

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ**

**ВСТУП ДО ФАХУ ТА ОСНОВИ
ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПВ**

Конспект лекцій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра АГРОІНЖИНІРИНГУ

**ВСТУП ДО ФАХУ ТА ОСНОВИ
ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПВ**

Конспект лекцій

**для здобувачів 2 та 1 с.т. курсу освітньої програми «Агроінженерія»
денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти
«бакалавр»**

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ Н Сільське, лісове, рибне господарство та
ветеринарна медицина
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ Н7 Агроінженерія**

СУМИ – 2026

УДК 631.3:34(075.8)
В 84

Укладачі: В.М. Зубко, професор кафедри агроінжинірингу
Л.М. Батюк, завідувач навчальної лабораторії кафедри
агроінжинірингу

В 84 Вступ до фаху та правового забезпечення АПК . Конспект лекцій для здобувачів 2 та 1 с.т. курсу освітньої програми «Агроінженерія» денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти «бакалавр».. / Укл. Зубко В.М., Батюк Л.М.– Суми: СНАУ, 2026. – 102 с..

Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина першого (бакалаврського) рівня вищої освіти призначений для ознайомлення з: структурою агропромислового виробництва, роль інженера в ньому, а також основи агроінженерії в аграрному виробництві. Особливий акцент робиться на формування правової компетентності, усвідомлення громадянської відповідальності, здатності до економічного обґрунтування інженерних рішень, а також розвитку навичок етичної поведінки та інноваційного мислення.

Рецензенти:

Харченко С.О. – д. т.н., доцент кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ;

Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри технічного сервісу та галузевого машинобудування Сумського НАУ

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 № 4 від 22.01.2026 року

© В.М. Зубко, Л.М. Батюк
© Сумський національний аграрний
університет, 2026

Тематичний план

Назва теми	Кількість годин
Тема 1. Агроінженерія як галузь знань та професійна діяльність	2
Тема 2. Структура та основні суб'єкти агропромислового виробництва (АПВ) в Україні	2
Тема 3. Правові основи агроінженерної діяльності, громадянська відповідальність та сталий розвиток суспільства	2
Тема 4. Сучасні агротехнології в рослинництві: інженерний аспект	2
Тема 5. Механізація тваринництва та сучасні фермерські рішення	2
Тема 6. Енергетичний та економічний менеджмент в агроінженерії	2
Тема 7. Цифрові технології та інновації в агроінженерії: "Агроінженерія 4.0"	2
Разом годин:	14

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1: АГРОІНЖЕНЕРІЯ ЯК ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ ТА ПРОФЕСІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ	5
1.1 Історичний розвиток агроінженерії від перших знарядь праці до сучасних агротехнологій	5
1.2 Предмет і завдання агроінженерії на сучасному етапі	10
1.3 Перспективи розвитку агроінженерії.....	13
ЛЕКЦІЯ 2 СТРУКТУРА ТА ОСНОВНІ СУБ'ЄКТИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА (АПВ) В УКРАЇНІ.....	19
2.1 Загальна характеристика агропромислового комплексу України	19
2.2 Основні форми господарювання в АПВ.....	21
2.3 Взаємодія суб'єктів АПВ.....	23
ЛЕКЦІЯ 3 ПРАВОВІ ОСНОВИ АГРОІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ГРОМАДЯНСЬКА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ТА СТАЛІЙ РОЗВИТОК СУСПІЛЬСТВА.....	26
3.1 Права та обов'язки агроінженера як члена громадянського суспільства в правовій державі.....	27
3.2 Правове забезпечення сталого розвитку АПВ: екологічна відповідальність та безпека життєдіяльності.....	28
3.3 Відповідальність агроінженера та роль у розвитку демократичного суспільства	30
ЛЕКЦІЯ 4 СУЧАСНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ: ІНЖЕНЕРНИЙ АСПЕКТ	33
4.1 Основні технології вирощування польових культур: класичні, мінімальні та нульові обробітки ґрунту	33
4.2 Механізація процесів сівби та догляду за рослинами: сучасні сівалки, обприскувачі, машини для внесення добрив	38
4.3 Збирання врожаю: комбайни та інші збиральні машини, оптимізація логістики	39
ЛЕКЦІЯ 5. МЕХАНІЗАЦІЯ ТВАРИННИЦТВА ТА СУЧАСНІ ФЕРМЕРСЬКІ РІШЕННЯ	49
5.1 Системи утримання тварин та їх інженерне забезпечення.....	49
5.2 Обладнання для доїння та первинної обробки молока	55

5.3 Утилізація відходів тваринництва та біоенергетичні технології	60
ЛЕКЦІЯ 6 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ	64
6.1 Показники економічної ефективності застосування технічних засобів та технологій в АПВ	64
6.2 Планування та економічне обґрунтування інженерно-технічних заходів	67
6.3 Енергоменеджмент та ресурсозбереження: оптимізація витрат паливного та інших ресурсів для підвищення економічної доцільності...	72
ЛЕКЦІЯ 7 ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ: "АГРОІНЖЕНЕРІЯ 4.0"	81
7.1 Концепція "Агроінженерії 4.0": інтеграція цифрових технологій в АПВ	81
7.2 Точне землеробство: Дрони, GPS-навігація, сенсорні технології, системи моніторингу	92
7.3 Робототехніка та автоматизація в АПВ	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	99

ЛЕКЦІЯ 1: АГРОІНЖЕНЕРІЯ ЯК ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ ТА ПРОФЕСІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ

План лекції:

1. Історичний розвиток агроінженерії: від перших знарядь праці до сучасних агротехнологій.
2. Предмет і завдання агроінженерії на сучасному етапі: технології, обладнання, енергетика, цифровізація.
3. Перспективи розвитку агроінженерії: точне землеробство, роботизація, "зелені" технології, біоенергетика.

1.1 Історичний розвиток агроінженерії від перших знарядь праці до сучасних агротехнологій

Коротка історія розвитку сільськогосподарських машин та науки про них

Сільське господарство як галузь діяльності людини зародилось дуже давно і до 17 століття розвиток сільськогосподарських знарядь проходив емпіричним (дослідним) шляхом. Створення нових і вдосконалення наявних знарядь проводилося на основі багаторічних дослідів і спостережень. Починаючи з 17 століття, розпочався науковий підхід до створення і вдосконалення сільськогосподарських знарядь і машин. Цьому сприяли фундаментальні відкриття у фізиці, хімії та інших науках.

До середини 19 століття на території сучасної України з'явилося більше 10 підприємств, які виготовляли різноманітні сільськогосподарські знаряддя та машини, а також обладнання для цукрових заводів. У 1839 році з'явилася перша косарка з кінним приводом, а в 1868 році агроном А.Р. Зародження і створення науки про сільськогосподарські машини безпосередньо пов'язане з іменем академіка Василя Прохоровича Горячкіна (1868–1935 р.), який першим

використав закони механіки при дослідженні технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві.

Надалі в розвиток теорії сільськогосподарських машин та технологічних процесів великий внесок зробили такі вчені як Артоболевський І.І., Желіговський В.А., Василенко І.Ф., Летошнев М.Н., Сабліков М.В. та багато інших.

Історія Інженерно-технологічного факультету

Інженерно-технологічний факультет ще в якості факультету механізації сільського господарства розпочав підготовку інженерів-механіків з 1 вересня 1978 р. у складі Сумського філіалу харківського сільськогосподарського інституту ім.В.В.Докучаєва. Відкриття факультету з однією спеціальністю «Механізація сільського господарства» було пов'язане з необхідністю забезпечення північно-східних областей України інженерами-механіками.

У 1978-1979 н. р. деканом факультету був доцент Олійник Григорій Макарович, а з вересня 1979 р. по березень 1983 р. – доцент Ребенко Іван Максимович. З 1983 по 1987 р. деканом був доцент Качканьян Роман Арменакович, а з грудня 1987 р. по вересень 1999 р. – доцент Ребенко Іван Максимович, з вересня 1999 р. по березень 2005 р. – професор Захаров Микола Володимирович.

З березня 2005 р. факультет очолював доцент Довжик Михайло Якович.

Перший випуск 46 інженерів-механіків факультет здійснив у 1983 р., причому 6 випускників отримали дипломи з відзнакою. На цей час в складі факультету вже було 5 кафедр.

За час існування факультету проведено 34 випусків інженерів-механіків, 20 з них освітнього ступеня «Магістр» з 1996 року та 3 випуски енергетиків, з них 2 освітнього ступеня «Магістр». Середній контингент студентів на факультеті становить близько 600 осіб.

З травня 2022 року факультет очолює доктор технічних наук, академік Зубко Владислав Миколайович

На сьогодні організацію діяльності та управління навчально-виховним процесом на інженерно-технологічному факультеті проводять вчена і методична ради, деканат і 6 кафедр: «Агроінженірингу», «Технічного сервісу та галузевого машинобудування», «Охорони праці та фізики», «Вищої математики», «Енергетика та електротехнічних систем», «Проектування технічних систем». Середній контингент студентів на факультеті становить близько 1200 осіб.

Матеріально-технічне забезпечення

В навчанні використовуються як зразки сучасних сільськогосподарських машин, так і їх окремі вузли і агрегати. За останні роки компаніями-партнерами були надані: трактори марок John Deere, Case IH, CLAAS; зернозбиральні комбайни John Deere; причипні та самохідні обприскувачі Leeb, John Deere та Case IH; посівні комплекси Horsch Maestro, Horsch Pronto, Vaderstad, Лозівські машини та Ельворті; розкидачі твердих мінеральних добрив John Deere та Amazone; рулонні прес-підбирачі CLAAS; ґрунтообробна техніка компаній Case IH, Horsch, Lemken, Лозівські машини. Наявність значної кількості сучасної техніки сприяє вивченню конструкції сучасних агромашин, набуття практичних навичок з налаштування сільськогосподарських машин і агрегатів тощо.

«Модуль віртуальної реальності та робототехніки» дозволяє набути практичних навичок роботи з устаткуванням для робототехніки, віртуальною і доданою реальністю та роботою з технологією хромакей. Так, для створення практичних навичок здобувача ВО в сфері робототехніки в лабораторії представлено досить великий набір модулів, датчиків та іншого обладнання, що можна підключити до різних мікропроцесорів. Компонувати датчики з мікропроцесором дозволяє паяльна станція, «третя рука», спеціальне збільшуваче скло та різні припої. Для створення корпусів використовується 3D-принтер.

Макети на основі висівних секцій посівних комплексів HORSCH MAESTRO та PRECISION PLANTING, які використовуються для вивчення конструкції сучасних посівних машин точного висіву, отримання практичних навичок з налаштування сільськогосподарських машин тощо. Мобільна метеорологічна станція, що обладнана датчиками для визначення метеорологічних умов повітря та ґрунту дозволяє визначати в реальному часі умови виконання технологічних операцій рослинництва і тваринництва (температура, вологість, швидкість та напрямок вітру, рівень сонячної радіації тощо). Здобувачі ВО мають можливість вивчити будову та особливості експлуатації такого обладнання для отримання, накопичення та аналізу даних про навколишнє середовище з подальшим їх застосуванням. Зразки навігаційного обладнання машин компанії John Deere (антени, монітори, курсовказівники) допомагають здобувачам ВО ознайомитись з їх будовою та технічними характеристиками, вивчити особливості їх використання, налаштування, обслуговування та експлуатації.

Роль агроінженерії в розвитку аграрного виробництва України та світу

Агроінженерія - це інтегрована галузь знань, що поєднує інженерні, технологічні, енергетичні, екологічні та інформаційні підходи для забезпечення ефективності аграрного виробництва.

- В Україні агроінженерія виступає ключовим чинником модернізації сільського господарства. Сучасні інженерні рішення сприяють підвищенню продуктивності аграрного сектору, зниженню собівартості продукції, збереженню природних ресурсів.

- У світі розвиток агроінженерії визначає конкурентоспроможність агропромислових комплексів. Провідні країни (США, Німеччина, Японія, Нідерланди) активно впроваджують роботизовані системи, цифрові платформи управління виробництвом, "зелені" технології.

Таким чином, агроінженерія є не лише фундаментом технічного забезпечення аграрної сфери, а й рушієм інновацій.

ІТФ СНАУ усіляко сприяє працевлаштуванню студентів. Одні здобувачі вищої освіти воліють працевлаштуватися після отримання диплома, інші – зорієнтовані на працевлаштування ще до завершення навчання.

Наші бізнес-партнери



1.2 Предмет і завдання агроінженерії на сучасному етапі

1.2.1 Предмет агроінженерії

Предметом агроінженерії є дослідження, розробка та впровадження технічних засобів, систем і технологій, що забезпечують ефективне функціонування агропромислового виробництва.

1.2.2 Основні завдання:

- створення і вдосконалення технологій вирощування, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції;
- розробка та експлуатація сільськогосподарської техніки та обладнання;
- енергетичне забезпечення аграрного виробництва;
- цифровізація та інформатизація виробничих процесів;
- підвищення екологічної безпеки та енергоефективності в аграрній сфері.

1.2.3 Основні напрямки агроінженерії

Агроінженерія охоплює комплекс технічних і технологічних рішень, які забезпечують підвищення ефективності агропромислового виробництва (АПВ), зниження витрат та підвищення якості продукції. Головними її напрямками є:

- *Механізація*

- Завдання: заміна ручної праці машинними процесами, підвищення продуктивності праці та зниження собівартості продукції.
- Приклади застосування: трактори, ґрунтообробна техніка, сівалки, комбайни, обприскувачі, кормозаготівельні комплекси.
- Переваги: зменшення затрат часу і робочої сили, можливість виконання операцій у стислі агротехнічні терміни, підвищення врожайності.
- Сучасні тенденції: створення енергоощадних машин, розвиток агрегатів малої енергомісткості, впровадження універсальних та багатофункціональних агрегатів.

- *Електрифікація*

- Завдання: використання електроенергії як універсального й економічного джерела енергії у виробничих процесах.

- Приклади застосування: електродвигуни в системах зрошення, вентиляції, зерносушарках, кормоприготувальних машинах, доїльних установках.

- Переваги: висока енергоефективність, простота керування, екологічність, можливість автоматизації процесів.

- Сучасні тенденції: впровадження відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, біогазові установки), розвиток електротранспорту для агросфери.

- ***Автоматизація та роботизація***

- Завдання: забезпечення стабільності та точності виконання технологічних операцій, зменшення впливу людського фактору.

- Приклади застосування: автоматичні системи керування посівними та збиральними агрегатами; роботизовані доїльні установки; дрони для моніторингу та обробки полів; автономні трактори.

- Переваги: підвищення продуктивності, економія ресурсів, зниження ризиків помилок, можливість роботи в складних умовах (ніч, несприятлива погода).

- Сучасні тенденції: розвиток безпілотної техніки, інтеграція сенсорних систем, штучного інтелекту й комп'ютерного зору.

- ***Інформатизація агропромислового виробництва (АПВ)***

- Завдання: впровадження цифрових технологій для управління аграрними процесами, прийняття науково обґрунтованих рішень.

- Приклади застосування: системи точного землеробства, супутниковий моніторинг, використання дронів і сенсорів для контролю стану ґрунту та рослин, управління логістикою і зберіганням продукції.

- Переваги: підвищення ефективності виробництва, оптимізація використання ресурсів (насіння, добрив, пального), мінімізація втрат.

- Сучасні тенденції: розвиток цифрових платформ Smart Farming, агромоніторинг у режимі реального часу, застосування штучного інтелекту та Big Data для прогнозування врожайності та управління ризиками.

1.2.4. Місце агроінженерії в сучасній системі агровиробництва

Агроінженерія є ключовою складовою сучасного аграрного виробництва, оскільки поєднує технічні, технологічні та інноваційні рішення, спрямовані на підвищення ефективності використання ресурсів і забезпечення стабільних врожаїв та продуктивності тваринництва.

- У рослинництві

- Механізація та автоматизація процесів – від підготовки ґрунту до збирання врожаю (трактори, посівні комплекси, комбайни, обприскувачі).

- Точне землеробство – використання GPS-навігації, сенсорів, дронів для контролю стану посівів, диференційованого внесення добрив і засобів захисту.

- Енергозбереження та екологічність – застосування мінімальних і нульових систем обробітку ґрунту, що зменшують витрати пального та зберігають родючість.

- Моніторинг і цифрові технології – автоматизовані системи збору даних, прогнозування врожайності, управління ризиками.

У тваринництві

- Системи механізації та автоматизації годівлі та доїння (роботизовані доїльні установки, змішувачі-кормороздавачі).

- Клімат-контроль у приміщеннях – вентиляція, освітлення, системи підтримки мікроклімату.

- Автоматизовані системи обліку продуктивності тварин (електронні ідентифікатори, датчики руху, моніторинг стану здоров'я).

- Раціональне використання ресурсів – оптимізація водо- та енергоспоживання, утилізація відходів.

- *На етапі зберігання та переробки*

- Зберігання рослинної продукції – зерносховища, елеватори з автоматизованими системами аерації, контролю температури та вологості.
- Переробка – лінії для очищення, сушіння, сортування, пакування зерна, овочів і фруктів.
- Забезпечення якості продукції – технології охолодження, вакуумного пакування, контролю санітарних параметрів.
- Використання біоенергетичних технологій – переробка відходів на біогаз, біопаливо.

- *У технічному сервісі*

- Системи технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки.
- Використання дистанційної діагностики та телеметрії для контролю стану машин у режимі реального часу.
- Розвиток сервісної інфраструктури (дилерські центри, мобільні ремонтні бригади).
- Інноваційні технології ремонту – 3D-друк деталей, використання нових матеріалів і методів відновлення.
- Організація ресурсозберігаючого використання техніки – оптимальні режими експлуатації, подовження строку служби машинно-тракторних агрегатів.

1.3 Перспективи розвитку агроінженерії

Агроінженерія постійно розвивається під впливом науково-технічного прогресу, глобальних викликів у сфері продовольчої безпеки та необхідності збереження природних ресурсів. Її майбутнє визначається інтеграцією цифрових, енергоощадних і екологічних рішень у всі ланки агропромислового виробництва.

-*Точне землеробство*

- Орієнтоване на раціональне використання ресурсів (насіння, добрив, води, засобів захисту рослин) за допомогою точних дозувальних систем.

- Використання супутникових систем навігації (GPS), безпілотників, сенсорів для збору даних про стан ґрунту і посівів.

- Забезпечує зменшення собівартості продукції, підвищення врожайності та екологічну безпеку.

- Розвивається у напрямі Big Data-аналітики та моделювання врожайності.

- Роботизація

- Розробка та впровадження роботів для посіву, догляду за рослинами та збирання врожаю.

- У тваринництві - поширення роботизованих систем доїння, автоматичного годування, прибирання гною.

- Використання автономних тракторів і комбайнів, здатних працювати без оператора.

- Перспективи: створення цілих роботизованих агропарків, де основні процеси виконуються без участі людини.

- «Зелені» технології

- Перехід до ресурсозберігаючих систем землеробства (мінімальний і нульовий обробіток ґрунту, мульчування, біологічні методи захисту).

- Зменшення використання хімічних добрив і пестицидів завдяки біопрепаратам та органічному виробництву.

- Використання екологічно безпечних видів пального (біодизель, електротранспорт, водень).

- Перспективний напрям – розвиток концепції Carbon Farming (технології, що зменшують викиди CO₂ та підвищують поглинання вуглецю ґрунтом).

- Біоенергетика

- Використання відновлюваних джерел енергії в аграрному виробництві (біогазові установки, біоетанол, тверде біопаливо з відходів).
- Рациональне застосування побічної продукції рослинництва та тваринництва для виробництва енергії.
- Зменшення залежності аграрного сектору від традиційних енергоносіїв.
- Перспективи: розвиток замкнених циклів виробництва, де відходи переробляються в енергію та добрива.

