

КІНДЕР М.В. САКАЛО В.М.
ПАДАЛКА В.В. ЛЯШЕНКО С.В.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В РОСЛИННИЦТВІ

П Р А К Т И К У М

ПОЛТАВА 2014

УДК 631.171 (075.8)

ББК 40.711я73

П79

Проектування технологічних процесів в рослинництві. Практикум. [текст]: навчальний посібник / М.В. Кіндер, В.М. Сакало, В.В. Падалка, С.В. Ляшенко. – Полтава: РВВ ПДАА, 2014. – 212с.

Авторський колектив:

Кіндер Микола Володимирович – к.т.н., доцент,

Сакало Віктор Миколайович – к.т.н., доцент,

Падалка Вячеслав Вікторович – к.т.н., доцент,

Ляшенко Сергій Васильович – к.т.н., доцент.

Рецензенти:

Тарельник В.Б. – д.т.н., професор Сумського НАУ,

Дідур В.А. – д.т.н., професор Таврійського державного
агротехнологічного університету,

Писаренко П.В. – д.с.г.н., професор Полтавської ДАА.

Рекомендовано до друку Вченою Радою Полтавської державної аграрної академії. Протокол № 17 від 20 березня 2014 року.

На основі методології системного підходу і теорії управління викладено методику та організацію проведення лабораторних і практичних робіт по проектуванню технологічних систем в рослинництві. Значну увагу приділено проектуванню, планування, підготовці і проведенню механізованих робіт. Акцентована увага на вирішення актуальних задач наукового, організаційного і управлінського забезпечення виробництва продукції рослинництва.

Посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів освіти зі спеціальності «Процеси, машини та обладнання агропромислових підприємств».

© М.В. Кіндер, В.М. Сакало,
В.В.Падалка, С.В.Ляшенко
2014 рік

ЗМІСТ

Умовні позначення	3
ПЕРЕДМОВА	4
ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ.....	5
1.ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ.....	20
Тема 1. Задачі і підготовчий етап проектування ТхС	20
Тема 2. Розробка структурної схеми ТхСП.....	26
Тема 3. Методологія системного підходу до проектування ТхС.....	32
Тема 4.Методологічні принципи теорії управління	38
Тема 5. Вибір раціонального складу агрегату.....	44
Тема 6 Розрахунок тягового МТА	54
Тема 7. Обґрунтування кількості та розподілу агрегатів.....	62
Тема 8. Раціональний розподіл МТА (метод Фотеля).....	71
2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	78
Тема 9. Проектування показників безвідмовності технічного комплексу.....	78
Тема 10. Проектування операційної технології оранки	83
Тема 11. Проектування операційної технології сівби	90
Тема 12. Проектування технологічного процесу (збирання зернових).....	110
Тема 13. Підготовка МТА	123
Тема 14. Розробка технологічної наладки машини	127
Тема 15. Програмування урожайності, показників якості і втрат ..	133
Тема 16. Управління якістю польових робіт.....	140

3.ПРОЕКТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ 154

Тема 17. Вибір і формування технологій.....	154
Тема 18. Розробка технологічної карти	162
Тема 19. Визначення показників енергомісткості і екологічності технологій	175
Тема 20. Оцінка технології.....	180
Тема 21. Аналіз енергетичної ефективності та екологічності ТхС..	185
Тема 22. Дослідження і підвищення сталості прямолінійного руху причіпної машини	190
Література	197
Додатки.....	199

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

А Т В	—	агротехнічні вимоги;
В А	—	висівні апарати;
ВМА	—	вихідна множина альтернатив;
Г Р О	—	ґрунтообробні машини;
h	—	глибина обробки;
ЗЗ	—	зворотній зв'язок;
І н	—	індекс урожайності;
КОЯР	—	контроль і оцінка якості робіт;
К _{СВ} , К _я , К _в	—	показник своєчасності, якості, втрат;
КТА	—	комплектування агрегату;
КТН	—	карта технологічної наладки;
МТА	—	машинно-тракторний агрегат;
НАЗ	—	наладка агрегату в загінці;
НМ	—	начіпні машини;
Н-Ф-В	—	наука, фахівець, виробництво;
О Д Р	—	область допустимих рішень;
ОП, ТБ	—	охорона праці, техніка безпеки;
О Т, О К	—	операційна технологія, карта;
О У З	—	організаційно-управлінське забезпечення;
ПА (ПП)	—	підготовка агрегату (поля);
Р А	—	робота агрегату;
С Г В	—	сільськогосподарське виробництво;
С, ЕС	—	система, елемент системи;
С П, ТУ	—	системний підхід, теорія управління;
ССС	—	самоналагодження, самоорганізація, самонавчання;
СУ	—	система управління;
ТАР	—	теорія автоматичного регулювання і управління;
ТК	—	технологічна карта;
ТМР	—	технологія механізованих робіт;
ТНА	—	технологічна наладка агрегатів;
ТО, ТП, Т	—	технологічна операція, процес, технологія;
Тх С (П)	—	технологічна система (процесу);
ТС, РО	—	технічний стан, робочі органи;
ТХ	—	тягова характеристика;
ЦПФ	—	цільова підготовка фахівців;
Ц, Ч	—	ціле, складові (частини).

П Е Р Е Д М О В А

Дисципліна «Проектування технологічних процесів у рослинництві» відноситься до спеціальних і формує у майбутнього фахівця професійні знання і вміння проектувати операції, процеси та інженерне забезпечення технологій для вирощування і збирання сільськогосподарських культур.

Знання формуються при вивченні теоретичної частини дисципліни, на лекціях, а вміння – при виконанні лабораторно-практичних робіт і курсового проекту. Базові теоретичні знання мають бути реалізовані, трансформовані в практичне вміння:

- проводити передпроектний аналіз виробничих умов;
- проектувати технологічні системи різного рівня;
- використовувати оптимізацію параметрів проектних розробок;
- розробляти проектну документацію;
- забезпечити методологію системного підходу і теорії управління проектних розробок;
- адаптувати проекти до виробничих умов з обмеженими можливостями;
- впровадити набуті знання в сільськогосподарське виробництво;

Слід враховувати, що навчальні знання і вміння не в повній мірі відповідають потребам реального виробництва, – їх недостатньо. І щоб скоротити період адаптації молодого фахівця до реальних виробничих умов, практична його підготовка – виконання лабораторно-практичних робіт і курсового проекту повинна бути цільова – для потреб виробництва. Проста сума набутих знань перетвориться у вищу якість – систему знань лише за умов знань наукових основ сільськогосподарського виробництва і вміння застосувати набуті знання, – ціла методика їх запровадження.

Відсутність методики впровадження набутих знань гостро відчувається на результатах функціонування виробництва. Найбільш актуальними його проблемами є саме *наукове, організаційне і управлінське забезпечення*. Не фінансове, не матеріальне і не кадрове. Кадрова проблема лише в якості підготовки фахівців.

Вирішенню наведених завдань і проблем сприятиме цей практикум, орієнтований на цільову підготовку фахівців.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ

Задачі проектування ТхС в рослинництві. Низька ефективність сільськогосподарського виробництва, забезпечення якого здійснюється керівниками і спеціалістами з професійною освітою, викликає необхідність комплексного дослідження і оцінки відповідності фахівців, методології їх підготовки, внутрішніх причин самого виробництва і на цій основі пошуку шляхів зближення і поєднання задач науки і практики для їх взаємного збагачення.

Серед чисельних причин низького рівня і ефективності с.-г. виробництва можна визначити найбільш впливові, головні, які з часом стали проблемою. Це ***низьке наукове і організаційно-управлінське забезпечення виробництва.***

Наукові основи виробництва – це ні що інше, як впровадження у виробничі процеси рослинництва високого рівня технологій вирощування і збирання с.-г. культур, дотримання технологічного регламенту, тобто правил виконання польових робіт, агротехніки, агротехнічних умов, своєчасного і якісного їх проведення. Використовувати досвід передових господарств, впроваджувати наукову організацію праці. Саме для цього потрібні ґрунтовні знання, вміння, висока кваліфікація і професійність.

З іншої сторони, об'єктивна складність с.-г. виробництва обумовлена впливом чисельних факторів, різних за природою. Це призводить до умов невизначеності, випадковості, разом із некерованим (збуреним) впливом породжує виробничі загрози, перешкоди і ризики, ***ускладнює управлінські рішення.*** Виробничі процеси стають малокерованими і самоплинними з негативними кінцевими результатами.

В таких умовах вирішального значення набуває ***професійність, кваліфікація і компетентність,*** в першу чергу керівників і спеціалістів. Такі якості формуються в процесі ***підготовки фахівців.***

Фахівець, який в достатній мірі оволодів науковими основами, буде спроможним виконати свою участь у завчаснім плануванні, ***проектуванні,*** підготовці, забезпеченні і проведенні виробничих процесів. Зрозуміло, що вирішальною передумовою цього є дисципліна „***Проектування технологічних процесів у рослинництві***”. Вона якраз підсилює найбільш слабку, найменш

відпрацьовану ланку виробництва – його підготовку. І в першу чергу питань, пов'язаних з обґрунтуванням, оптимізацією, попередніми розрахунками, з розробкою різного роду документації (технологій, технологічних, операційних карт, карт якості, технологічної наладки, графіків вибору агрегатів, матриць розподілу робіт і т.ін.).

Задачі проектування ТхС передбачають:

- запровадити наукові основи механізованих процесів у рослинництві;
- обґрунтувати структуру, склад і параметри Тх С з високим рівнем адаптації, ефективності, ресурсощадності та екологічності;
- визначити раціональну стратегію **О У З** виробництва;
- забезпечити цільову функцію проекту – можливість його практичної реалізації;
- запровадити управління якістю польових робіт;
- завчасно виявляти, обмежувати чи усувати негативний вплив можливих ризиків, перешкод і порушень;
- визначити і оцінити проектні, програмовані, очікувані і втрачені показники виробництва;
- оцінити ефективність і шкідливі наслідки Тх С ще до її практичної реалізації.

Окрім того, проект Тх С повинен стати основним *інструментом комунікації* між керівниками, спеціалістами і виконавцями робіт, основою інформаційно-дорадчої служби. Щоб все відбулось, потрібна зміна підходу до самого проектування. Звичайні курсові та, навіть, і дипломні проекти потребують трансформації з суто навчальних в навчально-виробничі. Це цільові, виробничо-спрямовані проекти з можливістю і необхідністю їх запровадження. Виробниче призначення сприяє якості проектів, попиту на них. Такі проекти набувають властивості інтелектуальної продукції, товару, вартості. Тому поєднання наукових навчальних і виробничих задач – найактуальніша проблема і задача водночас.

Майбутні фахівці вивчають наукові основи і *недостатньо* – *виробництво*, його реальні умови, стан, можливості і процес. А головне, – *не володіють механізмом впровадження набутих знань*, а тому воно відсутнє.

Досягнутий рівень науки, в т.ч. сільськогосподарської, неспівставні з рівнем навчання і потребами виробництва. **Сходинки зниження:**

1. рівень науки — 100%
2. обсяг навчальних програм — менше п.1.
3. фактичний обсяг навчання — менше п.2.
4. оцінка рівня знань — менше п.3.
5. фактичний рівень знань — менше п.4.
6. рівень використання знань — менше 10-20% і < п.5.

Про що свідчать наведені сходинки? Складно набути, а тим більше — запровадити високий рівень наукових знань.

Методологія для навчання і виробництва. Складна біо-соціально-технічна природа виробництва, як і навчальних процесів, потребує наукові методології їх забезпечення. Процес навчання, як і процес виробництва, має бути **керованим**. Це впливає із самої суті **управління** як процесу цілеспрямованої дії для досягнення поставленої мети. А так як процес навчання складний, то управління ним повинно бути обґрунтованим, а отже — науковим. Його наукова основа - теорія управління - **Перша складова** - методології навчання.

Окрім цього, для будь-яких, а тим більше складних систем, не обійтись без системного підходу — **Друга складова**. Якщо науку, навчання, фахівців і виробництво **поєднати в систему з науковим управлінням**, то рівень і ефективність виробництва сягне небачених висот. Адже властивості цілого, системи — вищі за суму їх складових. Процеси виробництва, отримання знань, управління, поєднанні системами, мають **вищу ефективність** і результативність, ніж при застосуванні їх окремих складових.

Властивості автомобіля не порівняти з купою його частин, технологічну систему — з непов'язаними її складовими. **Не порівняти суми і системи знань**. Окрім цього, важливіше не самі елементи системи, а її структура — **спосіб організації зв'язків**. — Не який трактор, а як він використовується, не яка дисципліна (чи підручник), а як, яким способом вона (чи він) вивчається. Сприйняття означеного потребує усвідомленого вивчення, перебудови традиційних понять.

Таким чином, зазначені складові утворюють органічне поєднання і суті - **система управління** і методології – **системний підхід і теорія управління**. Дійсно, **система** – передбачає системний підхід управління - теорію управління. Ця методологія здатна вирішити одвічні **проблеми наукового і організаційно-управлінського забезпечення виробництва**, подолати його відставання від НТП. – Суперсучасні, в сотні кінських сил трактори не перевершують виробіток давно забутого „Універсала” в 14 к.с.!? В якійсь мірі це обумовлено законодавством, яке **не визнає** об’єктами винаходу і патентування методи організації і управління процесами навчання і виробництва, по суті **не стимулює їх удосконалення**.

Означена методологія – унікальне знаряддя праці, могутня зброя, унікальний, не використаний досі, шанс її вивчення та запровадження.

Варто додати: системний підхід розкриває зв’язки виробництва з наукою і навчанням як цілісною системою „**наука – фахівець – виробництво**”. Разом з тим, ідентифікує особливості і відмінності їх методів.

В основі навчання – метод аналізу: розчленування цілого на окремі дисципліни; принципи послідовності, незалежності, статичності. В результаті – сума знань.

В основі виробництва – метод синтезу: сполучення, інтеграція окремих частин в єдине ціле; принципи одночасності, динамічності, цілеспрямованості, єдності, а значить системності. Потреба системи знань.

Задача підготовки: інтеграція дисциплін в синтез нової якості – цільове забезпечення ефективності виробництва.

Синтез – інтегрує методи виробництва і навчання, **суму – в систему знань**.

Система знань – взаємопов’язані знання науки, практики і механізму запровадження набутих знань (наукового забезпечення виробництва).

Курсові, а особливо, дипломні проекти, виконувати складніше. Зате і корисність їх для практики вища. **Чому?** В них інтегровані взаємопов’язані положення і знання суміжних дисциплін, їх **синтез, система**.

Методика занять. ІТП господарств у повсякденній роботі вирішують різноманітні питання технічного і організаційно-управлінського характеру. Як уже відмічалось, не завжди задовільно. Важко використати знання і навички, отримані в процесі підготовки інженерних кадрів у конкретних виробничих

ситуаціях, особливо молодими спеціалістами. Однією з причин такого стану є те, що *студент не отримує належних навичок управління виробництвом, вирішенню конкретних практичних задач.*

Зазначені знання і вміння повинні формувати на заключнім етапі підготовки спеціальні дисципліни і в першу чергу:

- машиновикористання в рослинництві;
- інженерний менеджмент;
- технологія виробництва продукції рослинництва;
- аналіз технологічних систем і обґрунтування інженерних рішень;
- проектування технологічних систем.

Вирішальну роль у формуванні практичної професійної підготовки відіграють практичні, лабораторні та ігрові заняття (ділові ігри), по-іншому – тренінг. *Ділові ігри активізують навчальний процес, наближають його до умов виробництва, підвищують активність, відповідальність, ініціативу, поглиблення знань і умінь майбутніх фахівців у вирішенні виробничих завдань.*

Принцип ігрових занять (тренінгу). Попередньо перед гравцями ставлять виробничі завдання, розподіляють посади і обов'язки. Кожен гравець готує свою участь у відповідності з діючими посадовими інструкціями керівника, агронома, інженера, майстра-наладчика, інших посадовців та виконавців робіт. На черговому занятті розігрують сценарій виробничої ситуації.

У процесі гри проводяться консультації, взаємопов'язані доповіді і дискусії учасників з демонстрацією ілюстрацій, оперування моделями і машинами. В кінці – підсумки, оцінки, зміна посад для підготовки наступних занять. Викладачі – в ролі арбітрів.

Цінним є те, що кожен гравець несе персональну відповідальність за виконання дорученої частини завдання. Окрім того, не потрібно готувати звіт за всю тематику завдання. У процесі гри частинки ролі кожного складаються в ціле і всі отримують повні знання по заданій темі. Тобто, готують частину, а отримують комплекс знань.

Перспективи ділових ігор райдужні і обнадійливі. Якщо до цього їх застосування було ускладнене і обмежене, бо ставились непосильні об'ємні задачі, які неможливо було вирішити (програти) в обмежений час занять. То сучасні засоби оргтехніки з успіхом вирішують такі проблеми. Комп'ютер

начебто спеціально створений для ігрових занять, ділових ігор, тренінгів. Він суттєво розширює їх можливості, бо грати можна не лише групою і обов'язково на заняттях, а й самостійно кожному гравцю. І, не лише один з одним, а й з комп'ютером, який слугує за арбітра, консультанта, помічника.

