезпечення в системах точного землеробства.
3. Призначення та складові елементи машин і обладнання точного землеробства.
4. Особливості роботи сенсорів, датчиків і виконавчих механізмів у системах точного землеробства.
5. Технічні та агротехнічні вимоги до апаратного і машинного забезпечення.

Методичні рекомендації:

- На початку вивчення теми ознайомтесь із рекомендованою літературою [1, 2], звертаючи увагу на визначення, класифікацію та призначення машин точного землеробства.
- Вивчіть структуру та складові апаратного забезпечення (сенсори, контролери, GPS модулі, картографічні системи) і машинного забезпечення (техніка для внесення добрив, сівалки, обприскувачі, трактори з точними агрегатами).
- Ознайомтесь із принципами роботи основних робочих органів машин точного землеробства.
- Вивчіть методи збору даних, обробки та автоматичного управління технологічними процесами у полях.
- Зверніть увагу на технічні характеристики та параметри обладнання, що впливають на точність і ефективність роботи.

Порядок виконання роботи:

При вивченні питання №1 використати літературу [1, с. 15–30]; [2, с. 10–25].

При вивченні питання №2 використати літературу [1, с. 31–50]; [2, с. 26–45].

При вивченні питання №3 використати літературу [1, с. 51–75]; [2, с. 46–70].

При вивченні питання №4 використати літературу [1, с. 76–100]; [2, с. 71–95].

При вивченні питання №5 використати літературу [1, с. 101–120]; [2, с. 96–115].

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення системи точного землеробства.
2. Назвіть основні компоненти апаратного забезпечення у точному землеробстві.
3. Які машини та агрегати використовуються для внесення добрив, посіву та захисту рослин із застосуванням точного землеробства?
4. Як працюють сенсори та датчики для вимірювання вологості, врожайності та електропровідності ґрунту?
5. Які вимоги до точності позиціонування та норм внесення у системах точного землеробства?
6. Опишіть функції виконавчих механізмів у системах автоматичного управління машинами.
7. Яким чином класифікують машини та обладнання точного землеробства за їх призначенням і функціональністю?
8. Назвіть основні стандарти та технічні вимоги до апаратного і машинного забезпечення систем точного землеробства.

Тема 2: Машинне забезпечення основного обробітку ґрунту в технологіях точного землеробства

Мета

Вивчити будову, принцип роботи та призначення машин основного обробітку ґрунту; поглибити та закріпити знання щодо особливостей роботи та технологічних регулювань плугів, дискових борін, лушпильників, культиваторів та ротаційних агрегатів у системах точного землеробства. Навчитися підготовці цих машин до роботи відповідно до заданих умов.

План

1. Завдання та принципи основного обробітку ґрунту в технологіях точного землеробства.
2. Класифікація машин основного обробітку та агротехнічні вимоги до них.
3. Плуги: будова, робота і регулювання.
4. Дискові борони та лушпильники: будова, робота та підготовка до роботи.
5. Культиватори та ротаційні агрегати: будова, робота та регулювання.

Методичні рекомендації

1. На початку роботи опрацюйте рекомендовану літературу для ознайомлення з класифікацією машин основного обробітку ґрунту та агротехнічними вимогами до них.
2. Вивчіть теоретичні основи призначення, будови та регулювань машин основного обробітку ґрунту.
3. Ознайомтесь із будовою плугів, принципом їх роботи та основними способами регулювання глибини та ширини обробітку.
4. Ознайомтесь із будовою дискових борін та лушпильників, їх роботою та підготовкою до роботи на полі.
5. Ознайомтесь із будовою культиваторів та ротаційних агрегатів, особливостями їх роботи та регулювання.
6. Вивчіть типи головних робочих органів машин основного обробітку ґрунту і особливості їх конструкції.
7. Далі зверніть увагу на маркування машин, класифікаційні ознаки та числові значення.

Порядок виконання роботи

При вивченні питання №1 використати літературу [1, с. 45–60].

При вивченні питання №2 використати літературу [5, с. 60–75]; [3, с. 30–45].

При вивченні питання №3 використати літературу [7, с. 76–95]; [11, с. 46–65].

При вивченні питання №4 використати літературу [10, с. 9–15]; [7, с. 6–8].

При вивченні питання №5 використати літературу [9, с. 16–35]; [2, с. 86–105].

Контрольні запитання

1. Особливості роботи машин основного обробітку в системах точного землеробства.