- *Smart-технології в АПВ*

- Використання штучного інтелекту (AI) для аналізу даних та прийняття управлінських рішень.
- Розвиток систем IoT (Інтернет речей), що дозволяють контролювати роботу техніки, стан ґрунту, погоду та ріст культур у режимі реального часу.
- Хмарні сервіси та мобільні додатки для управління фермою, логістикою та збутом продукції.
- Перспективи: інтегровані «розумні ферми», де всі процеси – від вирощування до продажу – управляються єдиною цифровою платформою.

Виклики та можливості для майбутніх інженерів

Майбутні інженери-аграрії опиняться у світі, де поєднуються глобальні проблеми продовольчої безпеки, зміни клімату та стрімкий розвиток новітніх технологій. Це створює як серйозні виклики, так і значні можливості для професійної реалізації.

Основні виклики:

1. Зміна клімату та екологічні загрози

- Зростання ризику посух, повеней та екстремальних погодних умов.
- Необхідність розробки технологій, які зменшують негативний вплив аграрного виробництва на довкілля.

2. Рациональне використання ресурсів

- Обмеженість води, енергії та орних земель.

- Потреба у створенні ресурсозберігаючих машин і технологій.

3. Технологічна складність

- Сільськогосподарська техніка стає дедалі складнішою (GPS-навігація, робототехніка, цифрові датчики).
- Від інженера вимагається володіння знаннями не тільки механіки, а й електроніки, програмування, системного аналізу.

4. Глобальна конкуренція та стандартизація

- Інженери повинні орієнтуватися у світових технологічних трендах, бути готовими працювати з міжнародними проєктами.
- Необхідність знання іноземних мов, міжнародних стандартів якості та сертифікації.

5. Швидке оновлення знань

- Постійна поява нових технологій (дрони, штучний інтелект, IoT).
- Потреба у безперервному професійному розвитку та навчанні протягом життя.

Можливості для майбутніх інженерів:

1. Інноваційні технології

- Участь у розробці та впровадженні роботизованої техніки, «розумних» систем моніторингу, біоенергетичних установок.
- Можливість працювати на стику інженерії, IT та біотехнологій.

2. Кар'єрне зростання та глобальна мобільність

- Попит на інженерів у світових аграрних корпораціях і науково-дослідних центрах.
- Участь у міжнародних проєктах, стажуваннях, обмінах досвідом.

3. Розвиток підприємництва та стартапів

- Перспективи створення власних агротехнічних компаній і стартапів (наприклад, у сфері дронів, «розумних» сенсорів, програмного забезпечення для АПВ).
- Можливість залучення грантів та інвестицій у сферу агротехнологій.

4. Соціальна місія та престиж професії

- Внесок у забезпечення продовольчої безпеки та збереження екології.
- Підвищення статусу інженера як провідника інновацій у суспільстві.

5. Цифровізація освіти та доступ до знань

- Використання онлайн-курсів, симуляторів, віртуальних лабораторій.
- Широкий доступ до сучасних світових розробок і досліджень.

Підсумки лекції

Агроінженерія є фундаментальною складовою сучасного агропромислового виробництва. Вона забезпечує ефективність технологій у рослинництві, тваринництві, зберіганні та переробці продукції. Сьогодні професія агроінженера набуває нових вимірів завдяки цифровізації, Smart-технологіям, роботизації та розвитку альтернативної енергетики. Майбутнє аграрної сфери України та світу значною мірою залежить від інноваційного потенціалу інженерів, здатних поєднувати класичні технічні знання з новітніми цифровими компетентностями.

Майбутні інженери стикаються з необхідністю поєднувати класичні інженерні знання з цифровими компетентностями, бути гнучкими та готовими швидко адаптуватися до нових умов. Саме вони визначатимуть, наскільки ефективним, екологічним і технологічним буде сільське господарство XXI століття.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке агроінженерія як наукова галузь та сфера професійної діяльності?
2. Які основні етапи історичного розвитку агроінженерії?
3. Які ключові винаходи визначили розвиток аграрного виробництва на різних історичних етапах?
4. Як відбувався перехід від ручних знарядь праці до механізованих та автоматизованих агротехнологій?
5. Яку роль відіграла агроінженерія у формуванні сучасного аграрного виробництва світу?
6. Значення агроінженерії для розвитку аграрного сектору України.

7. Вплив науково-технічного прогресу на еволюцію агроінженерних рішень.
8. Який предмет дослідження та основні завдання агроінженерії на сучасному етапі?
9. Охарактеризуйте основні напрямки агроінженерії: механізацію, електрифікацію, автоматизацію (роботизацію), інформатизацію АПВ.
10. Що таке точне землеробство та його роль у сучасному АПВ?
11. Основні напрямки впровадження Smart-технологій в аграрному виробництві.
12. Перспективи розвитку роботизації та автоматизованих систем в агроінженерії.
13. Роль «зелених» технологій та біоенергетики у сталому розвитку агросектору.
14. Як цифровізація змінює професійну діяльність агроінженера?
15. Основні виклики, з якими стикаються майбутні агроінженери.
16. Які професійні компетентності є ключовими для агроінженера майбутнього?

ЛЕКЦІЯ 2 СТРУКТУРА ТА ОСНОВНІ СУБ'ЄКТИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА (АПВ) В УКРАЇНІ

План лекції

1. Загальна характеристика агропромислового комплексу України:
2. Основні форми господарювання в АПВ: агрохолдинги, фермерські господарства, приватні домогосподарства.
3. Взаємодія суб'єктів АПВ: державні органи, освітні та наукові установи, постачальники, споживачі. Приклади співпраці та її значення для ефективності АПВ.

2.1 Загальна характеристика агропромислового комплексу України

2.1.1 Взаємозв'язок галузей АПК

Агропромисловий комплекс (АПК) - це сукупність галузей економіки, які забезпечують виробництво, переробку та реалізацію сільськогосподарської продукції.



До складу АПК входять три основні сфери:

- **Аграрне виробництво** - вирощування рослинницької та тваринницької продукції.
- **Переробна промисловість** - заготівля, зберігання, переробка сировини в готову продукцію (борошно, олія, м'ясо-молочні вироби тощо).
- **Інфраструктура** - транспорт, складські приміщення, логістика, торгівля, фінансові установи, інформаційно-консультаційні служби.

2.1.2 Значення АПК для економіки України

- **Основа продовольчої безпеки.** АПК забезпечує населення країни продуктами харчування. Україна належить до провідних експортерів зерна, олійних культур, соняшникової олії.

- **Джерело валютних надходжень.** Аграрна продукція є однією з основних статей українського експорту, що забезпечує значні валютні надходження. Сільське господарство формує понад 10% ВВП та забезпечує близько 40% валютних надходжень від експорту. АПК є стратегічною сферою для продовольчої безпеки держави.

- **Розвиток суміжних галузей.** Розвиток АПК стимулює інші галузі: машинобудування, хімічну промисловість, транспорт.

АПК УКРАЇНИ – ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

СТАТУС У СВІТІ



Провідний експортер



Олійни культури



Соняшникова олія

ЕКОНОМІЧНА РОЛЬ

понад
10% ВВП

близько
40%

валютних надходжен
від експорту



ВПЛИВ НА ІНШІ ГАЛУЗІ

СТРАТЕГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ



гарантія
продовольчої
безпеки країни



Машино-
будування



Хімічна
промисловість



Транспорт



2.2 Основні форми господарювання в АПВ

2.2.1 Агрохолдинги

Це великі сільськогосподарські підприємства, що об'єднують значні земельні банки (десятки та сотні тисяч гектарів). Вони використовують сучасну, високопродуктивну техніку, інноваційні технології та централізоване управління. Їхня діяльність часто орієнтована на експорт.

Переваги: доступ до сучасної техніки, інвестицій, інноваційних технологій; експортна орієнтація.

Недоліки: монополізація ринку, зменшення зайнятості у сільській місцевості, зосередження земель у руках кількох власників.

2.2.2 Фермерські господарства

Середні та малі сімейні підприємства. Це господарства, що належать фізичним особам або сім'ям. Вони є основою дрібного та середнього бізнесу в аграрному секторі. Фермери гнучкіші в ухваленні рішень та можуть спеціалізуватися на вирощуванні нішевих культур, адаптованих до місцевих умов.

Переваги: гнучкість у прийнятті рішень, адаптація до місцевих умов, підтримка сільських територій.

Недоліки: обмежені фінансові ресурси, складний доступ до кредитів, ризики через погодні умови.

2.2.3 Приватні домогосподарства

Особисті підсобні господарства населення. Це господарства, що ведуться населенням на присадибних ділянках. Хоча вони не є великими виробниками, їхній сукупний внесок у загальний обсяг продукції є значним.

Переваги: забезпечення сім'ї продуктами харчування, збереження традиційних знань.

Недоліки: низький рівень механізації, відсутність виходу на великі ринки.

2.2.4 Роль агроінженера в різних формах господарювання

В агрохолдингах - впровадження інновацій, автоматизація, управління технічним парком. Агроінженер виконує роль менеджера, який відповідає за технічний парк, впровадження нових технологій, автоматизацію процесів, організацію технічного обслуговування.

У фермерських господарствах - оптимізація використання техніки, зниження витрат, підбір машин. Агроінженер може бути ключовим фахівцем, який безпосередньо працює з технікою, консультує власника щодо її вибору, ремонту та ефективного використання.

У приватних домогосподарствах - популяризація малих механізованих рішень, дорадчі послуги. Роль агроінженера може полягати в консультаційній діяльності, допомозі у виборі малої сільськогосподарської техніки та її обслуговуванні.

2.3 Взаємодія суб'єктів АПВ

2.3.1 Державні органи

- Міністерство аграрної політики та продовольства України;
- Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру;
- Органи місцевого самоврядування.

Функції: формування політики, регулювання ринку, підтримка фермерів, контроль якості продукції.

2.3.2 Освітні та наукові установи

- Аграрні університети, науково-дослідні інститути.
- Підготовка фахівців, розробка нових технологій, проведення наукових досліджень.

2.3.3 Постачальники та споживачі

- Постачальники техніки, добрив, ЗЗР, насіння.
- Внутрішні та зовнішні споживачі сільгосппродукції.

2.3.4 Приклади співпраці

- Спільні інноваційні проєкти між університетами, бізнесом та державою.
- Кластери АПК (наприклад, зернові чи молочні).
- Експортні асоціації, що об'єднують виробників.

Значення співпраці: підвищення ефективності виробництва, розвиток ринку, зниження ризиків, формування конкурентних переваг України на світовій арені.

СПІВПРАЦЯ СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (СНАУ)



Наука



Бізнес



Держава

- Спільні проекти у сфері агротехнологій
- Участь у міжнародних грантах
- Розробка інновацій для АПК
- Державна підтримка освіти й досліджень

КЛАСТЕРИ АПК



**Зерновий
кластер**

- Виробники зернових культур
- Переробні підприємства
- Логістичні компанії



**Молочний
кластер**

- Фермерські господарства
- Молокозаводи
- Науковий супровід (ветеринарія, технології)

Здобувачі Сумського НАУ проходять практику на базі великих агрохолдингів та провідних аграрних підприємств, що дозволяє їм застосовувати теоретичні знання на практиці. Це взаємовигідна співпраця: підприємства отримують кваліфікованих молодих фахівців, а університет - базу для підготовки кадрів, що відповідають сучасним вимогам ринку. Здобувачі інженерно-технологічного факультету відвідують різні вистави сільськогосподарського обладнання та сучасних технологій, різні платформи, беруть участь у програмах, проводять практичні навчання на базах різних фірм.

Агропромисловий комплекс України — це динамічна та складна система, що постійно розвивається. Майбутній агроінженер повинен не лише володіти технічними знаннями, а й розуміти, як влаштована ця система, щоб ефективно взаємодіяти з різними її суб'єктами та сприяти її сталому розвитку.

Партнери з практичної підготовки агроінженерів



Питання для самоконтролю:

1. Що таке агропромисловий комплекс (АПК) та які його основні складові?
2. У чому полягає взаємозв'язок між аграрним виробництвом, переробною промисловістю та інфраструктурою?
3. Яке значення має АПК для економіки України та продовольчої безпеки держави?
4. Які основні форми господарювання функціонують у агропромисловому виробництві України?
5. Які переваги та недоліки характерні для агрохолдингів?
6. Особливості діяльності фермерських господарств у системі АПВ.
7. Роль приватних домогосподарств у виробництві аграрної продукції.
8. Яке місце та функції агроінженера в різних формах господарювання?
9. Хто є основними суб'єктами агропромислового виробництва?
10. Яку роль відіграють державні органи у функціонуванні та розвитку АПВ?
11. Значення освітніх та наукових установ для підвищення ефективності АПВ.
12. Як взаємодія між суб'єктами АПВ впливає на ефективність та конкурентоспроможність аграрного сектору?

ЛЕКЦІЯ 3 ПРАВОВІ ОСНОВИ АГРОІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ГРОМАДЯНСЬКА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК СУСПІЛЬСТВА

План лекції

1. Права та обов'язки агроінженера як члена громадянського суспільства в правовій державі:
2. Правове забезпечення сталого розвитку АПВ: екологічна відповідальність та безпека життєдіяльності:
3. Відповідальність агроінженера за порушення законодавства та роль у розбудові демократичного суспільства:

Правова держава – це така держава, у якому, по-перше, реально здійснюється пріоритет права над усіма іншими принципами в організації державної влади (класовими, становими, національними і т. д.), по-друге, реалізуються всі основні права і свободи громадян. Це означає, що держава, видає закон, зобов'язана керуватися ним у своїй діяльності до тих пір, поки він існує, хоча має право зазначити або змінити його. Право визначає межі свободи як суспільства в цілому, так і окремої людини.

У правовій державі людина вільна вибирати духовні цінності, професію, спосіб життя, а також повинен гарантувати йому недоторканність житла, приватного життя і т. д. У такому суспільстві панує закон, а не окрема особистість.

Отже, забезпечується передбачуваність дій усіх офіційних державних установ. Державне управління організовано при обов'язковому поділі незалежних один від одного, самостійно обираються трьох гілок влади: законодавчої, виконавчої і судової. Виконуючи свої функції, вони врівноважують та контролюють один одного, виступаючи проти різних порушень та зловживань владою.

В Україні агроінженер як член громадянського суспільства має загальні права й обов'язки громадянина, зокрема право на свободу слова, об'єднання, участь у виборах, та обов'язки дотримуватися законів, сплачувати податки, дбати про довкілля. Його професійна діяльність у правовій державі передбачає дотримання стандартів безпеки, екологічних норм, етичних принципів, а також обов'язок сприяти розвитку агросектору та захисту прав споживачів сільськогосподарської продукції.

Таблиця «Співвідношення громадянського суспільства та держави»

Лінії порівняння	Громадянське суспільство	Держава
Реалізовані інтереси	Повсякденні інтереси індивідів.	Громадські інтереси соціальних груп, класів, етносів.
Засоби реалізації	Переконання, правові та моральні норми, традиції, звичаї, мистецтво тощо.	Конституція, влада, примус, право тощо.
Зв'язки та відносини між людьми	Переважають горизонтальні зв'язки, заснованих на відносинах солідарності та конкуренції.	Переважають вертикальні зв'язки, заснованих на відносинах панування та підпорядкування.
Основа	Вільний індивід з невід'ємними правами та неполітичні організації, за допомогою яких він їх реалізує.	Політичні інститути, органи влади, лідери, еліта тощо.

3.1 Права та обов'язки агроінженера як члена громадянського суспільства в правовій державі

3.1.1 Конституційні засади верховенства права та прав людини

- Верховенство права — основоположний принцип, за яким усі суб'єкти (держави, громадяни, організації) підпорядковуються закону.

- Права і свободи людини закріплені у Конституції України (ст. 3, 21–68), зокрема: право на житло, працю, освіту, охорону здоров'я та безпечне довкілля.

- Застосування для агроінженера: знати закони та нормативні акти, що регулюють аграрну діяльність, дотримуватися правових норм у роботі з технікою, ґрунтом, водними ресурсами.

3.1.2 Реалізація професійних прав та обов'язків

- Професійні права агроінженера:
 - право на участь у розробці технологій і процедур;
 - право на інформацію про безпечне використання техніки та ресурсів;
 - право на підвищення кваліфікації.
- Професійні обов'язки:
 - дотримання нормативних документів і стандартів;
 - забезпечення безпеки працівників і навколишнього середовища;
 - етична поведінка при роботі з колегами, фермерами та замовниками.

3.1.3 Роль агроінженера у дотриманні правових засад АПК

- Контроль за дотриманням законів у агропромисловому виробництві;
- Консультації та впровадження кращих практик серед працівників;
- Участь у розробці локальних нормативних актів підприємства (інструкції, правила безпеки, етичні кодекси).

Висновок: агроінженер не лише виконує технічні завдання, а й забезпечує дотримання правових норм у аграрному секторі.

3.2 Правове забезпечення сталого розвитку АПВ: екологічна відповідальність та безпека життєдіяльності

3.2.1 Усвідомлення цінностей сталого розвитку

- Сталий розвиток суспільства – збалансований розвиток економіки, соціальної сфери та екології.

- Агроінженер має розуміти: ефективне виробництво не повинно шкодити довкіллю; ресурси повинні використовуватися раціонально.

3.2.2 Екологічна безпека в агропромисловому виробництві

- Основні правові норми:
 - Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
 - Норми поводження з пестицидами та добривами;
 - Вимоги до утилізації відходів та захисту водних ресурсів.
- Приклади дій агроінженера:
 - контроль за застосуванням техніки без перевищення норм забруднення;
 - впровадження технологій точного землеробства;
 - аудит та звітність щодо впливу виробництва на довкілля.

3.2.3 Правові аспекти охорони праці та безпеки життєдіяльності

- Законодавство про охорону праці (ЗУ «Про охорону праці», Кодекс законів про працю).
- Агроінженер відповідає за:
 - безпечне використання техніки;
 - навчання персоналу правилам безпеки;
 - дотримання норм санітарії та охорони навколишнього середовища.

Висновок: дотримання екологічних та безпекових норм – складова права людини на безпечне середовище та працю.

3.3 Відповідальність агроінженера та роль у розвитку демократичного суспільства

Підстави юридичної відповідальності



3.3.1 Види юридичної відповідальності

- Дисциплінарна: порушення правил внутрішнього розпорядку на підприємстві;
- Адміністративна: порушення законодавства (санітарні, екологічні, транспортні норми);
- Цивільна: завдання шкоди майну, неправильне виконання контрактів;
- Кримінальна: тяжкі порушення, що призвели до шкоди життю, здоров'ю, довкіллю.

Види юридичної відповідальності



3.3.2 Важливість правової свідомості

- Формування правової культури: знання законів, дотримання етичних норм, активна участь у суспільному житті.
- Агроінженер сприяє розвитку демократичного суспільства, дбає про законність і прозорість у виробництві.

ПРИНЦИПИ ЮРИДИЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ



3.3.3 Участь у правовій культурі та етичних нормах

- Розробка корпоративних правил і кодексів етики;
- Проведення тренінгів для колег;
- Контроль за дотриманням стандартів безпеки та екології.

Висновок: агроінженери є не лише технічними спеціалістами, а й носіями правової культури та етичних стандартів, що формують демократичне суспільство.

Підсумки лекції

1. Агроінженер реалізує свої права та обов'язки в межах загальногромадянських прав і законодавства.
2. Екологічна та соціальна відповідальність – частина сталого розвитку АПК.
3. Юридична свідомість та дотримання законів сприяють формуванню демократичного та безпечного суспільства.