До речі, існує диспропорція ігрових тематик. Створена ціла індустрія комп'ютерних ігор: дитячих і розважальних. Усі мислимі і немислимі ігри в карти, доміно, шахи, поле чудес, авто-мото-велогонки, бойові дитячі ігри з такими програмами, що якби їх переформатувати в тематику технологій механізованих робіт і ПТП в рослинництві, студенти могли б самостійно оволодіти ремеслом хлібороба. Навіть гра – бойові польоти на військовому літаку, не АН-2, а СУ-29, СУ-31. Обстановка, наче в кабіні винищувача, чути свист турбін. Можна вивчитись літати. Грає кожна дитина, навіть не маючи комп'ютера, – в школі, гральні автомати, комп'ютерні клуби, тисячі компакт-дисків.

Аналогічно мають бути комп'ютерні ігри для дорослих, наприклад, для майбутнього хлібороба. Щоб потренуватись, як виростити жито, пшеницю і всяку пашницю. Комп'ютерні ділові ігри по використанню машин в рослинництві, тваринництві, переробці сільськогосподарської продукції, проектування технологічних процесів, розробці технологічних й операційних карт та багато іншого. Навіть елементарне: запуск двигуна, навчальна їзда. Студент включає програму, йому пропонується тест, з якого слід вибрати вірні дії і їх послідовність. Кращого навчального майстра за комп'ютер – не знайти. Він як ніхто вміє показати, підказати, пропонувати, вибирати. Йому не бракує наполегливості і бажання вчити. Все це – найближча перспектива. Поєднання ПК з тренінгом – незамінна складова процесів навчання.

Важливим елементом для закріплення теоретичних знань і набуття практичних навичок і вмінь є практичні і лабораторні заняття. Організація творчого, зацікавленого і цільового їх проведення забезпечує високу результативність. Якщо *ділові ігри відпрацьовують організаційні і управлінські функції* майбутніх фахівців, то лабораторно-практичні заняття формують їх професійні навички. У зв'язку з цим доцільне їх суміщення.

Дисципліна „Проектування технологічних процесів у рослинництві” вивчає окрім процесів, проектування операцій і технологій, які в сукупності і зв'язку утворюють технологічні системи (Тх С). Тому була б цілком доречна

об'єднавча назва дисципліни „Проектування Тх С рослинництва”. Одночасно звучав би наголос на вирішальну роль системного підходу.

Проектування технологічних процесів, систем – це обґрунтування і вибір параметрів, режимів, складу технічних засобів, в ряді випадків їх оптимізація з метою отримання найбільшого виробничого і екологічного ефекту. У процесі НТП роль проектування зростає з одного боку в результаті зростання кількості і ускладнення залежностей діючих факторів, з іншого – необхідності наукового обґрунтування виробничих процесів. Будь-який розвиток неминує викликає ускладнення. Наші діди з трьохкласною освітою успішно керували тодішніми багатогалузевими колгоспами, досягали високих на той час урожаїв. Без інженерних посад та інших служб. В сучасних умовах важко досягти відчутних результатів навіть з подвійною вищою освітою. А використання техніки погіршилось у порівнянні з минулим.

Що стосується задач, то ***раціональна організація виробництва можлива на основі проектування.*** Проектування забезпечить тільки тоді високий ефект, коли правильно буде вибрано ***критерії ефективності***. Інакше виробництво не досягне мети, самі досконалі методи розрахунку (з ПЕОМ) не дадуть бажаного результату. А тому визначення і постановка задачі, цільової функції – найбільш важливий елемент ***оптимального проектування***.

Дисципліна швидко розвивається. Наш сучасник професор В.Ю. Ільченко вперше задачі проектування розглядає в комплексі, тобто з позиції системного підходу. Зрозуміло, що будь-які процеси, в тому числі технологічні, мають бути керованими. Найбільше ефективне – наукове управління. Ось чому наукова основа, ***методологія проектування базується на системному підході і теорії управління***.

Дисципліна розглядає цілі та критерії проектування стосовно конкретних виробничих умов, обґрунтування схеми Тх С, вибір і розрахунок агрегату, розподіл робіт, проектування операцій, процесів і технологій. Цікаві питання програмування урожайності, показників якості і втрат, потенційні загрози виробництву. Обґрунтований методологічний підхід до розробки ефективних систем управління та забезпечення виробничих процесів. Привернута увага до розробки проектних документів і впровадження проектів Тх С.

Проектуванню підлягає все, що потребує розрахунку, обґрунтуванню чи оптимізації. Важко, наприклад, виконати раціональний розподіл робіт без

вибору оптимального складу МТА. А ефект такого вибору можна досягти, виходячи з конкретних умов кожного господарства. Тобто, всі питання механізації с.-г. виробництва взаємопов'язані, потребують системного підходу, а їх організація, проведення і управління – кібернетичного підходу (теорії управління).

У практику виробництва проектування технологічних процесів впроваджується з великими потугами. Важко дається усвідомлення, переконання в необхідності цієї роботи. В машинобудуванні виготовленню машини чи якогось знаряддя передують дослідження, обґрунтування і проектування найбільш раціональної і ефективної конструкції. Розраховують ременні, ланцюгові, зубчаті передачі, вали, корпусні деталі та інше. Важко уявити машину, яку б виготовили без їх проектування. Те ж саме, така ж необхідність проектування робіт у рослинництві. Але ж часто нехтують. Результат – завжди негативний: недобір урожаю через порушення технологічних регламентів, зверхнормативні витрати, висока собівартість робіт і, відповідно, продукції. А в сучасних умовах обмежених можливостей, необхідності енерго- і ресурсозбереження питання проектування набувають особливої ваги.

Все вищевикладене має бути враховане методикою виконання лабораторно-практичних занять. Активізація розумової діяльності студентів – одна із основних вимог удосконалення навчального процесу. Для цього слід врахувати наступні **дидактичні правила**:

- кожную лабораторно-практичну роботу треба старанно готувати, завчасно ознайомитись із змістом і порядком її виконання;
- обсяг і зміст роботи має відповідати рівню знань студента (без завищення чи заниження вимог);
- лабораторно-практичну роботу студенти повинні виконувати самостійно, з розумінням процесів проектування;
- потрібна наочність роботи з довідниками, схемами, плакатами і таблицями;
- у процесі роботи студент повинен підготувати матеріал для складання звіту, дати відповіді на поставлені запитання.

Якість занять залежить від методики їх проведення. Найефективніший метод – фронтально-ланковий. Академічну групу ділять на ланки і роботи

виконують одразу після вивчення даної теми на теоретичних заняттях, без розриву у часі.

Роботи можна проводити й комплексним методом – після вивчення кількох однорідних, взаємопов'язаних тем певного розділу. Перед проведенням занять доцільно провести опитування студентів.

Велика користь від занять досягається, коли студенти самостійно навчаються знаходити необхідні матеріали для розв'язання практичних завдань. З огляду на це, перспективним є проблемне навчання, яке полягає у створенні проблемних ситуацій. Студенти мають добре розуміти їх і розробляти шляхи розв'язання самостійно під керівництвом викладача. Проблемні ситуації можна створити лише за наявності суперечностей:

- між знаннями та умовами нових завдань;
- між теоретичною можливістю і практичною нездійсненністю або недоцільністю цього;
- між практично досягнутим результатом та відсутністю знань для теоретичного обґрунтування.

Отже, проблемне навчання можна здійснювати в умовах, коли студенти проявляють максимальну зацікавленість і самостійність. Важливо сформулювати умови практичних занять як проблемну ситуацію.

Уміння – це здатність (підготовленість) студента виконати певний вид роботи (завдання).

Навички – це способи виконання робіт (завдань). На лабораторно-практичних заняттях студенти, опираючись на відповідні знання, удосконалюють вміння і навички.

Умови успішного формування вмінь та навичок:

- чітке формулювання завдань;
- розуміння мети і способів її досягнення;
- відповідність методів навчання особливостям умінь і навичок;
- наявність необхідних знань;
- ефективність методичних вказівок (інструментарію);
- об'єктивність і своєчасність оцінок;
- активний характер діяльності;
- усвідомлення потреби результатів занять – виробничої чи наукової;
- урахування індивідуальних особливостей студентів.

Перед початком занять доцільно провести бесіду впродовж 5-10 хв., з'ясувати підготовленість студентів, внести уточнення і методичні поради. Ознайомити з технікою виконання окремих питань, технікою безпеки.

У процесі навчання викладач стежить за ходом виконання завдання кожною ланкою. У разі відхилення з'ясовує причину і надає консультативну допомогу, визначає тривалість виконання окремих завдань.

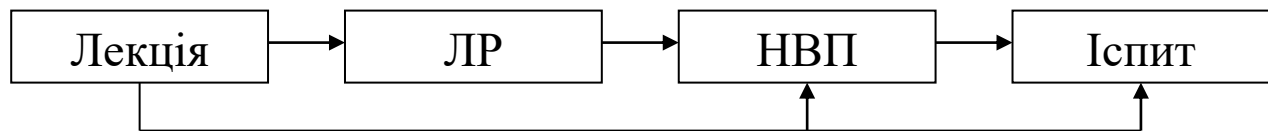
В кінці занять підводяться підсумки і перевірка виконання обсягу робіт, відмічаються позитивні і негативні моменти занять, аналіз і оцінка ставлення студентів, акцент уваги на підготовку і представлення звіту. Звіт студенти представляють для перевірки і співбесіди на черговім занятті. За кожне заняття студент отримує відповідну оцінку. **Високо оцінюється ініціатива** і творчість, активність студентів, їх прагнення до знань.

Виконання лабораторно-практичних робіт (ЛР) є вирішальною умовою для розробки не просто курсових, а оригінальних навчально-виробничих проектів технологічних систем в рослинництві.

Організація занять. Як і на виробництві, організація процесу навчання, особливо проведення лабораторно-практичних занять (ЛР) у вирішальній мірі впливає на кінцеві результати. **Основні її положення:**

- ЛР взаємопов'язані в послідовності виконання і з тематикою лекцій і курсового (навчально-виробничого) проекту. Вони проводяться після вивчення відповідної теми на лекціях.
- Задача ЛЗ: закріпити теоретичні знання і набути практичних навичок та вмінь по проектуванню ТхС в рослинництві.
- На ЛЗ розглядаються задачі проектування в логічній послідовності і взаємозв'язку.
- ЛР являє собою завдання для самостійного чи в складі ланки виконання під керівництвом викладача.
- *Схема виконання ЛР:*
 - постановка задачі (тема і питання);
 - попереднє ознайомлення і підбір матеріалів;
 - вивчення методики виконання роботи;
 - ідентифікація (врахування) вихідних даних і умов;
 - послідовне вирішення задач;
 - аналіз отриманих результатів;

- формулювання висновків;
- оформлення і представлення звіту;
- використання матеріалів Л Р для написання відповідної частини НВП;
- Структура вивчення дисципліни:



- Тематика Л Р в максимальній мірі співвідносна з тематикою лекцій і НВП.
- Виконання комплексу Л Р, що вирішують всі основні задачі проектування, забезпечить передумову успішного виконання НВП і високий рівень освоєння дисципліни.
- Взаємозв'язок тематики Л Р потребує послідовності їх виконання: наступну – лише після виконання попередньої. У зв'язку з цим виникає **необхідність планового і регулярного виконання завдань**.
- Можливість виконання всіх і кожної Л Р реалізується повним методичним забезпеченням.
- Виконання Л Р забезпечує:
 - закріплення і поглиблення теоретичних знань;
 - повне використання матеріалів для виконання НВП;
 - більш повне впровадження в практику наукових основ с.-г. виробництва;
 - формування високих професійних якостей майбутнього фахівця.
- Дисципліна в цілому і тематика Л Р в повній мірі орієнтована на вирішення проблеми наукового і організаційно-управлінського забезпечення виробництва, тобто, має **цільове** виробниче спрямування.
- В методичних (інструктивних) вказівках вказується структура завдання для складання студентами звіту, а також які знання і вміння будуть набуті в результаті виконання роботи.
- Обсяг та інтенсивність занять повинні забезпечити виконання завдання в запланований час.

- **Схема підготовки занять:**

- попереднє ознайомлення з темою і завданням наступного заняття;
- підбір вихідних і додаткових даних, ілюстрацій та інших матеріалів;
- усвідомлення суті і методики вирішення поставлених задач.

- **Схема проведення занять:**

- постановка задачі, видача індивідуальних чи групових (для ланок) завдань;

- короткий інструктаж по особливостям виконання Л Р і оформлення звіту;

- виконання студентами Л Р з використанням методичного забезпечення і отриманих теоретичних знань;

- методичне забезпечення повинно виключати можливість механічного дублювання методики, простої підстановки числових значень. Робота повинна супроводжуватись творчим пошуком, ініціативними і самостійними рішеннями;

- контроль за ходом Л Р консультації та оцінка відношення і рівня виконання завдання кожним студентом і ланкою;

- підведення підсумків занять і відзначення рівня досягнення мети, недоліків і відстаючих;

- виставлення оцінки кожному студенту за ставлення, повноту і якість виконання завдання;

- ведення короткого конспекту з вихідними і розрахунковими даними, проміжними і кінцевими результатами.

- **Підготовка звіту:**

- звіт готують до наступного заняття;

- звіт включає постановку і схему (тобто, загальний принцип) вирішення завдання з проміжними і кінцевими результатами і висновками;

- звіт формується з конспекту Л Р, за отриманими результатами наводиться **коментар** і формулюються висновки;

- на початку чергового заняття звіти здають викладачу для перевірки і оцінки. У разі необхідності проводиться співбесіда;

- високої оцінки заслуговують звіти з творчим, самостійним вирішенням завдань, належним ставленням і активною позицією студента;

- результативна робота студента стимулюється автоматичним заліком, а за виключно високі показники – зменшенням запитань при іспиті;
- несвоєчасно представлені, неналежно оформлені звіти втрачають шанси на освоєння дисципліни.

- Результати виконаної ЛР складають основу відповідного параграфа НВП, який виконується відразу після проведення ЛР і написання звіту.

- **Найголовніший аспект:** своєчасне, у відведений термін, виконання кожної ЛР, а, відповідно, і НВП – лише така умова гарантує успішне оволодіння дисципліною. До того ж, тематика робіт має обумовлену послідовність. Кожна наступна ЛР потребує виконання попередньої.

- **Оцінка** за ЛР враховує:
 - підготовленість студента;
 - ставлення до роботи;
 - прояв ініціативи, самостійності і активності;
 - своєчасність виконання завдання;
 - якість звіту.

Безпека занять. Виконання ЛР пов'язане із застосуванням лабораторного обладнання, діючих машин і агрегатів, які є джерелом підвищеної небезпеки. Тим більше, що з машинами працює кілька студентів, ланка, а то й вся академічна група. Тому без знання правил безпеки і взаємодії учасників занять – не обійтись.

Якщо вже з позицій виробничого і технологічного регламенту, то використанню машин чи агрегатів передують його підготовка:

- перевірка комплектності;
- перевірка технічного стану;
- усунення виявлених несправностей;
- проведення ТО;
- технологічна наладка;
- випробування.

Лише після цього машина, агрегат допускаються до роботи. У навчальному процесі, зрозуміло, цей перелік може бути скороченим чи суміщеним.

У лабораторії чи на майданчику повинен бути протипожежний інвентар та інструкції з техніки безпеки. Перед початком занять студентів

ознайомлюють з основними правилами безпеки праці: вступний інструктаж та інструктаж на кожному робочому місці. Незалежно від цього, під час занять викладач здійснює не лише методичне керівництво, а й контролює дотримання вимог безпеки праці:

- 1) до роботи – лише тих, що засвоїли правила безпеки;
- 2) включення, провертання органів машини лише з дозволу і після попередження, переконання про безпеку оточуючих;
- 3) при агрегуванні забороняється знаходитись між трактором і машиною;
- 4) перед початком руху переконатись в безпеці оточуючих і подати попереджувачий сигнал;
- 5) перед обслуговуванням машин надійно зафіксувати колеса;
- 6) особливо небезпечне піднімання, переміщення та встановлення важких, громіздких деталей, агрегатів;
- 7) перед обслуговуванням націпної машини опустити або надійно закріпити її опорами;
- 8) будь-які роботи з машинами – при виключенні двигуна і фіксації від переміщення;
- 9) монтажно-демонтажні і слюсарні роботи – відповідні ключі без надставок, справний інструмент;
- 10) перед пуском двигуна, агрегату переконатись у відсутності інструменту чи інших сторонніх предметів в зоні дії рухомих частин;
- 11) усі електроприлади мають бути заземлені;
- 12) забороняється робота машини без захисних щитків;
- 13) при роботі з отрутохімікатами – засоби індивідуального захисту і особливі умови праці;
- 14) забороняється знаходитись в зоні дії робочих органів машин і можливих небезпек;
- 15) під час роботи машин, агрегату постійно контролювати показання контрольно-вимірних приладів і сигнали оточуючих;
- 16) робочі місця мають бути оснащені протипожежним інвентарем та медичними аптечками;
- 17) усі учасники занять повинні бути взаємозастережливими для попередження порушень, небезпек і нещасних випадків.

