

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра агроінженерії

02-07-08М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи

з навчальної дисципліни

«Випробування та управління якістю в АПК»

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського)

рівня за освітньо-професійною програмою

«Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»

денної та заочної форм навчання

Рекомендовано

науково-методичною радою з

якості ННМІ

Протокол №1 від 27.08.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Випробування та управління якістю в АПК» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Шимко А. В., Налобіна О. О. – Рівне : НУВГП, 2023. – 95 с.

Укладачі: Шимко А. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії;
Налобіна О. О., доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри агроінженерії.

Відповідальний за випуск: Налобіна О. О., доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри агроінженерії.

Схвалено на засіданні кафедри агроінженерії протокол № 1 від 26 серпня 2024 року

Керівник групи
забезпечення спеціальності
208 «Агроінженерія»

Налобіна О. О.

Попередня версія методичних вказівок: 02-01-525М.

© А. В. Шимко, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Практична робота № 1.....	7
2. Практична робота № 2.....	12
3. Практична робота № 3.....	16
4. Практична робота № 4.....	26
5. Практична робота № 5.....	31
6. Практична робота № 6.....	35
7. Практична робота № 7.....	41
8. Практична робота № 8.....	51
9. Практична робота № 9.....	56
10. Практична робота № 10.....	76
Література.....	95

ВСТУП

Ефективний розвиток сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від рівня розробки та впровадження у виробництво нових конструкцій сільськогосподарських машин. До кожного виду сільськогосподарської техніки пред'являються наступні загальні вимоги: повна відповідність машини конкретним ґрунтово-кліматичним умовам; якісне виконання технологічних операцій; максимальна продуктивність; зниження чи повне виключення негативного впливу техніки на використовувані природні ресурси та в цілому на навколишнє середовище; зменшення рівня енергоємності; скорочення матеріальних та фінансових засобів та витрат; висока надійність і працездатність у процесі експлуатації; безпеку та комфортабельні умови роботи праці персоналу.

Оцінку вищезгаданих вимог до сільськогосподарських машин на всьому шляху «життя» машини є неможливим без проведення випробувань даних машин у реальних умовах. Для отримання об'єктивних результатів необхідний єдиний підхід, способи та методи проведення випробувань. Саме для цього у багатьох країнах світу розроблено регламенти для проведення випробувань сільськогосподарських машин на знарядь. Отримані дані дозволяють підібрати найбільш ефективну техніку для ґрунтово-кліматичних умов, впровадження у виробництво та періодичний її контроль.

Міждисциплінарні зв'язки. Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих з таких навчальних дисциплін, як «Трактори та автомобілі» «Деталі машин і механізмів», «Сільськогосподарські машини», «Фермські машини та обладнання», «Машини і обладнання для переробки сільськогосподарської продукції», а отримані знання будуть використовуватись у подальшому при виконанні магістерської роботи.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Мета: Полягає у вивченні методів та порядку проведення випробувань сільськогосподарських машин та знарядь.

Завданнями дисципліни є вивчення:

- методів проведення випробувань для різних видів сільськогосподарських машин і обладнання;
- показників, які визначаються для різних видів сільськогосподарських машин і обладнання;
- методів вимірювання конструктивних параметрів сільськогосподарських машин і обладнання;
- методів визначення габаритних розмірів сільськогосподарських машин і обладнання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент **повинен знати:**

- основні поняттями та визначення предмету «Випробування та управління якістю в АПК»;
- основні прилади та обладнання, яке використовується для проведення випробувань сільськогосподарських машин і обладнання;
- методології проведення випробувань сільськогосподарських машин і обладнання, а також їх сертифікацію.

вміти:

- вміти застосовувати положення системного підходу при розв'язанні задач випробування обладнання конструкцій машин та режимів їхньої роботи, побудувати і вибрати параметри фізичної моделі конкретної технічної системи;
- вміти вибрати критерій оптимізації та визначити оптимальний режим роботи сільськогосподарської машин і обладнання за обраним критерієм.
- визначати та аналізувати показники, які впливають на ефективність випробування та сертифікацію сільськогосподарських машин і обладнання.

- оптимізувати затрати на випробовування та сертифікацію сільськогосподарських машин і обладнання;

ВОЛОДІТИ:

- методами оцінки технічного рівня та якості сільськогосподарських машин і обладнання;

Практична робота №1

Тема: Види технічних експертиз

Мета: Ознайомитись з видами технічних експертиз

Технічну експертизу виробу поділяють на первинну, поточну та заключну. При проведенні технічної експертизи виріб перевіряють на відповідність вимогам технічного завдання або технічним умовам.

З дослідними зразками у випробувальну організацію представляють таку технічну документацію:

- комплект складальних креслень виробу та його складових частин;

- схеми:

- а) монтажні, електрична, гідравлічна та пневматична;

- б) Принципові (технологічна, кінематична, електрична);

- копію технічного завдання та НД;

- проект технічних умов (ТУ);

- технічний опис та інструкції з експлуатації, технічного обслуговування, монтажу, пуску, регулювання та обкатування виробу на місці його застосування за ГОСТ 27388;

- перелік змін, внесених у конструкцію виробу порівняно з раніше випробуваними зразками (у разі повторних випробувань);

- проект тимчасової витрати запасних частин;

- проект заводської відпускнуої ціни (лімітна, паритетна ціна на момент проведення випробувань).

На вимогу випробувальної організації представляють карту мікрометражу основних деталей, що зношуються.

З серійними зразками у випробувальну організацію представляють додаткову технічну документацію:

- паспорт;

- технічні умови;

-технічний опис та інструкції з експлуатації, технічного обслуговування, монтажу, пуску регулювання та обробки виробу на місці його застосування за ГОСТ 27388;

-заходи щодо усунення недоліків, раніше виявлених при випробуваннях та господарській перевірці;

-перелік конструкційно-технологічних змін, креслення змінених складальних одиниць і деталей з пояснювальною запискою.

На вимогу випробувальної організації підприємство, яке представило виріб на випробування, повинне представити каталог деталей та складальних одиниць за ГОСТ 2.602, креслення на будь-які деталі протягом 10 днів з дня отримання запиту.

Технічну експертизу виробу проводять із застосуванням необхідного обладнання, приладів та інструменту та візуально.

Для визначення технічного стану виробу в цілому застосовують методи технічної діагностики, а при визначенні якості деталей - методи неруйнівного контролю відповідно до ГОСТ 18353.

Вимірювальні прилади та обладнання, що застосовуються, повинні бути повірені до початку технічної експертизи відповідно до ГОСТ 8.002.

Відносна похибка вимірювань лінійних величин маси, частоти обертання та тиску повітря визначається за ГОСТ 26025, куткових величин, обсягів - не більше 1,0%.

Первинна технічна експертиза

Первинну технічну експертизу проводять у період приймання на випробування, монтажу та обкатки виробу.

Первинна технічна експертиза включає в себе:

- оцінку технічної документації, що додається до виробу; оцінку упаковки; оцінку монтажу, дозбірки;

- оцінку якості виготовлення виробу та індивідуального комплексу ЗППу;

- обкатування виробу;
- попередню оцінку відповідності виробу вимогам безпеки;

- експертизу конструкції виробу

Початкові вимірювання (мікрометраж) деталей, що зношуються, проводять при необхідності.

При оцінці представленої документації перевіряють якість технічного опису та інструкції з експлуатації, достатність для проведення монтажу, пуску, регулювання та обкатки, а також повноту, ясність і конкретність викладу, якість ілюстрацій відповідно до ГОСТ 2.601, ГОСТ 27388.

При оцінці упаковки виробів встановлюють:

- міцність упаковки та збереження виробу, складальних одиниць та деталей при завантаженні, транспортуванні та вивантаженні;

- зручність поводження з пакувальними документами;

- збереження документації при транспортуванні.

Якість виготовлення виробу, що надійшов на випробування у зібраному вигляді, перевіряють зовнішнім оглядом без розбирання.

Якість заклепувальних з'єднань згідно з ГОСТ 10304, зварювальних з'єднань згідно з ГОСТ 3242, якість лакофарбових покриттів визначають за ГОСТ 15140.

Обкатку проводять відповідно до технічної документації на виріб. Під час обкатування перевіряють дію механізмів, регулюють їх, встановлюють надійність з'єднань. Під час приймання, монтажу, складання та обкатки встановлюють можливість допуску до експлуатації виробу з точки зору виконання вимог безпеки за ГОСТ 12.2.111, ГОСТ 12.2.019,

ГОСТ 12.2.120, ГОСТ 12.2.042, ГОСТ 12.2.124, і навіть відповідних НД з електробезпеки, і оформляють акт приймання, обкатки зразка, форма якого наведено у додатку 3.

При експертизі конструкції дослідного зразка виробу та серійного зразка першого року випуску складають технічний опис, технічну характеристику та проводять фотографування на спеціальному майданчику, що має світле тло, або за місцем монтажу.

Загальний вигляд виробу праворуч або ліворуч і ззаду фотографують під кутом 30-40° до поздовжньої або поперечної осі симетрії. Розмір фотографії 9x12 см.

Фотографії загальних видів повинні характеризувати конструкцію та взаємне розташування складальних одиниць.

Для оцінки прохідності та маневреності виробу визначають:

- кут звису;
- дорожній просвіт;
- мінімальний зовнішній радіус повороту;
- мінімальний внутрішній радіус повороту;
- габаритні розміри;
- ширину колії.

Кути звису (статичні) - передній і задній - повинні визначатися при повному навантаженні безпосереднім виміром найменшого кута між горизонтальним майданчиком, на якому встановлено виріб, і площиною, що одночасно стосується шин і однієї з точок відповідного звису виробу.

Дорожній просвіт виробу, мінімальний зовнішній радіус повороту і мінімальний внутрішній радіус повороту, габаритні розміри і ширину колії визначають за ГОСТ 26025.

Якщо при прийманні на випробування та проведенні первинної технічної експертизи виявлено невідповідність виробу вимогам технічного завдання, зразок може бути доопрацьований організацією, що подала виріб, та після доопрацювання прийнятий на випробування.

Поточна технічна експертиза

Поточну технічну експертизу проводять протягом періоду випробувань.

Поточна технічна експертиза включає оцінку технічного стану виробу при експлуатації з метою виявлення його конструкційних і виробничих переваг і недоліків і причин виникнення відмов, дефектів, ушкоджень.

Причини відмов, дефектів та пошкоджень встановлюють шляхом огляду та вимірювання поламаного вузла, що зносилися, деформованих та пов'язаних з ним деталей, а також аналізу умов виникнення відмов та пошкоджень.

Пошкоджені деталі рекомендується фотографувати. Лабораторний аналіз матеріалу деталі проводять відповідно до чинної нормативно-технічної документації.

Поламані, зносилися і деформовані деталі після закінчення випробувань передаються організації, що представила виріб на випробування, на її вимогу.

Заключна технічна експертиза

Після закінчення випробувань проводять заключну технічну експертизу виробу з метою визначення його придатності до подальшої експлуатації та оцінки конструктивного виробу.

При заключній технічній експертизі проводять:

- оцінку технічного стану виробу, його робочих органів та складальних одиниць;
- оцінку стану болтових, заклепувальних з'єднань і зварювальних швів, збереження забарвлення;
- вимірювання деталей, що піддавалися початковим вимірам, а також деталей, мають знос;
- оцінку відповідності гарантійному напрацюванню деталей і складальних одиниць виробу серійного виробництва;
- складання переліку та характеристики конструкційних та виробничих недоліків деталей, деформованих, що

зносилися під час випробувань, з аналізом причин та обставин їх виникнення.

Придатність виробу для подальшої роботи визначають виходячи з аналізу всіх матеріалів технічної експертизи.

Запитання для самоконтролю:

1. Як поділяється технічна експертиза?
2. Яку технічну документацію представляють у випробувальну організацію разом із дослідними зразками?
3. Що визначають для оцінки прохідності і маневреності?
4. Що в себе включає первинна технічна експертиза?
5. Що проводять при заключній технічній експертизі?
6. Що включає в себе поточна технічна експертиза?

Практична робота №2

Тема: Системні методи оцінки сільськогосподарської техніки при випробуваннях

Мета: Ознайомитись із задачами аналізу та рівнями системи

Задачі аналізу при випробуваннях в системному плані полягають в надійності визначення необхідних характеристик систем і підсистем при визначених і змінних умовах роботи, оцінці базових параметрів машини чи агрегату, а також у визначенні можливих варіантів побудови структури взаємозв'язку робочих органів та шляхів їх вдосконалення.

Під системним аналізом при випробуванні с/г техніки слід розуміти сукупність прийомів та методів, які застосовуються при вивченні різних процесів, які виконуються с/г машинами, машинними агрегатами і комплексами. У найпростішому вигляді задачі аналізу полягають у визначенні характеристик елементів машин та системи в цілому, тобто критеріїв їх ефективності при заданих умовах роботи.

Задачі аналізу діляться на:

- агротехнічні;
- фізичні;
- виробничо-технологічні;
- економічні.

Система зазвичай задається переліком об'єктів, їх властивостей, зв'язків і виконуваних функцій. При прикладних дослідженнях система розбивається на підсистеми.

Всі математичні об'єкти, які беруть участь у комплексі сільськогосподарських робіт під час випробувань можуть бути об'єднані в одну систему, яку можна назвати складною.

Характерними особливостями складних систем є:

1. наявність ієрархічної структури, тобто можливість поділу системи на велику кількість систем та елементів, які взаємодіють між собою і які виконують різні технологічні, організаційні та виробничі функції;
2. стохастичний характер процесів функціонування підсистем і елементів, які заключаються в їхній взаємодії з постійними та змінними факторами зовнішніх умов;
3. наявність загальної для системи ціленаправленої задачі;
4. систематичний вплив системи управління шляхом направленої впливу обслуговуючого персоналу для досягнення певних показників ефективності.

Більшість систем в сільськогосподарському виробництві є відкритими, так, як при їх роботі відбувається обмін з іншими системами.

Під структурою системи зазвичай розуміють характер її організації із визначених елементів за допомогою силових, енергетичних, матеріальних або організаційних зв'язків, які визначаються функціями, які виконує система.

Ієрархічна структура будь-якої системи може бути представлена у вигляді схеми, поданої на рис.2.1.

При розгляді структурної схеми (рис. 2.1) можна побачити виділені елементи першого, другого, третього і так далі рівнів. Процес функціонування системи складається з безперервно взаємозв'язаних змін станів елементів і підсистем, які виражені фізичними параметрами.

Функціонально-структурний аспект системного підходу передбачає по крайній мірі три рівні розгляду системи:

- перший – розгляд структури на рівні абстрактних об'єктів;
- другий – дослідження конкретних зв'язків;
- третій – дослідження операцій.

Характеристика зв'язків між елементами системи, побудова і дослідження математичних моделей функціонування її елементів і системи в цілому, та практичні інтерпретація результатів складає сутність системи підходу.

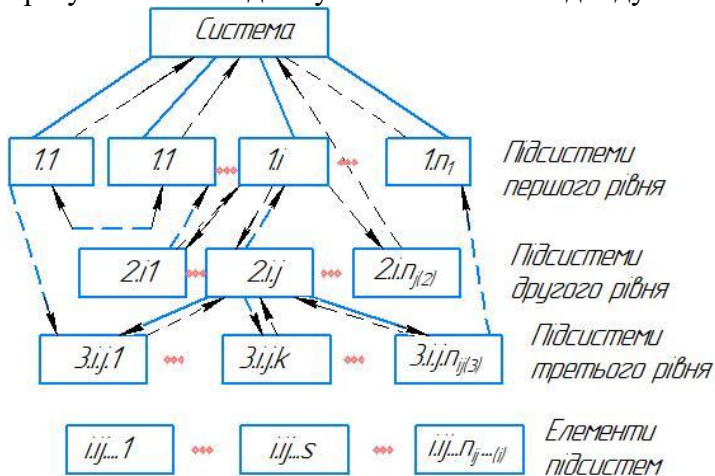


Рис. 2.1 Структура складної системи

Зазвичай при випробуваннях проводять оцінку значень різних показників при деяких заданих рівнях незалежних факторів.

При випробуваннях важливо виробити надійну оцінку базових параметрів нових конструкцій машин та їх комплексів, наприклад, ширина захвату, встановлена потужність двигуна та інші техніко-економічні параметри, а також економічний ефект, як функції або функціоналу від базових параметрів та характерних умов експлуатації.

Остання задача вирішується у відповідності з діючими галузевими стандартами, але отриманий результат відноситься до обставин випробувань, які склалися випадково. В той же час, об'єктивна економічна оцінка базових параметрів машин при системному підході повинна здійснюватися більш широко, для різних кліматично-грунтових умов.