2. Яким чином контролюється рівномірність глибини обробітку при використанні культиваторів та ротаційних агрегатів?

3. Правила з охорони праці при роботі з машинами основного обробітку ґрунту.

Тема 3. Машинне забезпечення поверхневого обробітку ґрунту в технологіях точного землеробства

Мета

Вивчити будову, роботу та призначення машин для поверхневого обробітку ґрунту; поглибити та закріпити знання щодо будови, робочого процесу, технологічних регулювань дискових борін, культиваторів та глибокорозпушувачів; навчитися підготовляти ці машини для роботи відповідно до заданих умов.

План

1. Основи поверхневого обробітку ґрунту в технологіях точного землеробства.
2. Класифікація машин поверхневого обробітку ґрунту та агротехнічні вимоги до них.
3. Плуги та дискові борони: будова, робота і регулювання.
4. Культиватори і глибокорозпушувачі: будова, робота та підготовка до роботи.
5. Комбінації машин і агрегатів поверхневого обробітку ґрунту: призначення, принцип дії і технологічні особливості.

Методичні рекомендації

1. На початку вивчення теми опрацюйте за рекомендованою літературою класифікацію машин поверхневого обробітку ґрунту та основні агротехнічні вимоги до них.
2. Вивчіть теоретичні відомості про призначення, будову та регулювання машин поверхневого обробітку ґрунту.
3. Ознайомтесь із будовою плугів та дискових борін, їх роботою та способами регулювання глибини і ширини обробітку.
4. Вивчіть будову культиваторів і глибокорозпушувачів, особливості роботи їх робочих органів та підготовку до роботи.
5. Ознайомтесь із комбінаціями машин (комбіновані агрегати, котки, борони) та особливостями їх технологічного використання.
6. Вивчіть маркування машин, зверніть увагу на ознаки, покладені в основу класифікації, та їх числові значення.
7. В процесі вивчення практичних прикладів звертайте увагу на способи підключення машин до тракторів, норми витрати палива та робочих засобів, а також на елементи систем точного землеробства (GPS, датчики глибини обробітку, контроль ширини захвату).

Порядок виконання роботи

1. При вивченні питання №1 використати літературу [5].

2. При вивченні питання №2 використати літературу [3, с. 126-135].
3. При вивченні питання №3 використати літературу [3, с. 136-155]; [5, с. 98-110].
4. При вивченні питання №4 використати літературу [3, с. 156-175]; [5, с. 111-130].
5. При вивченні питання №5 використати літературу [3, с. 176-190]; [5, с. 131-145].

Контрольні запитання

1. Способи регулювання дискової борони на глибину обробітку.
2. Будова і технологічна схема культиватора.
3. Принцип дії глибокорозпушувача та його робочі органи.
4. Призначення і технологічні особливості комбінаційних агрегатів для поверхневого обробітку ґрунту.
5. Яким чином контролюється ширина захвату при поверхневому обробітку ґрунту?
6. Які параметри регулюються для забезпечення рівномірності обробітку при різних типах ґрунтів?
7. Особливості підготовки машин до роботи в системах точного землеробства (GPS, автоматичний контроль ширини захвату).

Тема 4. Машини для сівби сільськогосподарських культур за технологіями точного землеробства

Мета

Вивчити будову, роботу і призначення машин для сівби сільськогосподарських культур за технологіями точного землеробства; поглибити та закріпити знання щодо будови, робочого процесу та технологічних регулювань сівалок точного висіву. Навчитися підготовці машин до роботи в різних умовах поля та для різних культур.

План

1. Принципи та технології точного висіву сільськогосподарських культур.
2. Класифікація машин для сівби за технологією точного землеробства та агротехнічні вимоги до них.
3. Сівалки точного висіву: будова, робота і регулювання.
4. Пневматичні сівалки: будова, робочий процес та підготовка до роботи.
5. Висівні апарати та їх робочі органи, особливості дозування насіння та добрив.

Методичні рекомендації

1. На початку вивчення теми опрацюйте за рекомендованою літературою [2, 3] класифікацію машин для сівби та агротехнічні вимоги до них.
2. Вивчіть теоретичні відомості про призначення, будову і регулювання машин точного висіву.
3. Ознайомтесь із будовою сівалок, їх роботою і регулюванням, особливостями висівних апаратів.
4. Вивчіть будову і принцип роботи пневматичних сівалок, їх робочі режими і підготовку до роботи.
5. Ознайомтесь із типами робочих органів сівалок точного висіву, особливостями дозування насіння та добрив.