Критерії успіху. Успіх – це досягнення високих результатів діяльності, поставленої мети. Критерій – це найвагоміший, найбільш значущий показник для оцінки певного об’єкта. В даному значенні це словосполучення означає, на що треба головним чином орієнтуватись, що покласти в основу того, щоб досконало оволодіти проектуванням усіх складових і технологічної системи рослинництва в цілому.

Постановка задачі досягти успіхів у навчанні сама по собі складна через те, що рейтинг, авторитет науки, а, отже, і освіти, а разом з ними і фахівців, навіть високої кваліфікації, не надто високий (з причин великого розриву між науковим вченням і виробництвом). Не дружить виробництво з наукою. У кожного з них свої постулати, своя мова. І фахівець, як носій НТП має бути посередником, перекладачем, з’єднувальною ланкою між теорією і практикою, Привносити НТП, набуті знання у виробництво. А він сам іноді не розуміє то мови науки, то мови виробництва.

Саме розвиток виробництва у ряді випадків отримується через відсутність розуміння і впровадження науки. Закоренілий стиль роботи, який склався в частині с.-г. підприємств, можна характеризувати **диктатурою безгосподарності**, фактично блокуванням можливості на покращення. Цьому сприяє якраз недостатній рівень кваліфікації керівників і спеціалістів. Вони не спроможні перебудувати роботу, переконати колектив у необхідності і ефективності впровадження у виробництво його наукових основ, усунути панування інтуїції, стихії і анархії.

От чому ця задача не проста, і разом з тим необхідна. Тому **критерій успіху** – взяти за мету досконале оволодіння методологією і с.-г. наукою, її запровадження для суттєвого піднесення рівня і ефективності с.-г. виробництва. Альтернатива відсутня.

Прикладом цього служить ЗАТ «Агро-Союз». Це там нещодавно встановлений **світовий рекорд** на сівбі ячменю одним агрегатом, занесений у книгу рекордів Гіннеса – 538 га за добу!

Без вибору, розрахунку агрегату, режимів роботи, робочої швидкості, оптимального використання тягового зусилля і визначення продуктивності, способу руху і видів поворотів, підготовки агрегату і поля та іншого, одним словом, без **проектування** процесу сівби такий рекорд не став би реальністю. У ЗАТ «Агро-Союз» дійсно **критерієм успіху служить наука**.

1 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Тема №1

Задачі і підготовчий етап проектування ТхС

1. Сутність та мета проекту.
2. Зміст проекту.
3. Підготовчий етап проектування.
4. Інформаційне поле проекту (вихідні дані).

Література: 1, с. 110–112, 115, 137;

25, с. 2–13

Мета: Визначити сутність та призначення проекту ТхС в рослинництві, зміст, індивідуальну тему та вихідні дані для цільового проектування.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Сутність та мета проекту

Ці дві дисципліни вивчають безпосередньо виробничі процеси в рослинництві, їх підготовку, планування, **проектування** і організацію виконання. Результатом цього досягається кінцева мета – рівень урожайності, валовий збір і валова продукція рослинництва. Тому ПТП повинно бути Спеціальні дисципліни на вищій етапі спеціалізації умовно розподіляються на **забезпечуючі** (ТО, ремонт МТП, менеджмент) і **експлуатаційні** (МВК і ПТП в рослинництві), цільовим – для потреб виробництва.

Таким чином, навчально – виробничі проекти (НВП) – це трансформація лабораторних, курсових і дипломних проектів з суто навчальних в навчально-виробничі. Це цільові, виробничо-спрямовані роботи і проекти з можливістю і необхідністю їх запровадження. Виробниче призначення сприяє суттєвій підвищенні якості проектів, а отже, і попиту на них. Такі проекти в умовах ринку набувають властивості інтелектуальної продукції, товару, вартості.

Існуючі проекти не відповідають поставленим вимогам, бо їх місія обмежується отриманням оцінки. Без передачі їх виробнику, без використання.

Але ж в них міститься вся наукова основа – все те, чого так часто бракує на виробництві.

І ще один аспект цієї задачі. Яка роль проектування технологічних процесів (ПТП)? Один із основоположників цієї дисципліни професор Завалішін Ф.С. відмічав: «Раціональна організація виробництва можлива на основі **проектування**».

Складність і багатофакторність виробничих процесів сільського господарства, великий обсяг і різноманітність одночасно виконуваних робіт потребує завчасної підготовки, планування і їх **проектування**.

Проект технологічної системи (ТхС) – це текстово-графічний документ, комплекс наукового регламенту технології і правил механізованих робіт по вирощуванню і збиранню сільськогосподарської культури в конкретних виробничих умовах з оцінкою ефективності і умовами реалізації [25, с.5]

Опрацювання проекту як комплексного багато-функціонального документу **має за мету:**

- Запровадити в виробництво наукові основи побудови і функціонування МП в рослинництві.
- Обґрунтувати структуру, склад і параметри ТхС з високим рівнем ефективності, екологічності, ресурсощадності, адаптації та ОУЗ.
- Забезпечити цільову функцію проекту – можливість його практичної реалізації.
- Забезпечити управління якістю робіт, своєчасно виявити і обмежити негативний вплив виробничих загроз.
- Завчасно, на етапі проектування визначити потенційні, очікувані і втрачені показники урожайності.

А ще проект ТхС – основний інструмент комунікації між керівниками, спеціалістами і виконавцями [25, с.12-13].

2. Зміст проекту ТхС в рослинництві

Проект виконується для кожної сільськогосподарської культури окремо з розробкою основних процесів вирощування і збирання. Проект складається з трьох розділів пояснювальної записки обсягом до 50 сторінок формату А4 і трьох листів А1 графічної частини.

Структура проекту:

Тема: *Проект технологічної системи вирощування і збирання
(культура) з розробкою процесу (назва процесу)*

в _____
(назва господарства і район)

Обсяг (с)

Вступ	2
П 3:.....	1
ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	30
1.1.Постановка задачі і вихідні дані	4
1.2.Методологія системного та кібернетичного підходу	4
1.3.Розробка схеми ТхСП	3
1.4.Вибір раціонального складу агрегату	7
1.5.Розрахунок агрегату	2
1.6.Обґрунтування кількості агрегатів і оптимального розподілу робіт	3
1.7.Розробка операційної карти..	4
1.8.Програмування урожайності, показників якості і втрат	3
2. ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЇ.....	16
2.1.Вибір технології	2
2.2.Розробка технологічної карти	4
2.3.Ідентифікація виробничих загроз і збурених впливів.	2
2.4.Розробка карти якості	2
2.5.Енергомісткість і екологічність технології	3
2.6.Оцінка технології.	3
3. ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ.	4

Графічна частина: 1. Схеми ТхСП. ----- А2

 Вибір МТА ----- А2

2. Розподіл робіт----- А2

 Карта технологічної накладки ----- А2

3. Технологічна карта ----- А2

 Карта якості технологічних операцій ----- А2

Допускається уточнення обсягу і структури проекту в залежності від виробничих умов господарства.

3. Підготовчий етап проектування

Технологія розробки проекту включає 4 етапи: підготовчий, проект процесу, проект технології і впровадження.

Від підготовчого етапу залежить все. Він включає :

- вивчення стану і умов виробництва;
- з'ясування сутності і задач проектування;
- формування цілі (мети) проектування;
- формування інформаційного поля (вихідні дані);
- вибір методології проектування.

Методологія проектування включає системний підхід і теорію управління (кібернетичний підхід). Їх принципи викладені відповідно [25, с.4, 16].

Змістовна характеристика підготовчого етапу конкретизує його задачі.

1. Вивчення виробництва передбачає:

- з'ясування його стану (рівня):
- **умов**, які характеризують виробництво;
- реальних **можливостей виробництва**;
- ознайомлення з **процесом** виробництва продукції рослинництва.

Це вивчення сприяє розробці більш адекватного проекту.

2. Постановка задачі. Після вивчення виробництва стає можливим з'ясувати суть і призначення проекту, виявити найменш відпрацьовані, найбільш витратні, найменш ефективні технологічні процеси. Обґрунтувати вибір теми і питань для проектування, сформулювати цілі (мету).

3. Збір вихідних даних – найбільш відповідальна складова підготовчого етапу. Вона включає загальні відомості про господарство, характеристику ґрунтів і полів, склад і стан МТП, з обов'язковим переліком наявних марок тракторів і сільськогосподарських машин, оцінкою рівня організаційно-управлінського забезпечення (ОУЗ) виробництва.

Вихідні дані слід використати з того господарства, для якого виконується проект ТхС, або матеріали звіту про виробничу практику

4. Вибір стратегії проектування. Виконується на основі ознайомлення із виробництвом, для якого виконується проект, з урахуванням поставлених задач, а також виходячи з виробничих умов, рівня наукового забезпечення

виробництва. Визначається оцінка стану і можливостей господарства. Планується зміст і структура проекту, виходячи із факторів що впливають на зміст і його ефективність [25, с.10]. Обґрунтовується загальнонаукова методологія проектування (зазначена вище)

Загальна схема підготовчого етапу наведена в[25, с.8].

4. Інформаційне поле проекту (вихідні дані)

Інформаційне поле – це сукупність інформації (вихідних даних), яка використовується при проектуванні ТхС. Збирання вихідних даних відноситься до підготовчого етапу, а враховуючи важливість, це питання заслуговує окремого розгляду.

Якщо ставити задачу розробки проекту на високий кінцевий результат – шляхом впровадження проекту отримати високі показники виробництва, – то вхідна інформація потрібна не умовна, а *об'єктивна*.

Інформаційне поле проектування включає 2 складові:

- 1) інформацію, яка потрібна для проектування;
- 2) джерела інформації, які слід використовувати.

Інформація для проектування:

1) Умови виробництва:

- характеристика культури, полів, ґрунтів;
- стан виробництва;
- рівень наукового і ОУЗ виробництва.

2) Вимоги агротехніки:

- строки робіт;
- норми внесення (насіння, добрив);
- параметри якості і допуски.

3) Особливості виробництва:

- технологічних процесів;
- місце в сівозміні;
- стан ґрунту, посівів;
- вплив своєчасності і якості робіт.

4) Наявні ресурси:

- трудові, технічні, фінансові;

- паливо, матеріали;
- вартість ресурсів.

5) Вимоги охорони праці, екології:

- правила техніки безпеки;
- тиск ходових частин машин на ґрунт;
- винесення гумусу;
- ерозія ґрунту;
- забруднення продуктів і середовища.

Джерела отримання інформації

- Навчальна і науково - технічна література
- Нормативна і довідкова інформація
- Матеріали бухгалтерського обліку і звітності
- Виробничо - фінансові та бізнес – плани
- Вивчення досвіду передових господарств
- Реклама, ярмарки, конференції, консультації

Схема інформаційного поля проекту [25, с.9]. Співвідношення обсягу і трудомісткості підготовчого етапу і самого проекту 50/ 50. Тобто, для реального проекту підручника і методичних вказівок – недостатньо. Чим достовірніша для конкретних умов господарства інформація, тим більш реальний і ефективний проект можна розробити.

ЗАВДАННЯ.

1. В звіті навести сутність, зміст, і мету проекту.
2. На основі викладеної методики підготовчого етапу інформаційного поля проекту та звіту по виробничій практиці навести вихідні дані конкретного господарства для цільового проектування ТхС по заданій культурі, процесу і площі.

Питання для самоконтролю

1. Яка роль проектування технологічних процесів?
2. Розкрийте визначення проект технологічної системи.
3. Поясніть яка мета ставиться при опрацюванні проекту як комплексного багатофункціонального документу?
4. Охарактеризуйте чотири етапи технології розробки проекту.
5. Визначте суть підготовчого етапу розробки проекту?
6. Проаналізуйте етап підготовки проекту за назвою вибір стратегії проектування.

7. Дайте визначення терміну інформаційне поле?
8. За яким принципом вибирається інформація для проектування.
9. Які джерела інформації використовуються при проектуванні?
10. Що відображає схема інформаційного поля проекту.

Тема №2

Розробка структурної схеми ТхСП

- 1. Мета і принципи проектування ТхС в рослинництві.**
- 2. Схема проектування.**
- 3. Побудова схеми ТхСП.**
- 4. Принципи функціонування ТхСП.**

Література: 1, с. 110...112, 137;
25, с.18...20; Лекція 3.

Мета: Здобути навички по принципах побудови і функціонування ТхСП.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Мета і принципи проектування ТхС в рослинництві

Технологічна система (ТхС) – це композиція засобів, персоналу і способу дій для перетворення предметів праці до бажаного стану за технологічним регламентом.

Композиція означає таку структурно – параметричну і просторово – часову організацію складових системи, яка забезпечує її ефективне функціонування.

У рамках господарства технологічні системи можуть бути на рівні операції – ТхСО, процесу – ТхСП, технології – ТхСТ або господарського комплексу – ТхСК. За тривалістю існування ТхС рослинництва можуть бути одноразовими, сезонними і довготривалими. Так, ТхСО і ТхСП є переважно одноразовими, бо в наступному сезоні вихідні умови можуть змінитися і тому раціональна ТхС може відрізнятися від попередньої як за складом і параметрами так і за способом дій. Ці особливості потрібно врахувати при їх проектуванні.

Мета проекту ТхС – обґрунтувати структурну схему, склад і параметри системи, а також спосіб дій, які забезпечують високу ефективність і екологічність її функціонування в конкретних природно - виробничих умовах.

Принципи проектування:

1. Функціональна достатність і адаптивність ТхСП.
2. Своєчасність виконання технологічних процесів.

3. Якість виконання робіт.
4. Ритмічність технологічного процесу.
5. Мінімальна достатність ресурсів.
6. Сумісність (узгодженість) процесів і технології.
7. Максимальна екологічність ТхСП.
8. Високий кінцевий результат.

Зазначені принципи проектування забезпечуються відповідними умовами.

2. Схема проектування ТхС

Загальна схема проектування ТхС передбачає:

1. Формування мети проектування (бажаних результатів) і вибір критеріїв.
2. Формування вихідних даних для проектування, а саме:
 - природно – виробничих умов функціонування ТхС;
 - агротехнічних вимог (АТВ) до якості робіт;
 - обмежень на тривалість і строки проведення робіт;
 - розміри ресурсів та екологічні характеристики.
3. Обґрунтування вихідних варіантів структури ТхС (залежних від характеристики культури, технології, процесів, ресурсів, ОУЗ виробництва).
4. Обґрунтування складу і параметрів технічних засобів (вибір агрегатів і режимів роботи, розподіл робіт).
5. Обґрунтування раціональної організації технологічного процесу (ширина загінки, способи руху, місця заправки).
6. Розрахунок потреби в трудових, паливно-енергетичних і технологічних ресурсах.
7. Розрахунок і оцінка основних показників функціонування ТхС (виробничих, техніко-економічних, енергетичних, екологічних).
8. Формування інформаційного забезпечення, у тому числі технологічного і експлуатаційного регламентів (норм, правил, вимог, тощо).

Результати проектування оформляються в проект ТхС вирощування і збирання сільськогосподарської культури, в основі якого технологічна документація: операційні і технологічні карти, карти наладки МТА, розрахунки і креслення. Проектна документація служить основою для організації і проведення польових робіт. Вона може бути також базою даних для розробки бізнес – плану і створення АРМ інженерної служби.

3. Побудова схеми ТхС

Будь-яка ТхС будується виходячи з мети, принципів і схеми проектування, розглянутих вище (1-ше і 2-ге питання).

Загальна схема ТхСП наведена на рис.1. Її можна розглядати як систему управління з органом управління ОрУ і об'єктом управління ОУ.

ОрУ – це адміністративно – управлінський апарат господарства (керівники і спеціалісти); стосовно рослинництва - агрономи, інженери, бригадири.

ОУ – це всі інші складові структурних одиниць ТхС :

- основна виробнича (МТА), що безпосередньо виконує функції перетворення предметів праці – СВ;
- що здійснює технологічне забезпечення і функціонування СВ (заправка технологічними матеріалами, транспортні, вантажні роботи і т.п.) – СЗ;
- що здійснює технічне обслуговування засобів праці і забезпечує роботоздатність машин – СО.

Отже, до складу ТхС входить управлінський і виробничий персонал – оператори О, технічні засоби (ЗП), предмети праці ПП.

Головне в системі – взаємодія і взаємозв'язки $D_{(t)}$ між її складовими, тобто **структура** системи. Бо властивість (в тому числі і ефективність) системи в більшій мірі залежить від структури, ніж від особливостей її складових. Тобто, важливіше не який саме агрегат, а як він взаємодіє з предметом праці, як він працює.

Всі складові ОУ мають внутрішні параметри α , знаходяться під дією керуючого $X_{вх}$ і збуреного впливу F . ОУ характеризується виконаною роботою, – вихідним параметром $X_{вих}$. Вся ТхС обхвачена інформацією зворотних зв'язків $I_{зз}$.