Таким чином, основними елементами системного методу випробувань є класифікація та встановлення структури систем, які розглядаються, вибір обмеженого числа критеріїв і виявлення зв'язків між показниками ефективності, механіко-технологічними властивостями оброблюваного матеріалу, режимами роботи і параметрами випробовуваних машин.

Для вирішення поставлених задач необхідно мати вичерпні дані про природно-виробничих, фізико-технологічних властивостях об'єктів обробки та зовнішніх умовах роботи машини, а також базою теоретичних і експериментальних методів побудови і дослідження моделей процесів із застосуванням методу планування експериментів, математичної обробки і інтерпретації результатів і стандартними процедурами математичного моделювання.

Питання для самоконтролю:

1. Скільки рівнів (як мінімум) розгляду системи передбачає системний підхід?
2. Які характерні особливості складних систем?
3. З чого складається процес функціонування систем?

4. В чому полягають задачі аналізу при випробуваннях в системному плані?
5. Що розуміють під структурою системи?
6. Що слід розуміти під системним аналізом при випробуванні с/г техніки?

Практична робота №3

Тема: Схеми моделювання робочих процесів при випробуванні машин

Мета: Ознайомитись із схемами моделювання робочих процесів при випробуванні машин

Послідовність дій, які виконуються при моделюванні робочих процесів, в загальному, складаються із наступних операцій:

1. постановка завдання випробувань;
2. вибір і обґрунтування параметрів, які будуть характеризувати якість виконання робочого процесу;
3. змістовний опис робочого процесу;
4. розробка формалізованої схеми;
5. створення математичної моделі;
6. побудова моделюючого алгоритму;
7. реалізація алгоритму;
8. інтерпретація результатів.

Порядок вище перерахованих операцій можна розглядати лише в цілому, окремі блоки іноді можуть розташовуватися в іншій послідовності, в окремих випадках деякі з них можуть бути опущені. Так, вибору та обґрунтування параметрів, що характеризують якість виконання процесу, часто може передувати змістовний опис, а нерідко розробка формалізованої схеми та математичної моделі. Без розгляду, наприклад, загальних питань копіювання можуть виявитися незрозумілими підстави для вибору в якості вихідного параметра рівності ординат двох реалізацій випадкового процесу за схемою.

$$Y_p = Y_2 - Y_1 \quad (3.1)$$

де Y_2 - поверхня, від якої відраховується глибина ходу робочого органу; Y_1 - траєкторія виконавчого робочого органу.

Загальна схема цифрового моделювання допускає концентричний характер переходів між блоками. Так, при виконанні робіт, передбачених змістом блоку 2, може виникнути необхідність повернутися до блоку 1, щоб залучити додаткові відомості, необхідні для уточнення комплексу параметрів.

При постановці завдання моделювання робочих процесів сільськогосподарської техніки рекомендується розрізняти два рівні. Перший рівень - уточнення загальної мети моделювання відповідно до перерахованих раніше функцій моделі. У цьому випадку потрібно скласти загальну схему взаємодії між модельним, експериментальним і аналітичним вивченням об'єкту, визначити правомірність заміни безпосереднього вивчення об'єкта вивченням його цифрової моделі.

Другий рівень відрізняється конкретизацією завдання моделювання, складанням переліку структурних елементів та співвідношень між ними, які мають забезпечити оптимізацію вихідних параметрів. На цьому рівні планується модельний експеримент. При постановці завдання виконується аналіз наявних досліджень та його результатів у цій галузі. У деяких випадках виникає потреба виконати аналітичний опис процесу. Особливості постановки завдання впливають із ознак, за якими виконано класифікацію досліджуваних процесів. Так, при дослідженні процесів копіювання ставилося завдання знайти якісні показники роботи механізмів при заданому комплексі параметрів, що характеризують конструкцію, комплекс зовнішніх умов (поверхня ґрунту, характер лінії рядка, захисну зону тощо). У процесах моделювання розподілу величин, що характеризують

функціональні властивості об'єктів випробувань, зазвичай ставиться завдання отримання оцінок розподілу, виходячи з гіпотези про протікання процесу.

Математичні (цифрові) моделі знаходять застосування і при розробці статистичної теорії процесів, коли завданням є знаходження загальних закономірностей, які управляють процесом, і умов, у яких ці закономірності виконуються.

Змістовний опис процесу, розробка формалізованої схеми, створення математичної моделі є творчою частиною роботи під час моделювання і може бути об'єднана загальною назвою — розробка математичного апарату на дослідження.

Змістовний опис об'єкта дослідження є першим етапом його формалізації, що передує побудові формалізованої схеми та математичної моделі. До змістовного опису входять класифікація механізмів, що виконують процес та узагальнення їх структури, опис ролі окремих елементів, вибір показників, що характеризують якість виконання процесу, опис технології та способу формування основного показника. Тут закладаються елементи алгоритмічного опису процесу.

На етапі розробки формалізованої схеми вводиться система припущень, оскільки з урахуванням великої кількості факторів, що визначають процес, модель буде дуже громіздкою. Вводиться також загальне формальне уявлення про процес, записуються основні залежності, чітко встановлюється вид та характер вхідних та вихідних змінних відповідно до загальних принципів.

Формалізована схема та математична модель підбивають підсумок вивченню та обстеженню процесу та дозволяють перейти до побудови моделюючого алгоритму – процедури, яка зумовлена математичною моделлю процесу. У той

самий час ця робота, як і попередні, вимагає значних творчих зусиль, вкладених у раціональну організацію обчислень і можливість подальшого вдосконалення моделі без докорінної перебудови.

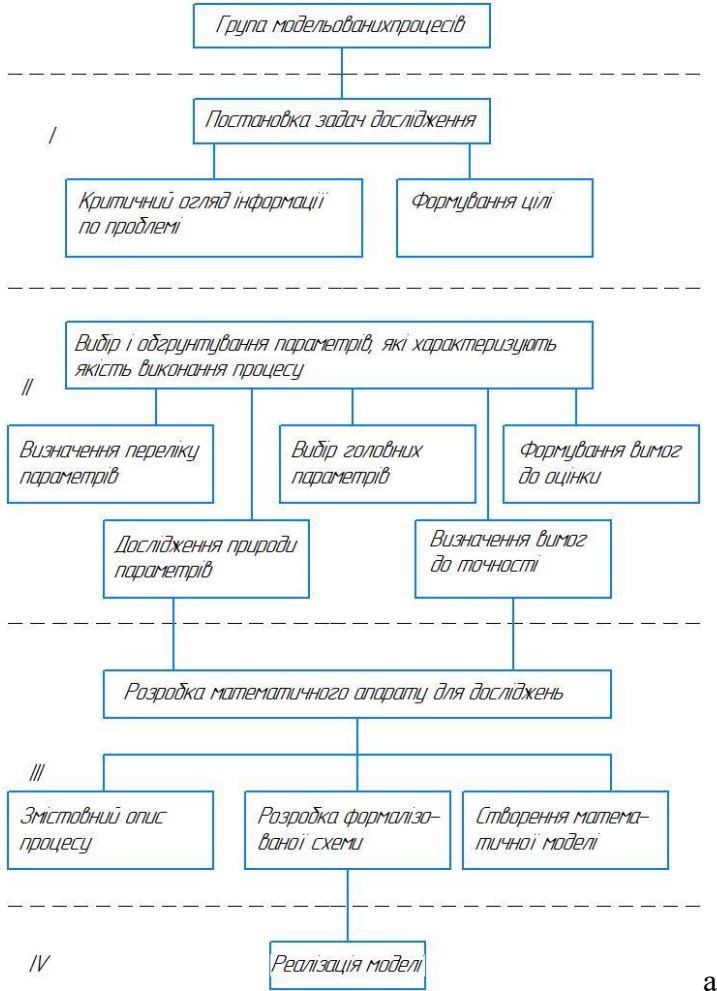
Основні вимоги до алгоритмів цифрового моделювання робочих процесів сільськогосподарських машин полягають у наступному:

— уніфікація блоків, у тому числі формуються моделі різних процесів, тобто використання універсальних блоків. Так, для статистичного моделювання процесів зручно виділити блоки формування багатовимірних випадкових величин, блоки статистичної обробки даних, блоки порівняння тощо;

— при побудові алгоритму та програми обчислень необхідно враховувати можливість подальших доповнень програм без корінної їхньої переробки;

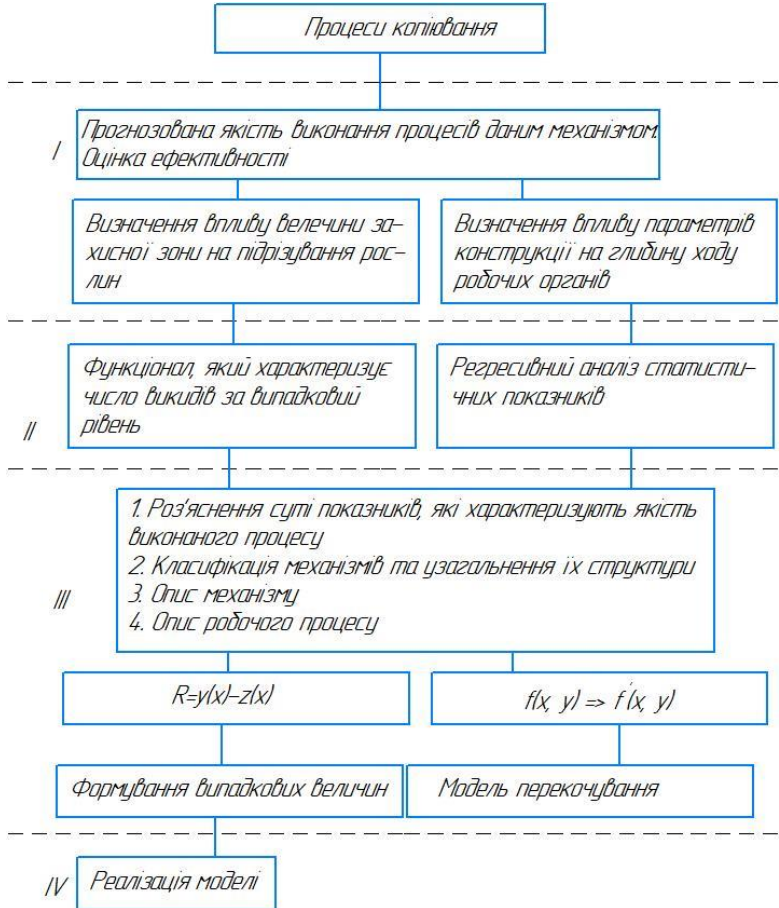
— оператори, що використовуються при побудові блок-схеми, повинні відповідати поділу процесу на окремі логічні блоки, мати наочність і допускати просту реалізацію за допомогою елементарних операцій.

На закінчення слід зазначити, що ефективність математичного моделювання при випробуваннях сільськогосподарської техніки багато в чому залежить від якості моделі, що застосовується. Водночас формалізованих правил побудови моделей не існує, і досвід у цій справі набувається поступово.

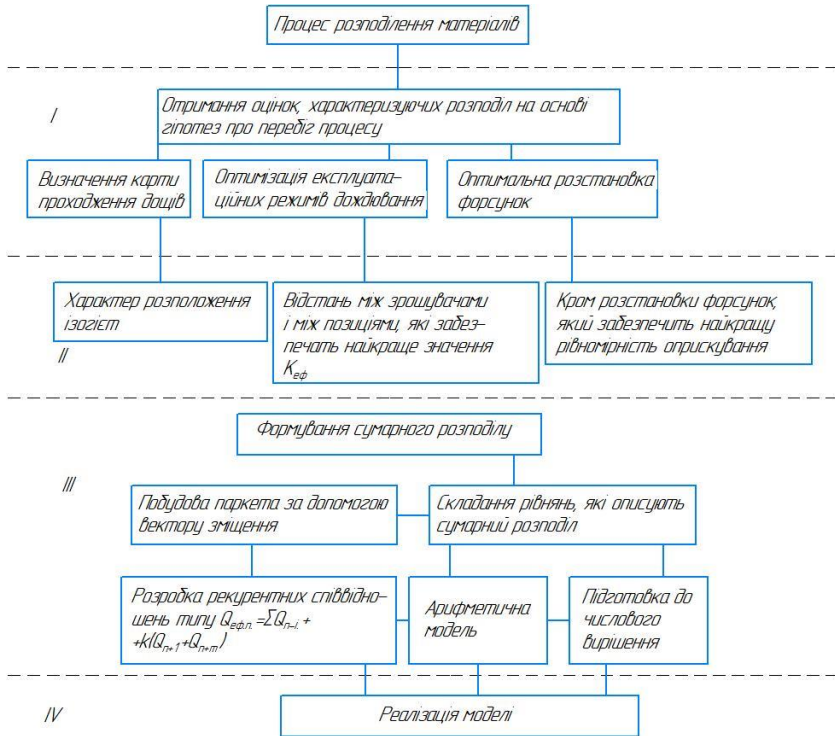


а

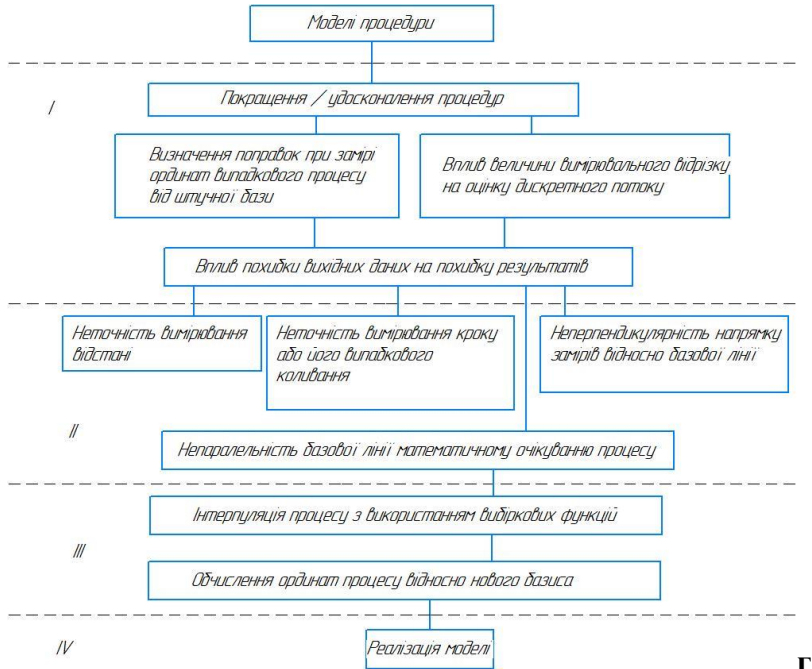
Схема моделювання робочих процесів сільськогосподарських машин: а – загальна схема; б – моделювання процесу копіювання; в – процес розподілу матеріалів; г – моделювання процедур