Питання для самоконтролю:

1. Які конституційні засади визначають права та свободи людини та громадянина в Україні?
2. Які права та обов'язки має агроінженер як член громадянського суспільства в правовій державі?
3. Як професійні права та обов'язки агроінженера реалізуються в межах загальногромадянських прав?
4. Яку роль відіграє агроінженер у дотриманні правових засад функціонування аграрного сектору?
5. У чому полягає сутність концепції сталого розвитку суспільства?
6. Чому важливий баланс між економічними, соціальними та екологічними аспектами в АПВ?
7. Які основні правові норми регулюють екологічну безпеку в агропромисловому виробництві?
8. Які заходи передбачені законодавством для запобігання забрудненню ґрунтів, води та повітря?
9. Як регулюється поводження з відходами в агропромисловому комплексі?
10. Яке значення мають правові норми з охорони праці та безпеки життєдіяльності в агроінженерній діяльності?
11. Які види юридичної відповідальності можуть наступати за порушення законодавства у професійній діяльності агроінженера?
12. В яких випадках агроінженер може нести дисциплінарну, адміністративну, цивільну чи кримінальну відповідальність?
13. Чому правова свідомість і правова культура є важливими для демократичного суспільства?
14. Яку роль відіграють агроінженери у формуванні правової культури в агропромисловому комплексі?
15. Як дотримання етичних норм і законодавства сприяє сталому розвитку аграрного сектору та суспільства в цілому?

ЛЕКЦІЯ 4 СУЧАСНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ: ІНЖЕНЕРНИЙ АСПЕКТ

План лекції:

1. Основні технології вирощування польових культур: класичні, мінімальні та нульові обробітки ґрунту.
2. Механізація процесів сівби та догляду за рослинами: сучасні сівалки, обприскувачі, машини для внесення добрив.
3. Збирання врожаю: комбайни та інші збиральні машини, оптимізація логістики.

Сьогодні ми поглянемо на сільське господарство не просто як на вирощування рослин, а як на високотехнологічну інженерну дисципліну. Роль агроінженера сьогодні – це не лише знання техніки, а й розуміння її взаємозв'язку з біологічними та екологічними процесами. Ми розглянемо, як інженерні рішення змінюють підхід до обробітки ґрунту, сівби, догляду та збирання врожаю, роблячи виробництво більш ефективним, точним та екологічним.

4.1 Основні технології вирощування польових культур: класичні, мінімальні та нульові обробітки ґрунту

Переваги та недоліки різних систем обробітки з інженерної точки зору

Класична технологія (оранка): Цей традиційний метод передбачає використання енергоємних плугів. З інженерної точки зору, він забезпечує глибоку підготовку ґрунту та ефективний контроль бур'янів. Однак, він також призводить до інтенсивного руйнування ґрунтової структури, збільшення ризику ерозії та формування ущільненого шару, що може перешкоджати проникненню вологи та повітря.

Особливість класичної технології полягає у розпушуванні ґрунту із застосуванням відвальних плугів з оборотом орного шару у середньому на 20 см. Така глибина визначає потребу не лише у міцності агрегату, але й у сильній тязі трактора.

Класична технологія обробітку ґрунту включає сукупність прийомів для покращення його родючості та умов для росту рослин, основними з яких є оранка (перевертання ґрунту), боронування (збереження вологи), культивація (розпушування та знищення бур'янів) і коткування (ущільнення для рівномірного посіву). Ця система передбачає повний обіг пласта ґрунту для загортання рослинних решток і добрив, але може призводити до утворення плужної підшви, що обмежує проходження вологи.

Переваги класичної технології обробітку ґрунту

- Поліпшення структури ґрунту:

Оранка забезпечує перевертання ґрунтового шару, подрібнює грудки, створюючи глибокий, добре структурований орний шар.

- Збільшення пористості:

Збільшує об'єм ґрунту та його пористість, що покращує аерацію та дренаж.

- Знищення бур'янів та шкідників:

Під час оранки відбувається механічне знищення бур'янів, загортання рослинних решток та інших органічних матеріалів.

- Добре загортання добрив:

Добрива, внесені під час оранки, ефективно загортаються у ґрунт.

- Створення комфортних умов для насіння:

Дозволяє створити сприятливий посівний шар для дружного проростання насіння.

Недоліки класичної технології обробітку ґрунту

- Високі енерговитрати та трудомісткість:

Технологія є дуже енергоємною, потребує значних витрат палива та праці через багаторазові проходи техніки.

- Ущільнення ґрунту:

Інтенсивний обробіток і часті проходи техніки призводять до ущільнення ґрунту та формування плужної підшви.

- Втрата вологи:

Інтенсивна обробка сприяє швидкому випаровуванню ґрунтової вологи, що особливо небезпечно в посушливих регіонах.

- Ризик ерозії:

Знищення рослинного покриву та оголення поверхні ґрунту під час оранки підвищує ризик вітрової та водної ерозії.

- Зменшення біологічної активності:

Інтенсивна обробка негативно впливає на популяцію земляних черв'яків та інших ґрунтових мікроорганізмів.

- Неекономічність:

Низька продуктивність плуга та великі витрати палива роблять цей спосіб менш економічно вигідним порівняно з альтернативними технологіями.

Мінімальний обробіток (Min-till): Ця технологія дозволяє зменшити кількість проходів техніки, що веде до значної економії палива та часу. Вона зберігає вологу в ґрунті, але може бути менш ефективною в боротьбі з бур'янами, що потребує більш точного та своєчасного застосування гербіцидів.

Мінімальний обробіток ґрунту (Mini-till) — це безплужна система обробітку ґрунту, яка складається тільки з мінімального, поверхневого обробітку ґрунту шляхом змішування лише верхніх його шарів.

Mini-Till технологія передбачає:

- подрібнення рослинних залишків комбайнами одночасно із збиранням врожаю;
- лущення стерні відразу після збирання попередника на глибину 6-8 см;

- осінню обробку дисковими боронами на глибину 15-18 см;
- один раз в три роки глибоке розпушування ґрунту на глибину 35-40 см.

Завдяки неглибокому змішувальному обробітку ґрунту втрачається дуже мало ґрунтової вологи. Близько 30% пожнивних решток залишають на поверхні поля, щоб зменшити утворення кірки на ґрунтовій поверхні внаслідок дії водної і вітрової ерозії та активізувати життя ґрунту в його верхніх шарах. Пожнивні рештки добре змішуються, процес нітрифікації відбувається дуже швидко і якісно. За наявності на поверхні поля великої їхньої кількості (стебла кукурудзи) досягти якісного перемішування буде значно важче.

Переваги мінімального обробітку ґрунту:

- Зниження механічного впливу на ґрунт.
- Зростання рівня урожайності.
- Ресурсо- та енергозберігаюча ефективність технології.
- Збереження та покращення родючості.
- Зменшення водної та повітряної ерозії.
- Скорочення кількості основних агротехнічних прийомів.
- Мінералізація та гуміфікація ґрунту із поповненням поживних речовин.
- Підвищення інтенсивності використання засобів захисту рослин.

Недоліки мінімального обробітку ґрунту:

- Необхідність урахування особливостей та властивостей ґрунту – щільності, вмісту гумусу, рухомих форм поживних речовин.
- Суттєве збільшення засміченості посівів.
- Ущільнення та підкислення ґрунту.
- Погіршення фізичних властивостей та фітосанітарного стану ґрунту і посівів.
- Необхідність модернізації парку сільськогосподарської техніки.
- Потреби в інвестуванні.

Нульовий обробіток (No-till): Це найменш інвазивна технологія, яка мінімізує будь-який вплив на ґрунт. Її головна інженерна перевага - це збереження родючості ґрунту та значне зменшення витрат на паливо і роботу техніки. Недоліки: вимагає спеціалізованої техніки та може бути складною для впровадження на початкових етапах.

No-till (нульовий обробіток ґрунту) – це система землеробства, яка передбачає вирощування культур без традиційної оранки чи глибокого розпушування ґрунту. Замість цього використовуються спеціальні сівалки для прямого висіву насіння в стерню попередньої культури або в покривні культури.

Основні принципи no-till:

Відмова від механічного обробітку – не проводиться оранка чи дискування, що зберігає природну структуру ґрунту.

Постійне покриття ґрунту – залишається мульча з рослинних решток, яка захищає від ерозії та втрати вологи.

Переваги no-till:

✓ Збереження вологи – стерня та мульча запобігають випаровуванню води.

✓ Покращення структури ґрунту – знижується ризик ущільнення ґрунту та покращується його аерація.

✓ Економія пального та ресурсів – менше використання техніки скорочує витрати на паливо та робочу силу.

✓ Зменшення ерозії ґрунту – запобігає розмиванню та вивітрюванню родючого шару.

✓ Підвищення вмісту органічної речовини – сприяє накопиченню гумусу та покращенню родючості.

Можливі виклики:

- ⚠ Потребна у спеціальній техніці – потрібні сівалки прямого висіву.
- ⚠ Контроль бур'янів – через відсутність механічної обробки ґрунту зростає залежність від гербіцидів.
- ⚠ Перехідний період – у перші роки можливе зниження врожайності через адаптацію ґрунту.

Сівозміна та покривні культури – використовуються для збагачення ґрунту поживними речовинами та зменшення тиску шкідників і хвороб.

Розвиток ґрунтової біоти – сприяє активній роботі мікроорганізмів, що покращують родючість.

Вимоги до техніки для різних технологій

Для класичної: Потрібні потужні трактори, що працюють з лемішними плугами, дисковими боронами та культиваторами.

Для мінімальної: Використовуються комбіновані агрегати, які за один прохід виконують кілька операцій (наприклад, глибокорозпушувачі з дисками).

Для нульової: Основний інженерний виклик — це спеціалізовані сівалки прямої сівби, які мають посилені конструкції та ріжучі диски для роботи по рослинних рештках.

4.2 Механізація процесів сівби та догляду за рослинами: сучасні сівалки, обприскувачі, машини для внесення добрив

Принципи роботи та особливості налаштування

Сівалки: Сучасні сівалки оснащені вакуумними або пневматичними системами, які забезпечують точний висів насіння з заданою нормою та глибиною. Особливості налаштування включають регулювання норми висіву, тиску на сошники та глибини заробки насіння.

Обприскувачі: Головний інженерний принцип — рівномірне внесення робочого розчину. Сучасні обприскувачі мають системи автоматичного контролю висоти штанги, що забезпечує постійну відстань до рослин. Також вони оснащені GPS-контролем для відключення секцій, що запобігає перекриттям.

Машини для внесення добрив: Ці машини дозволяють застосовувати технології диференційованого внесення добрив. Вони використовують карти-завдання, які були створені на основі аналізу ґрунту або даних з дронів, щоб вносити добрива лише там, де це необхідно.

Вплив якості виконання операцій на врожайність та екологію

- Неправильне налаштування сівалки призводить до нерівномірних сходів, що знижує врожайність.
- Неточне внесення пестицидів обприскувачем може призвести до забруднення навколишнього середовища та шкоди для корисних організмів.
- Якісне та точне виконання всіх операцій завдяки сучасній техніці підвищує **урожайність** та мінімізує негативний вплив на **екологію**.

4.3 Збирання врожаю: комбайни та інші збиральні машини, оптимізація логістики

Типи комбайнів, їх продуктивність та ефективність

Барабанні комбайни: Це традиційні комбайни з простим молотильним апаратом. Вони ефективні, але можуть мати більші втрати зерна.

Барабанні комбайни (також відомі як комбайни з класичною схемою молотарки) - це сільськогосподарські машини для збору врожаю, які використовують барабан для відділення зерна від колосків. Їхні переваги включають незалежність від вологості культур та придатність для невеликих площ або низької врожайності, хоча вони програють у продуктивності

роторним моделям. До основних елементів їхнього молотильно-сепарувального пристрою належать барабан, підбарабання та клавішний соломотряс.



Рисунок 4.1 – Зернозбиральний комбайн із молотильно-сепарувальним пристроєм класичної схеми обмолоту

Принцип роботи

1. Молотіння:

Злакова маса потрапляє в барабан, який обертається та бичами, розташованими на його поверхні, вибиває зерно з колосків.

2. Сепарація:

Вибите зерно прокидається крізь решітчасте підбарабання, а солома та інше грубе вороху потрапляють на клавішний соломотряс.

3. Очищення:

Зерно проходить подальше очищення, а солома виводиться з комбайна.

Переваги барабанних комбайнів

- **Низька вологість культур:**

Вони менш чутливі до вологості зібраної культури порівняно з роторними комбайнами.

- **Вигода при низькій врожайності:**

Їхня експлуатація є вигідною для невеликих площ або полів з невисокою врожайністю.

- **Низька витрата палива:**

Барабанні комбайни відзначаються меншими показниками витрати палива.

Недоліки барабанних комбайнів

- **Нижча продуктивність:** У порівнянні з роторними системами, барабанні комбайни мають меншу продуктивність

Роторні комбайни: Використовують обертовий ротор для обмолоту. Вони мають вищу продуктивність та менше пошкоджують зерно, що важливо для товарної якості.



Рисунок 4.1 – Зернозбиральний комбайн із молотильно - сепарувальним пристроєм роторної схеми обмолоту

Роторні зернозбиральні комбайни використовують поздовжні ротори замість класичних барабанів для обмолоту та сепарації, що підвищує їхню пропускну здатність і ефективність, особливо на соломистих культурах та при

високій вологості врожаю. Популярні моделі включають серії Case IH Axial-Flow, John Deere S, New Holland CR та інші.

Принцип роботи та переваги

Роторна система: Замість традиційного барабана, роторні комбайни мають один або два поздовжні ротори з гвинтовими лопатями, які захоплюють хлібну масу, обмолочують її та сепарують зерно.

Підвищена продуктивність: Роторна технологія дозволяє досягти вищої продуктивності та пропускної здатності порівняно з класичними клавішними комбайнами.

Ефективність за складних умов: Такі комбайни ефективніші при збиранні соломистих культур та у випадку високої вологості хлібної маси.

Автоматичні системи: Сучасні роторні комбайни оснащені системами точного землеробства, які відстежують і контролюють параметри роботи, а також датчики врожайності та вологості.

Популярні виробники та моделі:

- [Case IH](#): Широко використовується серія Axial-Flow, зокрема серія AF.
- [John Deere](#): Відомі серії S та CTS, C.
- [New Holland](#): Популярна технологія Twin Rotor, представлена в комбайнах серії CR.
- [CLAAS](#): Моделі Lexion з комбінованою системою МСП.
- [Massey Ferguson](#): Комбайни серії Delta.
- [Fendt](#): Комбайни серії IDEAL та X.

Особливості, що впливають на роботу:

Витрати палива: Роторні системи вимагають більшої потужності, що призводить до збільшення витрат палива.

Система очищення: Комбайни використовують трикаскадні решітні стани та потужні вентилятори для ефективної очистки зерна.

Система подрібнення решток: Забезпечують розподіл подрібнених пожнивних решток на всю ширину жнивarki

Гібридні комбайни: Поєднують барабанний та роторний принцип, забезпечуючи високу продуктивність та мінімальні втрати.

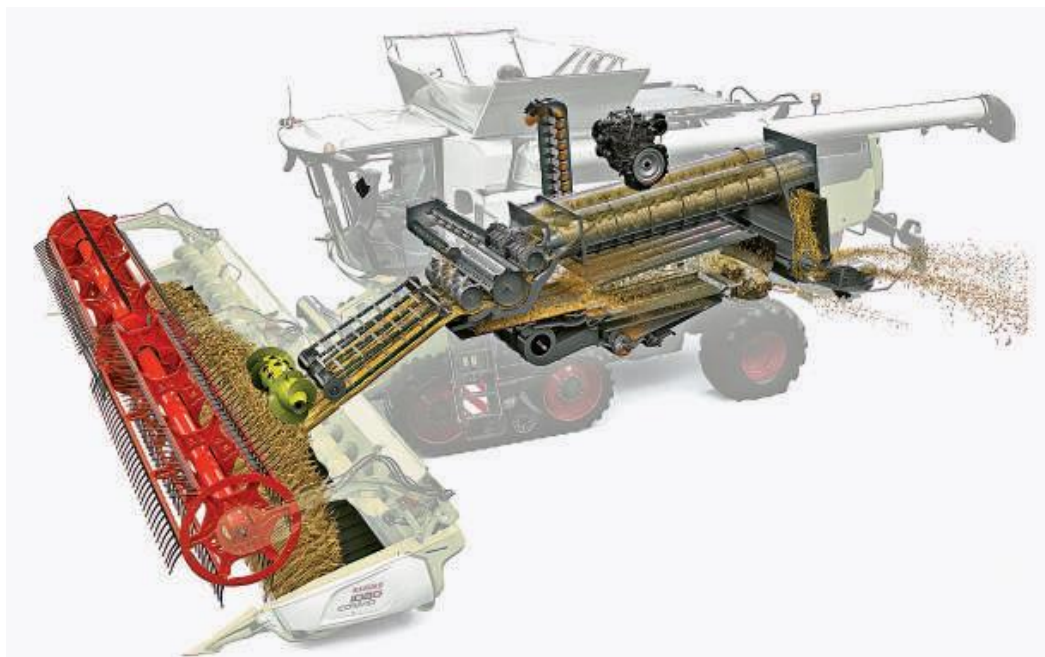


Рисунок 4.3- Зернозбиральний комбайн із молотильно-сепарувальним пристроєм гібридної схеми обмолоту

Забезпечення мінімальних втрат при збиранні

Технічні налаштування: Для мінімізації втрат агроінженер повинен правильно налаштувати швидкість руху комбайна, оберти молотильного барабана/ротора, зазори та інші параметри.

За правильного вибору терміну збирання втрати бувають мінімальними.

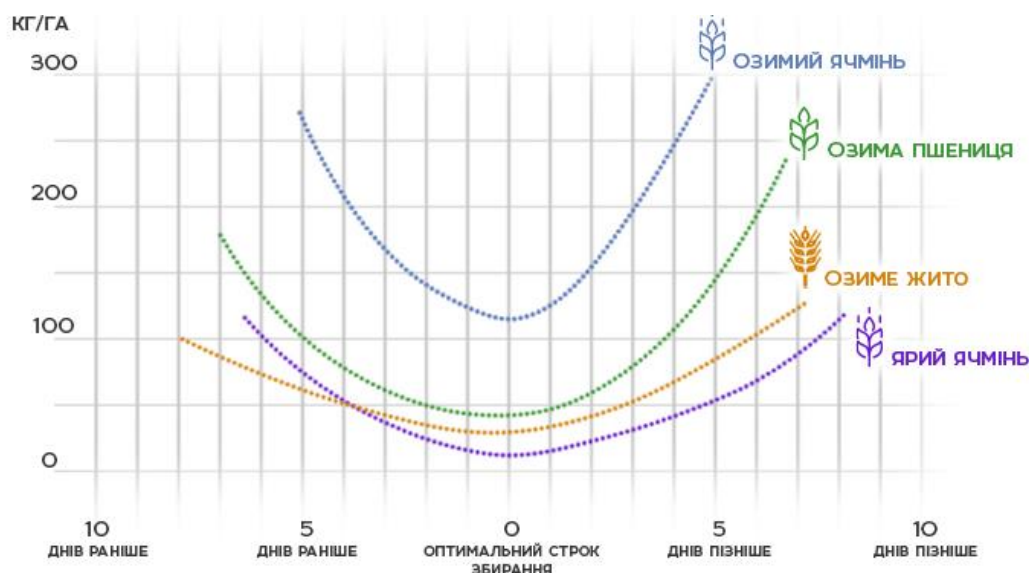


Рисунок 4.4-Втрати врожаю залежно від терміну збирання за Д.Шпааром

Для попереднього визначення ступеня зрілості та строку збирання, можна використовувати еозинову пробу. Для цього готують 1%-й розчин еозину. Вибирають 20 продуктивних стебел, зрізають їх на висоті 20-30 см від колоса і ставлять на 8-24 години в рідину. За ступенем забарвлення оцінюють попередній наступ збиральної стиглості.