ТхС нижчого рівня ієрархії (ТхСО) в своїм складі можуть не мати структурної складової СО. Наприклад, культивування чи міжрядний обробіток без внесення добрив технологічного обслуговування не потребує.

Принципи побудови ТхСП наведені на верхній частині рис.2 (до п.5.)

4. Принципи функціонування ТхСП

Основну технологічну операцію механізованого процесу виконує МТА складової СВ. Допоміжні операції (навантаження, транспортування, заправка) здійснюються підсистемою технологічного забезпечення СЗ. Функції

технологічного обслуговування (заправка паливом. ТО. ПР) – підсистемою **СО**. Результатом виконання роботи (взаємодія СВ і ПП) є її обсяг в га, т, ткм – вихідні параметри $X_{\text{вих}}$.

Сукупність операцій, технологічних засобів і виконавців потребує відповідної організації і управління. Тому важливим завданням проекту **ТхСП** є забезпечення своєчасності і якості робіт, а також узгодження параметрів і взаємодії окремих складових процесу. Це забезпечується підготовкою і реалізацією обґрунтованих управлінських рішень $X_{\text{вх}}$ на основі інформації зворотних зв'язків $I_{\text{з}}$ від внутрішніх і вихідних параметрів α , $X_{\text{вих}}$ та збуреного впливу **F**. Так як некерований, негативний вплив **F** не може бути усунений (природні, біологічні, соціально-економічні фактори), то його слід виявити, врахувати і пристосовуватися (наприклад, до погодних умов).

Таким чином, використання зворотних зв'язків дозволяє **ОрУ** оперативно вносити корективи в управління $X_{\text{вх}}$ і, таким чином, покращити параметри функціонування **ТхСП** за рахунок самоорганізації, самоналагодження і самонавчання системи управління. Така система стає **адаптивною**.

Принцип функціонування **ТхСП** наведений на нижній частині рис.2 (від п.5.) У відповідності із позначеннями схеми (рис.1) показана взаємодія складових і принципи адаптації **СУ**. Визначені зв'язки всіх елементів технології механізованих робіт (**ТМР**), відповідно: агровимоги, комплектування агрегату, підготовка агрегату, підготовка поля, накладка в загінці, робота, контроль і оцінка якості робіт.

ЗАВДАННЯ.

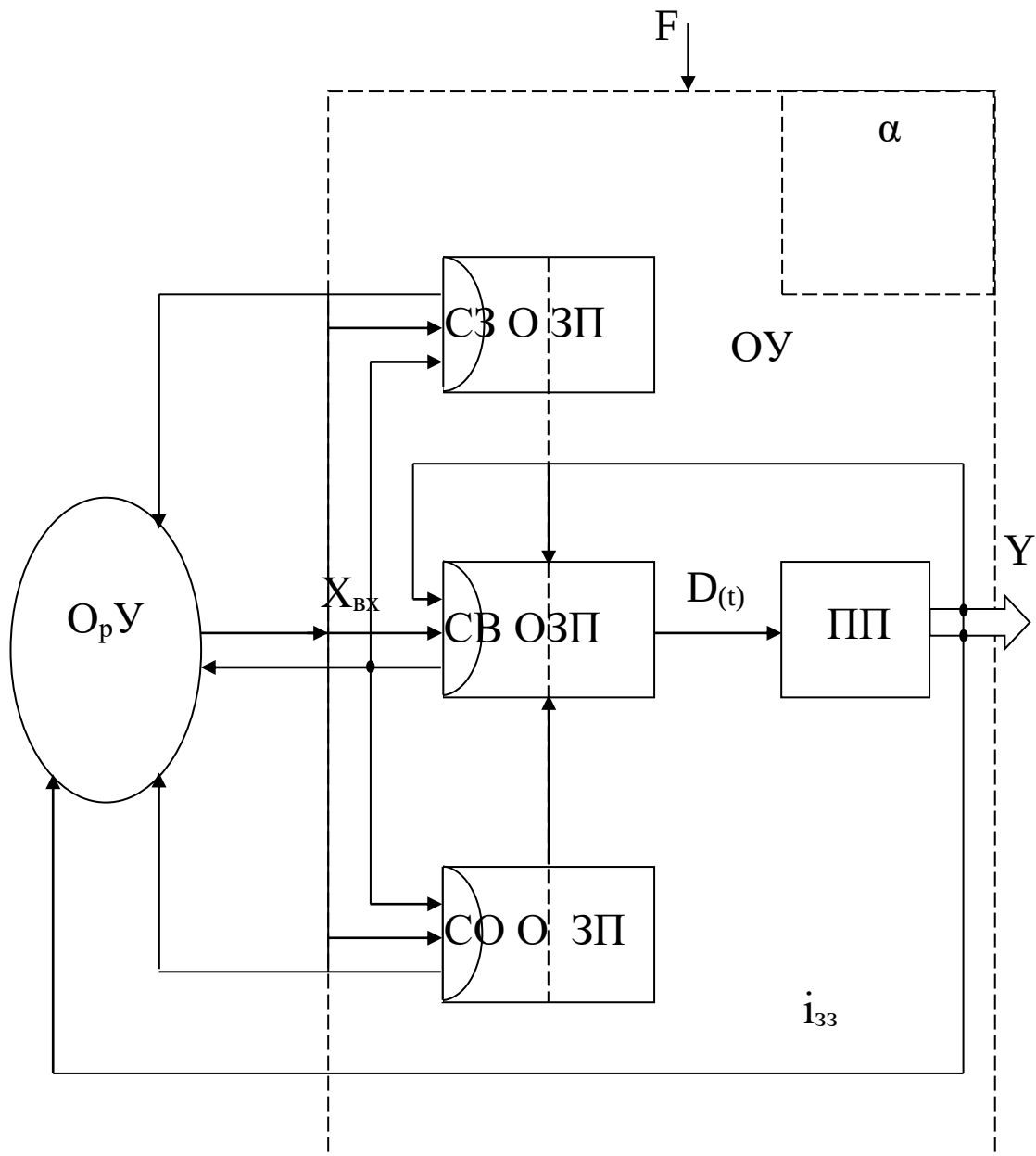
Виходячи із принципів і схеми проектування виконати побудову схеми і описати функції **ТхСП** заданого технологічного процесу.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте поняття технологічна система.
2. Визначте які технологічні системи можуть бути у рамках господарства?
3. Поясніть принципи проектування.
4. Охарактеризуйте загальну схему проектування **ТхС**.
5. Проаналізуйте складові об'єкта управління **ОУ**.
6. Що є головним в технологічній системі?
7. Назвіть принципи функціонування **ТхСП**?
8. Дайте визначення адаптивної системи управління.
9. Від чого залежить функціонування **ТхСП**?

10. Що відображає система технології механізованих робіт?

Система технології механізованих робіт



OpY і OY – орган і об'єкт управління.

CB, CЗ і CO – складові системи: виробничої, забезпечення і обслуговування.

O, ЗП – оператори, знаряддя праці.

ПП – предмет праці.

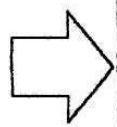
X_{вх}, F – керуючий і збурений вплив (перешкоди).

Y_{вих} – вихідні результати.

α – внутрішні параметри OY.

Побудова і функція ТхСП

Здійснюється на принципах системного і кібернетичного підходу для забезпечення ТМР



1. Система виробництва – СУ: $O_p Y$ і OY
2. $O_p Y$: Керівники, спеціалісти, оператори
3. $O Y$: CB $CЗ$ CO MTA $ПП$

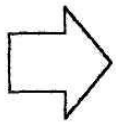


- 3.1 Внутрішні параметри – α
- 3.2 Зовнішній вплив:

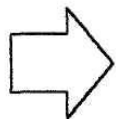


Керуючий – $X_{вх}$

Збурений – F



4. Вихідні параметри (реакція $O Y$) – $X_{вих}$
5. Взаємодія: $O_p Y \rightarrow X_{вх} \rightarrow OY \rightarrow D_{(t)} \rightarrow ПП \rightarrow Z_{вих}$
6. Адаптація: $I_{ЗЗ}(X_{вих}, КОЯР) \rightarrow \theta \rightarrow O_p Y_{(ССС)} \rightarrow X_{вх}$



ТМР

- | | |
|------|--|
| АТВ | $O_p Y \rightarrow CB \rightarrow ПП$ |
| КТА | $O_p Y \rightarrow CB$ |
| ПА | $O_p Y \rightarrow OY (CB, CO)$ |
| ПП | $O_p Y \rightarrow CЗ \rightarrow ПП$ |
| НАЗ | $O_p Y \rightarrow CB (O, MTA)$ |
| РА | $O_p Y \rightarrow CB \rightarrow ПП$ |
| КОЯР | $O_p Y \rightarrow O \rightarrow ПП \rightarrow X_{вих}$ |

Тема №3

Методологія системного підходу до проектування ТхС

1. Методологія системного підходу.
2. Структурно-функціональний аналіз ТхС.
3. Принципи системного підходу до проектування ТхС.

Література: 1, с. 110...112, 115

4, с. 114...166

Мета: Оволодіти принципами СП для дослідження, побудови і ефективного функціонування ТхС в рослинництві.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Методологія системного підходу

Методологія (наука про метод) – вчення про методи пізнання і перетворення дійсності.

Системний підхід – напрямок в методології пізнання і соціальної практики, в основі якого лежить розуміння об'єктів як систем. Він орієнтує дослідження на розкриття, цілісності об'єкту, виявляє багатогранні зв'язки між складовими, зводить ці зв'язки в єдину суть.

Система – сукупність елементів, взаємопов'язаних між собою таким чином, що виникає певна цілісність, єдність.

Система характеризується наступними особливостями:

1. **Цілісність** – властивості цілого принципово незвідні до суми властивостей складових його елементів, – вони вищі.

$$Ц \neq \sum Ч, \quad Ц > \sum Ч.$$

2. **Структурність** – поведінка системи обумовлена не стільки особливостями її окремих елементів, скільки властивостями її структури.

Структура – організація зв'язків між елементами системи. (На відміну від змісту, - переліку складових).

3. **Взаємозалежність** системи і середовища – система формує і проявляє свої властивості в процесі взаємодії з середовищем.

4. Ієрархічність – кожний компонент системи, в свою чергу, може розглядатись як система, а досліджувана система сама є елементом більш широкої системи.

5. Чисельність описувань – в силу принципової складності кожної системи її адекватне пізнання потребує побудови великої різноманітності моделей, кожна з яких описує лише певний аспект системи.

Усвідомлення суті СП є необхідною **передумовою** використання його для побудови, удосконалення і ефективного функціонування ТхС в рослинництві.

ЗАВДАННЯ.

Включити в звіт і засвоїти основні визначення і властивості системи.

2. Структурно-функціональний аналіз ТхС

Важливий етап – проектний аналіз структурно-функціональних особливостей технологічних процесів як системи. Для цього має бути сукупність взаємопов'язаних елементів як чогось цілого. Елементи – предмети, властивості, процеси, способи дій. Елементи повинні мати зв'язки, взаємний вплив, бути взаємозалежними. Не завжди такі зв'язки відомі, часто виникає потреба їх пошуку і виявлення закономірностей впливу.

Для прикладу розглянемо одну із задач проектування **"Оптимальний розподіл МТА по видах с.-г. робіт"** (п. 1.6 проекту). Чи можна представити цю складову ТхС як систему?

Проведемо дослідження. **Елементи системи:** різний склад, марки і характеристики МТА, с.-г. робіт, умови, властивості ґрунту, показники (критерії) вибору.

Наявність взаємозв'язків: показники МТА – функція виду і умов роботи. Тобто, сукупність взаємопов'язаних елементів – підтверджується.

Т.ч. ми можемо розглянути цю задачу як систему, знаючи, що при цьому ми отримаємо кращі властивості, тобто, кращий розподіл агрегатів.

Виконаємо **структурно-функціональний аналіз** цієї системи на основі принципів, викладених в попереднім питанні. Мова йде про характеристику особливостей розподілу агрегатів з точки зору **системи**.

1. Цілісність. Задача розподілу МТА по видах робіт матиме оптимальне рішення лише при врахуванні діючих факторів. Якщо при розподілі ми не

врахуємо наявність засобів заправки сівалок, запасів ПММ, стану тракторів, с.-г. машин – не виконається умова цілісності, а значить, властивість системи буде відсутня. Показники W і G_p , які ми прийняли за критерії вибору – будуть гіршими. Бо властивість складових без їх зв'язку (без врахування залежності) завжди менша за ціле.

2. **Структурність.** Поведінка системи – в нашій прикладі W і G_p – обумовлена не стільки особливостями її елементів (складом МТА), скільки властивостями її структури – організацією зв'язків між її елементами. Більш потужний трактор з недостатнім його завантаженням буде мати меншу W і більшу G_p , ніж трактор менш потужний, але більш ефективно завантажений. Суперсучасний "Челенджер" СН -75 масою 15 т, гумовими гусеницями і вартістю \$ 800 000 заслуговує на увагу лише за певних умов і можливостей його використання. Організація використання – суть організації зв'язків між елементами системи, її структура.

3. **Взаємозалежність** системи і середовища. Оптимальний розподіл МТА – коли враховані умови взаємодії з середовищем: стан і властивості ґрунту, розмір і рельєф полів, інші умови, агротехнічні вимоги. Не слід, наприклад, планувати трактор з високим питомим тиском (колісний) на поле з низькою щільністю ґрунту, особливо в весняний період і т. ін.

4. **Ієрархічність.** Кожен елемент системи (трактор, зчіпка, їх показники) можна розглянути як систему, як ціле, – коли він має взаємозв'язані складові. Наприклад, трактор складається з безлічі взаємопов'язаних частин, агрегатів. Тому його можна розглядати як систему.

В свою чергу досліджувана нами система (розподіл МТА) сама є елементом більш широкої – ТхСО, а остання – складова ТхСП; у свою чергу вона входить як елемент в ТхСТ і т. д. Зрозуміло, прилюбій ієрархії властивість системи по відношенню до її елементів – вища.

5. **Чисельність** описування. Система – завжди складна, тому її вивчення потребує розробки багатьох моделей. Вплив різноманітних умов, можливостей і обмежень виробництва потребує комплексного їх вивчення – моделювання багатьох ситуацій.

Так, використання широкозахватних агрегатів з енергонасиченими тракторами забезпечує високу W , зниження експлуатаційних витрат. Разом з цим зростають капіталовкладення, потреба великих земельних площ,

спричиняються негативні екологічні наслідки – ущільнення ґрунту і т. д. Все це потребує чисельного опису і моделювання.

ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

а). Структура проекту ТхС

- 1.1. Передпроектний аналіз виробничої ситуації.
- 1.2. Розробка функціональної системи ТхСП.
- 1.3. Вибір МТА.
- 1.4. Розрахунок МТА.
- 1.5. Розробка операційної технології (ОК).
- 1.6. Програмування урожайності, показників якості втрат.
- 2.1. Вибір технології.
- 2.2. Розробка Т К.
- 2.3. Управління якістю робіт
- 2.4. Потенційні загрози і можливі втрати.
- 2.5. Оцінка технології.
3. Пропозиції для впровадження.

б). Сільськогосподарські культури:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Озима пшениця | 7. Кукурудза на зелену масу |
| 2. Озиме жито | 8. Цукровий буряк |
| 3. Горох | 9. Однорідні трави |
| 4. Ячмінь | 10. Багаторічні трави |
| 5. Соняшник | 11. Природні сіножаті |
| 6. Кукурудза на зерно | 12. Картопля |

в.). Технологічні процеси

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| а) Лущення стерні | ж) Передпосівний обробіток |
| б) Оранка | з) Сівба |
| в) Ранньовесняне боронування | и) Збирання |
| г) Суцільна культивуація | і) Заготівля сінажу |
| д) Внесення добрив | к) Пресування кормів |
| е) Міжрядний обробіток | |
| є) Обприскування | |

Таблиця 1. Варіанти і шифри індивідуальних завдань

Розділ ТхС	1.1		1.3		1.4		1.5		1.7		1.8		2.1		2.2		2.3		2.4		2.6		3	
Варіант	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Шифр культури	1	12	2	11	3	10	4	9	5	8	6	7	7	6	8	5	9	4	10	3	11	2	12	1
Шифр процесу	д	а	г	к	з	и	в	з	є	ж	є	а	г	в	б	з	і	ж	к	а	і	и	є	а

ЗАВДАННЯ.

По заданому варіанту і шифру (табл. 1) вхідних даних (п. п. а, б, в) провести системний аналіз ТхСП вирощування і збирання с.-г. культури по наведеній вище методиці.

3. Принципи системного підходу до проектування ТхС

Під принципами слід розуміти головні напрямки, орієнтири, якими треба керуватись в проектуванні для вирішення поставлених задач. У даному випадку в якості принципів системного підходу можна прийняти розглянуті в п.1 ЛР наступні 5 особливостей системи: цілісність, структурність, взаємозалежність, ієрархічність і чисельність опису. Якраз вони і відображають суть системи. Але в такому загальному вигляді ці принципи для проектування недостатні. Тому виникає потреба розкрити основні складові, характеристики, тобто зміст кожного з цих принципів стосовно конкретно заданої системи.