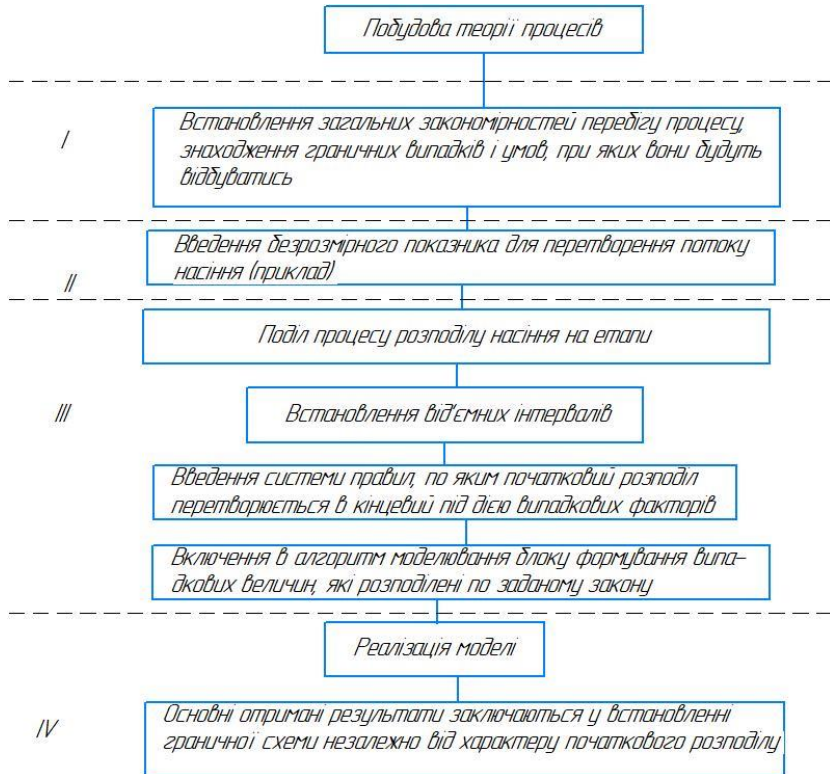
6



В

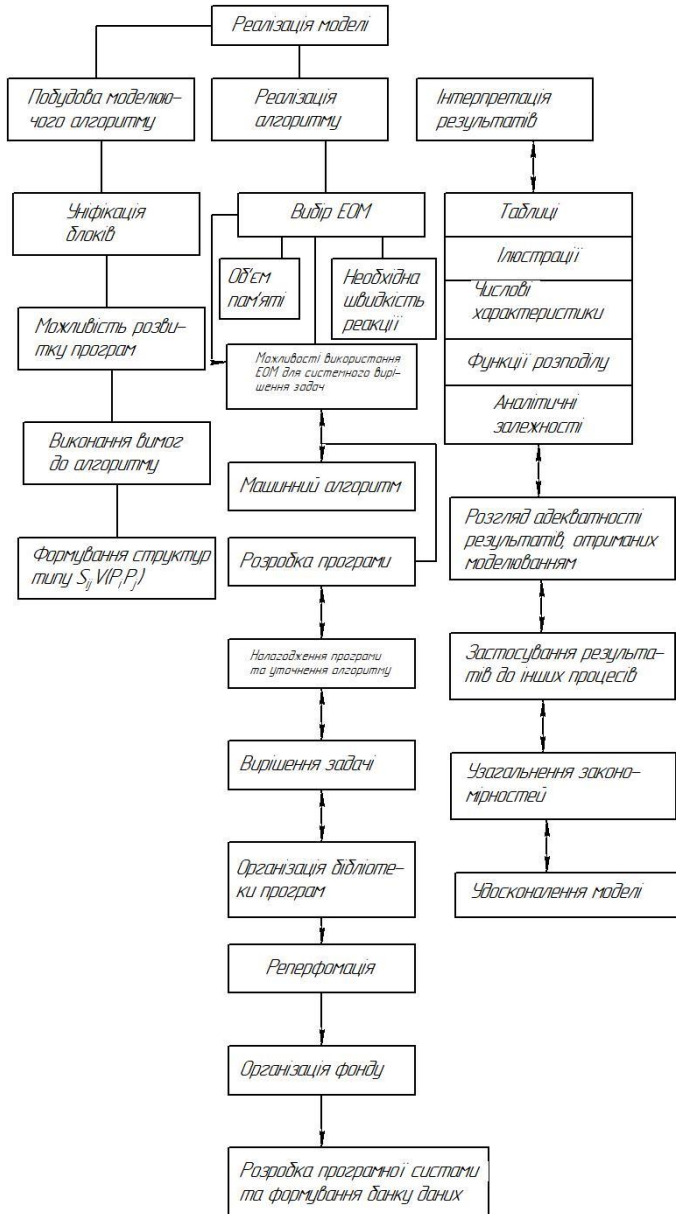


Г



Д

Схема моделювання робочих процесів сільськогосподарських машин: д – побудова теорії робочих процесів (наприклад процес висіву); е – приблизний склад робіт на рівні реалізації моделі.



e

Запитання для самоконтролю:

1. Яка послідовність дій, які виконуються при моделюванні робочих процесів?
2. Скільки рівнів рекомендується розрізняти при постановці завдання моделювання робочих процесів сільськогосподарської техніки?
3. У чому полягає перший рівень моделювання робочого процесу?
4. У чому полягає другий рівень моделювання робочого процесу?
5. Що включає розробка математичного апарату на дослідження?
6. У чому полягають основні вимоги до алгоритмів цифрового моделювання робочих процесів сільськогосподарських машин?

Практична робота №4

Тема: Пропускна здатність та продуктивність зернозбиральних комбайнів

Мета: вивчити основи розрахунку пропускної здатності та продуктивності зернозбиральних комбайнів.

Базовою основою зернозбиральних комбайнів є молотильний апарат. Основним показником якості роботи молотильного апарата є функціональна залежність втрат (γ) від щосекундної подачі хлібного вороху в апарат (q), тобто $\gamma = f(q)$

Процес обмолу хлібного вороху наведений на рис. 4.1.

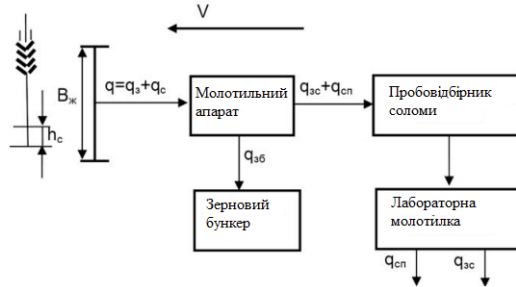


Рис. 4.1. Блок-схема експериментальної оцінки якості роботи молотильного апарату зернозбирального комбайна

$$q = q_z + q_c = q_{зб} + q_{сп} + q_{зс} \quad (4.1)$$

де $q_{зб}$ – інтенсивність подачі зерна в бункер;

$q_{сп}, q_{зс}$ – інтенсивність подачі в пробовідбірник відповідно соломи з половиною і зерна, яке знаходиться в них.

Маса цього зерна характеризується рівнем втрат молотильного апарату:

$$\gamma = \frac{q_{зс}}{q_z} = q_{зс} / (q_{зб} + q_{зс}) \quad (4.2)$$

З врахуванням (1.2) має місце рівність:

$$q_{зб} = q_z - q_{зс} = q_z(1 - \gamma) \quad (4.3)$$

Відношення зерна і соломи у вхідному воросі $q = q_z + q_c$ є основою фонові характеристики зернової культури, яку збирають. Позначивши його $\varphi = q_c / q_z$, де q_c і q_z – інтенсивність подачі у молотильний апарат відповідно соломи і зерна [кг/с].

Отримаємо вирази:

$$q_z = q / (1 + \varphi); \quad (4.4)$$

$$q_c = q \cdot \varphi / (1 + \varphi). \quad (4.5)$$

Величина подачі або інтенсивність вхідного вороху повністю визначається фонові характеристикою зернової культури φ , яку збирають, а також урожайністю $У_з$ [ц/га], шириною жатки $В_ж$ [м] і робочою швидкістю руху зернозбирального комбайна V [км/год].

$$q = У_з \cdot В_ж \cdot V \cdot (1 + \varphi) / 360 \quad (4.6)$$

Із виразу (1.6) видно, що молотильний апарат не має явних обмежень (як конструктивних, так і експлуатаційних) по величині вхідного вороху. Але, тим не менше, при експлуатації виникають обмеження, а саме: забивання молотильного апарату та робота на робочій швидкості, яку може забезпечити двигун і яку зможе підтримувати водій зернозбирального комбайну протягом зміни ($V \leq V_{p \max}$). В даний момент єдиним регламентованим обмеженням молотилки комбайна є рівень втрат $\gamma = 0,015$ або 1,5%. Мова йде про внесення штучного обмежувача в функцію залежності втрат від подачі хлібної маси:

$$\gamma = f(q) = f(Y_3 \cdot B_{\text{ж}} \cdot V \cdot \frac{1+\varphi}{360}) \quad (4.7)$$

Приклад.

Визначити інтенсивність подачі соломи та зерна q_c, q_3 відповідно та приведену подачу за формулою $q_{\text{п}} = q_c \cdot 1,67$. Соломистість $\varphi = 1,2$, фактична подача вороху складає 9 кг/с, тобто $q=9$.

У відповідності до формул (4.4) та (4.5):

$$q_3 = \frac{q}{1+\varphi} = \frac{9}{1+1,2} = \frac{9}{2,2} = 4,09 \text{ [кг/с];}$$

$$q_c = q \cdot \frac{\varphi}{1+\varphi} = 9 \cdot \frac{1,2}{1+1,2} = 9 \cdot \frac{1,2}{2,2} = 4,91 \text{ [кг/с].}$$

Далі визначаємо приведену подачу:

$$q_{\text{п}} = q_c \cdot 1,67 = 4,91 \cdot 1,67 = 8,2 \text{ [кг/с].}$$

Класифікація зернозбиральних комбайнів по величині нормованої пропускну здатності.

Існує два види класифікації при втратах у 1,5%, дискретна та непереривна.

Згідно дискретної класифікації зернозбиральні комбайни поділяються по класам, а саме: комбайни с пропускну здатністю при втратах 1,5% $q_{1.5} = 1 - 2$ кг/с – відносять до першого класу, $q_{1.5} = 3 - 4$ кг/с – до другого класу, $q_{1.5} = 5 - 6$ кг/с – до третього, $q_{1.5} = 7 - 8$ кг/с – до четве-

ртого, $q_{1.5} = 9 - 10$ кг/с – до п'ятого і так далі. Ця класифікація називається дискретною тому, що в прийнятій шкалі є вільні міжкласові інтервали (4-5, 6-7, 8-9 і так далі), які не відносяться до якогось класу. Критерієм класу є нормована пропускна здатність, яка відповідає середині класового інтервалу $Q_{1.5}$. наприклад для комбайнів п'ятого класу $Q_{1.5}=9,5$ кг/с. для прикладу візьмемо зернозбиральний комбайн «Дон-1500Б». для цього комбайну притаманна нерівність, яку можна виразити наступним чином: $q_{1.5} < Q_{1.5}$, що говорить про те, що комбайн належить до інтервалу 8,5-9,5 кг/с для якої $Q_{1.5}=9$ кг/с. Але такий інтервал не належить якомусь класу. Аналогічна ситуація спостерігається і з іншими марками зернозбиральних комбайнів, тому їх неможливо віднести до якогось класу по дискретній класифікації. Виходом із даної ситуації стало використання неперервної класифікації, суть якої полягає у використанні величини $Q_{1.5}$, відносно якої зберігається прийнятий класовий інтервал, який рівний $\pm 0,5$ кг/с. таким чином, якщо заявлено в характеристика комбайна з нормованої пропускною здатністю $Q_{1.5}=9,1$ кг/с, то це комбайн класу 9,1 із пропускною здатністю в інтервалі 8,6-9,6 кг/с. Це дозволяє упорядкувати інформацію по зернозбиральним комбайнам і підвищити її достовірність.

Продуктивність зернозбирального комбайна може бути визначена за масою зібраного зерна протягом 1 години WT_0 [т/год] і за площею, з якої зібрано зерно, протягом 1 години WS_0 [га/год]. Вони визначаються за формулами:

$$WT_0 = 3.6 \cdot q_z = 3,6 \cdot q / (1 + \varphi); \quad (4.8)$$

$$WS_0 = 0.1 \cdot B_{ж} \cdot V. \quad (4.9)$$

Чиста продуктивність комбайна за масою зібраного зерна з врахуванням втрат визначається по формулі:

$$WT_{оп} = 3.6 \cdot q_z = 3,6 \cdot q(1 - \gamma) / (1 + \varphi). \quad (4.10)$$

Номінальна продуктивність WT_H відповідає нормованій подачі $q_{1.5}$:

$$WT_H = 1,44 \cdot q_{1.5}(\text{без втрат}) \quad (4.11)$$

$$WT_H = (1,44 - 1,44 \cdot 1,5\%) \cdot q_{1.5}(\text{з втратами } 1,5\%) \quad (4.12)$$

Змінна і експлуатаційна продуктивність визначається по наступним формулам:

$$WT_c = WT_0 \cdot K_3; \quad (4.13)$$

$$WT_{\text{сп}} = WT_{\text{оп}} \cdot K_3; \quad (4.14)$$

$$WT_e = WT_0 \cdot K_e; \quad (4.15)$$

$$WT_{\text{еп}} = WT_{\text{оп}} \cdot K_e; \quad (4.16)$$

де K_3 і K_e – коефіцієнти використання відповідно змінного і експлуатаційного часу.

Приклад. Знайти продуктивність (змінна, експлуатаційна, чиста) зернозбирального комбайну класу $Q_{1.5}=14$ кг/с. коефіцієнт використання експлуатаційного часу рівний 0,7, довжина гону 300м, солонистість 1,25.

$$WT_0 = 3,6 \cdot q_3 = 3,6 \cdot \frac{q}{1+\varphi} = 3,6 \cdot \frac{14,5}{1+1,25} = 23,2 \text{ т/год};$$

$$WT_{\text{оп}} = 3,6 \cdot q_3 = 3,6 \cdot \frac{q(1-\gamma)}{1+\varphi} = 3,6 \cdot \frac{14,5(1-0,015)}{1+1,25} =$$

22,852 т/год;

$$WT_c = WT_0 \cdot K_3 = 23,2 \cdot 0,52 = 12,064 \text{ т/год};$$

$$WT_{\text{сп}} = WT_{\text{оп}} \cdot K_3 = 22,852 \cdot 0,52 = 11,88 \text{ т/год};$$

$$WT_e = WT_0 \cdot K_e = 23,2 \cdot 0,7 = 16,24 \text{ т/год};$$

$$WT_{\text{еп}} = WT_{\text{оп}} \cdot K_e = 22,852 \cdot 0,7 = 15,996 \text{ т/год};$$

Завдання для самоконтролю:

1. Визначити інтенсивність подачі соломи та зерна q_c, q_3 відповідно та приведену подачу за формулою $q_{\text{п}} = q_c \cdot 1,6^*$. Солонистість $\varphi = 1,^*$, фактична подача вороху вибирається згідно варіанту. * - порядковий номер по списку.

2. Знайти продуктивність (змінна, експлуатаційна, чиста) зернозбирального комбайну класу $Q_{1.5}=1^*$ кг/с. коефіцієнт використання експлуатаційного часу рівний $K_e=0,7$, довжина гону згідно варіанту, солонистість $\varphi = 1,^*$. * - порядковий номер по списку.

Таблиця 4.1. Вхідні дані

Варіант	Довжина гону, м	Фактична подача вороху, ц
1, 2	250	8
3, 4	300	9
5, 6	450	7
7, 8	500	8
9, 10	1250	10
11, 12	1500	12
13, 14	200	8
15, 16	425	8
17, 18	375	9
19, 20	500	7

Таблиця 4.2. Значення коефіцієнту K_3

Вид робіт	Тип трактора	Коефіцієнт при довжині гонів, K_3 , м					
		200	300	400	500	1000	1500
Підбір і обмолот валків зерновими комбайнами	самохідний комбайн	0,50	0,52	0,56	0,60	0,65	0,74

Практична робота №5

Тема: Випробування ґрунтообробних машин

Мета: Ознайомитися із показниками, які використовуються для оцінки якості обробленого ґрунтообробними машинами ґрунту.

При випробуваннях ґрунтообробних машин та знарядь оцінюється можливість отримання необхідної якості

грунту, який оброблено цими машинами чи знаряддями та відповідних економічних показників.

Загальними показниками, що характеризуються якість проведеної роботи ґрунтообробними машинами є:

- степінь кришення ґрунту;
- глибина обробки ґрунту;
- рівномірність обробки;
- ширина захвату;
- пристосованість до мікрорельєфу поверхні поля;
- гребенистість отриманої поверхні;
- забивання і залипання робочих органів ґрунтообробних машин;
- степінь знищення бур'янів на посіві;
- загортання рослинних решток і добрив;
- швидкість руху агрегату чи машини;
- тяговий опір.

Степінь кришіння ґрунту ε (%) визначається за співвідношенням маси частинок розміром від 1 до 10 мм до загальної маси проби:

$$\varepsilon = \frac{m_{1-10}}{Q} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

де m_{1-10} – маса частинок розміром від 1 до 10 мм;

Q – загальна маса проби.

Для визначення степеня кришення ґрунту за допомогою рамок $0,5 \times 0,5$ м береться як мінімум шість проб (по три проби при русі машини в прямому і зворотному напрямках) на глибині обробки. Після змочування ґрунтової проби бензином (для того, щоб не розмити грудки), грудки розділяються на ситах без порушення їх форми, розміру і без розпилення. Розміри отворів сит становлять: 20 мм; 10 мм; 5 мм; 1 мм; 0,25 мм.

Коефіцієнт розпилення P (%) - це маса частинок розмірами $< 0,25$ мм, які вважаються розпиленими і визначається за співвідношенням маси частинок розмірами $< 0,25$ мм до загальної маси проби:

$$P = \frac{m_{<0.25}}{q} \cdot 100\%, \quad (5.2)$$

Коефіцієнт бриластості Б (%) використовують для підрахунку долі частинок > 10 мм і визначається за співвідношенням маси частинок розмірами > 10 мм до загальної маси проби:

$$B = \frac{m_{>10}}{q} \cdot 100\%, \quad (5.3)$$

Глибину ходу робочих органів і ширину захвату визначаються одночасно. Для цього використовують лінійку, щуп чи рулетку на двох вибраних проходах машини чи знаряддя. Для підтвердження відповідності глибини обробітку заданому значенню визначають значення глибини ходу методом розкопок за кожним робочим органом не менше ніж в 25 точках трьохкратно з інтервалом в 2...2,5 м по ходу руху машини.