Якщо після необхідної експозиції відбулося фарбування більшості колосків, термін збирання даного посіву настане приблизно через 8-10 днів. Якщо відбулося фарбування стебел до основи колоса, то це означає, що в найближчі дні можливий пробний обмолот для точнішого визначення терміну збирання. У тому ж разі, коли навіть на стеблах немає червоного забарвлення, слід негайно розпочинати збирання.

Кліматичні та погодні умови мають вирішальний вплив на проведення збору урожаю. Збирання комбайнами слід організувати таким чином, щоби за можливості обійти технічну сушку. Фінансові витрати на сушку, як правило, значно вищі, ніж фінансова виручка при використанні комбайнів у неоптимальних умовах. Особливо слід врахувати вологість повітря, утворення роси і перехід вологості на зерно.

За вологості повітря 81-100% комбайнування не проводять, за 51-80% — оптимальні умови збирання врожаю, за 50-31% — можливе збирання при відповідній установці комбайна, 30% і нижче — збирання у щадному режимі з найвищою швидкістю руху комбайна.

Автоматизовані системи: Сучасні комбайни мають системи автоматичного контролю втрат, що інформують оператора про відхилення в режимі реального часу, дозволяючи йому швидко реагувати.

Автоматизація зернозбиральних комбайнів дає змогу істотно підвищити продуктивність роботи, знизити втрати зерна та запобігати позаштатним ситуаціям під час жнив.

Сьогодні ми спостерігаємо перехід від допоміжних систем до повної автоматизації робочого процесу. Комбайн не просто інформує, а сам приймає рішення. Це схоже на автопілот у літаку, де замість пілота електроніка виконує більшість рутинних і складних операцій. Машина збирає дані з безлічі датчиків (вологість, урожайність, швидкість, стан механізмів) і миттєво оптимізує свою роботу. Наприклад, вона може автоматично змінювати швидкість обмолоту або регулювати швидкість руху, щоб мінімізувати втрати. Ці інтелектуальні системи допомагають не лише новачкам, а й досвідченим операторам максимально розкрити потенціал машини. Завдяки цьому продуктивність комбайнів може зрости щонайменше на 10 %.

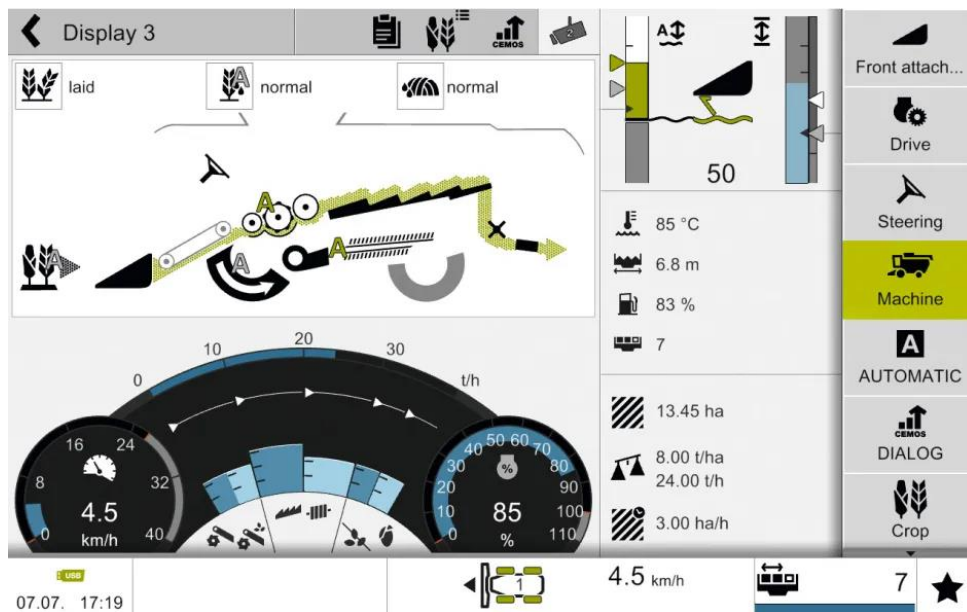
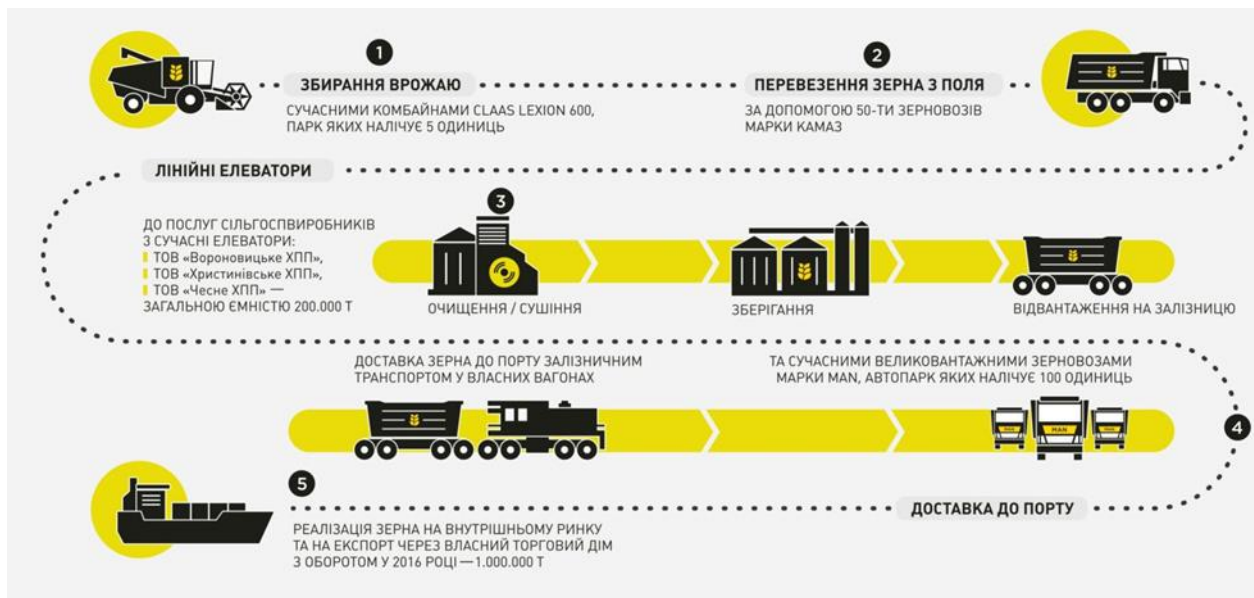


Рисунок 4.5 - Інтерфейс дисплея CEBIS (CLAAS electronic machine information system) на комбайні CLAAS

Повністю автоматизована система CEMOS AUTOMATIC, яка мінімізує втручання оператора, що дає змогу комбайну завжди працювати на максимумі своїх можливостей і повністю розкрити закладений інженерами потенціал відповідно до поточних умов збирання. Ці системи завжди враховують навантаження на основні робочі вузли, щоб унеможливити їхнє перевантаження й попередити передчасний вихід з ладу.

Оптимізація логістики: Щоб уникнути простоїв та простоїв комбайнів, необхідно оптимізувати логістику — координувати рух комбайнів та зерновозів. Використання GPS-трекінгу дозволяє в режимі реального часу відстежувати рух техніки та оптимізувати її роботу.



Підсумки лекції

Сучасний агроінженер - це не лише оператор техніки, а й менеджер технологій. Його рішення щодо вибору машин, налаштування та оптимізації процесів мають прямий вплив на економічну ефективність та екологічну стійкість аграрного виробництва. Успіх у майбутньому сільському господарстві буде залежати від уміння поєднувати інженерні знання з біологічними, економічними та інформаційними чинниками для створення точних, ефективних та сталих систем.

Питання для самопідготовки:

1. У чому полягають принципи відмінності класичної, мінімальної та нульової систем обробітку ґрунту з інженерної точки зору?
2. Які переваги та недоліки класичного обробітку ґрунту щодо енергоспоживання, продуктивності машин та знесення техніки?
3. Як мінімальний обробіток ґрунту впливає на вибір агрегатів, їх конструкцію та режим роботи?
4. Які інженерні вимоги висуваються до техніки під час впровадження технології No-Till?
5. Як різні системи обробітку ґрунту впливають на ущільнення ґрунту та довговічність машинно-тракторних агрегатів?

6. Які типи сучасних сівалок використовуються в інтенсивних та ресурсозберігаючих технологіях рослинництва?
7. У чому полягають особливості конструкції та принципу роботи точних та пневматичних сівалок?
8. Які основні параметри налаштування сівалок і як вони впливають на рівномірність висіву?
9. Які види обприскувачів застосовуються в сучасному рослинництві та які їх інженерні переваги?
10. Якість внесення засобів захисту рослин і добрив впливає на врожайність та екологічну безпеку?
11. Які технічні засоби використовуються для локального та диференційованого внесення добрив?
12. Які типи зернозбиральних комбайнів застосовуються в сучасному рослинництві та чим вони відрізняються за конструкцією?
13. Як визначається продуктивність комбайна та які фактори на неї впливають?
14. Які інженерні заходи дозволяють зменшити втрати врожаю під час збирання?
15. Як оптимізація логістики збирання та транспортування врожаю підвищує ефективність роботи збиральних машин?

ЛЕКЦІЯ 5. МЕХАНІЗАЦІЯ ТВАРИННИЦТВА ТА СУЧАСНІ ФЕРМЕРСЬКІ РІШЕННЯ

План лекції

1. Системи утримання тварин та їх інженерне забезпечення: мікроклімат, годівля, водопостачання.
2. Обладнання для доїння та первинної обробки молока: сучасні доїльні установки та охолоджувачі.
3. Утилізація відходів тваринництва та біоенергетичні технології.

Механізація тваринництва є ключовим напрямом розвитку сучасного агропромислового виробництва, адже забезпечує підвищення продуктивності праці, покращення умов утримання тварин, зниження собівартості продукції та підвищення її якості. Інженерні рішення в цій сфері спрямовані на створення оптимального мікроклімату у приміщеннях, забезпечення ефективної системи годівлі й водопостачання, удосконалення технологій доїння та обробки молока, а також на екологічно безпечну утилізацію відходів тваринництва з можливістю виробництва відновлюваної енергії.

5.1 Системи утримання тварин та їх інженерне забезпечення

Утримання сільськогосподарських тварин базується на застосуванні спеціалізованих приміщень і комплексів, що відповідають зоотехнічним і санітарно-гігієнічним вимогам. Основними типами приміщень є корівники, свинарники, пташники, вівчарні та інші споруди, які проектується з урахуванням виду тварин, технології утримання (прив'язне чи безприв'язне), а також кліматичних умов регіону.

Особливу увагу приділяють системам годівлі та водопостачання. Традиційні ручні методи поступово витісняються автоматизованими рішеннями, які дають змогу рівномірно розподіляти корми, дозувати їх залежно від потреб конкретної групи тварин і значно знижувати трудові

витрати. Автоматизовані кормороздавачі, конвеєрні системи та роботизовані комплекси створюють можливості для індивідуалізованої годівлі. Сучасні поїлки з автоматичним регулюванням подачі води забезпечують тварин чистою водою відповідно до їх фізіологічних потреб.

Типи приміщень

- **Прив'язні корівники** – класична система, де кожна тварина закріплена у власному станку.

Прив'язне утримання поширене на фермах усіх виробничих напрямків безумовно переважає на молочнотоварних. При цьому кожна тварина має своє стійло (рис. 5.1), в якому її фіксують або вона самофіксується за допомогою відповідного обладнання.



Рисунок 5.1 - Загальний вигляд приміщення – а, стійла – б

б: 1 – стійлове обладнання; 2 – годівниця; 3 – автонапувалка; 4 – гнойова канавка.

- **Безприв'язні корівники** – сучасна система, що забезпечує більшу свободу руху, зручність автоматизації процесів.



Рисунок 5.2 - Приклад виконання безприв'язного способу утримання ВРХ

- **Відкриті навіси й майданчики** – застосовуються у теплих кліматичних зонах.



Рисунок 5.3 - Відкритих загонів для корів та навіси для телят

Мікроклімат та вентиляція

- Оптимальні параметри: температура, вологість, газовий склад, освітленість.
- Вентиляційні системи: природна, механічна припливно-витяжна, комбінована.
- Автоматизація: датчики температури, вологості, системи управління заслінками та вентиляторами.

Одним із найважливіших чинників є мікроклімат у приміщеннях. Він визначається температурою, вологістю, швидкістю руху повітря, рівнем освітлення та газового складу атмосфери. Для підтримки оптимальних параметрів застосовуються вентиляційні системи — природні, механічні та комбіновані. У сучасному тваринництві широко поширені автоматизовані системи вентиляції з датчиками температури та вологості, які дозволяють підтримувати стабільний мікроклімат незалежно від зовнішніх умов.

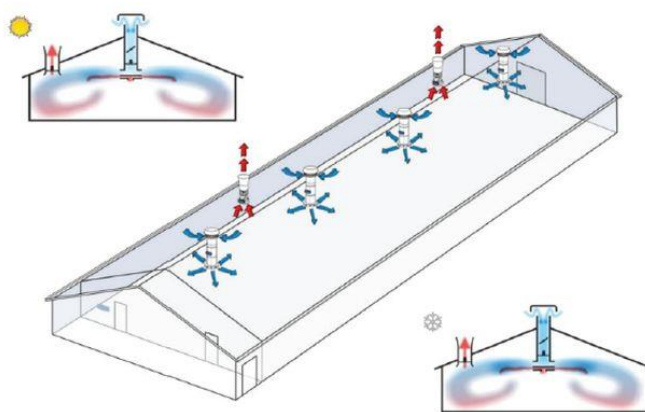


Рисунок 5.4- Завдяки надійній термоізоляції повітропроводів несвіже й вологе повітря виштовхується за межі будівлі, а їх ефективність збільшується при зростанні швидкості вітру.

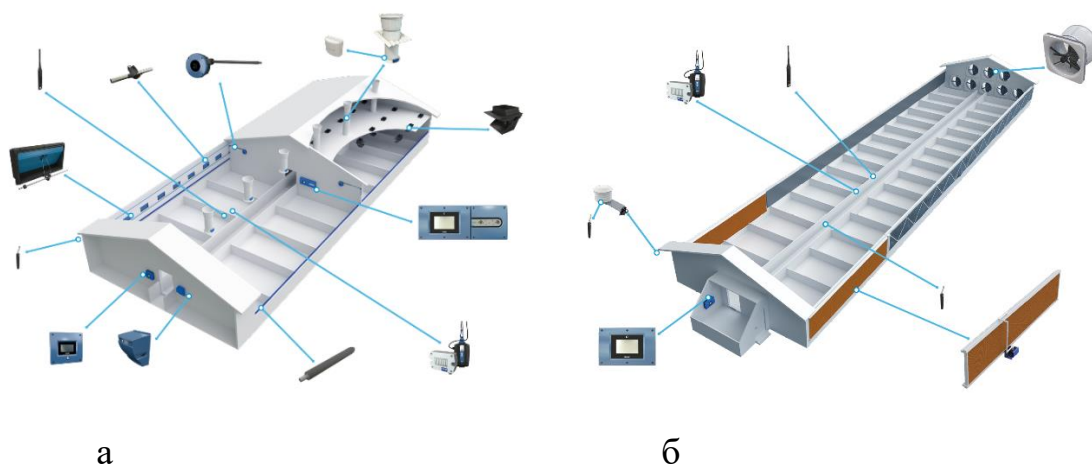


Рисунок 5.5 - Приклади системи вентиляції та мікроклімату для свинарників: а - Система LPV з обігрівом приміщення, системою охолодження і аварійною сигналізацією; б- тваринницьке приміщення з тунельною вентиляцією

Автоматизовані системи годівлі та водопостачання

- **Годівля:** кормові столи з розподільниками, мобільні кормороздавачі, роботи-годівельники.
- **Водопостачання:** індивідуальні автопоїлки, системи підігріву води взимку, контроль витрат.

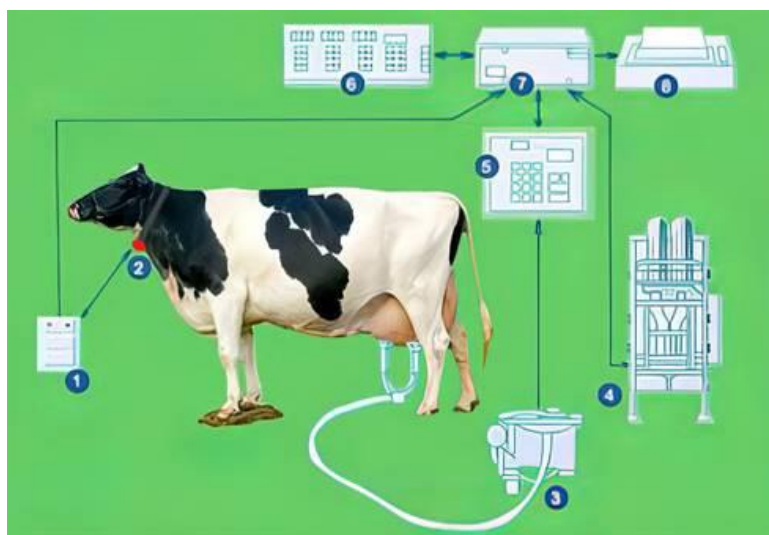


Рисунок 5.6 - Схема автоматизованої системи годівлі корів

1 – приймач-передавач; 2 – нашийник з електронною биркою; 3 – лічильник молока;

4 – автоматична кормова станція; 5 – термінал для введення даних і контролю доїння; 6 – набірне поле для роботи з терміналом; 7 – процесор;

8 – друкувальний пристрій

Значення: автоматизація дозволяє зменшити витрати праці, уникнути перевитрати кормів і забезпечити індивідуальні потреби тварин.



Рисунок 5.7- Розумна ферма

Розумна ферма у тваринництві — це інноваційне господарство, де всі ключові процеси (годування, доїння, моніторинг здоров'я, контроль

мікроклімату) виконуються автоматично та інтегруються в єдину інформаційну систему.

Основні компоненти автоматизованої тваринницької ферми

1. Системи годування

- Автоматичні роздавачі кормів.
- Контроль раціону для кожної тварини.
- Балансування раціону залежно від віку, стану здоров'я та продуктивності.

2. Доїльні роботи

- Ідентифікація тварини за RFID-міткою.
- Автоматична підготовка вимені.
- Доїння з одночасним аналізом якості молока.
- Збереження даних у базі для контролю продуктивності.

3. Моніторинг здоров'я

- Біометричні сенсори (температура, активність, ритм серця).
- Виявлення хвороб на ранніх стадіях.
- Автоматичне сповіщення ветеринара.

4. Системи мікроклімату

- Автоматичне регулювання вентиляції, освітлення, температури, вологості.

- Створення оптимальних умов утримання.

5. Управлінські платформи

- Єдина база даних (ERP-система ферми).
- Віддалений доступ через смартфон чи планшет.
- Аналітика продуктивності та прогнозування.

Виклики та проблеми

Висока вартість впровадження систем.

Необхідність навчання персоналу.

Кібербезпека (захист даних і обладнання).