Приклад формулювання принципів і їх змісту стосовно ТхСП «Оптимальний розподіл МТА» наведений в табл. 2. Для заданої ТхСП (табл. 1) з п.1 ЛР «Методологія С П» приймаються аналогічні особливості за принципами для проектування і використовуючи аналіз ТхС (п.2 ЛР), виконують конкретизацію змісту цих принципів. Отримане зводять до форми, аналогічної табл. 2.

Таблиця 2. Принципи СП до проектування ТхС

Н А З В А	З М І С Т
1. Принцип цілісності	– Ідентифікація наявності системи: а) наявність складових; б) наявність зв'язків і залежностей – Співставлення властивостей частин і цілого – Цільова функція – як властивість цілого
2. Принцип структурності	– Ідентифікація складових системи – Організація зв'язків між елементами – Поведінка системи як функція структури
3. Принцип взаємозалежності	– Середовище як умови і можливості – Взаємодія з середовищем як процес реалізації властивостей системи
4. Принцип ієрархічності	– Відносність понять елементів і системи – Властивість системи як функція ієрархічності – Від системи розподілу М Т А до системи технології вирощування
5. Принцип чисельності	– Чисельність факторів, способів і моделей розподілу МТА по видам робіт – Оптимальний розподіл тракторів – як фактор адекватного пізнання системи – Багатокритеріальний розподіл – як чисельність опису системи.

ЗАВДАННЯ.

Сформулювати загальні принципи проектування, виходячи з властивостей системи (п. 1) і розкрити їх зміст на основі аналізу заданої Тх С (п. 2) по зразку табл. 2.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте поняття методологія.
2. Дайте визначення системний підхід.
3. Поясніть якими особливостями характеризується система?
4. Охарактеризуйте таку особливість системи як цілісність?
5. Проаналізуйте на власному прикладі структурність системи.
6. Дайте визначення взаємозалежності системи і середовища?
7. Наведіть приклад ієрархічності системи.
8. Від чого залежить чисельність описування системи?
9. Які принципи системного підходу до проектування технологічних систем ви знаєте?

10. Що відображає зміст кожного із принципів системного підходу.

Тема № 4

Методологічні принципи теорії управління

1. **Методологія кібернетичного підходу.**
2. **Аналіз виробничих процесів з позицій ТУ.**
3. **Задачі кібернетичного підходу до побудови і функціонування ТхС в рослинництві.**

Література: 1, с. 110...112, 115;

4, с. 114...166.

Мета: Оволодіти принципами кібернетичного підходу до побудови і управління ТхС в рослинництві.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Методологія кібернетичного підходу

Найважливішою складовою виробничого (як і навчального) процесу є управління.

Управління – процес цілеспрямованої дії для досягнення поставленої мети. Управління будь-яким процесом має бути обґрунтованим, а значить, – науковим. Наукова основа (теорія) управління – це кібернетика.

Кібернетика – наука про управління, отримання, передачу і перетворення інформації в кібернетичних системах. Основна задача кібернетики – розробка апарату і методів досліджень, придатних для вивчення і побудови систем управління, незалежно від їх природи: соціальних, економічних, біологічних, технічних. Замість реальних об'єктів кібернетика розглядає їх адекватні математичні моделі. Структура і принципи управління об'єктів різної природи виявляються схожими. Це дозволяє формувати управління простими об'єктами і процесами (підтримувати, наприклад, задану величину струму, подачу матеріалів), автоматизувати управління такими процесами. А головне, на цій основі створити інтегровані автоматизовані системи технологічного і адміністративного управління. Т. ч., задачі управління технологією все більше інтегруються з задачами управління підприємствами в організаційно-економічному плані. Розвиваються відповідні напрямки технологічної,

економічної, біологічної і інших розділів кібернетики. Т ч., вона забезпечує наукову і методологічну основу для створення ефективних систем управління.

Кібернетична система (К.с.) – сукупність зв'язаних між собою об'єктів, здатних сприймати, зберігати, перетворювати і обмінюватись інформацією. **К. с.** – найбільш загальна модель біотехнічних, економічних і інших складних систем (в т.ч. Н-Ф-В, ТхС), які досліджуються методами кібернетики (**Кібернетичний підхід**). Прикладом **К.с.** може бути і система управління технологічними процесами, с.-г. виробництвом. Організація зв'язків між елементами К.с. (а значить і ТхС) називається структурою цієї системи. Складність обумовлена чисельністю параметрів і зв'язків між її елементами.

Адаптація – здатність системи пристосовуватись до змін умов оточуючого середовища чи/і до своїх внутрішніх змін з метою покращення її функціонування. Можливість А. заснована на вивченні середовища і відповідній зміні способу функціонування системи. А. забезпечується інформацією зворотних зв'язків (I_{33}) на основі **самоорганізації, самоналагодження і самонавчання (С, С, С)**. Неодмінною умовою процесу А. є наявність критерію якості функціонування системи.

Приклад найпростішого процесу А. При роботі МТА – періодичний чи безперервний контроль механізатором якості і внесення відповідних коректив (в траєкторію руху, режими роботи, технологічні параметри) з метою дотримання заданих показників якості.

Найважливіші функції управління:

- Дослідження, побудова і оптимізація складних СУ на основі розвинутого апарату аналізу і синтезу;
- Визначення і формулювання мети та критеріїв управління;
- Моделювання структури і принципів управління;
- Збирання, передача і обробка інформації;
- Розробка, обґрунтування, прийняття, реалізація і корегування управлінських рішень;
- Контроль і оцінка управлінських рішень, приведення системи у відповідність до критеріїв цілі;
- Адаптація системи до умов з метою покращення її функціонування за рахунок **33, С, С, С**.

ЗАВДАННЯ.

Законспектувати, вивчити і усвідомити суть основних положень принципів наукового управління.

2. Аналіз с.-г. виробництва з позицій теорії управління

Оцінити якість (рівень) управління виробництвом в с.-г. підприємстві можливо за 2-х умов.

1. Знання наукових основ (теорії) управління.
2. Знання фактичного стану, умов, можливостей, процесу і рівня виробництва, його організаційно-управлінського забезпечення (ОУЗ).

Перша умова розглянута в попереднім питанні даної роботи. Загальна оцінка рівня виробництва в конкретному господарстві можлива на основі співставлення його потенційних можливостей і фактичного рівня виробництва. Потенційний рівень виробництва – це максимально можливий потенціал, наприклад, урожайності с.-г. культур, по якій планується валовий збір, валова продукція, виручка, прибуток і інші економічні показники. Для цього програмують чи (планують) урожайність. Потенційні показники не враховують рівня організаційно-управлінського забезпечення, різного виду порушень, недотримання технології, якості робіт. Тому фактичні (очікувані) показники часто виявляються нижчими за потенційно можливі. Різниця тим більша, чим нижчий рівень господарювання (ОУЗ). Його показник – коефіцієнт ефективності управління, як відношення фактичної (ФП) до потенційно можливої валової продукції (ПП).

$$K_{e,y} = \text{ФП} : \text{ПП}$$

Наприклад $K_{e,y} = 0,5 : 2,5 = 0,2$ показує надзвичайно низький рівень господарювання: отримали 20, недоотримали 80% продукції, – в 5 разів менше потенціалу. Могли отримати 2,5 млн. грн., фактично – 0,5 млн., тобто недоотримали 2 млн. грн. валової продукції рослинництва (КСП ім. Кірова Решетилівського району, 1997р.).

Якщо *потенціал високий* (родючі ґрунти, наявність технічних засобів і працівників), а *результат низький*, причина одна, загальна і спільна – *недоліки в організації і управлінні виробництвом*. Лише цим відрізняється передове господарство від відсталого.

Рівень економічно-фінансового стану підприємства – в прямій залежності від рівня наукового забезпечення виробництва, а воно в свою чергу залежить від рівня управління, яке також повинне бути науковим.

Аналіз с.-г. виробництва з позицій теорії управління характеризує його об'єктивну складність, виявляє ряд недоліків організаційно-управлінського забезпечення.

- С.-г. виробництво – складна відкрита біо-соціально-технічна система з чисельними входами і виходами, багатфакторними нелінійними, розподіленими в часі і просторі, параметрами.
- Умови невизначеності, неоднозначності, випадковості, ризику і перешкод.
- Динамічні, циклічні багатфакторні процеси.
- Нелінійні кореляційні зв'язки факторів.
- Відсутність чітко вираженої моделі, структури і функцій управління.
- Слабкі зворотні зв'язки.
- Великий рівень некерованого (збуреного) впливу.
- Відсутність системного підходу в технологічному і адміністративному управлінні.

Узагальнена характеристика с.-г. виробництва: малокерований процес з недостатнім забезпеченням (фінансовим, науковим, технічним, організаційним, управлінським), збуреним (некерованим) впливом, низьким рівнем, не адаптивним управлінням.

Зрозуміло, в таких умовах *управління стає вирішальним фактором виробництва.*

ЗАВДАННЯ.

1. Скласти короткий конспект характеристик с.-г. виробництва з позицій теорії управління.
2. Виконати аналіз управлінського забезпечення виробництва по основних положеннях теорії управління (п. 1) і її застосуванні (п. 2) стосовно заданої (в попередній ЛР) с.-г. культури. Умовами виробництва задатись самостійно.

3. Задачі кібернетичного підходу до побудови і функціонування ТхС в рослинництві.

Будь-яка система, в тому числі і технологічна, згідно системного підходу має сукупність взаємопов'язаних складових. В даному разі це технічні засоби, технологічні процеси, предмет праці (грунт), способи дій, режими роботи і інше. Це – технологія механізованих робіт (ТМР) з урахуванням всіх факторів, які формують кінцевий результат. З іншої сторони ця система повинна мати належні функції управління для досягнення поставленої мети. Тобто, мова йде за системний і кібернетичний підхід для забезпечення ефективності ТМР. Визначальним елементом в структурі ТМР є управління. Згідно теорії управління система управління включає в себе об'єкт управління (ОУ) і орган управління (ОрУ).

ОрУ в технологічній системі (ТМР) – це керівники, спеціалісти.

ОУ – це технологія механізованих робіт, яка включає МТА, механізаторів, технологічні операції, предмет праці, засоби технічного і технологічного обслуговування.

Об'єкт управління характеризується внутрішніми параметрами (α): техніко-економічні показники МТА, кваліфікація, рівень підготовки і досвід працівників, властивості ґрунту і ін.

ОУ знаходиться під дією зовнішніх впливів: керуючою (u) і збуреною (F).

u – вплив формується **ОрУ**: наряди, розпорядження, управління МТА тощо.

F – вплив – це перешкоди, які негативно **впливають** на якість управління, але вони діють **незалежно** від **ОрУ**: погодно-кліматичні умови, біологічні, соціально-економічні фактори і інше.

Реакція ОУ на u і P – впливи формує вихідні параметри ($X_{вих}$) – обсяг і якість виконаних робіт, кількість зібраного врожаю і т. д.

ОрУ також має внутрішні параметри (β): рівень професійної підготовки, досвід, комунікабельність і інші особливості, звички і т. п.

Орган управління в своїй роботі керується інструкціями, правилами, планами, які надходять з вище стоячих органів (районних, обласних) в вигляді задаючого впливу ($X_{вх}$).

На основі викладеного загальну будову і функцію ТхС можна представити блок-схемою (рис. 1.8).

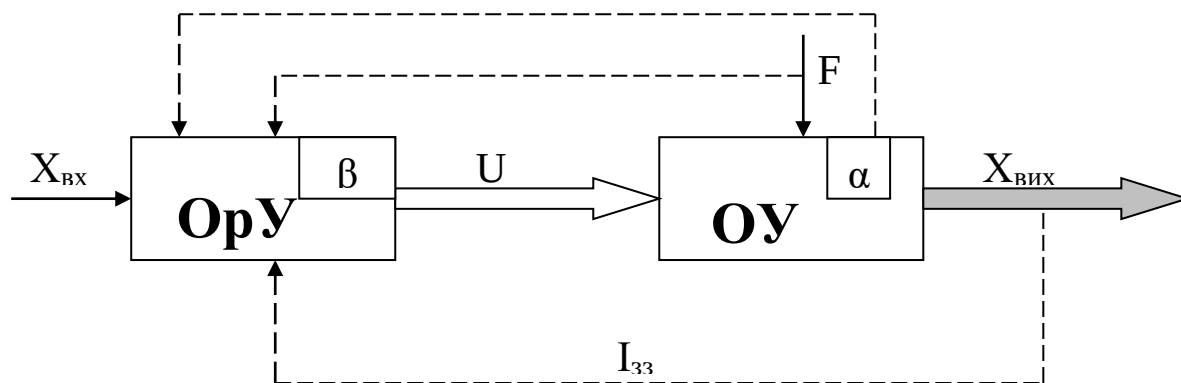


Рис. 1.8 Принцип адаптивної системи управління

$X_{\text{ВХ}}$, u , F – задаючий, керуючий і збурений впливи; α , β – внутрішні параметри ОУ і ОрУ; $X_{\text{ВЫХ}}$ – вихідні параметри ОУ (реакція на α , u і F); $I_{\text{зз}}$ – інформація зворотних зв'язків (для адаптації); **ОрУ**, **ОУ** – об'єкт управління

В процесі функціонування система може покращувати свої параметри, стати адаптивною, якщо **ОрУ** буде отримувати інформацію за текучі значення вихідних параметрів ($X_{\text{ВЫХ}}$), збуреного впливу (F) і стан **ОУ**, його внутрішні параметри (α).

Це можливо за рахунок впровадження інформації зворотних зв'язків ($I_{\text{зз}}$). В цьому разі **ОрУ** в змозі оперативно відреагувати і внести корективи в свої управлінські рішення (u) і, таким чином, *адаптувати* процес управління до виробничих умов і їх змін. Тим самим забезпечити покращення параметрів $X_{\text{ВЫХ}}$.

ЗАВДАННЯ.

На основі викладених принципів:

- 1) Сформулювати задачі кібернетичного підходу до ТхС вирощування с.-г. культури (заданої в попередній ЛР);
- 2) Навести схему і опис адаптивної системи управління заданим технологічним процесом.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте поняття управління.
2. Поясніть визначення кібернетика.
3. Що таке кібернетична система?
4. Охарактеризуйте термін адаптація системи?
5. Проаналізуйте найважливіші функції управління.
6. Дайте визначення терміну потенційний рівень виробництва?
7. Від чого залежить коефіцієнт ефективності управління?
8. Яким внутрішніми параметрами характеризується об'єкт

управління?

9. Від чого залежить адаптація процесу управління до виробничих умов?

10. За якими принципами будується схема адаптивної системи управління?

Тема № 5

Вибір раціонального складу агрегату

1. Постановка задачі.
2. Послідовність і загальна схема вибору.
3. Підготовчий етап.
4. Формування вихідної множини альтернатив.
5. Багатокритеріальний вибір МТА.

Література: 1, с. 102 ... 104, 1 18 ... 123; с. 167 ... 180

4, с. 167... 175, 185 ... 189; 18, 19, 25, с. 21 ... 35.

Мета: Оволодіти навичками раціонального вибору МТА.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Постановка задачі.

Необхідність вибору складу агрегату для виконання певної роботи виникає в зв'язку з наявністю техніки з різними характеристиками і експлуатаційними показниками: W , G_n , M , $З_n$, S , E_0 , $E_{шк}$ та інші. Ці показники агрегатів для різних робіт виявляються різними. На вибір впливають і інші умови і обмеження: обсяги і строки виконання робіт, кількісний склад машин, технічний стан, кваліфікація механізаторів, співпадання (накладка) робіт, фінансові можливості, рівень ОУЗ і інше. Задача вибору агрегату повинна сприяти застосуванню найвищого за даних умов і можливостей рівня технології вирощування с- г. культур. Тобто, вибір агрегату – це вибір технології.

З задачею вибору пов'язана проблема раціонального розподілу завантаження і планування загального обсягу робіт. Т.ч., вибір агрегату для технологічних операцій на вирощуванні с.-г. культур є складовою частиною загальної задачі планування механізованих робіт як в рослинництві, так і по господарству в цілому.

В зв'язку з об'єктивною складністю, багатовекторністю задач вибору і розподілу агрегатів в практиці с.-г. виробництва ці задачі завчасно не вирішуються. Вони перекладаються на період оперативного планування робіт (щоденні наряди) і фактично втрачають ефективність вирішення.

Втрати від нераціонального використання техніки можуть бути значні. Лише різниця експлуатаційних витрат на виконання технологічної операції

різними агрегатами сягає кількох гривень на 1 га. Сума втрат на весь обсяг робіт по рослинництву може скласти десятки і сотні тисяч гривень.

На основі викладеного роль планування і проектування механізованих робіт в землеробстві з завчасним і обґрунтованим вибором складу МТА стає все більш актуальною.

Радикальний спосіб вирішення проблеми – системний підхід з використанням економіко-математичних методів на базі ПЕОМ. Перший крок на цьому шляху – оволодіння методикою раціонального вибору МТА для виконання технологічного процесу стосовно виробничих умов господарства.