Ширина захвату b визначається із співвідношення:

$$b = c - c_1, \quad (5.4)$$

де c і c_1 – відстані від стінки борозни до контрольного кілочка відповідно до проходу агрегату і після нього, см.

Після проведення відповідної кількості замірів, визначається середня глибина обробітку і ширина захвату. Точність вимірів складає $\pm 0,5$ см. Максимальні відхилення від середньої глибини обробітку мають бути $\leq 5...20$ %.

Методом поперечного профілювання визначається **ступінь пристосованості агрегату** до мікрорельєфу поля на ділянках двох вибраних проходів за допомогою профілографа. Для цього на вказаних ділянках знімають профілі поверхні поля до проходу агрегату і дна борозни.

Для визначення **гребенистості поверхні поля** використовуються профілометри, які накладають в декількох місцях на поверхні поля поперек напрямку обробітку. Кожна вертикальна лінійка профілометра має доторкатися одним кінцем ґрунту. Точність підрахунків глибини борозни і висоти гребеня має складати $\pm 0,5$ см. Кількість вимірів – 60 та

більше. Середня гребнистість – різниця між середніми арифметичними значеннями глибини борозни і висоти гребня.

Визначення забивання і залипання робочих органів проводиться безпосереднім визначенням маси і товщини шару ґрунту (рослинності), якими забились робочі органи чи які налипли на них, не менше, ніж на десяти робочих органах трьохкратно. Залипання характеризується місцями залипання і максимальною товщиною налиплого шару на робочі органи. Забивання характеризується місцями забивання та причинами забивання, кількістю ґрунту (рослинності, каміння і т.п.) на 1 га і часом, затраченим на очищення, віднесеним до 1 га. Характер забивання фотографують.

Степінь знищення бур'янів визначають на ділянці довжиною 0,5 м і шириною, рівною ширині захвату агрегату.

Відношення кількості підрізаних бур'янів після проходу агрегату до кількості всіх бур'янів на вказаній ділянці - **ступінь підрізання бур'янів**. Заміри для визначення даного показника проводять шестикратно (по три рази при русі машини в прямому і зворотному напрямках).

Оцінка якості загортання рослинних залишків і добрив проводиться візуально. При цьому робиться відмітка на рахунок загортання - “повне” чи “неповне”.

При міжрядковому обробітку пошкодження культурних рослин визначають на двох рядках. При цьому потрібно виключити можливість пошкодження культурних рослин колесами. По довжині гону вибирається дві ділянки. Їх довжина має складати 50 м. На цих двох ділянках підраховується кількість рослин до проходу культиватора, а також кількість пошкоджених після проходу. Кількість пошкоджених культурних рослин не повинна перевищувати 1 % загальної кількості культурних рослин на ділянці.

Швидкість руху агрегату підраховують на проході, довжина якого складає не менше 50 м, і визначається за

пройденим шляхом і часом, затраченим на проходження даного шляху, трьохкратно.

Загальний опір машини або знаряддя визначається тензометричним методом. Основою цього методу використання тензодатчиків для вимірювання зусиль опору. Тензодатчики клеються на тягову ланку, яка знаходиться між трактором і машиною.

Перед осцилографуванням знаряддя обережно встановлюється на потрібну глибину обробітку, далі поле розбивається на ділянки, довжина яких складає не менше 50 м. Запис ведуть трьохкратно в прямому і зворотному напрямку при встановленому режимі роботи робочого і холостого ходу. Час реєстрації одного заміру не менше 20 с.

Запитання для самоконтролю:

1. Що таке степінь підрізання бур`янів?
2. Як визначається коефіцієнт бриластості?
3. Як визначають степінь пристосованості агрегату?
4. Чим визначають гребенистість поля?
5. Як визначають пошкодження культурних рослин?
6. Як визначають загальний опір машини або знаряддя?

Практична робота №6

Тема: Методи вимірювання конструктивних параметрів та визначення габаритних розмірів.

Мета: Ознайомитись з методами вимірювання конструктивних параметрів та визначення габаритних розмірів

Цей стандарт (ГОСТ 8.002-86) поширюється на сільськогосподарські та лісові машини (далі - машини) та трактори та встановлює методи вимірювання конструктивних параметрів.

Стандарт повністю відповідає СТ. РЕВ 3470-81.

Відносна похибка вимірювання у відсотках не повинна перевищувати наступних значень:

лінійні розміри... $\pm 1,0\%$

маса..... $\pm 2,0\%$

частота обертання..... $\pm 2,0\%$

тиск повітря..... $\pm 5,0\%$

Визначення габаритних розмірів

Габаритні розміри визначають у транспортному, робочому та підготовленому для зберігання положеннях машини.

Вимірювання габаритних розмірів проводять на твердій (бетонна основа і покриття, що не поступається йому по твердості) гладкої поверхні з поздовжнім і поперечним ухилами, що не перевищують $0,5\%$.

Для проведення вимірювання на поверхню слід нанести дві взаємно перпендикулярні лінії, що застосовуються як система прямокутних координат (рис. 5.1).

Машину встановлюють на поверхню таким чином, щоб напрями довжини та ширини були паралельні нанесеним на поверхню осям координат.

Тиск у шинах під час проведення вимірювання має бути номінальним.

Тиск у шинах однієї і тієї ж осі не повинен відрізнятися більш ніж на 5% .

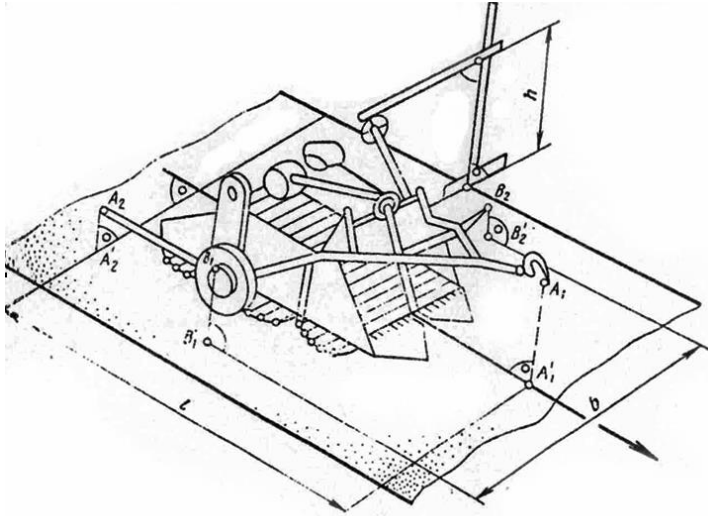


Рис. 6.1 Визначення габаритних розмірів

Висоту машини h визначають вимірюванням відстані між найбільш високою точкою машини і площиною поверхні. Якщо простір під цією точкою вільний, то вимірювання проводять за допомогою лінійки або нівелірної рейки, а при великій висоті за допомогою вимірювальної рулетки.

Якщо немає можливості провести вимірювання безпосередньо, то вимірювання слід виконувати за допомогою нівелірної рейки, що встановлюється поблизу найвищої точки машини. Точку переносять на рейку за допомогою поперечної планки і кутника.

Довжину L і ширину b машини слід визначати на площині за проєкціями (A'_1 ; A'_2 ; B'_1 ; B'_2) крайніх точок машини (A_1 ; A_2 ; B_1 ; B_2), вимірюючи за допомогою косинця відстані від цієї точки до осей координат і підсумовуючи отримані значення.

Визначення маси машини

Масу машини m визначають зважуванням.

Конструкційну масу машини m_k слід визначати зважуванням машини без обслуговуючого персоналу, технологічних матеріалів рідини в радіаторі, палива, олії, запасних частин та інструменту.

Експлуатаційну масу машини m_e визначають зважуванням машини, підготовленої для експлуатації, але без обслуговуючого персоналу та запасних частин.

Для причіпних і напівнавісних машин масу визначають по опорах в транспортному положенні.

Визначення ширини захвату

Ширину захвату, B , м, слід визначати виміром відстані між точками машини, визначальними ширину смуги оброблюваного поля.

Ширину захоплення машин із ступінчастим регулюванням визначають для кожного ступеня регулювання. Для машин з плавним (безступінчастим) регулюванням ширини захвату слід визначати граничні (максимальні та мінімальні) її значення.

Визначення робочої глибини (висоти)

Робочу глибину у машин з робочим органом, розташованим нижче поверхні ґрунту, робочу висоту у машин з робочим органом, розташованим вище поверхні ґрунту, визначають вимірюванням відстані від поверхні необробленого ґрунту до найбільш низько розташованої точки робочого органу. Робочу глибину вимірюють при встановленні робочих органів на максимальну глибину, робочу висоту вимірюють при найнижчому і найвищому положенні робочих органів при виконанні машиною заданого технологічного процесу.

Дорожній просвіт визначають вимірюванням відстані між найнижчою точкою машини, що знаходиться в транспортному положенні, і твердою поверхнею.

Допускається проводити вимірювання за допомогою нівелірної рейки, поперечної планки та косинця, якщо доступ до найнижчої точки машини утруднений. В даний час використовується лазерний далекомір PD-25.

Визначення мінімальних радіусів повороту

Мінімальні радіуси повороту визначають, на рівній поверхні, що виключає ковзання або гальмування коліс і забезпечує чіткий відбиток слідів коліс.

Мінімальні радіуси повороту визначають для колісних машин, що знаходяться як у транспортному положенні, так і в положенні, призначеному для виконання маневру, на поворотній смузі при максимально можливому повороті керованих коліс.

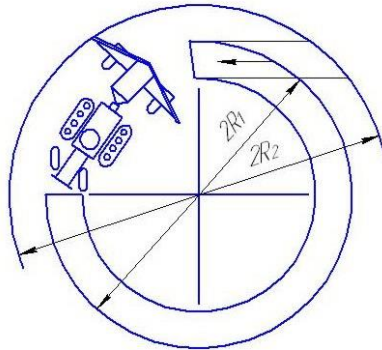


Рис. 6.2 Визначення мінімальних радіусів повороту

Швидкість руху при вимірах має бути не більше 5 км/год. Сліди від кожного колеса повинні утворювати концентричні кола, які при повороті більш ніж на 3600 повинні накладатися один на одного.

Мінімальні радіуси повороту слід вимірювати при повороті машини як праворуч, так і ліворуч. Мінімальний вну-

трішній радіус повороту R_1 визначають вимірюванням діаметра кола, проведеної через середину сліду переднього зовнішнього колеса машини (рис. 2), і поділом отриманого результату навпіл.

Діаметр кола визначають вимірюванням відстані між довільною обраною точкою посередині сліду колеса і найбільш віддаленою точкою на протилежному боці цього кола.

Мінімальний зовнішній радіус повороту машини R_2 визначають вимірюванням відстані між центром кола, що проходить через середину сліду зовнішнього переднього колеса машини і проекцією на площину крайньої точки машини (рис. 6.2).

Для визначення центру кола на площині, що проходить через середину сліду переднього зовнішнього колеса, позначають середини чотирьох довільно вибраних діаметрів кола. Позначені точки є вершинами чотирикутника, перетин діагоналей якого приймають за фактичний центр кола.

Мінімальний радіус повороту причіпних машин слід визначати під час їхнього руху з трактором, призначеним для спільної роботи з цією машиною. У цих результатах випробувань вказують марку трактора. Ширину колії передніх і задніх коліс визначають виміром відстані між серединами коліс (гусениць); передні колеса при цьому повинні знаходитися в положенні для прямолінійного руху машини.

Частоту обертання основних робочих механізмів визначають при встановленому режимі роботи за допомогою тахометра.

Запитання для самоконтролю:

1. У яких положеннях визначають габаритні розміри машини чи знаряддя?

2. Як визначають мінімальний внутрішній і зовнішній радіуси повороту машини?
3. Як визначають робочу глибину машини чи знаряддя?
4. Як визначають ширину захвату із ступінчатим регулюванням?
5. Як визначають конструкційну масу машини?
6. Як визначають висоту машини?

Практична робота №7 **Тема: Дисперсний аналіз**

Мета: ознайомитись із планами дисперсного аналізу.

Задачею дисперсного аналізу при випробуваннях є виділення і оцінка факторів, які викликають зміни критеріїв ефективності або інших показників машини чи агрегату які характеризують якість роботи чи стан машини чи агрегату. Концепція даного аналізу розглядається в математичній статистиці як метод розділювання впливів на значення у різних підмножин багатьох параметрів. Дисперсний аналіз полягає у представленні суми квадратів відхилень від загального середнього значення, яке сформоване цими параметрами.

При дисперсному аналізі не потрібно вимірювання кількісних характеристик факторів, але необхідно мати інформацію про те, при яких поєднаннях рівнів факторів отримується кожне значення показника, який аналізують. Це робиться для того, щоб мати змогу класифікувати результати вимірювань за цими ознаками.

В літературі плани даного аналізу називають класифікаціями. Якщо при реалізації експерименту вимірюють значення критерію, який вивчається, при всіх можливих поєднаннях рівнів факторів, то мова йдеться про повну класифікацію, якщо не при всіх можливих поєднаннях – про неповну класифікацію. Також існує ієрархічна і перехресна класифікація.

Щоб побачити наглядно різницю між перехресною і ієрархічною класифікацією розглянемо приклад.

Якщо машинами A_1 та A_2 виконано посів з двома нормами висіву і на кожній ділянці визначено урожайність в трьох повторюваностях, то результати такого експерименту являють собою перехресну класифікацію (табл.1)

Таблиця 1. Вигляд перехресної класифікації

Рівень фактора В	Рівень фактора А	
	A_1	A_2
V_1	Q_{111}	Q_{121}
	Q_{112}	Q_{122}
	Q_{113}	Q_{123}
V_2	Q_{211}	Q_{221}
	Q_{212}	Q_{222}
	Q_{213}	Q_{223}

Припустимо, протягом трьох днів випробовуються дві машини A_1 та A_2 , причому кожна з них обслуговується двома групами механізаторів. Групи складаються із двох людей. Тобто є всього 4 групи механізаторів. Причому перша і друга групи обслуговують машину A_1 , третя і четверта - A_2 . В цьому випадку маємо ієрархічну класифікацію (табл.2).

Таблиця 2. Вигляд ієрархічної класифікації

Рівень фактора В	Рівень фактора А	
	A_1	A_2
V_{12}	W_{111}	-
	W_{112}	
V_{34}	-	W_{223}
		W_{224}

Якщо порівняти табл. 1 та 2, можна побачити, що при ієрархічній класифікації фактор В з чотирма рівнями згрупований в дві групи, які відрізняються рівнями фактора А.

Допустимо, що при випробуваннях отримані результати, які представлені в табл.3

Таблиця 3. Вхідні дані

Рівень фактора А	Рівень фактора В				$\sum B$	Середнє значення по строкам x_q
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_1	14	7	13.85	13.2	48.05	12.01
A_2	21.85	21.85	20.16	19.08	82.94	20.74
$\sum A$	35.85	28.85	34.01	32.28	130.99	
Середнє значення по стовпчикам x_n	17.9	14.42	17	16.14	-	-

Число вимірювань рівне:

$$n = p \cdot q = 2 \cdot 4 = 8$$

Загальне середнє значення рівне:

$$x = \frac{\sum_{q=1}^p \sum_{h=1}^q x_{qh}}{n} = \frac{130.99}{8}$$

Сума квадратів відхилень всіх значень буде рівна:

$$Q = \sum_{q=1}^p \sum_{h=1}^q (x_{qh} - x)^2 = \sum_i^2 \sum_1^3 (x_{qh} - x)^2 = 196$$

Сума квадратів відхилень значень по групі А буде рівна:

$$Q_A = q \sum_1^2 (x_{qh} - x)^2 = 4 \sum_1^2 (12 - 16.4)^2 + (20.8 - 16.4)^2 = 155$$

Сума квадратів відхилень значень по групі В буде рівна:

$$Q_B = p \sum_1^4 (x_{qh} - x)^2 = 2 \sum_1^4 (17.9 - 16.4)^2 + (14.42 - 16.4)^2 + (17 - 16.4)^2 + (16.14 - 16.4)^2 = 14.6$$

Остаточна сума квадратів відхилень:

$$Q_R = Q - Q_A - Q_B = 196 - 155 - 14.6 = 26.4$$

Число ступенів свободи кожної із сум квадратів відхилень Q , Q_A , Q_B , Q_R рівні відповідно: $pq-1=2*4-1=7$, $p-1=2-1=1$, $q-1=4-1=3$, $(p-1)(q-1)=(2-1)(4-1)=3$, і тоді незміщені оцінки дисперсії будуть рівні:

$$S^2 = \frac{Q}{pq-1} = \frac{196}{7} = 28;$$

$$S_A^2 = \frac{Q_A}{p-1} = \frac{155}{1} = 155;$$

$$S_B^2 = \frac{Q_B}{q-1} = \frac{14.6}{3} = 4.8;$$

$$S_R^2 = \frac{Q_R}{(p-1)(q-1)} = \frac{26.4}{3} = 8.8.$$

Таблиця 4. Результати оцінки дисперсії між групами

Перемінчивість	Сума квадратів	Число ступенів свободи	Оцінка дисперсності
Загальна	$Q=196$	$pq-1=7$	$S^2 = \frac{196}{7}$ $= 28$
Між групами А	$Q_A = 155$	$p-1=1$	$S_A^2 = \frac{155}{1}$ $= 155$
Між групами В	$Q_B = 14.6$	$q-1=3$	$S_B^2 = \frac{14.6}{3}$ $= 4.8$
Залишкова	$Q_R = 155$	$(p-1)(q-1)=3$	$S_R^2 = \frac{26.4}{3}$ $= 8.8$

Перевірку нульової гіпотези, тобто гіпотези про однорідність загальної сукупності, проводять порівнянням оцінки дисперсії S_A^2 між групами А, оцінки дисперсії S_B^2 між групами В і оцінки дисперсії S_R^2 (табл.4), при цьому використовуючи критерій F.