Порядок виконання роботи

При вивченні питання №1 використати літературу [2, с. 45–60].

При вивченні питання №2 використати літературу [2, с. 61–75].

При вивченні питання №3 використати літературу [2, с. 76–90]; [3, с. 35–50].

При вивченні питання №4 використати літературу [2, с. 91–105]; [3, с. 51–65].

Контрольні запитання

1. Будова і технологічна схема сівалки точного висіву.

2. Способи регулювання норми висіву насіння в сівалках точного висіву.
3. Будова і принцип роботи пневматичної сівалки.
4. Будова і принцип дії висівного апарата сівалки.
5. Яке технологічне призначення машин для точного висіву насіння?
6. Як відбувається дозування насіння і добрив у сівалках точного висіву?
7. Яким чином пневматичні сівалки забезпечують рівномірний висів насіння?
8. Способи регулювання робочих органів сівалок для різних умов ґрунту та культур.

Тема 5. Машинне забезпечення технологій диференційованого внесення мінеральних добрив

Мета:

Вивчити будову, принцип роботи та призначення машин для диференційованого внесення мінеральних добрив; поглибити та закріпити знання щодо будови, робочого процесу, технологічних регулювань розкидачів, внесувальних агрегатів та систем автоматичного керування дозуванням; навчитися підготовлювати машини до роботи за різних умов внесення добрив.

ПЛАН

1. Принципи і методи диференційованого внесення мінеральних добрив.
2. Класифікація машин для внесення добрив та агротехнічні вимоги до них.
3. Механічні та комбіновані розкидачі добрив: будова, робота і регулювання.
4. Системи точного дозування та автоматичного регулювання норми внесення добрив.
5. Технологічні особливості внесення мінеральних добрив за допомогою різних машин і агрегатів.

Методичні рекомендації:

1. На початку ознайомтесь із загальними принципами диференційованого внесення добрив та методами контролю їх норми на полі.
2. Вивчіть класифікацію машин для внесення добрив і агротехнічні вимоги до їх роботи.
3. Ознайомтесь із будовою та принципом роботи механічних та комбінованих розкидачів добрив, їх регулюванням і настройкою на задану норму.
4. Вивчіть принцип дії систем автоматичного дозування і контролю норми внесення добрив.
5. Ознайомтесь із типами робочих органів машин для внесення добрив і особливостями їх конструкції.
6. Дослідіть маркування та характеристики машин, зверніть увагу на ознаки, що використовуються для класифікації.

Порядок виконання роботи:

При вивченні питання №1 використати основну літературу та онлайн-ресурси з точного землеробства.

При вивченні питання №2 ознайомитись із класифікацією розкидачів, стрічкових та дискових систем, а також з агротехнічними вимогами до них.

При вивченні питання №3 дослідити будову та принцип роботи механічних розкидачів, принцип регулювання подачі добрив.

При вивченні питання №4 вивчити системи автоматичного дозування та контролю норми внесення, принципи роботи електронних і гідравлічних систем.

При вивченні питання №5 ознайомитись із технологічними особливостями роботи різних машин у полі, особливостями внесення добрив під різні культури та ґрунтово-кліматичні умови.

Контрольні запитання:

1. Принцип роботи дискового та стрічкового розкидача мінеральних добрив.
2. Методи регулювання норми внесення добрив у механічних і комбінованих розкидачах.
3. Будова та принцип дії систем автоматичного дозування добрив.
4. Технологічні особливості внесення добрив при різних типах машин та робочих органів.
5. Які агротехнічні вимоги висуваються до машин для диференційованого внесення мінеральних добрив?
6. Як здійснюється контроль і корекція норми внесення у реальному часі?
7. Основні правила підготовки машин до роботи та їх обслуговування під час внесення добрив.

Тема 6. Машинне забезпечення технологій диференційованого внесення органічних добрив

Мета

Вивчити будову, принцип роботи та призначення машин для диференційованого внесення органічних добрив; поглибити та закріпити знання щодо робочих процесів, технологічних регулювань і підготовки агрегатів до роботи в заданих умовах; ознайомитися з типами робочих органів та основними технологічними параметрами внесення добрив.

План

1. Методи і технології диференційованого внесення органічних добрив.
2. Класифікація машин для внесення органічних добрив та основні агротехнічні вимоги до них.
3. Машини для внесення гранульованих добрив: будова, робота, регулювання норми внесення.
4. Машини для внесення рідких добрив: будова, робота та підготовка до роботи.
5. Робочі органи машин для диференційованого внесення добрив: типи, принципи дії та регулювання.