2. Послідовність і загальна схема вибору

Вибір МТА здійснюється поетапно в певній послідовності (рис. 1). Перший етап – підготовчий (п. 1 ... 7). На цьому етапі передбачений вибір (п. 5). Він відбувається за найбільш несприятливих умов і обмежень: великі площі при недостатнім забезпеченні технікою, обмежені строки для виконання робіт, низька технічна готовність МТА, фінансові обмеження та інші екстремальні умови. Такий вибір вважається умовним, бо в роботу включається вся наявна техніка, без врахування величини експлуатаційних витрат і інших показників.

Другий етап вибору – основний (п. 8). Із всіх можливих варіантів по найважливіших показниках (критеріях) вибирається кілька, а при накладанні обмежень може залишитись один, – найкращий. Цей метод – для технічно і фінансово забезпечених господарств з достатнім рівнем організації та управління виробництвом. Він забезпечує ефективне використання МТП.

У випадку, коли вибір досяг третього етапу (п. 10), можна говорити за виключно сприятливі умови, високий рівень господарювання і можливість оптимізації вибору. При цьому досягаються максимальні показники якості використання МТА. Цей метод – для економічно міцних господарств з високими (без обмежень) можливостями вибору. Недарма ж: багатокритеріальний – означає обґрунтований в усіх відношеннях.

Заключний етап використовує результати попередніх етапів вибору для придбання кращих зразків техніки при оновленні МТП.

ЗАВДАННЯ.

Навести схему і охарактеризувати ефективність поетапного вибору МТА (п. 5, 8, 10) в залежності від умов і можливостей господарства.

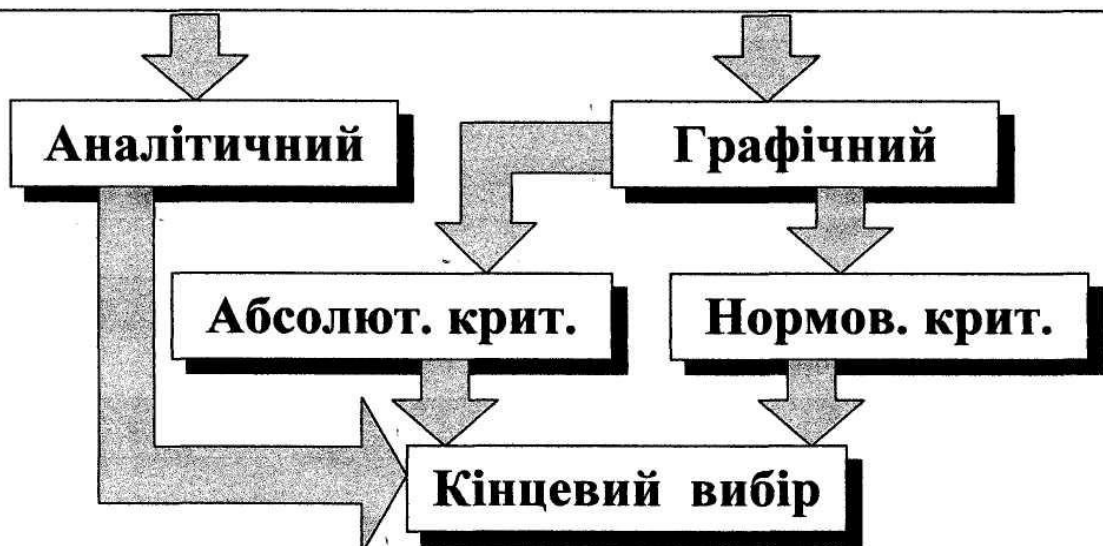
Схема вибору М Т А ²

Задача: Вибір найбільш раціонального для даних умов агрегату

1. Відбір с.-г. машин і тракторів для Т О
2. Формування можливого складу М Т А
3. Визначення показників М Т А
4. Визначення умов і обмежень на Т О
5. Вибір при екстремальних умовах

6. Ранжування показників і критеріїв
7. Узгодження одномірності критеріїв
8. Вибір В М А (метод Парето)
9. Внесення обмежень на В М А

10. Багатокритер. вибір по відстані до цілі



11. Вибір пріорит. маш. для оновлен. М Т П

3. Підготовчий етап

Найбільш відповідальний етап: відбір наявної техніки (п. 1, 2), визначення показників МТА (п. 3), умов і обмежень на виконання даної роботи (п. 4) і визначення критеріїв вибору (п. 6 схеми вибору).

Експлуатаційні показники агрегатів наводяться в заводських інструкціях (ІЕ), каталогах с.-г. техніки, проспектах, нормах виробітку і витрат палива [Л. 18, 19]; для луцильних, орних, передпосівних і посівних агрегатів [25, с. 27 ... 31] і в іншій довідковій літературі. В ряді випадків експлуатаційні властивості машин визначають (розраховують) за методикою [Л. 1, 7, 20, 25]. Експлуатаційні показники тракторів, с.-г. машин і агрегатів вивчає дисципліна «Машиновикористання в рослинництві».

Умови і обмеження – це виключно фактори конкретного виробництва, в т.ч. склад і стан МТП, обсяги і строки робіт, фінансові можливості, характеристика полів і ґрунтів, рівень ОУЗ і таке інше. Для учбових цілей використовуються звіти по практиці, дані господарства за місцем проживання, або ж умови і обмеження задаються чи приймаються самостійно.

Визначення критеріїв вибору виконується на основі розглянутих вище умов виробництва. При великому обсягу робіт і обмежених строках їх використання основний критерій – **W** агрегатів. У випадку матеріальних обмежень – агрегати з мінімальними експлуатаційними витратами. Для зменшення негативних екологічних наслідків – гусеничні трактори чи обмеженою масою – для зменшення ущільнення ґрунту. Важливими критеріями можуть бути **G_п**, **E₀**, **E_{шк}** та інші. Взагалі критерій – це найбільш важливий для вибору експлуатаційний показник агрегату.

В разі відсутності явно виражених умов чи обмежень значимість показників МТА визначається **ранжуванням** на основі лексико – графічного методу. Для цього розробляється матриця і виконується порівняльна оцінка всіх включених в ранжування показників (табл. 1).

Важливість (по строчці): 1,5 ; 1 ; 0,5

$$P_1 = K_1 \sum K_{i1} + K_2 \sum K_{i2} + K_3 \sum K_{i3}$$

$$\text{Коефіцієнт значимості критеріїв } \lambda_i = \frac{P_i}{\sum P_i}$$

Кількість критеріїв в матриці – не обмежена.

Т.ч., λ встановлює числове значення і місце (ранг) критерію.

Таблиця 1. Оцінка важливості критеріїв (лексико - графічний метод)

Критерій	K_1 (W)	K_2 (ГП)	K_3 (Е)	$\sum K_1$	P_1	λ_1	Ранг
K_1 (W)	1	1,5	1,5	4	11,5	0,46	1
K_2 (Гп)	0,5	1	0,5	2	5,5	0,22	3
K_3 (Е)	0,5	1,5	1	3	8	0,32	2
Σ					25	1	

Послідовно порівнюють і оцінюють два критерії. Якщо критерій по рядку виявився більш значимим ніж по стовпчику, в клітинку на їх перетині записується цифра 1, 5; рівноцінні – 1; менш значимі – 0,5. Після цього визначається сума $\sum K_i$, P_i , коефіцієнт значимості λ_i і ранг показника.

Узгодження одномірності критеріїв означає: збільшення числових значень показників для всіх агрегатів повинно означати їх покращення (чи погіршення). Так, W – га/зм, і $G_{\text{п}}$ – кг/га мають протилежні напрямки якості. Для W збільшення числа покращує показник, для $G_{\text{п}}$ – погіршує. Тому для одного із них вводиться обернена величина. Наприклад, $f_q = 1 / G_{\text{п}}$, га/кг означає величину виробітку (га) на 1 кг витраченого палива. При цьому збільшення числа покращує показник. Одномірність критеріїв W і $G_{\text{п}}$ – узгоджена. Процедура узгодження критеріїв застосовується в графо-аналітичних методах вибору МТА.

ЗАВДАННЯ.

По заданій в ЛР № 1 чи КП с.-г. культурі і технологічному процесу описати підготовчий етап вибору МТА (п. 1 ... 7 схеми вибору) виходячи з конкретних виробничих умов. Число критеріїв вибору прийняти не меншим 4.

4. Формування вихідної множини альтернатив (ВМА) методом Парето

ВМА – це результат відбору із усіх можливих кількох кращих агрегатів, виконаного графічним методом в координатах 2-х показників (критеріїв).

Для цього складають таблицю з найбільш важливими по лексико-графічному методу критеріями. Наприклад, для лущення стерні: продуктивність **W** – 1 ранг, витрата палива **G_п** – 2 ранг, енергомісткість **E₀** – 3 ранг (табл. 2).

У координатах графіка наносять значення 2-х критеріїв перших рангів узгодженої одномірності усіх 8 агрегатів з позначенням їх нумерації 1...8 (рис. 2). З'єднання контурними лініями зовнішніх координат утворює границю Парето з пріоритетом 1, 4 і 6 агрегатів, які і складають ВМА.

Для менших значень, що вийшли за границю Парето порівнянням виявляють домінування окремих агрегатів. Накладаючи обмеження, можна зменшити кількість варіантів. Задаючи, наприклад, темп робіт $W^T \geq 4$ га/год. – виключаються варіанти з меншою **W** – 7 і 8. Обмеження витрат палива – виключає варіант. 1. Оперувати обмеженнями слід лише на основі значимості критеріїв. Якщо, наприклад, значимість **W** > **G_п**, то не слід накладати обмеження на **G_п**, бо в такому разі випадає варіант 1 – високопродуктивний агрегат з К-701.

Якщо з введенням додаткових обмежень **ВМА** залишається (більше 1-го агрегату) – застосовують багатокритеріальний вибір.

ЗАВДАННЯ.

По індивідуальному завданню, виходячи з умов виробництва, сформувати ВМА методом Парето, накласти обмеження і навести коментар варіантів.

Аналітичний метод багатокритеріального вибору ґрунтується на визначенні інтегрального критерію відстані до цілі. Суть: обґрунтування ідеалу та оцінка міри наближення до нього кожного з варіантів ВМА. Показники всіх варіантів порівнюються з ідеальним і визначається відстань до цілі μ . Варіант з $\mu_{\min}$ вважається найкращим. Ідеальний – $\mu = 0$.

Відстань до цілі :

$$\mu = \frac{1}{N} \sum^N \left(\frac{U_i}{U_0} \right) - 1, \mu \rightarrow 0$$

де N – кількість критеріїв;

U_i – значення варіанту i -го критерію;

U_0 – значення ідеалізованого варіанту (з найкращим значенням критерію i).

Приклад.

1) К-701 + ЛДГ-20, критерії W, E_0, q_n (варіант 1 на рис. 2).

$$\mu_1 = \frac{1}{3} \left(\frac{8.3}{8.3} + \frac{3.18}{5.19} + \frac{0.22}{0.40} \right) - 1 = -0.28$$

2) Т-150 + ЛДГ-15 (варіант 4 на рис. 2)

$$\mu_4 = \frac{1}{3} \left(\frac{7.8}{8.3} + \frac{4.88}{5.19} + \frac{0.36}{0.40} \right) - 1 = -0.07$$

Значення критеріїв W, E_0, q_n - з характеристики луцильних агрегатів (табл. 2).

Таким чином, з двох наведених, агрегат з Т-150 по досліджуваних критеріях виявився кращим, бо відстань до цілі в нього менша, ніж в К-701.

Графічний метод вибору МТА по кількох критеріях. Будують графік з числом координатних осей по числу критеріїв. Наносять значення критеріїв для кожного агрегату ВМА і з'єднують відповідні точки, – утворюються багатокутники. Всі показники мають бути узгоджені в одномірності (покращення в один бік). По величині площі багатокутників (для 4-х критеріїв – 4-и кутник) визначають кращий (ідеалізований) варіант. Якщо покращення критеріїв від центру, найкращий варіант – з $\Pi_{\max}$. і навпаки.

Узагальнений критерій відстані до цілі визначається як відношення площі Π i -го варіанту до площі ідеалізованого.

$$\mu_i = \Pi_i / \Pi_0, \mu \geq 1$$

Площа багатокутника визначається як $\sum$ площ трикутників із сторонами, що відповідають значенням критеріїв K_i .

$$\Pi = \sum \Pi_i, \Pi_i = \frac{1}{2} K_1 \cdot K_2$$

Суттєвий недолік: абсолютні значення критеріїв відрізняються між собою на порядок і вище. А величини Π і μ залежать навіть від взаємного розташування критеріїв на графіку.

Уникнути цього можна нормуванням критеріїв: розділити K_i на критерії ідеалізованих варіантів.

$$K_i^H = \frac{K_i}{K_0}, \text{ а } K_0^H = 1 \text{ (от чому } \mu \geq 1!).$$

В такому разі визначення μ буде більш точним.

Приклад графічного вибору МТА по ненормованим (з неузгодженою одномірністю) критеріям наведений на рис 3.

Слід відзначити, що графічний метод, хоча і більш наочний, але громіздкий і менш точний. В більшості випадків для багатокритеріального вибору можна обмежитись аналітичним методом.

Таблиця 3. Показники орних агрегатів

МТА	Н _{дв} , к.с.	W, га/год	W _n , (10 ⁻⁴) га/год.к.с.	S грн/га	μ
1 D–D840+6K	260	2,53	97	53	0,87
2 ХТЗ–17021+7К	170	2,46	145	21,6	0,76
3 ХТЗ–16131+4К	165	2,2	138	22,5	0,65
Ідеалізований	260	2,53	145	21,6	1

$$\Pi_0 = 1/2 (260 \cdot 2,53 + 2,53 \cdot 145 + 145 \cdot 0,046 + 0,046 \cdot 260) = 522$$

$$\Pi_1 = 1/2 (260 \cdot 2,53 + 2,53 \cdot 97 + 97 \cdot 0,019 + 0,019 \cdot 260) = 455$$

$$\mu = 455 : 522 = 0,87.$$

Таким чином, орний агрегат Джон-Дір 8400 з 6К-плугом з наведлених експлуатаційних показників виявився найбільш раціональним.

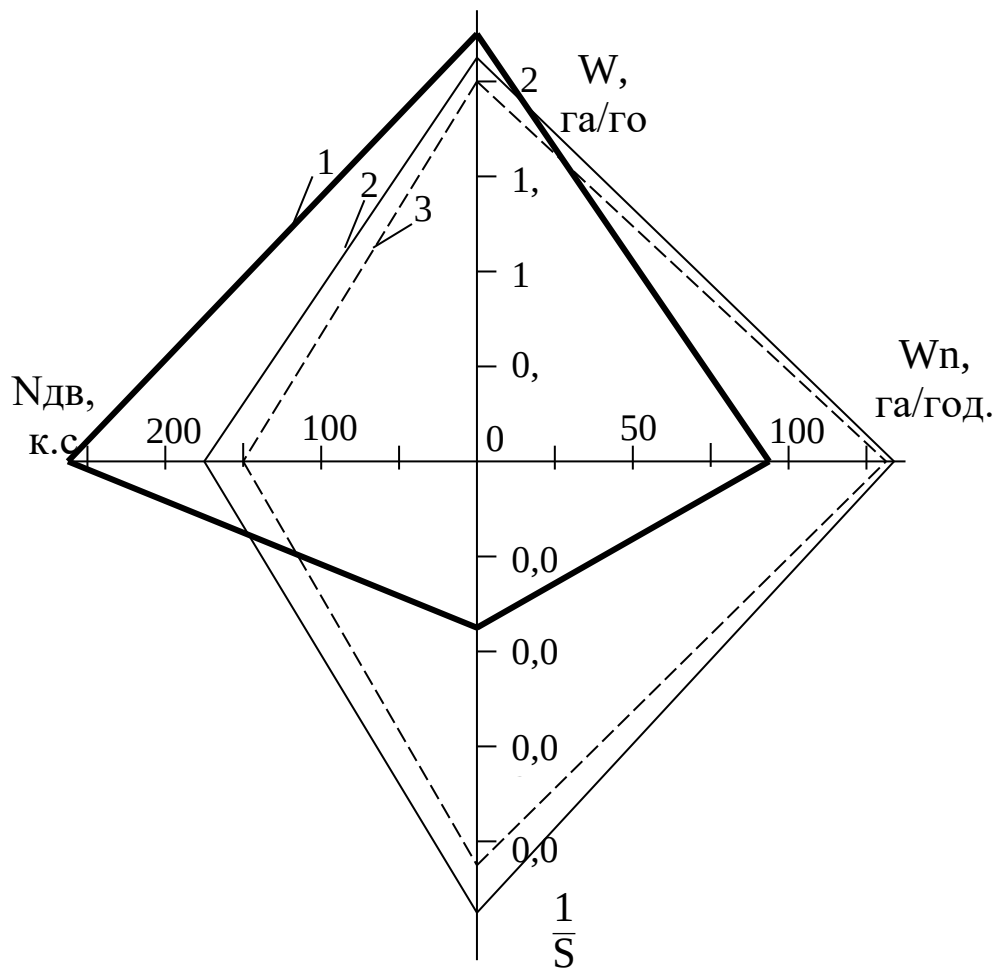


Рис. 3. Графік показників МТА для визначення відстані до цілі

ЗАВДАННЯ.