Порівнявши отримане значення F критерія $F_A = \frac{S_A^2}{S_R^2} = \frac{155}{8.8} = 17.6$ із табличним значенням для ступеня свободи $\gamma_A = 1$ та $\gamma_R = 3$ та 5% рівнем значимості ($F_{\text{табл}}=10,13$) можна прийняти гіпотезу, що фактор А здійснює вплив на величину, яку вимірювали в процесі експерименту.

Для фактора В:

$$F_B = \frac{S_B^2}{S_R^2} = \frac{4,8}{8,8} = 0,55 < F_{\text{табл}} = 9,28$$

при $\gamma_B = 3$ та $\gamma_R = 3$ та 5% рівнем значимості гіпотеза про те, що фактор В не здійснює вплив на величину, яку вимірювали в процесі експерименту.

Техніку опрацювання ієрархічної класифікації можна розглянути на прикладі обробки результатів експерименту по оцінці продуктивності 3 доїльну установку. Кожну доїльну установку обслуговували по 4 пари доярок. Збір даних проводився протягом 10 днів. Дані наведені в таблиці 5.

Таблиця 5. Отримані дані при оцінці продуктивності

Фактор А (установка)	Фактор В (доярки)	Продуктивність x_{ijk}	x_{ij}	x_i
1	1(1)	29 29 28 31 26	143	578
	2(2)	30 25 28 25 27	139	
	3(3)	30 27 30 27 31	145	
	4(4)	31 31 28 33 28	151	
2	1(5)	33 33 33 32 36	167	673
	2(6)	38 35 33 35 33	174	
	3(7)	37 33 33 33 31	167	
	4(8)	31 33 32 34 35	165	
3	1(9)	41 37 37 42 36	193	786
	2(10)	23 41 41 37 40	202	
	3(11)	31 43 38 45 36	193	
	4(12)	40 42 41 41 34	198	
$\sum_{ijk} x_{ijk}^2 = 70607$			$\sum x = 2037$	

Для фактора А $i=1, 2, 3, v_1=3$; для фактора В $i=1, 2, 3, 4, v_2=4; k=1, 2, 3, 4, 5, v_3=5$.

$$\sum_{ijk} x_{ijk}^2 = 70607; \sum x = 2037.$$

У результаті розрахунку суми квадратів отримано:

Для фактора А:

$$\begin{aligned} \frac{1}{v_2 v_3} \sum x_i^2 - \frac{\overline{x^2}}{v_1 v_2 v_3} \\ = \frac{1}{20} (578^2 + 673^2 + 786^2) - 69156.15 \\ = 1084.3 \end{aligned}$$

Для фактора В:

$$\begin{aligned} \frac{1}{v_3} \sum x_{ij}^2 - \frac{1}{v_2 v_3} \sum \overline{x_i^2} \\ = \frac{1}{5} (143^2 + 139^2 + 145^2 + 151^2 + \dots + 202^2 \\ + 193^2 + 198^2) - 70240.45 = 35.75 \end{aligned}$$

Для випадкових відхилень між стовпцями:

$$\sum_{ijk} x_{ijk}^2 - \frac{1}{v_3} \sum \overline{x_{ij}^2} = 70607 - 70276 = 330.8$$

Загальна

$$\sum_{ijk} x_{ijk}^2 - \frac{\overline{x^2}}{v_1 v_2 v_3} = 70607 - \frac{2037^2}{60} = 1450,85$$

Таблиця 6. Результати оцінки дисперсії між групами

Джерело змін	Сума квадратів	Степінь свободи	Середні квадрати	F фактичне	F табличне при p рівне	
					0,05	0,01
Фактор А	1084,3	2	542,15	$542,15/3,97=136,6$	4,26	8,02
Фактор В	35,75	9	3,97	$3,97/6,85=0,58$	2,12	2,85
Випадкове відхилення	330,8	48	6,85	-	-	-
Загальне відхилення	1450,85	59	-	-	-	-

Зіставив $F_{\text{факт}}$ та $F_{\text{табл}}$, бачимо, що вплив фактора В є незначним. В свою чергу, вплив фактора А здійснює значний вплив.

Визначити вплив факторів А та В на отримані результати випробувань. Вхідні дані взяти згідно варіантів.

Варіант 1

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	13	8	12.85	14.2
А ₂	20.85	20.85	22.16	20.08

Варіант 2

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	13,5	6,5	14.85	12.2
А ₂	20.2	20,1	20,09	18.08

Варіант 3

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	15	10	10.85	12.2
А ₂	18.85	18.85	24.16	22.08

Варіант 4

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	10	10	13,8	14.2
А ₂	18,85	22.85	20.16	22.08

Варіант 5

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	13,8	14.2	13	8
А ₂	20.16	22.08	20.85	20.85

Варіант 6

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	13	8	13,8	14.2
А ₂	20.85	20.85	20.16	22.08

Варіант 7

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	13,8	14.2	12.85	14.2
А ₂	20.16	22.08	22.16	20.08

Варіант 8

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	14.2	13	15	10
А ₂	22.08	20.85	18.85	18.85

Варіант 9

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	13	14.2	13	14.2
А ₂	20.85	22.08	20.85	20.08

Варіант 10

Рівень фактора А	Рівень фактора В			
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
А ₁	13	8	14.2	13
А ₂	20.85	20.85	22.08	20.85

Практична робота №8

Тема: Точність вимірювань при проведенні випробувань сільськогосподарської техніки

Мета: Ознайомитись з методом визначення точності для показників при випробуванні сільськогосподарської техніки

Оцінка ефективності випробуваної сільськогосподарської техніки та її відповідність пред'явленим вимогам проводиться, в більшості випадків, по кількісним характеристикам. Точність вимірювань цих характеристик визначає їх достовірність і об'єктивність. Тому при випробуваннях сільськогосподарської техніки вибір точності методів і необхідної достовірності їх оцінки при обмеженнях на тривалість та вартість експериментів є основною задачею, яка визначає якість і ефективність випробувань. Вирішувати цю проблему потрібно разом з вибором програми і методики проведення випробувань.

Точність вимірювань характеризується абсолютною $\Delta x = x - \bar{x}$ або відносною $\frac{\Delta x}{x} 100\%$ похибками, які в свою чергу являють собою суму систематичних δ і випадкових ξ похибок.

Систематичними похибками при проведенні випробувань сільськогосподарської техніки є похибками вимірювальних приладів або методів вимірювань, які в більшості випадків є відомими і можуть бути визначені при порівнянні з еталоном або з результатами більш точних приладів чи методів. Випадкові похибки вимірювань, дія яких відрізняється від вимірювання до вимірювання, можна поділити на дві групи: похибки, які залежать від умов вимірювань та похибки, які зумовлені перемінністю вимірюваної величини. Так, як вимірювані при випробуваннях величини є випадковими по своїй природі і вимірюються в більшості випадків в доволі великих діапазонах, друга група помилок є переважною і визначає порядок величини випадкової похибки.

Для підвищення точності вимірювань є два способи:
перший – зменшення систематичної похибки, тобто підвищення точності приладів і методів вимірювань;

другий – зменшення випадкової похибки за рахунок вибору однорідних умов вимірювань.

Існує неправильна точка зору, що при збільшенні кількості вимірювань, можна отримати будь-яку малу похибку. Але насправді зменшується тільки випадкова похибка, а систематична залишається постійною.

В якості оцінки зазвичай використовують середні значення

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (8.1)$$

Якщо виконувати умови граничної теореми ($x_i \ll \sum_{i=1}^n x_i$) і результат кожного вимірювання не впливає на попередній чи наступний результати, то розподіл суми при достатньо великому числі вимірювань становиться наближено нормальним. Ця важлива властивість використовується для визначення границь довірчого інтервалу $t_\alpha s / \sqrt{n}$, який визначається з довірчою вірогідністю α :

$$P[(x - \bar{x}) \leq t_\alpha s / \sqrt{n}] = \alpha \quad (8.2)$$

де t_α – критерій Стьюдента.

$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x)^2}{n-1}$ – оцінка дисперсності вимірювань.

Формалізувати правила, які можна було б використовувати для визначення довірчої ймовірності вимірюваних величин доволі важко. В більшості випадків при вирішенні задач випробувань значення α повинно бути не більше 0,95. Зазвичай прагнуть того, щоб похибка не була більше 5%. При виборі похибки слід виходити із важливості рекомендацій, які приймаються по результатам вимірювань, а також із наявних приладів, методів, вартості самих замірів, співвідношення витрат на підвищення достовірності вимірювань і отриманого за цей рахунок результату. В практиці випробувань систематична δ і випадкова ξ похибки близькі

один до одної і обидві визначають сумарну похибку вимірювань.

При оцінці точності вимірювань необхідно враховувати сумарну похибку, яка визначається за формулою:

$$\Sigma = \delta + 2 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (8.3)$$

При випробуваннях вимірювання часто виконують лінійно-кутовими мірами та іншими приладами; результат заокруглюється до величини градування приладу. При таких вимірах можна рахувати, що систематична похибка підпорядковується закону рівномірного розподілу, з параметром, який рівний половині врахованого поділу Δ .

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{12} \Delta^2 \quad (8.4)$$

Тоді дисперсія сумарної похибки буде рівна

$$\sigma_\Sigma^2 = \frac{1}{12} \Delta^2 + \frac{\sigma^2}{n} \quad (8.5)$$

А абсолютна похибка визначається як:

$$\Sigma = t_\alpha \sqrt{\frac{1}{12} \Delta^2 + \frac{\sigma^2}{n}} \quad (8.6)$$

Багато оціночних показників при випробуваннях визначають опосередковано, тобто після деяких перетворень вимірюваних величин. Оцінка погрішності таких результатів зводиться до оцінки погрішностей вимірюваної величини ζ , яка зв'язана з виміряними незалежними величинами $x_1, x_2 \dots x_n$ деяким співвідношенням $\zeta = \varphi(x_1, x_2 \dots x_n)$ де функція φ є відомою.

Кожний аргумент $x_1, x_2 \dots x_n$ вимірюється різними методами з різною точністю. Задача дослідження заключається в отриманні величини ζ з найбільшою точністю і визначенні точності отриманої оцінки. При вирішенні цієї задачі необхідно враховувати два основних моменти: нелінійність функції ζ та інтервали варіювання випадкових величин $x_1, x_2 \dots x_n$. Якщо функція φ лінійна, то незалежно від інтервалів варіювання x_i

$$M(\zeta) = \varphi(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n) \quad (8.7)$$

$$D(\zeta) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \sigma_{x_i} \right)^2 \quad (8.8)$$

Якщо функція φ нелінійна, а інтервал варіювання x_i невеликий і дозволяє з несуттєвою погрішністю лінеаризації функції φ , то оцінки $\bar{\zeta}$ та $D(\zeta)$ вираховують по наближеним формулам (8.8). Якщо функція φ нелінійна і інтервали варіювання значні, для оцінки $M(\zeta)$ та $D(\zeta)$ в одновірному випадку необхідно використати вираз:

$$\bar{\zeta} = \varphi(\bar{x}) + 1/2 \left(\frac{d^2 \varphi}{dx^2} \right)_{\bar{x}} \sigma_{x_\Sigma}^2 \quad (8.9)$$

$$D(\zeta) \approx \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_{\bar{x}} \sigma_{x_\Sigma}^2 + \left(\frac{d\varphi}{d\bar{x}} \right)_{\bar{x}} \left(\frac{d^2 \varphi}{dx^2} \right)_{\bar{x}} \mu_3^{(x)} + 1/4 \left(\frac{d\varphi}{d\bar{x}} \right)_{\bar{x}}^2 \left(\mu_4^{(x)} - \sigma_{x_\Sigma}^4 \right) \quad (8.10)$$

де μ_3, μ_4 – відповідно третій та четвертий центральні моменти x .

Для нелінійних функцій декількох перемінних аналогічні оцінки знаходять за допомогою операторів математичного очікування і дисперсії до розкладання функції φ в ряд Тейлора, який обмежений квадратними членами:

$$\bar{\zeta} = \varphi(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n) + 1/2 \sum_{i=1}^n \left(\frac{d^2 \varphi}{dx^2} \right)_{\bar{x}} \sigma_{x_i}^2 \quad (8.11)$$

$$D(\zeta) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{d^2 \varphi}{dx^2} \right)_{\bar{x}} \sigma_{x_i}^2 + \frac{1}{4 \sum_{i=1}^n \left(\frac{d\varphi}{d\bar{x}} \right)_{\bar{x}}^2 (\mu_4[x_i] - \sigma_{x_i}^4)} + \sum_{i < j}^n \left(\frac{d^2 \varphi}{dx_i dx_j} \right)_{\bar{x}}^2 \sigma_{x_i}^2 \sigma_{x_j}^2 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{d\varphi}{dx_i} \right)_{\bar{x}} \left(\frac{d^2 \varphi}{dx_i^2} \right)_{\bar{x}} \mu_3[x_i] \quad (8.12)$$

Для випадкових величин, які розподілені, приблизно, за нормальним законом, можна рахувати, що $\mu_3[x] = 0$, а $\mu_4[x] = 3\sigma_x^4$. Тоді формули (8.9) та (8.12) набудуть вигляду:

$$D(\zeta) = \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_{\bar{x}} \sigma_{x_\Sigma}^2 + 1/2 \left(\frac{d^2 \varphi}{dx^2} \right)_{\bar{x}} \sigma_{x_\Sigma}^2 \quad (8.13)$$

$$D(\zeta) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} \right)_{\bar{x}}^2 \sigma_{x\Sigma}^2 + \frac{1}{2 \sum_{i=1}^n \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} \right)_{\bar{x}}^2 \sigma_{x_i}^4} + \sum_{i < j}^n \left(\frac{d^2\varphi}{dx_i dx_j} \right)_{\bar{x}}^2 \sigma_{x_i}^2 \sigma_{x_j}^2 \quad (8.14)$$

Формули (9)-(14) можна застосовувати до випадкових чисел, коли аргументи незалежні.

В багатьох випадках ці величини є залежними або корельованими, що необхідно враховувати при оцінці точності вимірюваних величин. Для оцінки похибки в цих випадках можна використовувати вирази:

сума залежних випадкових величин:

$$M \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n M(x_i); D \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n D(x_i) + 2 \sum_{i < j}^n K_{ij} \quad (8.15)$$

де K_{ij} – кореляційний момент величин x_i, x_j ;

добуток випадкових величин:

$$M(xy) = M(x)M(y) + K_{xy}; D(xy) = D(x)D(y) + \bar{x}^2 D(y) + \bar{y}^2 D(x) \quad (8.16)$$

Лінійна функція:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i + b = \varphi; M(\varphi) = \sum_{i=1}^n a_i M(x_i) + b; D(\varphi) = \sum_{i=1}^n a_i^2 D(x_i) + 2 \sum_{i < j}^n a_i a_j K_{ij} \quad (8.17)$$

При оцінці похибок, які визначаються по результатам вимірювань критеріїв ефективності в багатомірних випадках, необхідно використовувати не тільки дисперсію випадкових похибок, але й дисперсію сумарної похибки, яка обраховується по формулам (8.3) та (8.6). Така оцінка необхідна, щоб скласти уявлення про достовірність, надійність отриманого результату, співставити отриманий результат з результатами інших машиновипробувальних станцій, оцінити степінь впливу точності вимірювань окремих величин на точність оцінки критерію ефективності і встановити на основі цього вимірювання, які з цих величин і в якій степені

необхідно збільшувати для збільшення точності кінцевого результату.