Залежність від технічного обслуговування та стабільного інтернет-з'єднання.

Перспективи розвитку

- Використання **дронів** для моніторингу тварин на великих територіях.
- Інтеграція **генетичних даних** у систему управління.
- Ширше застосування **штучного інтелекту** для прогнозування продуктивності.
- Повністю автономні ферми без участі людини в рутинних процесах.

Отже, Автоматизовані системи у тваринництві створюють основу для переходу від традиційних господарств до **«розумних» ферм**, де управління здійснюється на основі даних, а більшість процесів виконують роботи. Це не лише зменшує витрати, а й підвищує ефективність та сталий розвиток аграрного виробництва.

5.2 Обладнання для доїння та первинної обробки молока

Доїння є одним із найвідповідальніших процесів у молочному тваринництві, оскільки від його правильного здійснення залежить не лише кількість, а й якість молока. У практиці застосовуються різні типи доїльних установок: переносні доїльні апарати, стаціонарні установки з молокопроводами, доїльні зали типу «ялинка», «паралель» або «карусель», а також автоматизовані роботизовані системи.

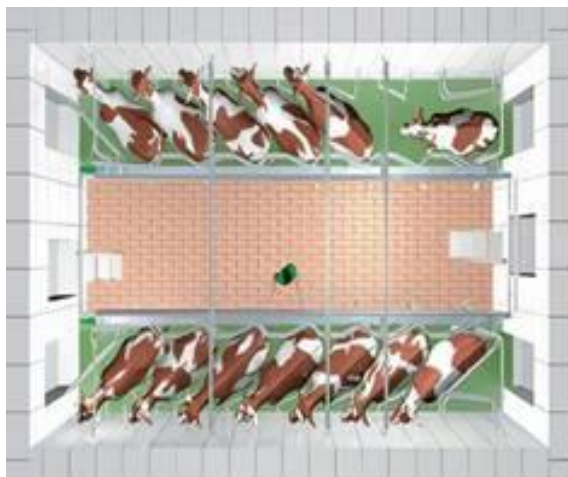
Принцип роботи сучасних доїльних апаратів ґрунтується на створенні вакууму та ритмічному стисканні сосків, що імітує природне смоктання теляти. Це забезпечує безпечне і фізіологічно комфортне видоювання молока. Важливим елементом є дотримання гігієнічних вимог: обладнання повинно легко митися й дезінфікуватися, матеріали мають бути стійкими до дії мийних засобів та не впливати на якість молока.



а



б



в

Рисунок 5.8 – Приклади доїльних залів різних конфігурацій і габаритних розмірів: а, в - схема розміщення корів на доїльній установці «Ялинка» , б- Загальний вигляд процесу доїння корів на установці «Карусель»; в--



Рисунок 5.9 - Автоматизація процесу доїння

Доїльні апарати

- Складаються з доїльних стаканів, колектора, пульсатора, молочного шланга.
- Працюють за принципом **періодичного вакууму**, що імітує природне смоктання теляти.
- Використовуються у малих і середніх господарствах.

Переносні доїльні установки

- Легкі мобільні системи.
- Можуть обслуговувати кілька корів підряд.
- Підходять для невеликих ферм.

Стаціонарні доїльні установки

- Встановлюються у спеціальних доїльних залах.
 - Приклади конструкцій: «ялинка», «тандем», «карусель»
- Дають змогу доїти одночасно багато тварин (від 10 до 100 і більше).

Роботи-дояри

- Повністю автоматизовані системи.
- Корови самостійно заходять у станок.
- Робот розпізнає тварину (RFID-мітка), миє вим'я, підключає стакани та проводить доїння.
- Дані про продуктивність та якість молока зберігаються в базі.

Обладнання для первинної обробки молока

Після доїння молоко потрібно **очистити, охолодити та зберегти** до подальшої переробки.

Первинна обробка молока включає його фільтрацію та швидке охолодження до температури $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, що запобігає розвитку мікрофлори та зберігає якість продукції. Для цього застосовуються охолоджувачі молока — танки-охолоджувачі з автоматичною системою контролю температури. Автоматизація процесів доїння та первинної обробки дозволяє значно зменшити вплив людського фактору, підвищити ефективність і забезпечити високу якість молочної продукції.

Фільтри

- Використовуються для очищення молока від механічних домішок (шерсть, пил, солома).
- Можуть бути одноразові (марлеві, паперові) або багаторазові (металеві сітки).

Молочні охолоджувачі

- Найважливіший етап — швидке охолодження до $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ для збереження якості.
- Види:
 - **Танк-охолоджувач (відкритого або закритого типу)** — резервуар з охолоджувальною системою.
 - **Пластинчасті охолоджувачі** — молоко проходить між пластинами, охолоджується проточною холодною водою або фреоном.

Сепаратори (очисники)

- Використовуються для очищення молока від дрібних механічних домішок і частини бактерій.
- Працюють за принципом відцентрової сили.

Молочні танки для зберігання

- Герметичні резервуари з системою перемішування та охолодження.

- Підтримують температуру $+4...+6^{\circ}\text{C}$ до моменту транспортування на переробний завод.

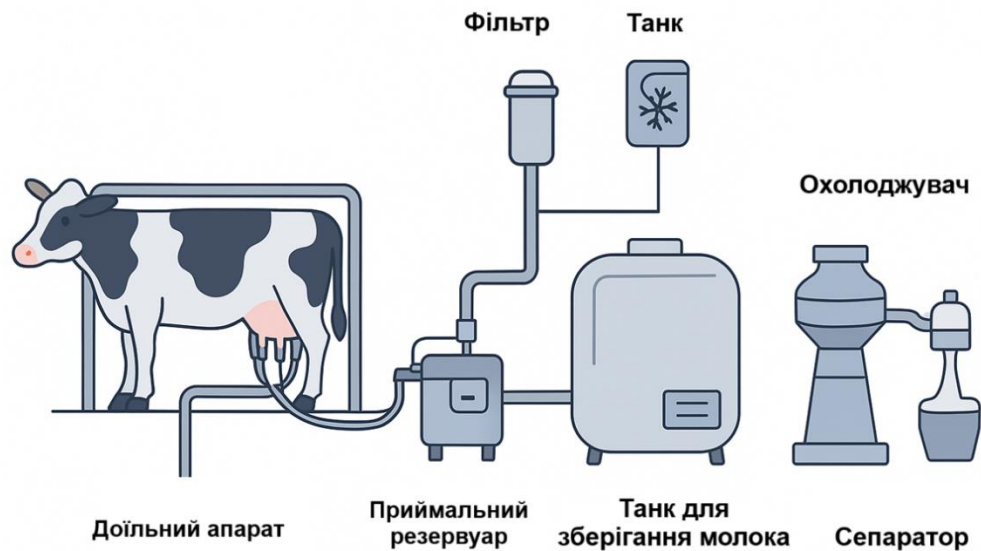


Рисунок 5.10 - Розташуванням обладнання на молочній фермі

Таблиця 5.1 - Порівняльна таблиця обладнання

Вид обладнання	Призначення	Переваги	Недоліки
Доїльний апарат (переносний)	Механізоване доїння 1–2 корів за цикл	Простий у використанні, мобільний, доступна ціна	Підходить лише для малих ферм, продуктивність низька
Стационарна установка («Ялинка», «Карусель», «Тандем»)	Доїння групи тварин у доїльному залі	Висока продуктивність, одночасне обслуговування багатьох корів	Висока вартість, потребує спеціального приміщення
Робот-дояр	Повністю автоматизоване доїння, ідентифікація тварини, облік молока	Мінімізація ручної праці, точна інформація про кожну корову, підвищення продуктивності	Дуже висока вартість, потребує техобслуговування
Фільтри для молока	Видалення механічних домішок	Простота конструкції, недороге обслуговування	Не усуває бактерій, потрібно часто міняти

Вид обладнання	Призначення	Переваги	Недоліки
Сепаратор-очисник	Очищення від дрібних домішок, частини бактерій	Високий рівень очищення	В Складніший експлуатації, потребує електроенергії
Охолоджувач (танк-охолоджувач)	Швидке охолодження молока до +4 °С	Зберігає якість і безпечність молока, різні об'єми	Висока ціна, енерговитрати
Пластинчастий охолоджувач	Охолодження проточною водою чи фреоном	Дуже швидке охолодження, компактний	Потребує підключення до води та охолоджуючої системи
Танк для зберігання молока	Короткочасне зберігання охолодженого молока	Підтримує стабільну температуру, гігієнічність	Не призначений для довгого зберігання, висока вартість великих ємностей

5.3 Утилізація відходів тваринництва та біоенергетичні технології

Важливою складовою сучасного тваринництва є раціональне використання відходів, зокрема гною та стічних вод. Їх неправильне поводження може призвести до забруднення ґрунтів, водних ресурсів і повітря, тому застосування механізованих систем гноєвидалення є обов'язковим. Серед найбільш поширених систем — скреперні установки, транспортери та гідравлічні системи. Вони забезпечують своєчасне та ефективне видалення відходів з приміщень.

Подальша переробка гною може здійснюватися шляхом компостування, сепарації або анаеробного зброджування. Останній метод дає можливість отримати біогаз — суміш метану (60–80%) і вуглекислого газу. Біогаз є цінним відновлюваним джерелом енергії, який використовується для виробництва електроенергії, тепла або як паливо для транспортних засобів. Крім того, після процесу зброджування залишається органічне добриво, яке покращує родючість ґрунту.

Перспективи застосування біоенергетичних технологій в агроінженерії є надзвичайно широкими. Вони дозволяють зменшити залежність господарств від викопних видів палива, скоротити витрати на енергоресурси, знизити негативний вплив тваринництва на довкілля та забезпечити більш сталий розвиток аграрного виробництва.

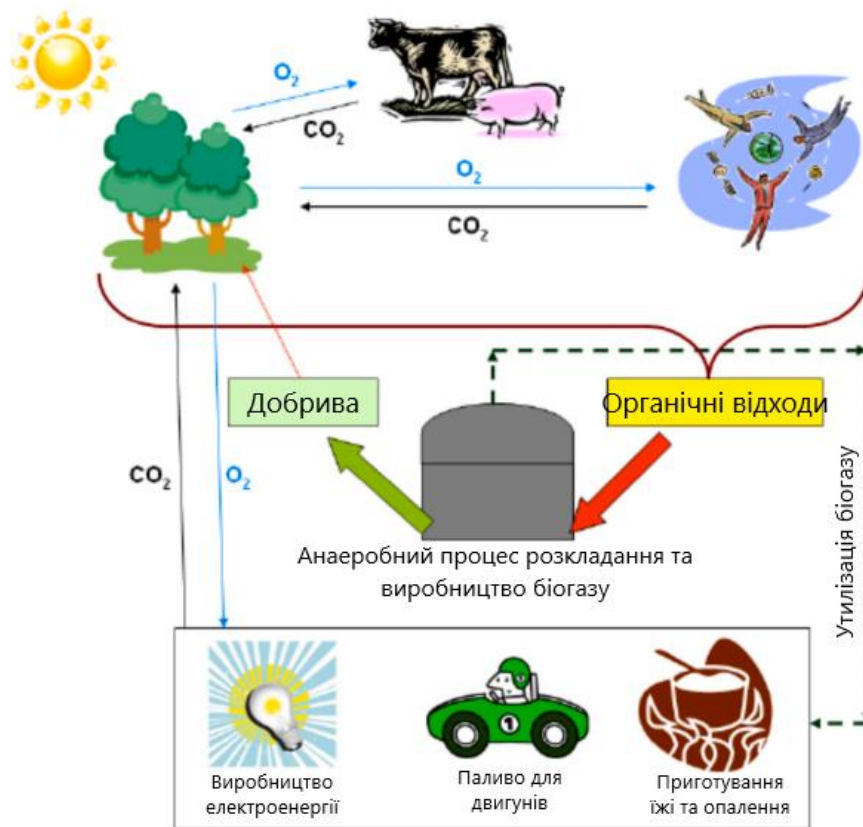


Рисунок 5.11 - Кругообіг біогазу в природі

Обладнання для видалення гною

- **Скреперні установки** – пересування металевих лопат для видалення гною з проходів.
- **Ланцюгові та стрічкові транспортери** – механічне транспортування.
- **Гідравлічні системи** – змивання гною водою.

Переробка гною

- **Компостування.**

- Сепарація на тверду та рідку фракцію.
- Анаеробне зброджування для виробництва біогазу.

Приклад схеми переробки гною показано на рис.5.12

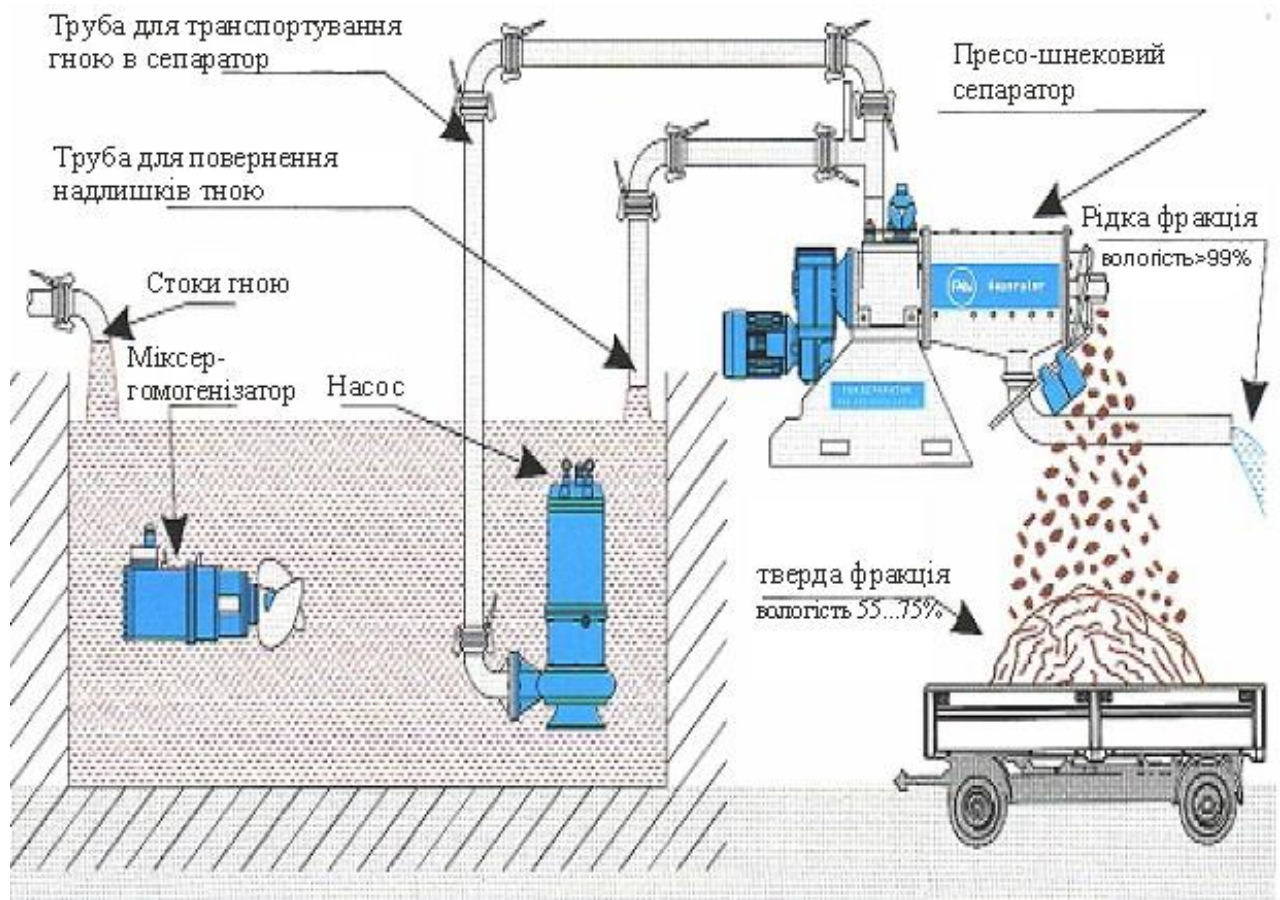


Рисунок 5.12 - Схема переробки гною пресо-шнековим сепаратором PSS

Виробництво біогазу

- Біогаз – суміш метану (60–80%) та вуглекислого газу.
- Використання: виробництво електроенергії, тепла, паливо для транспорту.
- Супутній продукт – органічне добриво високої якості.

Перспективи для агроінженерії

Енергонезалежність фермерських господарств.

- Зменшення витрат на енергоресурси.
- Екологічна безпека та зменшення забруднення довкілля.

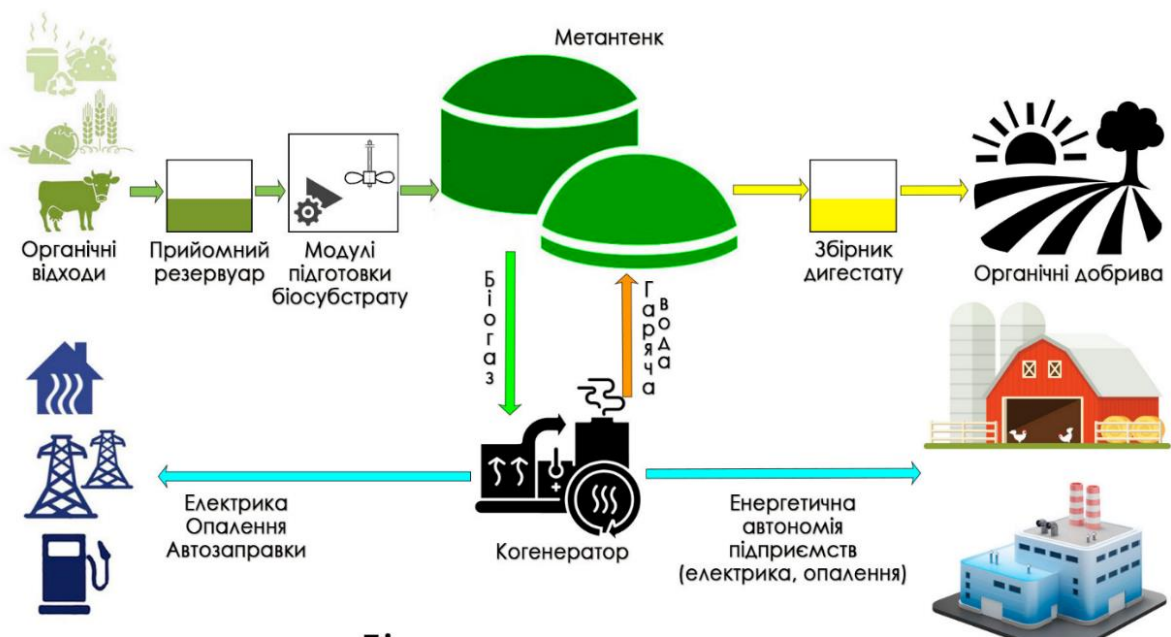


Рисунок 5.13 -Біогазова установка

Підсумки лекції

Механізація тваринництва охоплює цілу систему сучасних технічних рішень, що спрямовані на оптимізацію процесів утримання, годівлі та догляду за тваринами, ефективне доїння і збереження молока, а також екологічно безпечне поводження з відходами. Інтеграція автоматизованих систем та біоенергетичних технологій забезпечує підвищення продуктивності виробництва, економічну ефективність та екологічну стійкість агропромислового комплексу.