1) По отриманим на підготовчому етапі даним (п. 1 ... 7 рис. 1) по заданій с.-г. культурі і технологічному процесу виконати багатокритеріальний вибір агрегату з ВМА аналітичним методом.

2) Навести в звіті методику багатокритеріального вибору графічним методом.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте питання в якій послідовності здійснюється вибір МТА?
2. Визначте складові підготовчого етапу при виборі МТА?
3. Поясніть умови і обмеження при виборі МТА?
4. Проаналізуйте експлуатаційні показники при виборі МТА?
5. Охарактеризуйте суть формування вихідної множини альтернатив (ВМА) методом Парето.
6. Поясніть суть багатокритеріального методу вибору МТА по відстані до цілі?
7. Яка суть аналітичного методу багатокритеріального вибору?
8. За яким принципом будується графік показників МТА для визначення відстані до цілі?

9. Що відображає графічний метод вибору МТА?

10. Як визначається узагальнений критерій відстані до цілі?

Тема № 6

Розрахунок тягового МТА

1. Суть дослідного (практичного) і аналітичного визначення складу МТА.
2. Використання табличних тягових характеристик тракторів.
3. Розрахунок тягового агрегату.

Література: Л.1, с.104...109; 2; 3
25, с.36...37.

Мета: Набути практичні навички по визначенню складу і експлуатаційних розрахунків МТА.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Суть дослідного (практичного) і аналітичного визначення складу МТА

При комплектуванні МТА потрібно підібрати машини, їх кількість і режими роботи так, щоб агрегат забезпечив:

- високу якість роботи;
- найбільшу продуктивність;
- найменші Z_{π} і експлуатаційні витрати.

Задача вирішується практичним (дослідним) чи аналітичним способом.

Практичний спосіб: виконується дослідним методом на основі заводських інструкцій, довідкової літератури і накопиченого досвіду.

Комплектують машини і агрегат, перевіряють його роботу на швидкісному режимі: ступінь використання $N_{дв}$, W і q_{π} . Завантаження двигуна визначають по тахометру і доводять до оптимального шляхом підбору (зміни) передач. Якщо при цьому двигун не перевантажений – значить приймається дана передача як основна робоча. При недовантаженні – збільшують кількість машин в агрегаті і навпаки. При визначенні швидкісного режиму користуються АТВ на задану роботу і тяговою характеристикою трактора. Дослід повторюють, доки не будуть досягнуті потрібні показники. При цьому витрачається багато часу і важко досягти оптимального складу МТА.

Існує кілька методів **розрахунку** складу і показників роботи МТА:

- аналітичний
- графоаналітичний
- графічний

Аналітичний метод передбачає:

- збір і узагальнення вихідних даних
- підбір трактора і робочих машин
- вибір робочих передач (основної і резервних)
- визначення кількості машин в агрегаті
- знаходження фронту зчіпки
- оцінку ефективності агрегату.

Розрахунок базується на АТВ, властивостях ґрунту, тягових характеристиках тракторів і визначенні технологічних і техніко-економічних показників МТА.

Підбір трактора і робочих машин здійснюється попереднім вибором МТА (ЛР № 5).

Без обґрунтування складу і режимів роботи МТА неможливо досягти максимальних показників і мінімальних витрат.

2. Використання табличних тягових характеристик тракторів

В теорії і практиці використання машин важливе значення мають тягові характеристики тракторів: графічні і табличні. Вони дають можливість визначати робочий режим – швидкість і завантаження агрегату.

Графік тягової характеристики не дає високої точності. На неї впливає навіть товщина ліній показників, не враховується агрофон поля та інше. Тому зручно користуватись табличними тяговими характеристиками тракторів.

Такі характеристики наводяться в довідковій літературі по експлуатації МТП для кожної марки трактора (Додаток...).

Таблиця тягових характеристик включає наступні параметри:
 N_T (кВт), P_T (кН), V_P (км / год), δ (%), n_g (кз / год), G_{II} (кз / год)

Ці параметри повторюються для різних значень N_T і P_T

Показники наведені для робочих передач трактора і різного агрофону (стерні і ґрунту під посів).

Таким чином, задаючись певним показником, наприклад V_p чи передачею трактора, на відповідній перетині стовпчика таблиці можна визначити (прочитати) всі інші показники для заданого агрофону.

Розрахунки агрегатів при проектуванні ТХС виконуються для номінальних значень P_r , яким відповідає $N_{r \max}$. Тому в довідниках [25, с.37] наводяться параметри лише для $P_r (N_{r \max})$. Це скорочує обсяг таблиць і спрощує пошук відповідних показників.

Важливо усвідомити залежність зміни одного показника від іншого. Наприклад зміни передачі на V_p, δ, G_{II} і інше.

Недолік табличних характеристик - дискретні (фіксовані) значення показників на відміну від безперервних, плавних їх змін на графіках. Наприклад, 5-ій передачі трактора Т-70С на стерні може відповідати не лише $V_p=6,38$ км/год, а й інші (менші) значення, пов'язані із зміною всіх інших параметрів. Цей недолік усувається інтерполяцією значень.

3. Розрахунок тягового агрегату

Визначається: $V_p, P_r, B_{\max}, n, R_a, \eta, W_{3M}, G_n, \delta$

1. Робоча швидкість вибирається на основі АТВ до даної ТО [Л.2, с.25] по тяговій характеристиці трактора. У відповідності з агрофоном поля, їй відповідає певна передача трактора і значення $P_{гн}$.

Наприклад, для посівного агрегату Т-70С+ССТ-12В згідно АТВ V_p – до 7,5 км/год. По ТХ трактора для $P_{гн}$ і агрофону під посів вибираємо 5-у передачу, якій відповідає V_p до 6,9 км/год, [25, с.37].

2. Визначається P_r для вибраної передачі з урахуванням кута нахилу поля α (в долях %).

$$P_r^a = P_{гн} - Gl$$

де G - маса трактора, кН.

Для нашого прикладу

$$P_r^a = 19,4 - 4,2 \cdot 0,02 \approx 19,3 \text{ кН}$$

Для невеликих кутів α втрати тягового зусилля незначні, тому а можна знехтувати і прийняти

$$P_z^a \approx P_{zn}$$

3. Максимальна ширина захвату агрегату

а) при відсутності зчіпки і незначнім α

$$B_{\max} = \frac{P_{zn}}{K}, \text{ м} \qquad B_{\max} = \frac{19,4}{1,1} = 17,6 \text{ м},$$

де K – питомий опір машини, кН/м. [Л.2, с.34]. На значення K впливає V_p [Л.1, с.33].

б) для МТА в зчіпці і поля з нахилом:

$$B_{\max} = \frac{P_z^a - R_{зч}}{K + g_m \sin \alpha}, \text{ м}$$

де $R_{зч} = G_{зч}(f + \alpha)$,

f - коефіцієнт опору перекочування зчіпки,

$g_m = G_m : B$ – маса машини на 1м захвату,

α - нахил поля в градусах.

При незначних нахилах поля зростання питомого опору незначне, тому розрахунок $B_{\max}$

виконують без складової $(g_m \sin \alpha)$.

в) для орного агрегату

$$B_{\max} = \frac{P_{zn}}{K_{nl} \alpha + C g_m l}, \text{ м}$$

де $K_{nl} \cdot \alpha = 20 \dots 100 \text{ кН/м}^2$ - питомий опір (кН/м) на глибину оранки, (м) [Л2, с.34, табл.1.15]

C -коефіцієнт маси землі на корпусі (0=1,1...1,4)

4. Число машин в агрегаті

$$n = \frac{B_{\max}}{B}; \qquad n = \frac{17,6}{5,4} = 3,2;$$

приймаємо l (ба начіпна) і відзначаємо доцільність причіпних сівалок.

де **B** - ширина захвату машини (корпусу плуга), м
а) фронт зчіпки (для багатомашинних агрегатів)

$$B' = \beta (n-1).$$

5. Тяговий опір агрегату

$$R_a = K \cdot B, \text{кН}; \quad R_a = 1,1 \cdot 5,4 = 6 \text{ кН.}$$

де **B** = **b** · **n** - ширина захвату агрегату, для плуга

$$R_{nл} = K_{nл} \cdot \alpha \cdot b_k \cdot n, \text{кН}$$

6. Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора (показник раціональності складу агрегату)

$$\eta = \frac{R_a}{P_{zn}}, \quad \eta = \frac{6,0}{19,4} = 0,31.$$

Важливо усвідомити вплив цього показника на **W**, **G_n**, експлуатаційні витрати, собівартість продукції. Нормативні значення **η** наведені в [Л.2, с.129]

В нашому прикладі значення **η** = 0,31 є **недопустимо** низьким. Підвищити його для умов агрегування начіпної машини – практично неможливо.

7. Продуктивність агрегату.

$$W = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot T_{zm} \cdot \tau \text{ га/зм}$$

де **τ** – коефіцієнт використання часу зміни [Л.2, с.128, табл.1.44]

Він включає час безпосередньої роботи, технологічне, технічне обслуговування, холості повороти і переїзди, простої з технічних і організаційних причин і інше. **τ** – *безмежний резерв* підвищення продуктивності праці.

$$W_{zm} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,9 \cdot 7 \cdot 0,7 = 18,2 \text{ га/зм} - \text{для 1-ї ССТ-12.}$$

От як впливає на **W_{зм}** різниця захвату: 18 і 50 га/зм!

8. Питома витрата палива

$$G_n = (G_p \cdot T_p + G_x \cdot t_x + G_z \cdot t_z) : W, \text{кг/га},$$

де **G_p**, **G_x**, **G_z** – годинна витрата палива при робочому, холостому ході і на зупинках, кг/год [Л.2, с.83].

T_p, t_x, t_z – чистий час роботи, холостого ходу і на зупинках, год.

$$T_p = T_{3M} \cdot \tau; \quad t_x = t_{нов} + t_{пер}; \quad t_z = t_T + t_{ТО} + t_p.$$

Для нашого прикладу $T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9$ год.

$$G_n = (16 \cdot 4,9 + 7,5 \cdot 1,3 + 1,5 \cdot 0,8) : 18,2 = 4,9 \text{ кг/га.}$$

9. Коефіцієнт ефективності використання агрегату (коефіцієнт експлуатації). Він характеризує ступінь використання технічних можливостей (працездатності) агрегату.

$$\delta = \frac{W_{3M}}{W_T} = \eta \cdot \beta \cdot \tau,$$

де $W_T = 0,1 B V T_{3M}$ – теоретична W агрегату, га/зм,

$\beta = B_p : B$ – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату [Л.2, с.23].

$$\delta = 0,31 - 1 - 0,7 = 0,22.$$

Таким чином, отримали надзвичайно низький показник δ . Суттєвим резервом його покращення – зростання W агрегату за рахунок збільшення B_p , що можливо лише на базі *причипних* машин.

Зведена методика і приклад розрахунку тягових одномашинних (без зчіпки) агрегатів з *мін* нахилом поля, а також показника тягових характеристик тракторів наведені відповідно в табл. 1 і 2.

ЗАВДАННЯ.

З попередньо обґрунтованого вибору МТА (ЛР №5) виконати розрахунок тягового агрегату по заданому процесу з наведенням аналізу і шляхів підвищення ефективності показників W_{3M} , η і G_n . Співставити і пояснити різницю нормативної і розрахункової W і G_n .

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте суть дослідного (практичного) визначення складу МТА.
2. Розкрийте суть аналітичного способу визначення складу МТА.
3. Поясніть послідовність розрахунку тягового агрегату.
4. Охарактеризуйте вибір робочої швидкості тягового агрегату.
5. Проаналізуйте послідовність вибору максимальної ширини захвату агрегату.
6. Як визначити число машин в агрегаті?
7. За якою формулою визначається тяговий опір агрегату?
8. Від чого залежить продуктивність агрегату?
9. Які складові формули по визначенню питомої витрати палива?

10. Що відображає коефіцієнт ефективності використання агрегату?

Розрахунок тягових агрегатів

Макс. ширина захвату	T-70 C + C C T - 12 B
$V_{\max} = P^H_{\Gamma} : K, \text{ м}$	Виходячи з АТВ – v_p і $P_{\Gamma} - V_n$ $V_{\max} = 19,4 : 1,1 = 17,6 \text{ м}$
Кількість машин	$n_n = 17,6 : 5,4 = 3,2$
$n = V_{\max} : v$	приймаємо $n_n = 1$
Опір агрегату	$R_a = 1,1 \cdot 5,4 = 6 \text{ кН}$
$R_a = K \cdot V, \text{ кН}$	$R^i_{\Gamma} = 4,2 \cdot 0,02 = 0,084 \text{ кН}$
$R_{3ч} = G_{3ч} (f + i); \quad R_i = G \cdot i$	$R^i_m = 1,3 \cdot 0,02 = 0,026 \text{ кН}$
Робоча швидкість	По А Т В: v_p до 7 км /год.
$v_p = f (A T B, P_{\Gamma})$	По ТХ: $v_p = V_{\Pi} = 6,9 \text{ км /год.}$
Коеф. використ. ТЗТ	$\eta = 6 : 19,4 = 0,31$
$\eta = R_a : P^H_{\Gamma}$	$\eta > \text{при} > V_p$
Змінна продуктивність	$W_{3M} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,9 \cdot 7 \cdot 0,7 = 18,2 \text{ га/зм}$
$W_{3M} = 0,1 V_p \cdot V_p T_{3M} \tau, \text{ га/зм}$	$W^{\Pi}_{3M} = 0,1 \cdot 16,2 \cdot 6,9 \cdot 7 \cdot 0,65 = 50,8 \text{ га/зм}$
Заг. коефіц. ефективності	$\sigma = 0,31 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,22$
$\sigma = W_{3M} : W_T = \eta \cdot \beta \cdot \tau$	Резерв $> : > V_p, \eta$, – на базі П М

Тягові характеристики тракторів (при $N_{r_{max}} - P_{r_n}$)

		Стерня				Під посів			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Т-25	N_r , кВт	11,2	12,65	12,8	12,5	9,1	10,6	9,7	—
	P_{r_n} , кВт	8,8	7,6	6,5	4,9	7,2	6,3	5,0	—
	V_{r_n} , км/год	4,7	6,12	7,20	9,4	4,6	6,2	7,14	—
	δ , %	27,0	21,0	16,8	15,2	33,0	26,0	19,0	—
	G_n , кг/год	4,8	4,8	4,88	4,08	4,0	4,4	4,6	—
Т-40М		1	2	3	4	1	2	3	4
	N_r , кВт	16,6	21,6	24,6	25,2	16,9	19,2	20,5	21,9
	P_{r_n} , кВт	12,0	11,7	10,5	9,1	11,3	10,1	9,0	8,1
	V_{r_n} , км/год	5,0	6,65	8,45	10,0	5,4	6,9	8,25	9,8
	δ , %	24,0	23,0	17,0	10,6	25,0	18,0	15,0	11,8
	G_n , кг/год	7,5	8,45	9,35	9,30	7,6	8,25	8,75	9,40
ЮМЗ-6		5p	1	2	3	5p	1	2	3
	N_r , кВт	25,6	27,2	29,0	28,6	25,5	26,5	27,0	26,4
	P_{r_n} , кВт	16,5	16,1	13,9	11,2	17,3	15,4	12,8	9,9
	V_{r_n} , км/год	5,6	6,1	7,5	9,2	5,3	6,2	7,6	9,6
	δ , %	22,0	21,0	16,5	13,0	23,0	18,5	12,6	9,6
	G_n , кг/год	10,1	11,4	11,4	11,6	11,3	11,2	11,6	11,6
МТЗ-80		4	5	6	8p	4	5	6	8p
	N_r , кВт	28,8	32,0	32,3	31,9	22,8	28,6	31,0	331,1
	P_{r_n} , кВт	14,7	13,3	11,0	9,9	14,3	14,7	12,2	10,3
	V_{r_n} , км/год	7,05	8,75	10,60	11,60	5,7	7,0	9,2	10,9
	δ , %	24,0	18,0	12,0	11,0	23,0	24,5	16,0	10,8
	G_n , кг/год	13,5	14,1	13,5	13,4	12,9	14,3	14,9	14,9
Т-70С		3	5	6	7	3	5	6	7
	N_r , кВт	36,7	42,1	41,6	37,5	35,2	37,2	36,0	33,3
	P_{r_n} , кВт	32,7	23,7	20,4	14,5	28,0	19,4	15,9	11,80
	V_{r_n} , км/год	4,05	6,38	7,35	9,30	4,55	6,90	8,15	10,23
	δ , %	3,2	2,2	1,9	1,4	9,8	2,8	2,2	1,6
	G_n , кг/год	13,5	13,5	13,5	13,5	13,4	13,4	13,4	13,4
ДТ-75М		2	4	6	7	2	4	6	7
	N_r , кВт	49,1	48,0	45,0	40,8	43,4	43,2	39,7	35,5
	P_{r_n} , кВт	31,6	24,5	18,5	13,7	29,1	23,0	16,9	12,2
	V_{r_n} , км/год	5,60	7,05	8,75	10,75	5,35	6,75	8,45	10,40
	δ , %	2,6	1,4	1,0	0,8	6,0	3,0	2,0	1,5
	G_n , кг/год	16,5	16,5	16,4	16,3	16,5	16,5	16,4	16,3

Тема №7

Обґрунтування кількості та розподілу агрегатів

1. Визначення кількості агрегатів для технологічної операції.
2. Оптимальний розподіл агрегатів на один вид робіт.
3. Раціональний розподіл агрегатів по видах (комплексу) робіт.