Запитання для самоконтролю:

1. Чим характеризується точність вимірювань?
2. Що таке систематичні похибки?
3. Скільки існує способів для підвищення точності вимірювань? Які саме?
4. З чого потрібно виходити при виборі похибок?
5. Як проводиться оцінка погрешностей результатів?
6. Що визначає сумарну похибку вимірювань?

Практична робота №9

Методи випробування картоплезбиральних машин

Мета: Ознайомитися з ДСТУ 7794:2015 «Машини картоплезбиральні. Методи випробування».

Картоплезбиральні комбайни це багатофункціональні машини, які призначені для збору та сепарації бульб картоплі від рослин, бадилля, ґрунту та інших домішок.

ДСТУ 7794:2015 «Машини картоплезбиральні. Методи випробування» встановлюються методи для проведення випробувань картоплезбиральних машин для визначення доцільності їх виробництва. При проведенні випробувань використовуються вимірювальні прилади, допустима похибка яких наведена в табл.9.1.

Таблиця 9.1. Максимально допустимі похибки вимірювань згідно ДСТУ 7794:2015

Параметр	Похибка, %
1 Лінійний розмір	± 1
2 Куткові розміри	$\pm 2,5$
3 Місткість (об'єм)	± 1
4 Маса машини	± 2
5 Маса вантажу (технологічного матеріалу)	± 1
6 Час	± 1
7 Частота обертання	± 2
8 Сила	$\pm 2,5$
9 Тягове зусилля	+ 1
10 Крутний момент	+ 2
11 Тиск	± 2
12 Температура	± 2

Перед початком проведення випробовувань картоплезбиральних машин складається робоча програма і методика, які потім узгоджуються з представниками виробника чи розробника, метрологічною службою випробувальної організації та затверджуються керівником випробувальної організації.

Робоча програма й методика повинна містити перелік і порядок визначення показників, назву та похибки приладів, похибки вимірювання та інші вимоги, які забезпечують точність, вірогідність і відтворюваність результатів.

До початку випробування машина має бути обкатана та відрегульована відповідно до вимог щодо експлуатування.

Тривалість обкатування повинна бути не менше ніж 5 год основного часу, якщо в вимогах щодо експлуатування не зазначено іншої тривалості обкатування.

Згідно переліку параметрів, які будуть характеризувати машину, проводять випробування:

1. Кількість рядків
2. Ширина міжрядь, мм
3. Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:
 - довжина;
 - ширина;
 - висота.
4. Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:
 - довжина;
 - ширина;
 - висота.
5. Радіус повороту, мм
6. Робоча швидкість, км/год
7. Транспортна швидкість, км/год
8. Маса комбайна, кг
9. Місткість бункера, м³
10. Вантажопідйомність бункера, кг
11. Кількість опорних коліс
12. Колісна формула
13. Тип опорних коліс
14. Розподіл навантаження на осі опорних коліс у транспортному та робочому положеннях, кг
15. Ширина колії, мм
16. Кількість копіювальних коліс
17. Тип копіювальних коліс
18. Розміри шин, мм
19. Тиск повітря в шинах, Па
20. Питомий тиск на ґрунт, кПа
21. Параметри гідравлічної системи:
 - робочий тиск у гідросистемі, кПа;

- продуктивність насоса, л/хв.
- 22. Параметри електричного устаткування:
 - напруга електричної системи, В.
- 23. Параметри викопувального апарату:
 - тип копачів;
 - габаритні розміри, мм;
 - маса, кг.
- 24. Параметри сепарувальної системи і сепарувальних пристроїв:
 - тип робочих органів;
 - площа сепарації, м².
- 25. Параметри вивантажувального (завантажувального) елеватора:
 - тип елеватора;
 - висота вивантаження, м;
 - виліт елеватора.
- 26. Параметри силового агрегату (для самохідних комбайнів):
 - марка двигуна;
 - потужність двигуна.

Визначення умов випробувань картоплезбиральних машин.

Показники умов випробування визначаються на облікових ділянках. Ділянки мають бути однакові за довжиною та шириною і розташовані по діагоналі поля, на якому проводять випробування. Кількість облікових ділянок та їхні розміри у разі застосування комбайнів у різних технологіях збирання картоплі наведено в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2. Розміри та кількість облікових ділянок

Технологія збирання	Кількість облікових ділянок, не менше ніж	Розміри облікових ділянок
Пряме комбайнування	4	Довжина — не менше ніж 20 м, ширина дорівнює ширині охоплення комбайна
Роздільне та комбіноване збирання	4	Довжина валка, утвореного з двох рядків — не менше ніж 10 м Довжина валка, утвореного з чотирьох або шести рядків — не менше ніж 5 м

Номенклатуру показників умов випробовування наведено в таблиці 9.3.

Таблиця 9.3. Номенклатура показників умов випробувань

Назва показника	Технології збирання			
	Пряме комбайнування		Роздільне збирання	Комбіноване збирання
	з бадилле-подрібнювачем	без бадиллеподрібнювача		
Тип ґрунту та його назва за механічним складом	+	+	+	+
Рельєф	+	+	+	+
Мікрорельєф	+	+	+	+
Вологість ґрунту, %	+	+	+	+
Твердість ґрунту, МПа	+	+	+	+

Продовження табл.9.3

Температура повітря, °С	+	+	+	+
Температура ґрунту на глибині залягання бульб, °С	+	+	—	+
Забур'яненість ділянки, (В _{заб}), т/га	+	+	—	+
Засміченість ділянки камінням (В _к), т/га	+	+	+	+
Сорт картоплі	+	+	+	+
Спосіб садіння	+	+	—	+
Біологічна стиглість бульб	+	+	+	+
Стан бадилля	+	—	—	—
Висота куща, см	+	—	—	—
Полеглість бадилля (П), %	+	—	—	—
Ширина крони, см	+	—	—	—
Висота гребеня, см	+	+	—	+
Висота зрізу бадилля, см	—	+	—	+
Густота насаджень (N _к), тис.шт./га	+	+	—	+
Біологічна врожайність бадилля (У _{бад}), т/га	+	—	—	—

Продовження табл.9.3

Характеристика гнізда	+	+	—	+
— ширина гнізда, см	+	+	+	
— глибина залягання верхньої бульби, см	+	+	+	
— глибина залягання нижньої бульби, см	+	+	+	
— маса бульб у гнізді	+	+	+	
Біологічна врожайність бульб ($У_6$), т/га	+	+	+	+
Ширина міжряддя, см	+	+	—	+
Характеристика бульб за розміром (мм) і ма- сою, г	+	+	+	+
Коефіцієнт форми бульб (K_Φ)	+	+	+	+
Масова частка бульб, %, за фракціями, г	+	+	+	+
Характеристика валка, см	—	—	+	+
— ширина валка			+	+
— висота валка			+	+

Тип ґрунту та назву за механічним складом, рельєф і мікрорельєф, вологість і твердість ґрунту, температуру повітря та ґрунту визначають згідно з ДСТУ 7435.

Вологість, твердість і температуру повітря, засміченість поля бур'янами та камінням визначають на п'ятьох ділянках розміром 1м*1м, рівномірно розміщених по діагоналі облікової ділянки.

Вологість і твердість ґрунту визначають у рядках картоплі в шарі від 0 см до 25 см включно з інтервалом 5 см. Під час гребеневої посадки картоплі додатково визначають вологість ґрунту в борозні в шарі від 0 см до 10 см включно.

Температуру повітря та ґрунту на глибині залягання бульб визначають на початку, у середині та перед завершенням випробовування. Вимірювання проводять термометром.

Для визначення засміченості поля бур'янами необхідно на кожній ділянці: вирвати бур'яни разом із кореневою системою; очистити їх від ґрунту та зважити.

За середнім значенням маси бур'янів на ділянці визначають забур'яненість ділянки $V_{\text{заб}}$, у тонах на гектар за формулою:

$$V_{\text{заб}} = 10 \cdot V_1, \quad (9.1)$$

де V_1 - середня маса бур'янів на площадці, кг.

Для визначення засміченості поля камінням ґрунт на ділянках перекопують на глибину на 2 см більше, ніж глибина ходу підкопувальних робочих органів комбайна. З перекопаного шару ґрунту вибирають і зважують каміння, діаметр якого перевищує 30 мм.

За середнім значенням засміченості ділянки камінням визначають засміченість поля камінням у тонах на гектар, за формулою:

$$V_{\text{к}} = 10 \cdot V_2, \quad (9.2)$$

де V_2 – середня маса каміння на площадці, кг/м².

Дані про сорт картоплі та спосіб садіння визначається з технологічної карти вирощування картоплі.

Для визначення показників характеристики культури на кожній обліковій площі виділяється три ділянки шириною, що дорівнює ширині захвату комбайна, і довжиною, що дорівнює відстані, на якій розміщено не менше ніж десять розташованих підряд у рядку кущів картоплі.

Біологічну стиглість бульб і стан бадилля (сухе, зелене) визначається візуально.

Висоту гребеня біля куща визначається вимірюванням вертикальної відстані від дна борозни до нижньої площини рейки, покладеної на вершині гребенів двох сусідніх рядків. Кількість вимірів повинна бути не менше десяти на кожному рядку ділянки.

Ширина крони куща визначається вимірюванням відстані між крайніми точками найбільш розгалуженої частини крони. Вимірювання проводять лінійкою або рулеткою. Кількість вимірів повинна бути не менше десяти на кожному рядку ділянки.

Висота куща вимірюється у природному, а довжина бадилля – у випрямленому стані.

Вимірювання проводять лінійкою або рулеткою. Кількість вимірів повинна становити не менше десяти на кожному рядку ділянки.

За одержаними середніми значеннями довжини бадилля й висоти куща визначається полеглисть бадилля Π , у відсотках, за формулою:

$$\Pi = \frac{l-l_1}{l} \cdot 100 \quad (9.3)$$

де l – середня довжина бадилля, см;

l_1 – середня висота куща, см.

Густота насаджень картоплі визначається за кількістю кущів на двох рядках кожної ділянки. Визначається середнє значення кількості кущів у рядку і обчислюється густоту насаджень N_k у тисячах штук на гектар за формулою:

$$N_k = 10 \frac{n_k}{l_p \cdot b_m} \quad (9.4)$$

де n_k – середня кількість кущів у рядку ділянки, шт;

l_p – довжина рядка, м;

b_m – ширина міжрядь, м.

Для визначення ширини гнізда та глибини залягання верхньої і нижньої бульб обережно підкопується два куші в кожному рядку кожної ділянки.

Ширина гнізда бульб визначається вимірюванням відстані між зовнішніми точками крайніх бульб у куші.

Глибина залягання верхньої бульби визначається вимірюванням відстані від нижнього зрізу рейки, покладеної на гребінь, до верхньої точки верхньої бульби в гнізді.

Глибина залягання нижньої бульби визначається вимірюванням лінійкою відстані від нижнього зрізу рейки, покладеної на гребінь, до нижньої точки нижньої бульби в гнізді.

Для визначення маси бульб куща-гнізда викопується куш, відділяється бульби від бадилля і зважуються бульби.

Біологічна врожайність бульб $У_6$, у тонах на гектар визначається за формулою:

$$У_6 = \frac{m_6 \cdot N_k}{10^3} \quad (9.5)$$

де m_6 - середня маса бульб у куші-гнізді, г;

Для визначення розмірної характеристики в кожній викопаній бульби класифікатором визначається їхню довжину, ширину й товщину. Обчислюється середнє значення довжини, ширини й товщини бульб. За середніми значеннями довжини, ширини й товщини бульб визначається коефіцієнт форми бульб K_Φ за такою формулою:

$$K_\Phi = \frac{L_6}{\sqrt{B_6 C_6}} \quad (9.6)$$

де L_6 – середня довжина бульб, мм;

B_6 – середня ширина бульб, мм;

C_6 – середня товщина бульб, мм.

Для визначення масової характеристики кожна викопана бульба відповідно зважується.

Результати заокруглюються до цілого числа.

За результатами зважування бульби поділяють на фракції:

- дрібна (від 20 г до 50 г включно);
- середня (понад 50 г до 80 г включно);
- велика (понад 80 г).

За даними масової характеристики визначається масова частка фракцій бульб визначенням відсоткового вмісту кожної фракції бульб.

Для визначення біологічної врожайності бадилля відділене бадилля зважуються і визначається середня маса бадилля на куці в грамах.

Біологічна врожайність бадилля, $У_{\text{бад}}$ у тонах на гектар визначається за формулою:

$$У_{\text{бад}} = \frac{m_{\text{бад}} \cdot N_k}{10^3} \quad (9.7)$$

де $m_{\text{бад}}$ – середня маса бадилля на куці, г.

Ширина основних міжрядь вимірюється у двох місцях кожної залікової ділянки за всією шириною захвату комбайна. Ширина основних міжрядь визначається вимірюванням лінійкою відстані між осьовими лініями двох сусідніх рядків. Під час вимірювання лінійка має бути перпендикулярна до осьової лінії рядків.

Вимірювання ширини стикових міжрядь проводиться у десятих місцях (за трикратної повторності) по діагоналі поля.

Ширина стикових міжрядь визначається вимірюванням лінійкою відстані між осьовими лініями двох сусідніх рядків суміжних проходів садильного агрегату. Під час вимірювань лінійка має бути перпендикулярна до осьової лінії рядків.

Визначення умов випробовування для роздільного та комбінованого збирання картоплі

Під час випробовування машин, які застосовують для роздільного та комбінованого збирання картоплі, визначається характеристику валка, пошкодження бульб і склад вороху валка, втрати бульб під час формування валка.

Ширина й висота валка визначається на кожній заліковій ділянці не менше ніж у двадцяти точках за довжиною валка. Кількість і розміри залікових ділянок наведено в таблиці 9.2.

Ширина валка визначається вимірюванням відстані між крайніми бульбами у валку перпендикулярно напрямку валка. Кількість вимірів не повинна бути менше ніж 20. Вимірювання проводять з інтервалом 0,5 м за довжиною кожної ділянки.

Висота валка визначається вимірюванням лінійкою відстаней від поверхні ґрунту до нижньої кромки рейки, покладеної на вершину валка.

Для визначається складу вороху за довжиною валка виділяється три ділянки довжиною м під час формування валка з двох рядків або 0,5 м – під час формування валка з чотирьох і більше рядків. Ворох з ділянок збирається в тару і розділяється на групи: чисті бульби, фунт, бадилля, каміння, інші домішки.

Кожна фракція зважується. Обчислюється середнє значення маси кожної групи вороху з за округленням до цілого числа. За середнім значенням маси кожної групи вороху обчислюється їх масова частка кожної фракції від загальної маси проби.

Для визначення пошкоджень бульб чисті бульби ділять на дві групи: цілі й пошкоджені.

Пошкоджені бульби поділяють на групи за глибиною пошкодження згідно з ГОСТ 28306. На пошкоджених бульбах підраховують кількість пошкоджень кожного виду. Якщо на бульбі є кілька пошкоджень, враховують кожне з них.

Показник степеня пошкодження n_n визначають за формулою:

$$n_n = \frac{n_B \cdot 100}{n_1} \quad (9.8)$$

де n_B – кількість випадків пошкоджень, шт.;

n_1 – кількість бульб у пробі, шт.

Для визначення втрат під час формування валка враховують бульби, залишені в ґрунті (присипані й не викопані) та бульби на поверхні ґрунту, які знаходять за межами рядка.

Бульби масою менше ніж 20 г (товщиною не більше ніж 28 мм) до втрат не зараховують.

Під час визначення втрат (засипаних і не підкопаних) бульб, ділянки перекопуються спеціальним копачем на глибину ходу підкопувальних робочих органів копача-валкоуладача плюс 2 см і збором викопаних бульб в тару.

Бульби, розташовані за межами рядка збираються в тару також.

Втрати за видами необхідно зважити. За результатами зважувань визначають середню масу втрат бульб під час формування валка.

Для визначення біологічної врожайності бульби у разі застосування машин для роздільного збирання чисті бульби зважуються.

За результатами зважування визначається середня маса бульб на майданчику облікової ділянки.

Біологічна врожайність бульб Y_6 , у тонах на гектар визначається за формулою:

$$Y_6 = \frac{m_{б.в.} + m_{в.в.}}{10 \cdot b_M \cdot l_B \cdot n_p} \quad (9.9)$$

де $m_{б.в.}$ – середня маса бульб на майданчику, кг;

l_B – довжина валка на обліковій ділянці, м;

$m_{в.в.}$ – втрати бульб під час формування валка, кг;

b_M – ширина міжрядь картоплі, м;

n_p – кількість рядків картоплі, з яких було сформовано валок.