Питання для самоконтролю

1. Які основні типи приміщень застосовуються для утримання великої рогатої худоби?
2. Які параметри визначають мікроклімат у тваринницьких приміщеннях?
3. Які переваги мають автоматизовані системи годівлі?
4. У чому полягає принцип роботи сучасних доїльних апаратів?
5. Які гігієнічні вимоги висуваються до доїльного обладнання?
6. Для чого необхідно швидке охолодження молока?
7. Які основні системи застосовуються для видалення гною?
8. У чому полягає суть анаеробного зброджування?
9. Які компоненти входять до складу біогазу?
10. У чому полягають екологічні та економічні переваги використання біоенергетичних технологій?

ЛЕКЦІЯ 6 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ

План лекції:

1. Показники економічної ефективності застосування технічних засобів та технологій в АПВ. (включає витрати, продуктивність, рентабельність, термін окупності).
2. Планування та економічне обґрунтування інженерно-технічних заходів. (вибір техніки, системи технічного обслуговування та ремонту машинно-тракторного парку, фермського та іншого обладнання.)
3. Енергоменеджмент та ресурсозбереження: оптимізація витрат пального та інших ресурсів для підвищення економічної доцільності.

6.1 Показники економічної ефективності застосування технічних засобів та технологій в АПВ

Сучасне аграрне виробництво базується на інтенсивному використанні машин і механізмів. Їх застосування має бути технічно доцільним і економічно виправданим. Для оцінки ефективності використання технічних засобів у сільському господарстві застосовують низку показників.

Підвищення економічної ефективності сільського господарства передбачає збільшення виробництва і підвищення якості сільськогосподарської продукції при одночасному зменшенні затрат праці і матеріальних засобів на одиницю продукції.

Шляхи підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, які забезпечують подальше збільшення обсягів виробництва продукції і зменшення витрат на одиницю, передбачають комплекс таких заходів:

- ✓ поліпшення використання землі, підвищення її родючості;

✓ впровадження комплексної механізації і автоматизації виробництва; поглиблення спеціалізації і концентрації виробництва, раціональне використання необоротних активів і трудових ресурсів;

✓ впровадження інтенсивних і ресурсозберігаючих технологій та індустріальних методів виробництва;

✓ підвищення якості і збереження виробленої продукції;

✓ широке використання прогресивних форм організації праці;

✓ розвиток сільськогосподарського виробництва переважно на приватній основі.

Сучасна аграрна політика спрямована на підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва на основі вдосконалення економічних відносин між галузями в системі агропромислового комплексу. Це передбачає насамперед створення системи цін на продукцію агропромислового комплексу, яка орієнтувала б усі його ланки на високі кінцеві результати і створила умови для роботи сільськогосподарських та переробних підприємств на умовах самоокупності і самофінансування.

6.1.1 Витрати

Витрати – це сукупність ресурсів (матеріальних, енергетичних, трудових, фінансових), необхідних для виробництва одиниці продукції. Основні складові витрат:

- **капітальні інвестиції** (придбання техніки, будівництво та облаштування виробничих об'єктів);
- **експлуатаційні витрати** (паливо, мастильні матеріали, електроенергія, запасні частини);
- **оплата праці персоналу;**
- **амортизація техніки;**
- **витрати на обслуговування та ремонт.**

6.1.2 Продуктивність

Продуктивність визначається обсягом робіт, виконаних технічним засобом за одиницю часу.

Приклади:

- продуктивність трактора (га/год);
- продуктивність зернозбирального комбайна (т/год або га/год);
- продуктивність молочного обладнання (л/год).

Чим вища продуктивність техніки за умов оптимальних витрат палива і робочого часу – тим ефективніше її використання.

6.1.3 Рентабельність

Рентабельність – відносний показник ефективності, що характеризує співвідношення прибутку до витрат.

Формула:

$$R = \Pi \times B \cdot 100\%,$$

де **Π** – прибуток, **В** – витрати.

Рентабельність використання техніки показує, наскільки вигідним є її застосування у виробничому процесі.

1.4. Термін окупності

Термін окупності визначає, за який період часу витрати на придбання і використання технічного засобу будуть компенсовані отриманим прибутком.

$$T_{ок} = CI / \Pi$$

де **Tок** – показник терміну окупності;

CI – сума інвестицій;

Π – щорічний чистий дохід.

Короткий термін окупності свідчить про високу економічну доцільність придбання техніки.

Таблиця 6.1-. Структура витрат на експлуатацію техніки

Стаття витрат	Прикладні складові	Частка у структурі витрат, %*
Капітальні інвестиції	Купівля машин, обладнання, будівництво гаражів	25–35
Паливо та мастильні матеріали	Дизельне пальне, бензин, оливи, мастила	30–40
Амортизація	Знос техніки, нарахування амортизації	10–15
Ремонт і технічне обслуговування	Запчастини, робота механіків, діагностика	15–20
Оплата праці персоналу	Заробітна плата трактористів, механіків	5–10
Інші витрати	Податки, страхування, непередбачені витрати	3–5

6.2 Планування та економічне обґрунтування інженерно-технічних заходів

Сучасне аграрне виробництво неможливе без системного підходу до вибору, використання та обслуговування технічних засобів. Планування та економічне обґрунтування інженерно-технічних заходів є необхідною умовою забезпечення ефективності, енергоощадності та прибутковості агропідприємства. Правильне планування і обґрунтування технічної політики в агропромисловому виробництві дозволяє досягти оптимального співвідношення між витратами та результатами.

Сутність та завдання планування

Планування інженерно-технічних заходів полягає у:

- раціональному використанні машинно-тракторного парку (МТП), обладнання та енергетичних ресурсів;
- забезпеченні відповідності технічних рішень виробничим завданням господарства;

- визначенні оптимального складу машин для виконання технологічних процесів;

- прогнозуванні витрат на утримання, ремонт і модернізацію техніки.

Основні завдання планування:

- Вибір техніки з урахуванням агротехнологічних і економічних параметрів.

- Оптимізація завантаження МТП (виключення простоїв, дублювання машин).

- Забезпечення ритмічності виробництва (особливо під час сезонних робіт).

- Мінімізація собівартості продукції шляхом раціональної експлуатації техніки.

- Підвищення надійності та довговічності машин завдяки технічному обслуговуванню та ремонтам.

Вибір техніки

Вибір технічних засобів здійснюється на основі техніко-економічного аналізу, який включає:

- *Агротехнічні вимоги.* Машини повинні забезпечувати якісне виконання польових, тваринницьких чи післязбиральних операцій.
- *Продуктивність та потужність.* Обсяг робіт, який може бути виконаний за певний період, має відповідати потребам господарства.
- *Фінансові можливості підприємства.* Вартість придбання, можливість кредитування чи лізингу.
- *Енергоефективність.* Витрати пального або електроенергії на одиницю продукції.
- *Екологічні характеристики.* Викиди, шум, вплив на ґрунт.
- *Сервісна підтримка.* Наявність сервісних центрів, доступність запасних частин.

Приклад: у фермерському господарстві площею 200 га доцільніше використовувати універсальний трактор потужністю 80–100 к.с. з комплектом навісних агрегатів, ніж утримувати кілька спеціалізованих машин.

Важливо обирати техніку з урахуванням розмірів господарства та виробничих потужностей.

Таблиця 6.2- Порівняння варіантів вибору техніки

Критерій	Варіант 1: Нова техніка	Варіант 2: Б/в (імпорт/вітчизняна)	Варіант 3: Лізинг
Початкові витрати	Дуже високі	Нижчі, ніж на нову	Помірні (щомісячні платежі)
Надійність	Висока	Залежить від стану	Висока (нова техніка)
Витрати на ремонт	Мінімальні перші роки	Вищі	Низькі (сервіс у пакеті)
Амортизація	Висока	Часто вже амортизована	Врахована в платежах
Гнучкість	Обмежена (разова покупка)	Залежить від ринку	Висока (можна змінювати парк)
Термін окупності	3–5 років	1–3 роки	2–4 роки
Доцільність	Великі господарства	Малі фермери з обмеженим бюджетом	Середні та малі господарства

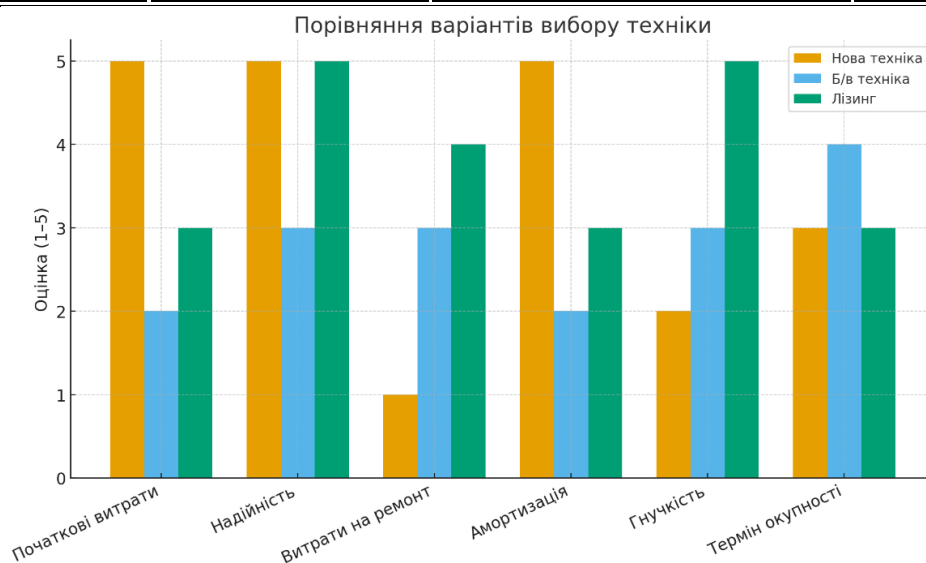


Рисунок 6.1 – Діаграма порівняння вибору техніки

Система технічного обслуговування та ремонту

Ефективна експлуатація машинно-тракторного парку забезпечується через:

- регламентовані ТО (технічне обслуговування) – своєчасне виконання перевірок, заміна мастил, фільтрів;
- планово-попереджувальний ремонт – мінімізація відмов та простоїв;
- сучасні методи діагностики – використання сенсорних систем та комп'ютерної діагностики;
- сервісні служби та агросервісні центри – зменшення витрат часу і коштів на ремонт.

Надійність і довговічність техніки безпосередньо впливають на економічні результати господарства.

Машина під час своєї експлуатації перебуває в різних стадіях життєвого циклу: у стані поставки; на обкатуванні; • у справному робочому стані; • на черговому ТО; на поточному або капітальному ремонті; • на зберіганні; у справному неробочому стані (простій).

Тому надзвичайно важливого значення в існуючих умовах сьогодення набуває система та стратегії використання машин, метою якої є забезпечення стабільно високого виробництва якісної продукції.



За всіх переваг та недоліків вони усі мають право на життя, але вибір прийнятної стратегії чи навіть комбінації їх елементів (в абсолютній більшості випадків) має бути обґрунтований. У конкретних умовах господарювання на

перший план виступає специфіка використання, а вже потім нормативно-технічні вимоги, що регламентують експлуатацію техніки.

Система ТО і ремонту включає:

1. Щоденне обслуговування (ЩТО) – контроль рівня мастил, пального, перевірка тиску в шинах, дрібні регулювання.
2. Періодичне ТО – виконується через встановлені інтервали часу (заміна мастил, фільтрів, регулювання агрегатів).
3. Сезонне ТО – підготовка техніки до польових робіт (посівних, збиральних).
4. Поточний ремонт – усунення дрібних поломок.
5. Капітальний ремонт – відновлення працездатності техніки після значного зносу.

Економічне значення:

- своєчасне ТО продовжує термін служби машин на 20–30%;
- зменшує витрати на паливо та мастила;
- скорочує простої в роботі та непродуктивні витрати праці.

Технічне забезпечення фермерських господарств

У невеликих господарствах особливо актуальним є:

- використання універсальної техніки (трактори малої потужності, навісне обладнання);
- кооперація у сфері обслуговування та ремонту;
- залучення лізингових програм для оновлення машинно-тракторного парку.

Організаційно-економічні підходи

Для ефективного використання техніки застосовуються такі форми організації:

- Власна ремонтна база – доцільна у великих господарствах;
- Кооперація фермерів – спільне утримання ремонтних майстерень, спільна оренда техніки;

- Агросервісні підприємства – надання послуг із ремонту, техобслуговування, зберігання техніки;
- Лізинг техніки – дозволяє зменшити одноразові витрати на придбання машин, особливо для малих підприємств.

Економічне обґрунтування

Економічне обґрунтування включає:

- розрахунок вартості життєвого циклу машини (придбання + експлуатація + ТО + ремонт);
- аналіз ефективності (собівартість виконаних робіт, рентабельність, термін окупності);
- порівняльний аналіз варіантів (наприклад, купівля нової машини чи модернізація наявної).

Приклад розрахунку:

- купівля нового трактора вартістю 1,5 млн грн;
- річний прибуток від його застосування – 500 тис. грн;
- термін окупності = $1,5 \text{ млн} / 0,5 \text{ млн} = 3 \text{ роки}$.

Висновки

1. Енергетичний та економічний менеджмент є ключовим фактором у забезпеченні ефективності аграрного виробництва.
2. Основними показниками ефективності застосування техніки є витрати, продуктивність, рентабельність і термін окупності.
3. Правильне планування вибору машин та організація системи їх технічного обслуговування забезпечують довговічність, економічність і конкурентоспроможність агропідприємства.

6.3 Енергоменеджмент та ресурсозбереження: оптимізація витрат пального та інших ресурсів для підвищення економічної доцільності

Сільськогосподарське виробництво є одним із найбільших споживачів енергії. За різними оцінками, на 1 гектар оброблюваних земель припадає від

400 до 800 кг умовного палива на рік. Це обумовлює важливість грамотного управління енергетичними ресурсами, впровадження технологій ресурсозбереження та використання відновлюваних джерел енергії.

Енергоменеджмент у агропромисловому виробництві – це система організаційних, технічних та економічних заходів, спрямованих на зменшення енерговитрат при збереженні або підвищенні обсягів виробництва.

6.3.1 Види енергії, що використовуються в АПВ: традиційні та відновлювані джерела

У агропромисловому комплексі використовується широкий спектр енергоресурсів, які можна поділити на традиційні та відновлювані.

Традиційні джерела енергії

1. Паливо для аграрної техніки

- дизельне паливо (основне джерело енергії для тракторів, комбайнів, вантажного транспорту);
- бензин (менш поширений у сучасних агромашинах);
- зріджений та стиснений газ (альтернативне паливо для деяких машин).

2. Електрична енергія

- забезпечує роботу насосних станцій, вентиляційних систем, холодильних установок, доїльних апаратів, зерносушарок, фермського обладнання;
- використовується у автоматизованих системах управління виробництвом.

Відновлювані джерела енергії

1. Біомаса

- солома, деревина, відходи переробки культур (лушпиння, стебла кукурудзи);

- гній та органічні відходи, що використовуються для виробництва біогазу.



Рисунок 6.2- Відновлювані джерела енергії

2. Сонячна енергія

- сонячні панелі для отримання електроенергії;
- сонячні колектори для підігріву води на фермах.



Рисунок 6.3- Сонячні панелі

3. Вітрова енергія

- малі вітроустановки для забезпечення енергопотреб фермерських господарств;
- у поєднанні з акумуляторами – автономне енергозабезпечення.

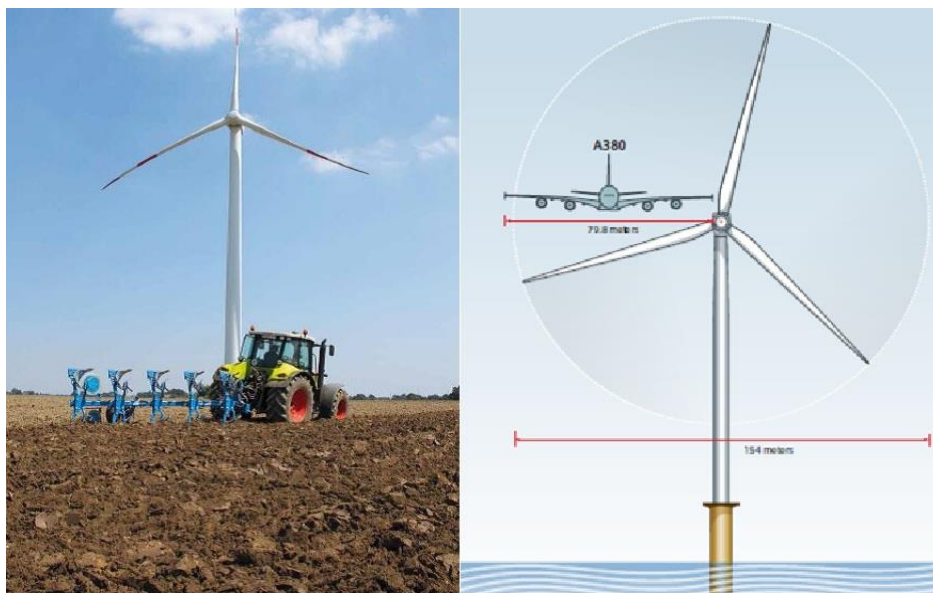


Рисунок 6.4- Вітрова енергія

6.3.2 Енергоефективність аграрних машин та обладнання

Рациональне використання енергоресурсів передбачає підвищення енергоефективності машин, обладнання і технологій.



Рисунок 6.5-Інтеграція відновлюваних джерел енергії та енергоефективних технологій в єдину систему

Оптимізація використання пального та зниження енергоємності

- Вибір режиму роботи двигуна: робота на оптимальних обертах знижує витрати пального на 10–15%.

- Своєчасне технічне обслуговування: правильно налаштований двигун витрачає на 5–7% менше пального.
- Використання GPS-навігації та систем точного землеробства: зменшення перекриття при обробі ґрунту – економія палива до 10%.
- Оптимізація логістики в господарстві: скорочення холостих пробігів техніки.
- Мінімізація енергоємних технологій: перехід від оранки до мінімального чи нульового обробітку ґрунту (економія пального до 30%).

Нові інженерні рішення для підвищення ККД

- Гібридні та електричні трактори та комбайни – зниження витрат пального, менші викиди.



Рисунок 6.6 - Гібридний трактор з біометано-електричною паливною системою Auga Group AUGA M1

- Двигуни з турбонаддувом і системою Common Rail – економія пального та підвищення потужності.



Рисунок 6.7 - Двигун з турбонаддувом і системою Common Rail

- Легкі конструкційні матеріали (алюміній, композити) – зменшення маси машин, відповідно, витрат енергії.
- Автоматизовані системи управління агрегатами – оптимізація режимів роботи, зниження перевитрат.

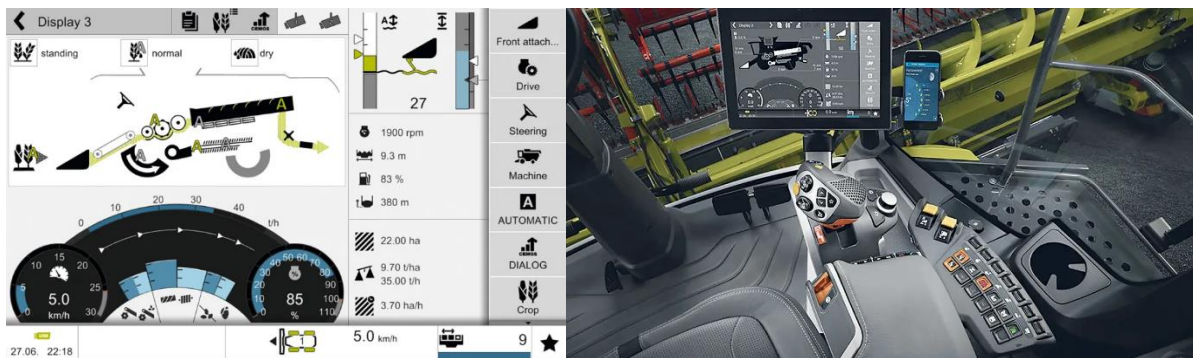


Рисунок 6.8 - Системи керування процесом обмолоту комбайна CLAAS

6.3.3 Автономні енергетичні системи для фермерських господарств

В умовах зростання цін на енергоносії та обмеженості ресурсів дедалі більшої актуальності набуває використання **автономних систем енергозабезпечення**.