Методичні рекомендації

1. На початку вивчення теми ознайомтеся з сучасними методами та технологіями диференційованого внесення органічних добрив, їх перевагами і призначенням.
2. Опрацюйте класифікацію машин для внесення добрив і зверніть увагу на основні агротехнічні вимоги до них.
3. Вивчіть будову, принцип роботи та регулювання машин для внесення гранульованих добрив, особливості подачі і дозування.
4. Ознайомтеся з будовою та роботою машин для внесення рідких добрив, їх підготовкою до роботи та регулюванням норми внесення.
5. Вивчіть типи робочих органів машин для диференційованого внесення добрив, особливості їх будови та принципи дії.
6. Зверніть увагу на основні технологічні параметри внесення та їх числові значення.
7. При вивченні практичних аспектів враховуйте правила безпеки та охорони праці при роботі з машинами для внесення органічних добрив.

Порядок виконання роботи

При вивченні питання №1 – ознайомитися з сучасними методами диференційованого внесення добрив.

При вивченні питання №2 – вивчити класифікацію машин і агротехнічні вимоги.

При вивченні питання №3 – опрацювати будову і принцип роботи машин для гранульованих добрив; ознайомитися з регулюванням норми внесення.

При вивченні питання №4 – опрацювати будову і роботу машин для рідких добрив, їх підготовку та регулювання.

При вивченні питання №5 – вивчити типи робочих органів, їх конструктивні особливості та принципи дії.

Контрольні запитання

1. Основні методи і технології диференційованого внесення органічних добрив.
2. Класифікація машин для внесення добрив та агротехнічні вимоги до них.
3. Будова і принцип роботи машин для внесення гранульованих добрив.
4. Як регулюється норма внесення гранульованих добрив у машині?
5. Будова і принцип роботи машин для внесення рідких добрив, підготовка до роботи.
6. Типи робочих органів машин для диференційованого внесення добрив і їх призначення.
7. Як змінюється норма внесення добрив залежно від технологічних параметрів?

Тема 7: Машинне забезпечення догляду за посівами та захисту рослин за технологіями змінних норм внесення матеріалів

Мета

Вивчити будову, принцип роботи та призначення машин для догляду за посівами та захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів; поглибити та закріпити знання щодо робочих процесів та технологічних регулювань протруювачів, обприскувачів, обпилювачів, аерозольних генераторів та фумігаторів; навчитися підготовці машин до роботи на різних нормах внесення матеріалів.

План

1. Методи захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.
2. Класифікація машин для хімічного захисту рослин та агротехнічні вимоги до них.
3. Протруювачі, їх будова, принцип роботи та регулювання.
4. Обприскувачі, їх будова, принцип роботи та підготовка до роботи.
5. Обпилювачі, аерозольні генератори, фумігатори, їх будова та принцип роботи.
6. Головні робочі органи машин для хімічного захисту рослин та особливості їх будови.
7. Маркування машин і показники, що використовуються для класифікації.

Методичні рекомендації

1. На початку вивчення теми ознайомтеся з основами методів захисту рослин та технологіями внесення матеріалів за змінними нормами.
2. Вивчіть класифікацію машин для хімічного захисту рослин, зверніть увагу на їх призначення та агротехнічні вимоги.
3. Ознайомтеся з будовою, принципом роботи та регулюванням протруювачів.
4. Ознайомтеся з будовою, принципом роботи та підготовкою до роботи обприскувачів.
5. Вивчіть будову та принцип роботи обпилювачів, аерозольних генераторів і фумігаторів.
6. Розберіться з головними робочими органами машин та особливостями їх конструкції.
7. Вивчіть маркування машин, зверніть увагу на основні класифікаційні ознаки та їх значення.

Порядок виконання роботи

1. При вивченні методів захисту рослин використати рекомендовану літературу з основ агротехніки та захисту рослин.
2. При вивченні класифікації машин і агротехнічних вимог — звернутися до сучасних джерел з машин для захисту рослин.