Визначення режимів роботи

Машини з принципово новими робочими органами чи новою схемою технологічного процесу, а також вперше подані на випробування випробовуються на мінімальному, середньому та максимальному швидкісних режимах.

Для визначення робочої швидкості руху по діагоналі ділянки вибирається три відрізки довжиною 50 м і шириною, що дорівнюють ширині захвату машини. Секундоміром вимірюють час проходження комбайном вибраних ділянок під час виконання технологічного процесу. Далі обчислюється середнє значення тривалості проходження відрізка.

За середнім значенням тривалості проходження відрізка визначається робоча швидкість машини v , за формулою:

$$v = 3.6 \cdot \frac{L_n}{t_c} \quad (9.10)$$

де L_n – довжина ділянки, м;

t_c – середня тривалість проходження ділянки, с.

Визначення показників якості виконання технологічного процесу

Номенклатуру показників якості виконання технологічного процесу наведено в таблиці 9.4.

Таблиця 9.4. Номенклатура показників якості

Назва показника	Технологія збирання			
	Пряме комбайнування		Роздільне збирання	Комбіноване збирання
	з бадилля-подрібнювачем	без бадиллеподрібнювача		
Вид роботи	+	+	+	+
Робоча швидкість, км/год	+	+	+	+
Продуктивність машини, т/год	+	+	+	+
Глибина ходу копачів, см	+	+	—	+
Висота зрізу бадилля, см	+	—	—	—
Повнота збирання та ступінь подрібнення бадилля, %	+	—	—	—
Якість подрібнення зеленої маси (бадилля), %	+	—	—	—
Повнота викопування бульб, %	+	+	—	+
Втрати бульб, %	+	+	+	+
Пошкодження бульб, %	+	+	+	+
Чистота вороху, %	+	+	+	+
Ширина захоплення машини, м	+	+	+	+

Для визначення висоти, повноти та якості подрібнення бадилля на двох облікових площах виділяється по п'ять ділянок шириною, що дорівнює ширині захвату комбайна й довжиною, що дорівнює відстані від переднього краю різальних робочих органів до переднього краю копачів.

Для визначення якості зрізування бадилля з кожної ділянки збирається у тару зрізане й подрібнене бадилля. Не зрізане бадилля з усіх кущів зрізується до рівня установленної у технічних умовах на конкретну модель машини висоти зрізу і збирається у пробовідбірник.

Визначається маса бадилля зважуванням. Обчислюється середнє значення зрізаного й подрібненого бадилля та втрати не зрізаним і не повністю зрізаним бадиллям. За даними зважування визначають втрати у відсотках.

Якість подрібнення бадилля визначається відбиранням наважок масою 1 кг з кожної проби зрізаного й подрібненого бадилля. У кожній наважці бадилля вимірюється і ділиться на дві фракції: з довжиною січки до 10 см включно і понад 10 см. Кожну фракцію зважують та обчислюють масову частку кожної фракції.

Глибина ходу копачів визначається на кожній заліковій ділянці. На початку, посередині і в кінці ділянки забиваються по дві опорні стійки. Стійки забиваються так, щоб вони не заважали про ходу машини, і рейка, покладена на одну пару стійок була перпендикулярна до напрямку рядків і перебувала в горизонтальному положенні. Горизонтальність рейки перевіряють рівнеміром.

Перед проходом комбайна на пари стійок (на початку та в кінці ділянки) установлюється рейку та вимірюється відстань від вершини кожного гребеня до нижньої кромки рейки, потім рейку знімають і роблять обліковий прохід комбайна. Після проходу комбайна рейка встановлюється у попереднє положення і вимірюється відстань від нижньої кромки рейки до dna кожної борозни.

Глибина ходу викопувальних органів визначається за різницею значень відстаней від нижньої кромки рейки до вершини гребеня та від нижньої кромки рейки до дна борозни.

Для визначення повноти викопування і втрат враховуються бульби, зібрані в тару (бункер комбайна чи кузов технологічного транспорту). Втратами вважають залишені в ґрунті (непідкопані та засипані ґрунтом) та на поверхні бульби.

Втрати засипані ґрунтом і непідкопаними бульбами, визначаються відповідно до попередньо викладеної методики

Залишені на поверхні ґрунту бульби поділяються на вільні від бадилля та невідірвані від бадилля. Вільна бульба збирається у тару. Від невідірваних від бадилля бульб відривається бадилля та збирається у тару окремо від вільних бульб.

Зібрані машиною бульби та всі види втрат групуються і зважуються окремо.

За результатами зважування обчислюється зібрана бульба у відсотках і кожного виду втрат від загальної маси бульб на обліковій ділянці.

Під час випробовування машин у разі роздільного збирання враховується бульба, зібрана в тару (бункер або кузов технологічного транспорту) та залишена на поверхні (вільні і невідірвані від бадилля) і присипана бульба.

Засміченість бульб визначається розділенням на групи зібраного комбайном з облікової ділянки вороху: чисті бульби, ґрунт, бадилля, каміння, інші домішки. Кожна група зважується.

За результатами зважування обчислюється відсоток кожної групи вороху та чистота бульб.

Для визначення пошкоджень з кожної проби чистих бульб відбирають бульби масою не менше ніж 50 г і довжиною – не менше ніж 30 мм. Кількість бульб у пробі має бути не менше ніж 100 шт.

Відібрані бульби ділять на дві групи: пошкоджені і непошкоджені. Пошкоджена бульба поділяється на групи за глибиною пошкодження згідно з ГОСТ 28306. Непошкоджена та пошкоджена бульба зважується.

На пошкоджених бульбах підраховується кількість пошкоджень кожного виду. Якщо на бульбі є декілька пошкоджень, враховується кожне з них.

Для визначення маси абсолютно непошкоджених бульб устанавлюється кількість бульб з потемнінням м'якуші, визначається їх маса, яка віднімається від маси групи непошкоджених бульб і додається до маси групи пошкоджених бульб.

Показник ступеня пошкодження $n_{\text{п}}$ визначається за формулою (9.8).

Ширина захвата машини під час прямого комбайнування визначається за різницею відстаней від краю облікової ділянки до викопаних рядків картоплі до і після проходження машини. Продуктивність машини $\Pi_{\text{к}}$ у тонах за годину, визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{к}} = 3,6 \cdot \frac{M_1}{t} \quad (7.11)$$

де M_1 – маса зібраної у тару картоплі з ділянки, кг;
 t – тривалість збирання картоплі з ділянки, с.

Визначення енергетичних показників

Енергетичні показники визначаються на дослідних ділянках одночасно з визначенням показників якості виконання технологічного процесу на таких самих фонах і режимах.

Енергетичні показники визначаються на всіх облікових ділянках.

Тривалість кожного досліду не повинна бути менше ніж 30 с.

Визначення показників надійності

Надійність машини характеризується:

- середнім наробітком на відмову;
- коефіцієнтом готовності;
- пристосованістю до технічного обслуговування.

Надійність визначається під час випробовування в умовах експлуатування чи прискорених випробувань.

Завдання для самоконтролю:

Визначити забур'яненість та засміченість камінням, густоту насаджень кущів картоплі, біологічну врожайність бульб та робочу швидкість машини. Дані взяти з таблиці згідно з варіантами. Довжину валка прийняти рівній довжині рядка.

Таблиця 9.5. Вихідні дані

Варіант	Середня маса бур'янів на площадці	Середня маса каміння на площадці, кг/м ²	Ширина міжрядь, м	Довжина рядка, м	Середня кількість кущів у рядку	Середня маса бульб у кущі-гнізді, г	Кількість випадків пошкоджень	Кількість бульб у пробі	Середня тривалість проходження 1 м ділянки, с	Кількість рядків картоплі, з яких було сформовано валок
1, 11	15, 1	2,5	0,7	20	34	450	33	50 0	7	2
2, 12	16, 3	1,8	0,7	55	37	650	50	80 0	7	4
3, 13	12, 6	2,2	0,7	40	33	400	20	75 0	7	2
4, 14	10, 5	0,8	0,7	35	33	550	15	50 0	7	6
5, 15	14, 9	2,5	0,7	20	34	450	33	50 0	7	4
6, 16	16, 3	1,8	0,7	55	37	650	43	80 0	7	2

Продовження табл. 9.5.

7, 17	12, 6	1,5	0,7	40	33	400	25	75 0	7	6
8, 18	10, 5	0,8	0,7	35	33	450	15	50 0	7	2
9,19	13, 6	2,0	0,7	45	34	535	10	60 0	7	4
10, 20	11, 6	1,4	0,7	50	35	475	10	75 0	7	4

Практична робота № 10

Тема: Управління якістю сільськогосподарської продукції. Моделі системи управління якістю в АПК

Мета заняття. Ознайомитися з системою управління якістю, оволодіти методикою оцінки якості продукції та розглянути модель управління послідовністю та взаємодією процесів, модель системи управління якістю, що базується на процесному підході та модель життєвого циклу продукції.

Умови та вихідні матеріали. Для проведення заняття необхідні матеріали з комплексної системи управління якістю в одному з господарств зони, а також чинні ДСТУ на сільськогосподарську продукцію та показники якості окремих видів продукції.

Порядок і методика виконання завдання. Ознайомитися з організацією системи управління якістю та її складовими.

Роботи з управління якістю можуть виконувати спеціалізована служба управління якістю, функціональні, лінійні підрозділи (служби, відділи), зовнішні агентства (незалежні аудитори) тощо.

Функції спеціалізованої служби управління якістю можуть бути такими:

- підтримання якості продукції на рівні, що відповідає політиці фірми;

- надання допомоги підрозділам у забезпеченні якості продукції;

- видача рекомендацій щодо введення нових або зміни чинних вимог до якості;

- підтримання зв'язків і обмін інформацією з іншими службами;

- визначення методів і періодичності перевірок продукції;

- визначення методів добору і підготовки працівників і галузі забезпечення якості продукції;

- участь у складанні робочих інструкцій;

- забезпечення контролю придбаних деталей та інструменту;

- організація контролю технологічних процесів;

- участь в оцінці проектних рішень;

- складання статистичних звітів;

- аналіз причин і видів браку;

- захист репутації фірми;

- захист споживача від дефектної продукції;

- скорочення непродуктивних витрат праці;

- попередження браку.

Велику роль в управлінні якістю праці та продукції відіграють функціональні служби підприємства. Наприклад, агрономічна служба розробляє заходи щодо впровадження прогресивних сівозмін, системи підготовки ґрунту, догляду за посівами сільськогосподарських культур, найкращих сортів, підтримання суворої технологічної дисципліни. Зооветеринарна служба вживає заходів до впровадження перодових технологічних процесів у тваринництві, поліпшення

племінної роботи, дотримання раціонів і норм годівлі тощо. Економічна служба розробляє критерії оцінки якості праці та продукції, здійснює контроль за застосуванням технічно обґрунтованих норм виробітку, розробляє і впроваджує матеріальне стимулювання за підвищення якості тощо. Інженерна служба домагається підвищення якості всіх видів механізованих робіт і рівня ефективності машинно-тракторного парку, організовує заміну застарілої техніки й устаткування, забезпечує їхнє раціональне використання, регулярний технічний догляд, якісне зберігання та ремонт машин тощо.

На рівні лінійних підрозділів (бригади, ферми) якість оцінюють керівники. До функцій керівників підрозділів входять контроль за виконанням завдань, об'єктивна оцінка якості праці кожного виконавця та якості продукції за затвердженими параметрами і стандартами, підготовка й узгодження нормативно-технічних документів, параметрів і стандартів якості праці та продукції, розроблення робочих і поточних планів і заходів, спрямованих на поліпшення якості, організація їх виконання.

Система управління якістю базується на положеннях стандартизації.

Стандартизація - процес установаження і застосування правил (стандартів) з метою впорядкування діяльності в певних галузях на користь і за участю всіх зацікавлених сторін. Об'єкти стандартизації - конкретна продукція, норми, вимоги, методи, терміни, позначення тощо, які багаторазово застосовують, використовують у різних сферах економіки, міжнародній торгівлі.

Стандарт - нормативно-технічний документ, що встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації та затверджений компетентним органом.

Міжнародні стандарти розробляє міжнародна організація зі стандартизації ISO. Розроблення міжнародних стандартів здійснюють її технічні комітети, що складаються з експертів - представників організацій - членів ISO.

Міжнародні стандарти ISO серії 9000 з управління якістю продукції прийняті європейськими країнами як національні.

ISO 9000:2001 «Система менеджменту якості. Основні принципи та словник»;

ISO 9000:2000 «Система менеджменту якості. Вимоги» (встановлює мінімально необхідний набір вимог до систем якості та застосовується для цілей сертифікації та аудиту);

ISO 9001:2015 «Система управління якістю. Вимоги»;

ISO 9004:2001 «Система управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності» (містить методичні вказівки щодо створення систем менеджменту якості, які орієнтовані на високу ефективність діяльності підприємств);

ISO 10012:2005 «Забезпечення якості вимірального обладнання».

Стандарти ISO серії 9000 відображають світовий досвід управління якістю на підприємствах. Вони мають рекомендаційний характер, проте більш ніж у 90 країнах прийняті як національні. Ці стандарти не є стандартами якості продукції або навіть якості виробничого процесу, а лише встановлюють вимоги до системи управління якістю. Вони не стосуються технічних характеристик продукції та технічних вимог до процесу виробництва.

Для сфери АПК існують галузеві стандарти. Розроблено цілу низку галузевих нормативних документів, наприклад, ДСТУ 4161:2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» (2003 р.).

Методи планування показників якості сільськогосподарської продукції.

Таблиця 10.1.

Плановані показники якості продукції рослинництва

Показники	Обсяг виробництва	Середній рівень якості
-----------	-------------------	------------------------

Зерно, усього, т
 У тому числі сортове:
 пшениця твердих сортів I і II класів
 пшениця сильних сортів I і II класів
 жито
 ячмінь
 у тому числі пивоварний
 овес
 гречка
 Льоносолома, всього, т
 У тому числі:
 № 1 і вище
 середній номер
 Льонотреста, усього, т
 У тому числі:
 № 1 і вище
 середній номер
 Цукрові буряки кондиційні, усього, т
 Цукрові буряки кондиційні, %
 Картопля, усього, т
 У тому числі:
 столових високоцінних сортів
 технічна на промпереробку
 Овочі, всього, т
 У тому числі стандартні
 Плоди та ягоди, усього, т
 У тому числі за видами та строками дозрівання:
 яблука ранніх сортів
 яблука пізніх сортів
 Сіно, всього, т

У тому числі:

I класу

II класу

Силос, усього, т

У тому числі:

I класу

II класу

Плановані показники якості продукції тваринництва

Таблиця 10.2.

Плановані показники якості продукції тваринництва

Показники	Обсяг виробництва	Середній рівень якості
-----------	-------------------	------------------------

Велика рогата худоба

Валове виробництво молока, т

Реалізація молока, т

У тому числі:

вищого гатунку

I сорту охолодженого

II сорту

Жирність молока, %

Щільність молока, кг/м³

Товарність молока, %

Середньорічний удій молока від однієї корови, кг

Отримано телят на 100 корів,

наявних на початок року

Витрата кормів на 1 т молока, т

Витрати праці на 1 т молока, чол.-год

Валовий приріст живої маси великої рогатої худоби, т

Реалізація великої рогатої худоби, т

У тому числі:

вищої вгодованості

середньої вгодованості

Середня жива маса реалізованої голови, кг

Середньодобовий приріст живої маси молодняка, г:

на вирощуванні

на відгодівлі

Витрата кормів на 1 т приросту живої маси великої рогатої худоби, т

Витрати праці на 1 т приросту живої маси, чол.-год.

Свині

Валовий приріст живої маси свиней, т

Реалізація свиней, т

У тому числі за категоріями:

Число опоросів на основну свиноматку

Діловий приплід поросят за один опорос

основних свиноматок, наявних на початок року, голів

Діловий приплід поросят за один опорос

свиноматок, що перевіряються, і разових свиноматок,

наявних на початок року, голів

Середня маса поросяти, кг:

при відлученні в 4 міс.

Середньодобовий приріст живої маси молодняка свиней, г:

старше 2 міс.

на відгодівлі

Середня жива маса однієї реалізованої голови, кг

Витрата кормів на 1 т приросту живої маси, т

Витрати праці на 1 т приросту живої маси, чол.-год.