Сонячні панелі

- Використовуються для електропостачання ферм, насосних станцій, холодильних установок.



Виробляють електроенергію у денний час, накопичення енергії здійснюється у батареях.

- Термін окупності: 4–7 років залежно від масштабів установки.

Вітрогенератори



- Ефективні у регіонах з середньорічною швидкістю вітру понад 4–5 м/с.
- Можуть забезпечити роботу фермських господарств, теплиць, освітлення.
- Недолік: нестабільність

виробництва енергії → потреба в акумуляторах або комбінуванні із сонячними системами.

Біогазові установки

- Використовують відходи тваринництва, силос, органічні залишки.
- Вироблений біогаз застосовується для опалення, виробництва електроенергії та як паливо для техніки після очищення.
- Побічний продукт – **біодобрива**, що мають високу агрономічну цінність.
- Термін окупності: 5–8 років (залежно від потужності та обсягів відходів).

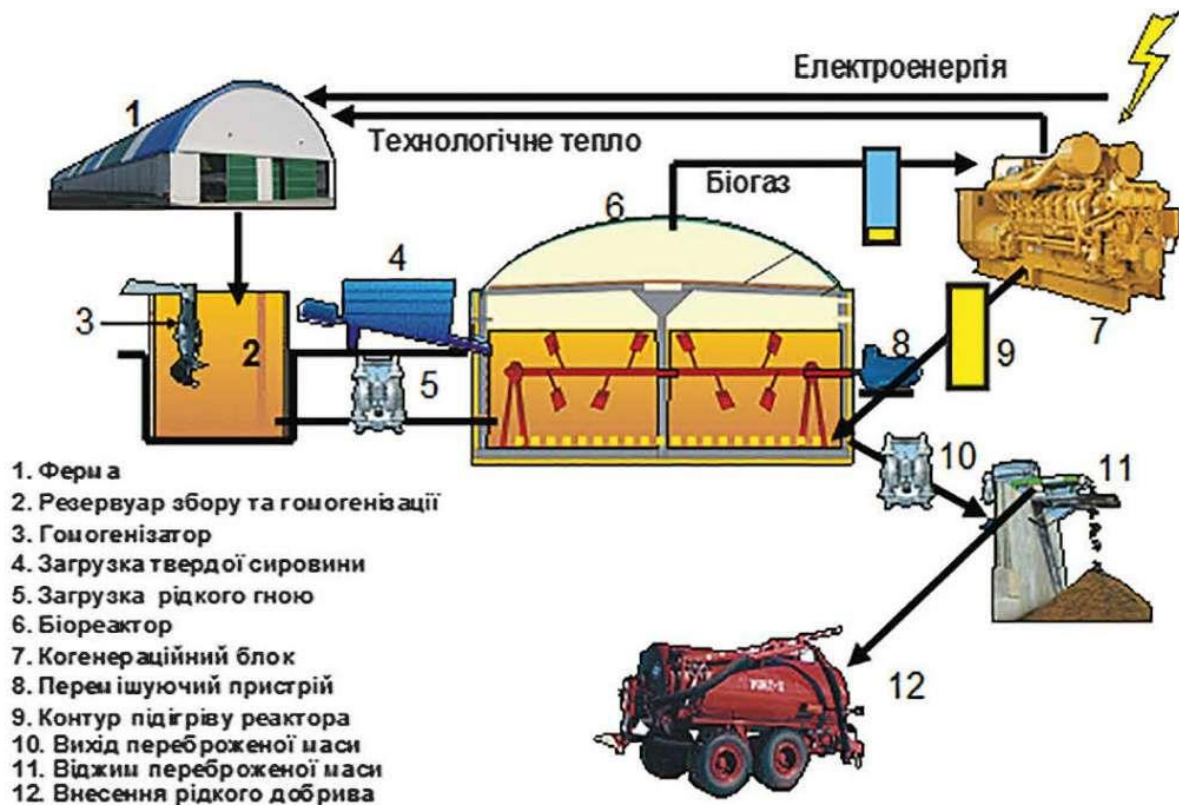


Рисунок 6.9-Принципова схема біогазової системи

Економічна доцільність та екологічні переваги

- Зменшення витрат на енергоресурси – економія до 30–50% у середньостроковій перспективі.
- Підвищення енергонезалежності господарств – зниження ризику перебоїв з енергопостачанням.
- Екологічний ефект – скорочення викидів CO₂, утилізація відходів, зменшення антропогенного навантаження на довкілля.
- Конкурентоспроможність – «зелена» продукція має вищу ціну та перспективи експорту.

Підсумки лекції

1. Енергоменеджмент у аграрному виробництві дозволяє знизити собівартість продукції та підвищити її конкурентоспроможність.

2. Використання відновлюваних джерел енергії створює умови для енергетичної незалежності та зменшує негативний вплив на довкілля.
3. Інженерні рішення з підвищення енергоефективності техніки є основою сучасного ресурсозбереження в АПВ.

Питання для самоконтролю

1. Які основні показники використовують для оцінювання економічної ефективності застосування технічних засобів і технології
2. Як визначаються виробничі витрати та продуктивність машинно-тракторних агрегатів в аграрному виробництві?
3. Що характеризує показники рентабельності та терміну окупності інженерно-технічних рішень?
4. Які фактори необхідно враховувати під час планування інженерно-технічних заходів в агроінженерії?
5. За якими критеріями здійснюється економічно обґрунтований виб
6. Яку роль відіграє система технічного обслуговування та ремонту в зниженні експлуатаційних витрат машини
7. У чому полягає сутність енергоменеджменту в аграрному виробництві
8. Які основні напрямки ресурсозбереження сприяють підвищенню економічної доцільності
9. Які види енергії використовуються в агропромисловому виробництві та в чому полягають їх особлі
10. Які переваги та обмеження використання відновлюваних джерел енергії в аграрному секторі?
11. Як оцінюється енергоефективність аграрних машин та обладнання?
12. Які інженерні заходи дозволяють знизити витрати пального та енергоємність техно.
13. Які сучасні інженерні рішення спрямовані на підвищення коефіцієнта корисної
14. Які типи автономних енергетичних систем можуть використовуватись.
15. Як обґрунтовується економічна доцільність та екологічна ефективність впровадження сонячних, вітрових та біогазових установок

ЛЕКЦІЯ 7 ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ: "АГРОІНЖЕНЕРІЯ 4.0"

План лекції

1. Концепція "Агроінженерії 4.0": інтеграція цифрових технологій в АПВ.
2. Точне землеробство: дрони, GPS-навігація, сенсорні технології, системи моніторингу.
3. Робототехніка та автоматизація в АПВ: безпілотні трактори, роботи для збирання врожаю, сортування.

7.1 Концепція "Агроінженерії 4.0": інтеграція цифрових технологій в АПВ

"Агроінженерія 4.0" - це концепція, що відображає четверту промислову революцію в агропромисловому виробництві (АПВ). Її сутність полягає у **комплексній цифровій трансформації** всіх виробничих процесів,



починаючи від підготовки ґрунту і закінчуючи логістикою готової продукції, тобто в **поєднанні механізації, автоматизації та цифрових технологій** для підвищення ефективності, точності та екологічної стійкості аграрного

сектору. Вона базується на взаємодії кіберфізичних систем, які здатні збирати, аналізувати та використовувати великі обсяги даних для прийняття оптимальних рішень.

Ключові технології "Агроінженерії 4.0":

- **Інтернет речей (IoT) в аграрному виробництві:**

- Мережа взаємопов'язаних **сенсорів, датчиків і пристроїв**, розташованих на полях, у техніці, на тваринницьких фермах та в сховищах.



Приклади: датчики температури, вологості, освітленості ґрунту та повітря; "розумні" мітки на тваринах; лічильники витрат пального та мотогодин у тракторах.

Функція: Збір даних у **реальному часі** для створення повної картини стану агросистеми.

Інтернет речей (IoT) у сільському господарстві: суть і приклади застосування

Що таке "розумне" сільське господарство?

Розумне сільське господарство - це система управління агровиробництвом, що базується на використанні Інтернету мов (IoT), коли чисельні розумні датчики збирають і передають великі обсяги даних про стан полів, техніки, тварин та довкілля. Ці дані дозволяють фермерам контролювати всі процеси в реальному часі, прогнозувати результати та приймати обґрунтовані рішення.

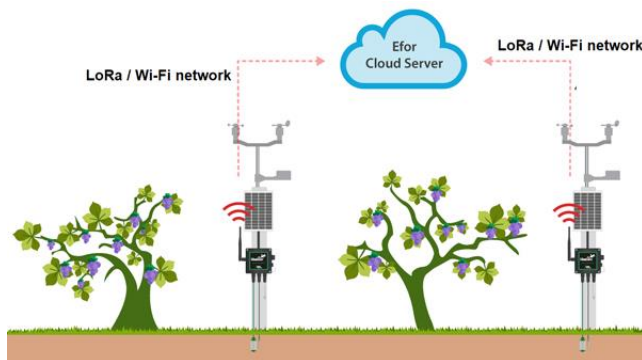
Переваги впровадження IoT у сільське господарство:

- Контроль та аналітика. Зібрані дані допомагають відстежувати роботу підприємства в цілому, ефективність техніки та персоналу, зменшуючи ризики та підвищуючи продуктивність.

- Зменшення ризиків та втрат. Завдяки аналізу даних фермер може передбачати обсяги врожаю, оптимізувати постачання та запобігати перевиробництву чи втратам.
- Оптимізація витрат та зниження відходів. Своєчасне виявлення проблем у рості рослин чи здоров'ї тварин дозволяє запобігати втратам і мінімізувати витрати.
- Автоматизація виробництва. Інтелектуальні пристрої можуть автоматично керувати поливом, внесенням добрив та засобів захисту рослин, підвищуючи ефективність праці.
- Покращення якості продукції. Автоматизований контроль за умовами вирощування дозволяє підтримувати стабільну якість та підвищувати врожайність.

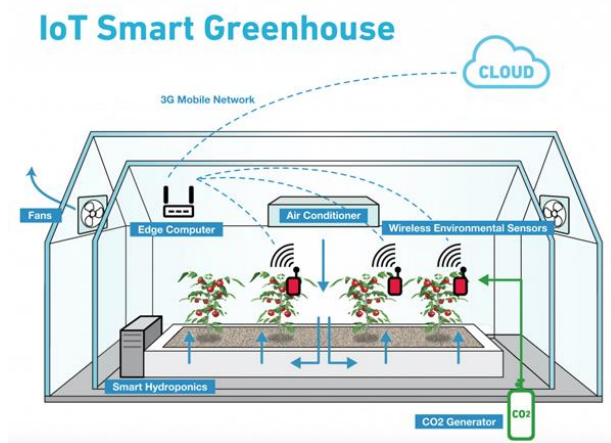
Основні напрямки використання IoT у сільському господарстві:

1) Моніторинг кліматичних умов



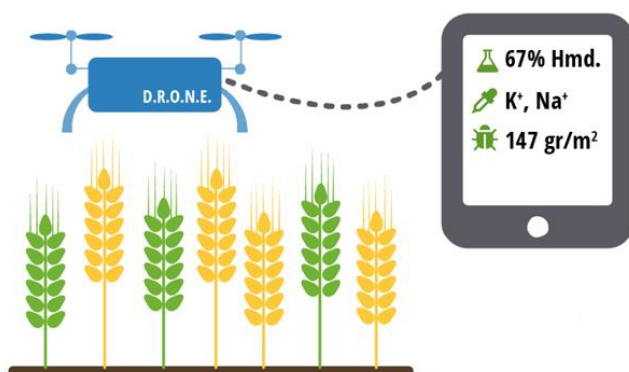
Сучасні метеостанції, оснащені набором кліматичних датчиків, розміщуються безпосередньо на полях і збирають інформацію про температуру, вологість, опади, вітер тощо. Усі дані автоматично передаються в хмару для аналізу та прогнозування.

2) Автоматизація теплиць



Датчики IoT контролюють мікроклімат, рівень освітлення, вологість та стан ґрунту в теплицях. Системи можуть автоматично регулювати ці параметри відповідно до заданих норм, забезпечуючи оптимальні умови для рослин.

3) Управління посівами



реагувати.

Датчики, розташовані на полі, фіксують показники, важливі для зростання культур: температуру, кількість опадів, стан листя, вологість ґрунту тощо. Це дає змогу своєчасно виявляти хвороби чи стреси рослин та оперативно

4) Моніторинг та управління худобою



IoT-пристрої, прикріплені до тварин, відстежують їхнє здоров'я, активність, місцеперебування та продуктивність. Такі системи допомагають швидко виявляти хвороби, ізолювати хворих особин та запобігати поширенню інфекцій.

5) Точне землеробство

Це один із ключових напрямків застосування IoT. Датчики дозволяють



збирати детальні дані про освітленість, температуру, вологість, рівень CO₂ та стан ґрунту. На основі цих даних фермер може точно визначити потребу культур у воді, добривах та засобах захисту,

скорочуючи витрати та підвищуючи врожайність.

6) Сільськогосподарські дрони



Безпілотники або БПЛА активно застосовуються для зйомки полів, моніторингу посівів, оцінки стану культур та точного внесення добрив чи ЗЗР. Вони забезпечують більш деталізовані дані, ніж супутники чи літаки.

7) Аналітика даних та прогнозування



Поєднання IoT із системами аналітики дозволяє не лише збирати, а й інтерпретувати дані — прогнозувати час збирання врожаю, оцінювати ризики захворювань, обсяги виробництва тощо. Це робить аграрне виробництво більш керованим та передбачуваним.

8) Комплексні системи управління фермою

LoRaWAN for Agriculture



Такі системи об'єднують кілька IoT-пристроїв та сенсорів в єдину мережу з аналітичними інструментами та функціями звітності. Це дозволяє керувати всіма процесами господарства дистанційно – від контролю техніки до

логістики та зберігання продукції.

- **Великі дані (Big Data):**

- Величезні, швидко зростаючі та різноманітні масиви даних, зібрані через IoT, супутники, метеостанції та дрони.

- **Аналітика Big Data:** Застосування спеціалізованих алгоритмів (включно з машинним навчанням) для виявлення **закономірностей, кореляцій та прогнозів**, які неможливо побачити людським оком.

- **Результат:** Моделі врожайності, прогнозування захворювань, оптимізація іригації.



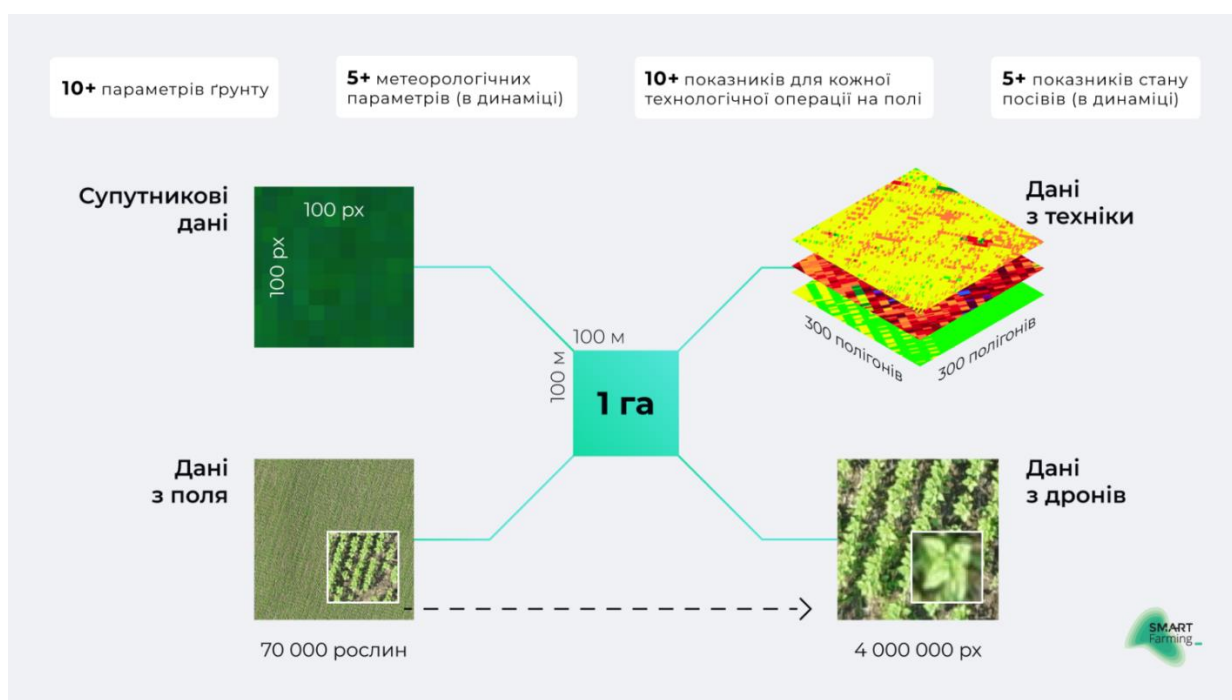
Як використовуються Big Data в аграрному секторі?

Великі дані можуть бути ефективним інструментом для прогнозування, проте насамперед їх варто використовувати для аналізу результатів виробництва з метою пошуку шляхів підвищення його ефективності.

Розглянемо спрощений приклад із практики. Маємо поле площею 100 га. На 50 га середня врожайність кукурудзи становить 12 т/га, а на решті 50 га - лише 9 т/га. Чому виникла така різниця? Аналіз статичних даних - таких як тип ґрунту, рельєф місцевості чи карти продуктивності — не дає однозначної

відповіді. Лише вивчення динамічних даних дозволило встановити такі причини:

- на площі 15 га глибина обробітку ґрунту становила 29 см, що не дало змоги усунути плужну підшову, розташовану на глибині 32–35 см;
- на 20 га під час сівби сівалкою **Challenger** швидкість перевищувала норму -замість рекомендованих 8 км/год операцію виконували на швидкості 12 км/год;
- на 15 га обробка посівів засобами захисту рослин проводилася на наступний день після основної частини поля та під час дощу.



Втрати прибутку з цього поля перевищили 25 000 доларів. А тепер уявимо, яких масштабів може сягати додатковий прибуток, якщо подібні резерви ефективності розкрити по всій країні. В Україні понад 32 млн гектарів ріллі. Якщо умовно вважати, що кожен гектар - це окремий осередок даних, то для кожного з них фіксується щонайменше: 10 параметрів ґрунту; 5 метеопоказників (у динаміці); 10 показників для кожної технологічної операції (а таких операцій — щонайменше п'ять); 5 динамічних показників стану посівів.

У підсумку - сотні, а іноді й тисячі взаємозалежностей та факторів для шкірного з 32 мільйонів гектарів. Тепер подивимося, що саме відбувається всередині шкірного такого центру.

На один гектар землі, або на одну клітинку даних, збирається:

- близько 100 пікселів регулярних супутникових знімків;
- близько 300 полігонів інформації по кожній виконаній операції (включно з даними по кожній секції та висівному апарату);
- приблизно 70 000 рослин, стан яких можна відстежувати;
- до 4 000 000 пікселів з одного польоту дрону.