3. Для вивчення протруювачів — опрацювати матеріали щодо їх конструкції та регулювання робочих норм.
4. Для вивчення обприскувачів — опрацювати матеріали щодо їх конструкції, підготовки та технологічних регулювань.
5. Для вивчення обпилювачів, аерозольних генераторів та фумігаторів — опрацювати будову та принцип дії.
6. Розглянути особливості головних робочих органів машин та технологічні способи регулювання.
7. Вивчити типи маркування машин та їх основні показники.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні робочі органи аерозольного генератора та поясніть принцип його роботи.
2. Які способи регулювання норм внесення пестицидів застосовуються в аерозольних генераторах?
3. Поясніть будову та принцип дії фумігаторів.
4. Опишіть пристрій і принцип дії машини для приготування робочих розчинів та заправки обприскувачів.
5. Яке технологічне призначення протруювачів, обприскувачів, обпилювачів та аерозольних генераторів?
6. Як регулюється подача матеріалу в протруювачах при змінних нормах внесення?
7. Опишіть принцип роботи протруювача в автоматичному режимі.
8. Якими способами регулюється норма внесення робочої рідини в обприскувачах?
9. Які основні правила з охорони праці при роботі з машинами для хімічного захисту рослин?

Тема 8. Машинне забезпечення збирання врожаю в технологіях точного землеробства

Мета:

Вивчити будову, принцип роботи та призначення машин для збирання врожаю у технологіях точного землеробства; поглибити та закріпити знання щодо роботи комбайнів, жаток, пресів та інших агрегатів з урахуванням технологічних регулювань. Навчитися правильно готувати та експлуатувати машини для збирання врожаю залежно від умов роботи та типу культури.

План

1. Основні принципи точного землеробства та їх вплив на процес збирання врожаю.
2. Класифікація машин для збирання врожаю та агротехнічні вимоги до них.
3. Комбайни: будова, робота і технологічні регулювання.
4. Жатки та їх види: будова, робота і підготовка до роботи.
5. Преси, в'язальні машини та інші допоміжні агрегати: будова, робота та особливості експлуатації.

Методичні рекомендації

1. На початку вивчення теми опрацюйте класифікацію машин для збирання врожаю та основні агротехнічні вимоги до них.
2. Вивчіть теоретичні відомості про призначення, будову та роботу основних машин для збирання зернових, технічних та овочевих культур.
3. Ознайомтесь із конструкцією комбайнів, їх роботою та технологічними регулюваннями для підвищення ефективності та зменшення втрат урожаю.
4. Вивчіть будову різних типів жаток, принцип їх роботи та способи підготовки до роботи залежно від культури та умов поля.
5. Ознайомтесь із пресами, в'язальними машинами та іншими допоміжними агрегатами, їх будовою, роботою та порядком регулювання.
6. Зверніть увагу на типи робочих органів машин для збирання врожаю та особливості їх будови для точного землеробства.
7. Далі вивчіть способи маркування та класифікації машин, зверніть увагу на ознаки, покладені в основу класифікації, та їх технологічне значення.

Порядок виконання роботи

1. При вивченні питання №1 використати основну літературу з технологій точного землеробства.
2. При вивченні питання №2 використати літературу з класифікації та експлуатації сільськогосподарських машин.
3. При вивченні питання №3 опрацювати матеріали з будови та регулювання комбайнів, включно з принципами налаштування робочих органів.

4. При вивченні питання №4 опрацювати матеріали щодо будови, роботи та регулювання жаток для різних культур.

5. При вивченні питання №5 вивчити будову і роботу пресів, в'язальних машин та інших допоміжних агрегатів, способи їх регулювання.

Контрольні запитання

1. Основні принципи точного землеробства та їх вплив на процес збирання врожаю.

2. Класифікація машин для збирання врожаю та агротехнічні вимоги до них.

3. Будова та принцип роботи комбайнів; способи регулювання робочих органів.

4. Будова та види жаток; принципи їх підготовки до роботи.

5. Преси та в'язальні машини: будова, принцип роботи та технологічне призначення.

6. Які основні робочі органи використовуються у комбайнах і як вони впливають на ефективність збирання?

7. Як здійснюється підготовка комбайна та жатки до роботи за різних умов поля?

8. Які технологічні регулювання необхідні для оптимального збирання врожаю?

Тема 9. Експлуатація машинного парку в системах точного землеробства

Мета

Вивчити будову, призначення та принципи роботи машинного парку в системах точного землеробства з використанням телематичних систем. Поглибити знання щодо технологічних регулювань, налаштувань і моніторингу роботи машин за допомогою телематики. Навчитися планувати, контролювати та оптимізувати роботу машин на основі даних телематичних систем.