Вівці

Валовий приріст живої маси овець, т

Реалізація овець, т

У тому числі:

вищої вгодованості

середньої вгодованості

Діловий приплід у середньому на 100 маток і ярок, наявних на початок року, голів

Середньодобовий приріст живої маси овець, г

Середня жива маса однієї реалізованої голови, кг

Настриг вовни, т
 У тому числі:
 тонкої
 напівтонкої
 Витрата кормів на 1 т, т:
 приросту живої маси овець
 вовни
 Витрати праці на 1 т, чол.-год:
 приросту живої маси
 вовни
 Собівартість 1 т, грн:
 приросту живої маси
 вовни

Таблиця 10.3

Причини, що впливають на якість молока

Показники якості	Причини, що знижують якість молока
Колір	Захворювання тварин Неправильне застосування медикаментів Недоброякісні корми Розведення продукції водою
Запах Смак	Неправильне машинне доїння корів Неправильне застосування пахучих лікарських рослин Поїдання гірких рослин Стародойні корови Неправильне застосування медикаментів Дія прямих сонячних променів Болотисті пасовища Застосування нелудженого посуду Дія мікроорганізмів Хвороби корів

<p>Консистенція Кислотність (механічна забрудненість, мікробіологічне обсіменіння)</p>	<p>Неправильне зберігання молока (поруч із пахучими речовинами) Застосування іржавого посуду, напування корів водою з високим вмістом оксидів заліза Надлишок у раціоні водянистих кормів Не підмивання вимені Відсутність догляду за шкірою та волосяним покривом тварини Поганий санітарний стан приміщень</p>
<p>Товарна якість (загалом)</p>	<p>Недбалий догляд за молочним посудом та апаратурою Низький рівень особистої гігієни доярки та всього обслуговуючого персоналу Стадії лактації Порода Вік, неправильна годівля, недоліки в умовах утримання Відсутність активного моціону Невдалий спосіб корів і невиконання правил технології Несистематичний масаж вимені Хвороби тварин</p>

Для ефективного функціонування агропромислового підприємства будь-якої форми власності необхідно визначити усі взаємопов'язані види його діяльності та управляти ними. Діяльність, у якій використовують ресурси і якою можна управляти для перетворення входів на виходи, може вважатися процесом. Управління якістю за міжнародними нормами базується на принципі процесного підходу. У межах організації під процесним підходом розуміють системи процесів разом з їх визначенням та взаємодіями, а також управління ними.

Перевагою процесного підходу є забезпечуваний ним неперервний контроль над зв'язками окремих процесів, а також над їх сполученням та взаємодією. Застосування процесного підходу в системі управління якістю сприяє:

- розумінню та виконанню вимог замовника;
- відношенню до процесу з позиції створення додаткових цінностей;
- постійному поліпшенню процесів на основі об'єктивних вимірювань.

Згідно із стандартом ДСТУ ISO 9000-2001 процес визначається як сукупність взаємопов'язаних видів діяльності, яка перетворює входи на виходи. Часто вихід одного процесу безпосередньо є входом наступного. Застосування методології входу-виходу при процесному підході до управління якістю дозволяє скласти послідовність процесів на підприємстві і їх взаємодію, що підвищує ефективність і результативність управлінської діяльності (рис. 1).

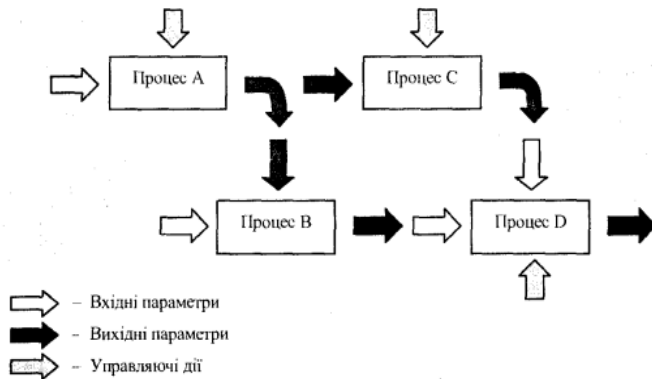


Рис. 1. Управління послідовністю та взаємодією процесів

За призначенням процеси організації чи підприємства класифікуються на:

- виробничі процеси, які забезпечують виробництво продукції та задоволення потреб зовнішніх споживачів, тобто готують ринкову пропозицію підприємства;

- організаційно-управлінські процеси, що мають на меті визначення цілей та стратегії організації, а також моніторинг і вдосконалення інших процесів;

- допоміжні процеси, які призначені для забезпечення ресурсами інших процесів.

За рівнем процеси організації в загальному вигляді поділяються на:

- процеси першого рівня - ділові процеси (бізнес-процеси);

- процеси другого рівня - інтегровані процеси;

- процеси третього рівня - індивідуальні процеси.

Виробничі процеси в організації першого рівня являють собою послідовний ланцюг процесів другого рівня - інтегрованих процесів.

За структурою процеси першого рівня поділяються на:

- вертикальні процеси, що відображають управлінську діяльність підприємства за вертикаллю і відповідають структурі взаємодій вищого керівництва з керівниками відділів та підрозділів;

- горизонтальні процеси - виробничі процеси, які перетинають по горизонталі діяльність підприємства.

Сучасна система управління якістю підприємства може мати у своєму складі від кількох сот до декількох тисяч процесів. Модель системи управління якістю, в основу якої покладено процес, подана на рис. 10.2 у вигляді чотирьох блоків взаємозв'язаних між собою процесів:

- відповідальність керівництва;

- управління ресурсами;

- випуск продукції;

- вимірювання, аналіз і поліпшення.



Рис. 10.2. Модель системи управління якістю, що базується на процесному підході

Модель системи управління якістю показує, що замовники продукції відіграють важливу роль у визначенні вимог як до входів, так і до виходів процесу управління якістю. Розглянемо основні блоки процесів управління за наведеною моделлю.

1. **Відповідальність керівництва.** Найвище керівництво повинне надавати докази виконання своїх зобов'язань щодо розроблення та впровадження системи управління якістю і постійного поліпшення її результативності, використовуючи:

- доведення до всіх рівнів організації важливості задоволення вимог замовника, а також регламентуючих та законодавчих вимог;
- формулювання політики у сфері якості;
- забезпечення установлення цілей у сфері якості;
- аналіз із боку керівництва;

- забезпечення ресурсами.

Орієнтація керівництва підприємства на замовника передбачає визначення і виконання усіх його вимог. Політика у сфері якості має відповідати меті організації, містити зобов'язання щодо задоволення вимог та постійного поліпшення результативності системи управління якістю.

В організації призначається представник керівництва, на якого покладається відповідальність із наданням повноважень за встановлення, впровадження та підтримання процесів, що необхідні для системи управління якістю. Представник керівництва може також відповідати за забезпечення взаємодії з зовнішніми сторонами. Найвище керівництво повинне із запланованою періодичністю аналізувати діючу в організації систему управління якістю для забезпечення її постійної придатності, адекватності та результативності. Аналіз має охоплювати оцінку можливостей поліпшення і визначення потреби в змінах системи управління якістю, у тому числі політики та цілей у сфері якості. Аналіз із боку керівництва слід оформлювати протоколами.

2. Управління ресурсами. Організація повинна визначити і забезпечити наявність ресурсів, необхідних для впровадження та актуалізації системи управління якістю, постійного поліпшення її результативності та підвищення задоволеності замовників шляхом виконання їхніх вимог.

Персонал, залучений до робіт, що впливають на якість продукції, повинен бути компетентним, тобто мати належні освіти, професійну підготовку, кваліфікацію та досвід.

Організація повинна визначити, створити та підтримувати інфраструктуру, необхідну для досягнення відповідності продукції вимогам до неї. Інфраструктура може містити, наприклад:

- будівлі, виробничі приміщення та відповідні інженерно-технічні споруди;
- обладнання (з технічними і програмними засобами);

- допоміжні служби (такі, як транспортні та комунікаційні);

- виробниче середовище, необхідне для досягнення відповідності вимогам до продукції.

3. Випуск продукції. Організація повинна розробити процеси, необхідні для випуску продукції. Планування випуску продукції повинне бути узгодженим з вимогами до інших процесів системи управління якістю.

Під час планування випуску продукції організація повинна, залежно від конкретного випадку, визначити:

- цілі у сфері якості та вимоги щодо продукції;
- потреби в розробленні процесів і документів та забезпеченні ресурсами, специфічними для цієї продукції;
- необхідні перевірку, затвердження, моніторинг, інспектування та випробування, специфічні для продукції, а також критерії приймання продукції;
- протоколи, необхідні для надання доказів того, що процес випуску і кінцева продукція задовольняють вимоги.

Під час планування проектування та розроблення організація повинна визначити:

- етапи проектування та розроблення;
- необхідність аналізу, перевірки та затвердження на кожному етапі проектування та розроблення;
- відповідальність та повноваження щодо проектування та розроблення;
- взаємодією різних груп, залучених до проектування та розроблення, для забезпечення ефективного зв'язку та чіткого розподілу відповідальності.

Організація планує і здійснює виробництво та надання послуг за умов управління, які залежно від конкретного випадку передбачають: наявність інформації з описом характеристик продукції, необхідних робочих інструкцій, застосування придатного обладнання, засобів моніторингу та виміральної техніки, впровадження заходів, пов'язаних із

моніторингом, вимірюваннями, випуском, постачанням та подальшим обслуговуванням.

Організація планує і здійснює виробництво та надання послуг за умов управління, які залежно від конкретного випадку перед вбачають: наявність інформації з описом характеристик продукції, необхідних робочих інструкцій, застосування придатного обладнання, засобів моніторингу та вимірювальної техніки, впровадження заходів, пов'язаних із моніторингом, вимірюваннями випуском, постачанням та подальшим обслуговуванням.

4. Вимірювання, аналіз і поліпшення. Для забезпечення відповідності системи управління якістю організація повинна планувати і впроваджувати процеси моніторингу, вимірювань, аналізу та поліпшення.

В організації слід застосовувати належні методи моніторингу та здійснювати вимірювання процесів системи управління якістю, які повинні доводити спроможність процесів досягати запланованих результатів.

Організація повинна визначати, збирати та аналізувати відповідні дані для доведення придатності та результативності системи управління якістю, а також для оцінювання системи управління якістю з погляду можливості постійного поліпшення її результативності. Ці дані повинні містити результати моніторингу та вимірювань, а також дані з інших відповідних джерел. Аналіз даних має надавати інформацію про: задоволеність замовника; відповідність продукції вимогам; характеристики і тенденції відхилень процесів та продукції, у тому числі можливості запобіжних дій.

Організація повинна постійно поліпшувати результативність системи управління якістю, застосовуючи політику та визначаючи цілі у сфері якості, використовуючи результати аудитів, аналіз даних, проводячи коригувальні та запобіжні дії, а також аналіз із боку керівництва.

Коригувальні дії слід виконувати для усунення причин невідповідності з метою запобігання їх повторенню. Коригувальні дії визначаються відповідно до наслідків виявлених невідповідностей.

Запобіжні дії дають змогу усувати причини потенційних невідповідностей з метою запобігання їх виникненню. Запобіжні дії слід визначати відповідно до наслідків потенційних проблем.

При розробці системи управління якістю на агропромисловому підприємстві слід враховувати особливості вимог до діяльності, яка забезпечує якість продукції на різних етапах її створення.

Концептуальну модель взаємозалежних видів діяльності, що впливають на якість на різних стадіях життєвого циклу продукції, називають колом якості. На базі аналізу основних стадій формування і зміни показників якості продукції побудована модель життєвого циклу продукції (рис. 10.3). Коло якості наочно показує послідовний вплив якості процесів на якість кінцевого результату.



Рис. 10.3. Модель життєвого циклу продукції
Якість продукції обумовлюється процесами проектування, виробництва та споживання (експлуатації) продукції.

Якість при проектуванні продукції формується в процесі її планування та маркетингових досліджень. Маркетинг відіграє провідну роль у визначенні вимог, що ставляться до якості продукції. Він має точно визначити ринковий попит і сфери реалізації, що важливо для оцінки сортності, необхідної кількості, вартості та строків виготовлення продукції чи послуг; чітко визначити вимоги, будь-які потреби чи тенденції споживача та інформувати про них керівництво; додавати короткий опис продукції, що містить вимоги і побажання споживача у вигляді попереднього переліку технічних умов, які є основою для виконання подальших робіт з проектування; встановлювати на постійній основі системи зворотних зв'язків та контролю інформації, яка надає дані, необхідні для внесення можливих змін у проект і відповідних дій керівництва. Формування якості продовжується в процесі проектування продукції і розробки процесів.

Короткий опис продукції, одержаної в результаті маркетингу, використовується як вихідні дані до проекту. Планування робіт проектування може здійснюватися у формі цільової науково-технічної програми, в якій передбачається періодичний аналіз усіх компонентів проекту і внесення відповідних змін.

Якість у процесі виробництва продукції. Формування якості починається з закупівлі сировини та матеріалів і закінчується збутом продукції споживачеві.

Підприємство несе відповідальність за якість кінцевої продукції в цілому незалежно від якості куплених матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів. Виробник повинен мати конкретні вимоги до сировини та покупних матеріалів, забезпечувати узгоджений з постачальником план вхідного контролю, реєстрацію даних про якість покупної сировини і оцінку постачальників. Підготовка виробництва повинна давати упевненість в тому, що технологічний процес і стан усіх елементів виробництва забезпечать

виготовлення продукції відповідно до вимог технічної документації.

Керівництво підприємства має забезпечити управління всіма елементами процесів виробництва (обладнання, матеріли, комплектуючі вироби, технологічне оснащення та інструмент, виробничий персонал, допоміжні матеріали, технічна документація, виробниче середовище), контроль і приведення цих елементів у належний стан, запобігання виникненню дефектів. Там, де це можливо, необхідно застосовувати статистичні методи контролю. Обов'язковими елементами виробництва повинні бути контроль та випробування готової продукції.

Якість при споживанні або експлуатації продукції є відображенням процесів зміни якості продукції при її транспортуванні, зберіганні (складуванні), експлуатації та сервісному обслуговуванні продукції, яка втрачає свій ресурс.

Підприємство на післявиробничих етапах повинне забезпечувати якість продукції при завантажувально-розвантажувальних роботах, збереженні, транспортуванні, монтажі. Слід забезпечити проведення технічних консультацій, навчання персоналу, який експлуатує складну техніку, виконує технічне обслуговування і ремонт виробів протягом гарантійного терміну, постачання запасних частин, надання інструкцій з виконання, складання, монтажу, введення в експлуатацію. Система зворотного зв'язку з експлуатаційними показниками продукції має забезпечувати контроль якості протягом усього строку служби, постійний аналіз задоволення потреб споживача щодо якості продукції, включаючи безпечність і вплив на навколишнє середовище.

Останнім етапом життєвого циклу продукції є утилізація або вторинна переробка після закінчення терміну придатності. Якість цих процесів регламентовано економічними, санітарними, законодавчими та іншими нормами. Усі види діяльності, що складають модель життєвого циклу

продукції, безпосередньо впливають на якість кінцевого результату - продукції, що виробляється і пропонується споживачеві. Управляти якістю процесів на стадіях життєвого циклу - означає управляти якістю продукції.

Запитання для самоконтролю

1. Які стандарти ISO 9000 існують?
2. Опишіть модель життєвого циклу продукції
3. Що повинна визначити організація під час планування проектування та розроблення?
4. Які плановані показники якості продукції вівчарства?
5. Які плановані показники якості продукції рослинництва?
6. Як поділяються за призначенням процеси організації чи підприємства?

Література

1. Науково-випробувальні дослідження сільськогосподарської техніки і технологій: розвиток і диверсифікація (колектив авторів) / за ред. В. Кравчука: Міністерство аграрної політики та продовольства України: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке, 2018. 240 с.
2. Кустов В. Ф. Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики : навчальний посібник. Харків : УкрДАЗТ, 2008. 218 с.
3. Юхимчук С. Ф. Випробування та сертифікація сільськогосподарської техніки : навчальний посібник. Луцьк : Ред. відділ Луцького НТУ, 2017. 136 с.
4. Лебедев А. Т., Лебедев С. А., Коробко А. І. Кваліметрія та метрологічне забезпечення випробувань тракторів : монографія / під. ред. А. Т. Лебедева. Харків : Вид-во «Міськдрук», 2018. 394 с.
5. Розвиток системи випробувань сільськогосподарської техніки в Україні: історія започаткування, становлення та розвитку машиновипробувань в Україні, основні результати та напрями діяльності УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого / В. Кравчук, С. Коваль, Н. Таргоня, В. Гусар та ін. ; за ред. В. Кравчука. К. : Фенікс, 2008. 131 с.
6. ДСТУ 7794:2015. Машини картоплезбиральні. [Чинний від 2015-06-22]. Вид. офіц. Київ, 2016. 14 с. (Методи випробування).