Ось що насправді означає поняття **Big Data** в аграрному секторі. У майбутньому такі маси даних дозволяють точно визначати всі взаємозв'язки та фактори, що впливають на врожайність і ефективність виробництва. Якщо раніше для дослідження окремого фактору потрібно було запускати цілий R&D-проект, то незабаром кожне господарство зможе фактично стати власним науково-дослідним центром- аналізувати дані зі своїх полів та приймати рішення на основі точних аналітичних висновків.

- **Штучний інтелект (AI):**



- Використання алгоритмів для автоматизованого прийняття рішень на основі аналізу Big Data.
- Машинне навчання (ML): Навчання систем розпізнавати бур'яни, діагностувати хвороби

рослин за зображеннями, оптимізувати маршрути сільгосптехніки.

- Експертні системи: Надання агрономум рекомендацій щодо норми внесення добрив або часу збирання врожаю.

Використання штучного інтелекту для підвищення врожайності

Штучний інтелект (ШІ) поступово стає невід'ємною складовою сучасного сільського господарства, допомагаючи фермерам оптимізувати

виробництво, підвищувати врожайність та ефективність технологічних процесів. Його головна перевага полягає у здатності обробляти великі маси даних, що дозволяє приймати точні, науково обґрунтовані рішення на основі актуальної інформації.

Завдяки ШІ стає можливим автоматизувати ключові агротехнологічні процеси - полив, внесення добрив, захист рослин від бур'янів та шкідників. Це не лише підвищує ефективність роботи господарства, а й знижує витрати ресурсів, покращуючи якість кінцевої продукції.

Ще одним перевагою є прогнозування погодних умов та ризиків для культур. Аналітичні системи на основі ШІ виявляють потенційні загрози для врожаю ще до того, як вони призводять до втрат та пропонують оптимальні шляхи реагування.

ШІ також дозволяє персоналізувати підхід до кожної ділянки землі, враховуючи тип ґрунту, клімат, особливості мікрорельєфу тощо. Завдяки цьому фермери можуть максимально ефективно використовувати ресурси та підвищувати рентабельність виробництва.

Використання даних для прогнозування врожайності

Застосування інтелектуальних систем аналізу даних відкриває можливість прогнозувати врожайність різних культур із високою точністю. Основні етапи цього підходу:

1. **Статистичний аналіз даних.** Збираються великі обсяги інформації — про клімат, родючість ґрунтів, історію врожаїв, технологічні операції тощо. Аналіз цих даних дозволяє визначити закономірності та залежності, що впливають на результат.

2. **Машинне навчання.** Алгоритми машинного навчання створюють моделі прогнозування, які здатні враховувати десятки змінних одночасно. Це дозволяє точно визначити потенційну врожайність, оптимізувати використання ресурсів та планувати сівоозміни.

3. Прогностичні моделі та інтеграція даних. Сучасні моделі враховують не лише агротехнічні, а й економічні та екологічні фактори, що підвищує точність прогнозів. Інтеграція даних із супутників, сенсорів та метеостанцій створює комплексну аналітичну базу для управлінських рішень.

4. Перевірка результатів (валідація). Прогнози порівнюються з фактичними даними збирання врожаю, що дозволяє коригувати моделі та підвищувати їх точність у майбутньому.

Завдяки такому підходу агропідприємства можуть оптимізувати виробництво, знизити ризики та підтримувати стабільність постачання продукції на ринок .



Рисунок 7.1 -Інженерні рішення цифрової трансформації сучасного рослинництва

Переваги інтелектуального аналізу для фермерів

Технології штучного інтелекту дають змогу збирати, систематизувати та аналізувати величезні обсяги даних, що значно покращує процес прийняття управлінських рішень.

Основні переваги:

- **Прогнозування врожайності та оптимізація вирощування.**

Алгоритми допомагають визначати оптимальну годину посіву, норми поливу й добрив, а також передбачати ризики появи шкідників та хвороб.

- **Впровадження принципів точного землеробства.** Системи аналізують структуру ґрунту, його родючість, стан посівів і пропонують точні рекомендації щодо використання ресурсів. Це зменшує витрати та негативне вплив на довкілля.

- **Прогнозування ринкової ситуації.** На основі аналітики попиту, цінових коливань і тенденцій ШІ допомагає планувати виробництво відповідно до економічної кон'юнктури, забезпечуючи стабільний прибуток.

Роль агроінженера у цифровій трансформації:

Агроінженер 4.0 перетворюється з механізатора-експлуатаційника на **системного інтегратора та аналітика.**

1. Технологічна інтеграція: Налаштування, калібрування та забезпечення сумісності різних цифрових систем (сенсори, GPS, бортові комп'ютери).

2. Управління даними: Організація збору, зберігання та первинної обробки агрономічних та технічних даних.

3. Економічна оцінка: Обґрунтування інвестицій у цифрові технології та оцінка їхньої економічної ефективності.

4. Експлуатація робототехніки: Програмування, обслуговування та ремонт автономних машин.

5. Консультування: Переведення складних аналітичних звітів у зрозумілі практичні рекомендації для керівництва та працівників.

7.2 Точне землеробство: Дрони, GPS-навігація, сенсорні технології, системи моніторингу

Точне землеробство (Precision Agriculture) - це управлінська стратегія,



що базується на вимірюванні, картографуванні та управлінні внутрішньопольовою мінливістю. Його мета - підвищити продуктивність і прибутковість, мінімізуючи вплив на довкілля.

Ключові елементи точного землеробства:

- **GPS-навігація та системи паралельного водіння:**
 - Використання супутникових систем для забезпечення **високоточної орієнтації** сільгосптехніки на полі (точність до кількох сантиметрів).
 - **Автопілот (автоматичне кермування):** Зменшує перекриття проходів, економить паливо, добрива та час, мінімізує вплив "людського фактора".



Рисунок 7.2 - Система автоматичного керування

- **Безпілотні літальні апарати (Дрони):**
 - Використовуються для швидкого та детального **аеромоніторингу** стану посівів.

- **Обладнання:** Мультиспектральні та гіперспектральні камери для створення карт вегетаційних індексів (наприклад, **NDVI** — індекс здоров'я рослин).
- **Застосування:** Виявлення вогнищ хвороб, шкідників, нестачі живлення, а також для точкового внесення ЗЗР.



Рисунок 7.3- Використання БПЛА в сільському господарстві

- **Сенсорні технології та системи моніторингу:**
 - **Ґрунтові сенсори:** Вимірювання вологості, температури, рН та вмісту поживних речовин (наприклад, N, P, K).
 - **Метеостанції:** Збір локальних кліматичних даних.
 - **Бортові сенсори техніки:** Моніторинг швидкості, глибини обробки, продуктивності.

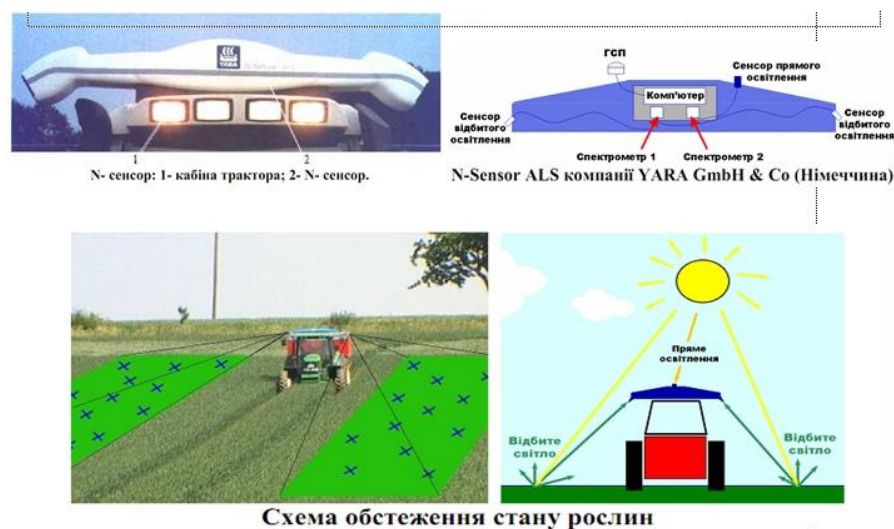


Рисунок 7.4- Системи точного землеробства для обстеження стану рослин

Диференційоване (змінне) внесення ресурсів (VRT - Variable Rate Technology): принцип "вносити потрібну кількість, у потрібне місце, у потрібний час".

- **Диференційоване внесення добрив:** На основі карт вегетації та агрохімічного аналізу ґрунту створюються **карти-завдання**. Розкидачі та сівалки з VRT-системами автоматично змінюють норму внесення азоту, фосфору чи калію відповідно до потреб кожної ділянки поля.

- **Диференційоване внесення засобів захисту рослин (ЗЗР):** Використання дронів або обприскувачів з комп'ютерним зором для **точкової обробки** лише уражених ділянок або окремих бур'янів, що значно знижує витрати та екологічне навантаження.



Рисунок 7.5 - Диференційоване (змінне) внесення ресурсів (VRT - Variable Rate Technology)

Моніторинг стану посівів та ґрунту в реальному часі:

1. **Супутниковий та дронівий моніторинг:** Регулярне отримання зображень для відстеження динаміки росту посівів та оперативного виявлення проблемних зон.

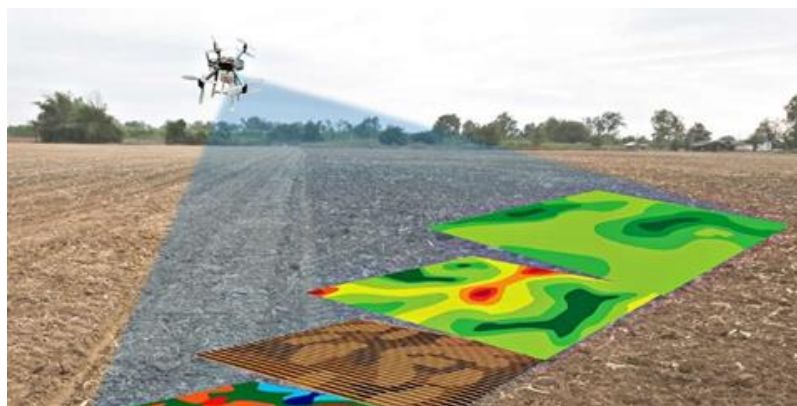


Рисунок 7.6 - Моніторинг стану посівів та ґрунту

2. Системи підтримки прийняття рішень (СППР): Програмне забезпечення, яке обробляє всі вхідні дані (ґрунт, погода, вегетація) та видає агроному чіткі інструкції, наприклад, "на ділянці А1.2 необхідно провести полив через 24 години".

3. Телеметрія: Передача даних про роботу техніки та параметри поля безпосередньо в офіс для миттєвого контролю та коригування.

7.3 Робототехніка та автоматизація в АПВ

Робототехніка є локомотивом "Агроінженерії 4.0", замінюючи людину у монотонних, небезпечних або високоточних операціях.



Рисунок 7.7.-Роботизація та автоматизація в агропромисловому виробництві

Роботизовані системи в АПВ:

- Безпілотні (автономні) трактори та комбайни:
 - Працюють за заданими GPS-маршрутами 24/7, не потребуючи присутності оператора.
 - Керуються бортовими комп'ютерами, оснащені лідарами та відеокамерами для виявлення перешкод.

- Роботи для збирання врожаю (Harvester Robots):
 - Високоспеціалізовані машини, здатні ідентифікувати та акуратно збирати окремі плоди (наприклад, полуницю, томати, яблука) на основі комп'ютерного зору.
- Роботи для прополювання та обробки:
 - Малогабаритні автономні машини, які використовують мікродози гербіцидів або механічні методи для видалення бур'янів індивідуально навколо кожної рослини.
- Роботи для сортування та пакування:
 - Використовуються на післязбиральній обробці. AI-системи оцінюють якість продукції (розмір, колір, наявність дефектів) та автоматично сортують її для різних ринків.

Переваги та виклики впровадження робототехніки:

Переваги	Виклики
Економія праці (заміна ручної праці, вирішення проблеми дефіциту кадрів)	Висока початкова вартість обладнання та інфраструктури
Підвищення точності та якості виконання робіт	Складність інтеграції з існуючим обладнанням (необхідність стандартизації)
Збільшення продуктивності (можливість працювати цілодобово)	Необхідність кваліфікованого персоналу (агроінженер-програміст, оператор даних)
Мінімізація впливу на ґрунт (використання легких автономних платформ)	Залежність від безперебійного зв'язку (GPS, інтернет) та електропостачання
Оптимізація витрат ресурсів (пальне, ЗЗР, добрива)	Юридичні та безпекові питання (рух безпілотних машин на дорогах загального користування)

Майбутні напрямки розвитку автоматизації процесів АПВ:

1. Рої роботів (Swarm Robotics): використання великої кількості малих, недорогих, взаємодіючих роботів, які спільно виконують завдання (наприклад, одночасне висаджування або моніторинг).

2. Повна автономність: перехід до повністю автономних ферм, де майже всі рутинні рішення та операції виконуються роботами та AI без прямого втручання людини.

3. Використання 5G/6G: забезпечення надшвидкого зв'язку з низькою затримкою для миттєвого обміну даними між технікою та хмарними платформами.

4. Створення "цифрових двійників" (Digital Twins): віртуальні моделі реальних ферм та полів, що дозволяють моделювати вплив різних агротехнічних рішень (наприклад, зміна графіка поливу) перед їхнім впровадженням у реальне виробництво.

5. Роботизовані вертикальні ферми: повна автоматизація контрольованих середовищ для вирощування, де робототехніка відповідає за посів, полив, освітлення та збирання.

✓ Підсумки лекції

"Агроінженерія 4.0" - це новий етап еволюції аграрної техніки та технологій, у якому дані, аналітика, автоматизація та штучний інтелект стають основою прийняття рішень.

Цифровізація забезпечує прозорість, точність, ефективність і стійкість виробництва.

Агроінженер майбутнього - це інноватор, аналітик і технолог одночасно, який забезпечує ефективність, сталі розвиток та цифрову конкурентоспроможність аграрного сектору.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає сутність концепції «Агроінженерія 4.0» та які її ключові складові?
2. Яку роль відіграє інтеграція цифрових технологій у підвищенні ефективності агропромислового виробництва?
3. Як технології Інтернету промов (IoT) застосовуються в аграрному виробництві?
4. Яке значення мають великі дані (Big Data) для прийняття інженерних та управлінських рішень у АПВ?

5. Які напрямки використання штучного інтелекту (AI) є найперспективнішими в агроінженерії?
6. Якою є роль агроінженера в умовах цифрової трансформації аграрного сектору?
7. У чому полягають основні засади точного землеробства?
8. Як безпілотні літальні апарати (дрони) використовуються для моніторингу стану посівів?
9. Які функції виконує GPS-навігація у сучасних аграрних технологіях?
10. Як сенсорні технології та системи моніторингу забезпечують контроль стану ґрунту та рослин у реальному часі?
11. У чому полягає сутність диференційованого внесення добрив і засобів захисту рослин ?
12. Які види робототехнічних систем застосовуються у агропромисловому виробництві?
13. Які переваги забезпечує впровадження безпілотних тракторів та роботів для збирання врожаю?
14. З якими технічними, економічними та організаційними викликами пов'язане впровадження робототехніки в АПВ?
15. Які майбутні напрямки розвитку автоматизації та цифровізації процесів агропромислового виробництва?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

6.1. Основні джерела

1. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. № 1556-УІІ (зі змінами) [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>].
2. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 р. № 2145-УІІІ (зі змінами) - [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>].
3. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобуванні вищої освіти» від 29.04.2015 р. № 266 (зі змінами) [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-n>].
4. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
5. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
6. Зубко В.М. Агроінжиніринг: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальностей 208 «Агроінженерія», 202 «Агрономія»/ В.М.Зубко – Суми: СНАУ, 2022.-468 с. Пр.ВР СНАУ №11 від 28.02.2022року
7. Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід: підручник / В. Д. Мигаль, М. Л. Шуляк, І. О. Шевченко. – Х.: ДБТУ, «Майдан», 2023. – 246 с.
8. Лебедев А. Т., Шуляк М. Л., Зубко В. М., Лебедев С. А. Будова тракторів John Deere серії 6, 8, 9: підручник для здобувачів освіти зі спеціальності 208 «Агроінженерія», за ред. А.Т. Лебедева. – Суми:СНАУ, 2024. 210 с.
9. Експлуатація та сервіс техніки. Опрыскувачі та машини для внесення добрив. Навчальний посібник / К. Г. Сировицький, С. О. Харченко, О. І.

Анікеєв, М. Л. Шуляк, В. М. Зубко, Л. М. Батюк. За ред. С. О. Харченка. – СНАУ. – Суми, 2024. – 134 с.

10. Операційна технологія виробництва зерна кукурудзи в умовах лісостепу сумської області. Навчальний посібник / Шуляк Л.М., Зубко В.М., Барабаш Г.І., Саржанов Б.О., Батюк Л.М.- СНАУ. – Суми, 2024. – 185 с.

Інші джерела

1. Довжик М.Я. Науково-методичне забезпечення навчального процесу : Методичні вказівки до практичних занять для студентів 1-го курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форми навчання / Суми, 2022 рік, 27 с.

2. Зубко В.М., Хворост Т.В., Мельник В.І, Панкова О.В, Коваленко Ю.С. Дослідження впливу умов проведення дискування на показник якості Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 1(51), 2023.- с. 30-36.

3. Зубко В.М., Сіренко, Ю. В., & Калнагуз, О. М. (2023). Використання алгоритмів під час моделювання маневрів польовими агрегатами. Вісник Сумського НАУ. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (3(53)), 32-39.

4. Шашков С.В., Зубко В.М., Чепіжний А.В. Організаційно-економічні складові програм розвитку електричних мереж Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2023. №6 (324). С. 179-183

5. Зубко В.М. Моделювання взаємодії жорсткого колеса з ґрунтом з метою виявлення зон ущільнень /В.М. Зубко, Д.М. Жигілій, С.П. Соколік // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Автомобіле-та тракторобудування, № 1, Харків: НТУ «ХПІ», 2023, с. 77 – 82.

6. Зубко, В. М., Хворост, Т. В., Тесленко, О. В., Романовський, М. О., & Гузь, О. І. (2024). Ефективність використання бпла під час внесення ЗЗР, гербіцидів та регуляторів росту (фітогормонів). Вісник Сумського

національного аграрного університету. Серія: *Механізація та автоматизація виробничих процесів*, (2 (56), 34-42.

7. Чепіжний, А. В., Зубко, В. М., Коваленко, В. Є., & Шутко, В. В. (2024). Визначення коефіцієнта опору перекочування сучасної аграрної техніки на різних агрофонах. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*, (3 (57), 64-73.

Інформаційні ресурси

1. Офіційне інтернет-представництво Президента України <http://www.president.gov.ua/>.
2. Кабінет Міністрів України <http://www.kmu.gov.ua/>
3. Міністерство освіти і науки України <http://www.mon.gov.ua>, www.osvita.com.

ЗУБКО ВЛАДИСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ
БАТЮК ЛЮДМИЛА МИКОЛАЇВНА

ВСТУП ДО ФАХУ ТА ОСНОВИ ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПВ

Конспект лекцій

для здобувачів 2 та 1 с.т. курсу освітньої програми «Агроінженерія»
денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти
«бакалавр»

Суми, РВВ, Сумський НАУ, вул. Герасима Кондратьєва, 160

Підписано до друку: „__” _____ 2026 р. Тираж 100 прим.

Гарнітура. Times New Roman.

Формат А5. Умовн. друк. арк. 2 Замовл. _____.