План

1. Основи експлуатації машинного парку в системах точного землеробства.
2. Телематичні системи: призначення, принцип роботи та компоненти.
3. Моніторинг і контроль роботи машин за допомогою телематики.
4. Підготовка та налаштування машинного парку для роботи з телематичними системами.
5. Використання даних телематики для оптимізації технологічних процесів.

Методичні рекомендації

1. На початку вивчення теми опрацюйте теоретичні основи експлуатації машинного парку в системах точного землеробства, звернувши увагу на класифікацію машин та їх функціональні вимоги.
2. Вивчіть призначення та будову телематичних систем, їх основні компоненти (датчики, GPS-модулі, контролери, комунікаційні модулі).
3. Ознайомтесь із принципами збору, обробки та використання даних телематики для моніторингу роботи машин.
4. Вивчіть методи налаштування та регулювання машинного парку відповідно до даних телематичних систем.
5. Ознайомтесь із способами оптимізації технологічних процесів на основі аналізу телематичних даних.
6. Додатково зверніть увагу на маркування та ідентифікацію машин, ознаки класифікації та параметри, які можна контролювати через телематичні системи.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення основ експлуатації машинного парку – опрацювати відповідну літературу та навчальні матеріали.
2. Вивчення телематичних систем – опрацювати принципи роботи, складові та методи інтеграції з машинами.
3. Ознайомлення з моніторингом роботи машин – зосередитись на принципах збору та інтерпретації даних.

4. Підготовка машин до роботи – вивчити процедури налаштування та тестування.

5. Аналіз телематичних даних для оптимізації процесів – застосувати отримані знання на практичних прикладах.

Контрольні запитання

1. Які основні компоненти телематичної системи та їх призначення?
2. Як телематика використовується для моніторингу роботи машин у полі?

3. Які параметри машин можна контролювати та регулювати за допомогою телематики?

4. Які технологічні процеси підлягають оптимізації на основі даних телематики?

5. Як проводиться підготовка та налаштування машинного парку для роботи з телематичними системами?

6. Які способи передачі та обробки даних використовуються в телематичних системах?

7. Які переваги використання телематики для ефективності та безпеки роботи машинного парку?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cardoso-Monteiro A., Christensen S. Developments in precision weed management systems for precision agriculture // *Precision agriculture for sustainability*. 2-е вид. / під ред. J. Stafford. — Cambridge : Burleigh Dodds Science Publishing Limited, 2025. — Розділ з електронної книги (глава). — ISBN 978-1-80146-881-7. — DOI: 10.19103/AS.2025.0152.19. — Режим доступу: https://www.bdspublishing.com/_webedit/uploaded-files/All%20Files/Open%20Access/9781835453179.pdf
2. Wilson A. (2023). Precision Farming: Using Precision Agriculture to Improve Crop Yields. 53p.
3. Begewisch H., Ballantine M., Bazan I. *Pre-Agricultural handbook* / за фін. підтримки Erasmus+ Programme of the European Union. — Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. — Електронне видання (PDF). — ISBN 978-92-982706-6-4. — Режим доступу: https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/0b8c5459-1215-4cdb-bc50-585a053b60ef/IO1_PreAgri_handbook-EN.pdf.
4. Соколік, С. П. (2024). Аналіз розвитку сучасних мобільних систем для моніторингу ґрунтових характеристик. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (2 (56), 86-89. <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.2.12>
5. Соколік С. П. Дослідження впливу системи точного висіву «Precision Planting Delta Force» на якісні показники посіву та врожайність культур // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2020. № 22. 123-128 с.
6. Zubko V., Sirenko V., Kuzina T., Onychko V., Sokolik S., Roubik H., Koszelg M., Shchurh T. (2022) Modelling wheat grain flow during sowing based on the model of grain with shifted center of gravity. *Agricultural Engineering*, Vol. 26 , No 1 , pp. 25-37 DOI: 10.2478/agriceng-2022-0003
7. Virk, S.; Meena, R. Pulse Width Modulation Technology for Agricultural Sprayers. University of Georgia Cooperative Extension, Athens, GA. Circular 1277; 2022; pp. 1–8. Available online: <https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=C1277> (accessed on 14 February 2023).

Шуляк Михайло Леонідович
Соколік Сергій Петрович

Апаратне і машинне забезпечення

Методичні вказівки для самостійної роботи

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет, вул. Г.Кондратьєва, 160

Підписано до друку: березень, 2026 р. Формат А5: Гарнітура Times New

Roman Тираж: 100 примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк.