Література: 1: с.123...126; 4: с.234...243;
5: с.190...194; 25: с.38...44

Мета: Засвоїти методи визначення кількості агрегатів та раціонального їх розподілу для одного та різних видів с/г робіт стосовно конкретних виробничих умов.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Визначення кількості агрегатів для ТО

При використанні агрегатів з однаковою W їх число визначається виходячи з умови своєчасності виконання робіт.

$$T_{зм} \sum W \cdot n K_{зм} \geq \frac{\Omega}{D_P} \quad \text{або} \quad W = \frac{\Omega}{n \cdot D_P \cdot T_{зм} \cdot K_{зм}},$$

$$\text{тобто, } n = \frac{\Omega}{W D_P T_{зм} \cdot K_{зм}},$$

або з умови забезпечення змінного темпу робіт:

$$n = \frac{W_{зм}^T}{W_{3M}}, \quad \text{де} \quad W_{зм}^T = \frac{\Omega}{D_P K_{зм}}.$$

де W – продуктивність, га/год.

Ω – обсяг робіт, га.

Значення n заокруглюється до цілого більшого числа, щоб $K_{св} \rightarrow 1$.

Приклад. Визначити число передпосівних агрегатів Т-150 + АП-6 для умов: Ω - 360га, D_p - 3дні, $K_{зм} = 2$, $W_{зм} = 29$ га.

Змінний темп робіт
$$W_{зм}^m = \frac{360}{3 \cdot 2} = 60 \text{ га}$$

Необхідне число агрегатів
$$n = \frac{60}{29} \approx 2$$

Якщо наявне число агрегатів, що займають першу позицію (найкращих) менше від потреби ($n_{1\phi} < n_1$), то визначають обсяг робіт, який буде виконаний наявними агрегатами.

$$\Omega_1 = n_{1\phi} \cdot W_1 \cdot T_{зм} \cdot K_{зм} \cdot D_p.$$

Потім розраховують потребу в агрегатах, які знаходяться на 2-му місці ранжирного рядка ВМА (чи відстані до цілі):

$$n_2 = \frac{\Omega - \Omega_1}{W_2 T_{зм} K_{зм} D_p},$$

і так до моменту, коли буде забезпечена умова

$$\sum \Omega_i = \Omega.$$

Приклад. Попередній, але збільшена площа полів і тоді в нас не вистачить агрегатів з Т-150.

І так, визначити число передпосівних агрегатів за умов: Т-150 + АП-6 – 2 шт.; МТЗ + КПС-4 – 2 шт; $\Omega = 500$ га, $D_p = 3$ дні, $K_{зм} = 2$; $W_1 = 4.1$ га/год; $W_2 = 2.4$ га/год.

Обсяг робіт, який виконають Т-150:

$$\Omega_1 = 2 \cdot 4.1 \cdot 2 \cdot 3 \approx 345 \text{ га}$$

Потреба в агрегатах МТЗ для культивування залишкової площі:

$$N_2 = \frac{500 - 345}{2.4 \cdot 2 \cdot 3} = 1.55; \text{ приймаємо } 2$$

На цьому задача вирішена.

2. Оптимальний розподіл агрегатів на один вид робіт

Вирішення задачі передбачає 3 етапи: постановку задачі, розробку математичної моделі і графічне вирішення задачі. Це для випадку коли модель двовимірна (2 види агрегатів на один вид робіт).

Постановка задачі – це умови і мета, тобто те, чого ми прагнемо досягти.

В господарстві планується виконати і-у роботу за D_p днів. З ВМА на виконання операції може бути виділено n_j агрегатів. Оптимізувати розподіл обсягу робіт між агрегатами X_j (це їх кількість), забезпечивши $\min$ експлуатаційних витрат C_j .

Наводяться показники роботи МТА.

Математична модель включає

$$\text{Цільову функцію: } Z = \sum_j C_j X_j \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\text{І обмеження: } X_j \geq 0, j=1,n; \quad (2)$$

$$\sum_j X_j = \Omega; \quad (3)$$

$$\frac{1}{W_j} X_j \leq n_j \cdot D_p T_{3M} K_{3M} \quad (4)$$

Обмеження (2) обумовлює невід'ємність обсягу робіт, (3) – не перевищення фонду робочого часу, (4) – виконання всього обсягу робіт. Обмеження можуть накладатись і на інші умови (наприклад, на G_p).

Приклад. У господарстві протягом $D_p = 3$ потрібно внести добрива на $F = 250$ га. Витрати палива – не більше 300кг. Методом Парето встановлена ВМА агрегатів з такими показниками

Таблиця 1. Експлуатаційні показники агрегатів для внесення мінеральних добрив

МТА	n_j , шт	W_j , га/год	G_n , кг/га	S грн/га
МТЗ-80 + ССТ-10	1	6,5	1,41	1,2
Т-40 + МВУ-0,5	2	4,1	1,0	0,9

Задача. Мінімізувати експлуатаційні витрати шляхом оптимального розподілу площі між агрегатами:

X_1 – площа, на яку внесуть добрива МТЗ;

X_2 – площа, на яку внесуть добрива 2Т-40.

Математична модель задачі.

$$Z = 1,2X_1 + 0,9X_2 \rightarrow \min \quad - \text{цільова функція (по } S_{\min})$$

Обмеження:

1. $X_1 \geq 0; X_2 \geq 0$ – невід'ємність обсягу робіт

2. $X_1 + X_2 = 250$ га – виконання всього Ω

3. $\frac{1}{6,5}X_1 \leq 21$ год – не перевищення фонду часу

4. $\frac{1}{4,1}X_2 \leq 42$ год – не перевищення фонду часу

5. $1,41X_1 + 1,0X_2 \leq 300$ кг – допустима витрата палива

Модель – двовимірна (2 види МТА), тому її *розв'язання виконуємо графічно.*

Графічний розв'язок задачі наведений на рис.1. Лінія абсцис – площа X_1 (МТЗ-80); лінія ординат – X_2 (Т-40).

Вираховуємо обмеження по площі:

2. 250га – зможе виконати кожен агрегат, тобто
 $X_1 = X_2 = 250$ га)

3. $\frac{1}{6,5}X_1 = 21$; звідки $X_1 = 6,5 \cdot 21 = 136,5$ га

4. $\frac{1}{4,1}X_2 = 42$; $X_2 = 172,2$ га

5. $1,41X_1 = 300$; $X_1 = 300 : 1,41 = 212$ га;

$1,0X_2 = 300$; $X_2 = 300$ га

Наносимо отримані значення обмежень на графік.

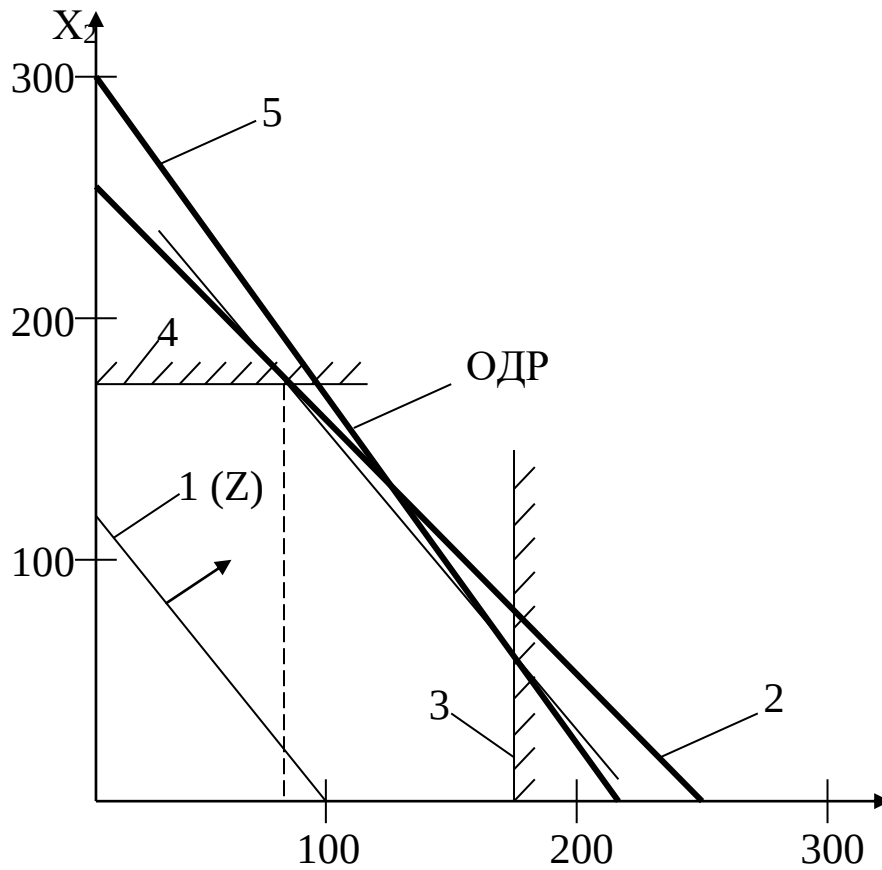


Рис.1. Графічний метод розподілу однотипних робіт
 а – точка тах значення цільової функції Z.
 ОДР – область допустимих рішень.
 2...5 – лінії обмежень.

$$1) Z = 1,2X_1 + 0,9X_2$$

$$2) X_1 + X_2 = 250$$

$$3) \frac{1}{6,5} X_1 = 21$$

$$4) \frac{1}{4,1} X_2 = 42$$

$$5) 1,41X_1 + 1,0X_2 \leq 300$$

Задаємо будь-яким значенням цільової функції (для зручності $Z = 120$ грн.) і визначаємо її масштаб для X_1 та X_2 :

$$Z_1 = 1,2X_1, \quad X_2 = 120:1,2 = 100 \text{ га}$$

$$Z_2 = 0,9X_2, \quad X_2 = 120:0,9 = 133,3 \text{ га}$$

Відкладаємо точки Z на координатних осях і з'єднуємо їх прямо. Здійснюємо плоскопаралельне переміщення до найближчого перетинання обмежень 2 і 4. Це буде точка a . В ній значення цільової функції буде $\max$ (тобто найменше S). Допустимі рішення для заданих умов будуть знаходитись на відрізку $a-b$ тому, що обмеження 2 є строгою рівністю. Точка b – від перетину обмежень 2 і 5. Обмеження 3 – зайве, воно виходить за межі ab . Проектуючи точку a на осі отримуємо найбільш оптимальний розподіл площі між агрегатами:

$$X_1(\text{MTЗ}) = 77,8 \text{ га}; \quad X_2(\text{T-40}) = 172,2 \text{ га, при якому } S_{\min}.$$

Підставляючи площі в цільову функцію отримуємо $\min$ витрат на всю площу:

$$Z = 1,2 \cdot 77,8 + 0,9 \cdot 172,2 = 248,3 \text{ грн (} S_{\min} \text{)}$$

Аналогічно в обмеження 5 – отримаємо витрату палива: $GP = 1,41 \cdot 77,8 + 1 \cdot 172,2 = 281,9 \text{ л.}$

Підставляючи F в обмеження 3 і 4 визначимо, що агрегат MTЗ працюватиме 12 год (не повні 2-і зміни), а 2 T-40 – 42 год (по 3 зміни).

Отже і в агротехнічні строки вклались і найменше палива витратили і забезпечили мету – $\min S = 248,3$ грн.

Результат: $X_1 = 77,8 \text{ га}; \quad X_2 = 172,2 \text{ га}; \quad Z_{\min} = 248,3$ грн.;

$G_{\text{п}} = 281,9 \text{ кг}; \quad T_1 = 12 \text{ год.}; \quad T_2 = 42 \text{ год.}$

Варіанти задачі. При тих же обмеженнях можна поставити за мету $\min$ затрати праці на проведення операції. Тоді:

$$Z' = \frac{1}{W_1} X_1 + \frac{1}{W_2} X_2 \rightarrow \min, \text{ тобто}$$

$$Z' = 0,154X_1 + 0,244X_2 \rightarrow \min$$

Отримане рішення буде в точці *в* і йому відповідає $X_1 = 136,5\text{га}$, $X_2 = 113,5\text{га}$, $Z_{\min} = 48,7$ год. При $G_{\Pi} = 300\text{л}$, $T_1 = 21\text{год.}$, $T_2 = 27,2\text{год.}$ МТЗ – 3 дні в 1 зміну, Т-40 – по 9,2год – 3 дні.

Можна взяти обмеження на витрати G_{Π} і оцінити різні агрегати зміною їх числа і $K_{\text{зм}}$. Наприклад, весь Ω можна виконати 1-м МТЗ за 3 дні при $K_{\text{зм}} = 2$. Тоді витрати часу – $T_{\min} = 38,5\text{год}$, але прями – $S = 300\text{грн}$, а $G_{\Pi} = 352,5\text{кг}$.

3. Рациональний розподіл агрегатів по видах (комплексу) робіт

Вибір по одному критерію має переваги для господарств з обмеженими можливостями. Можна виконати розподіл техніки по всіх роботах, але лише по одному критерію, якого як правило буває достатньо.

Ставимо задачу. Господарству на протязі певного періоду, обумовленого АТВ, потрібно виконати такі види робіт: 1, 2, 3, 4, 5. Наявні трактори і агрегати а, б, в, г, д забезпечують таку можливість з деяким запасом. Причому в марці трактора включений виробіток всієї кількості тракторів даної марки.

В перетині робіт і тракторів проставляємо критерій (показник), по якому будемо вибирати і розподіляти трактори по роботах. Як правило, вибирають найбільш значимий для конкретних умов.

Вартість виконання робіт різними агрегатами – різна.

Принцип розподілу: виконання кожної роботи планувати найбільш економічним агрегатом. Якщо не вистачає Ω , планувати залишок роботи наступному агрегату. Аналогічно – по всіх роботах. *Результат* – загальний план робіт. Підраховуються сумарні S_e .

Єдине, невідомо наскільки мінімізованим виявився даний показник, оскільки цей метод наближений, евристичний, одномірний. Для кожної роботи вибирають агрегат з найменшими для неї витратами. Але ж може трапитись так, що цей же самий агрегат був би більш ефективним для виконання іншої. Цей недолік усуває наступний метод.

Метод апроксимації Фогеля.

Він забезпечує розподіл агрегатів для виконання найбільш раціональних для них робіт. Досягається оптимізація розподілу.

Математична модель задачі:
$$F = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min$$

де X – обсяг робіт i -го виду j -марки трактора, у.е.га

C – собівартість у.е.га, грн.

Критерій оптимальності - $S_{\min}$ на виконання всього обсягу робіт в заданий період.

На основі вихідних даних складається робоча матриця (табл.2). Лівий стовпчик – код робіт, правий – обсяг робіт. Верхня строчка – шифр тракторів, нижня – їх можливий виробіток. В клітинках, на перетинах – коефіцієнти – $S_{e...}$

Програма обчислень:

- різницю найменших коефіцієнтів записують в стовпчик чи рядок різниць;
- відшукують найбільший коефіцієнт стовпчика чи рядка різниць;
- по коефіцієнту відшукується найкращий (найменший) коефіцієнт строчки чи стовпчика матриці;
- в цей квадрат записують тах можливий обсяг робіт з урахуванням обмежень;
- остачу – в квадрат з наступним (більшим) коефіцієнтом;
- якщо робота чи трактор – вичерпані та рядок (стовпчик) викреслюють;
- аналогічно розподіл робіт по інших тракторах;
- складають таблицю 3 «План проведення механізованих робіт»;
- заносять отримані результати розподілу і підраховують суми витрат.

Якщо порівняти евристичний і оптимальний розподіл, то метод апроксимації – більш економічний, хоча, звичайно, він більш складніший.

Окрім тисяч і тисяч економії, а це зараз найголовніше, збитків від запровадження завчасного планування, а отже і розподілу робіт, не буде.

Таблиця 2. Матриця розподілу робіт

Шифр роботи	Шифр тракторів					Стовпчик різниць	Обсяг видів робіт
	а	б	в	г	д		
1	3,5	4,3	5,66	6,7	6,1	0,80	220
2	10	10	7,2	7,38	7,52	0,18	462
3	4,6	4,92	4,84	4,88	5,0	0,24	360
4	3,1	4,04	3,86	3,92	4,44	0,76	558
Строчка різниць	0,4	0,26	0,98	0,96	0,56		
Обсяг робіт по тракторах	310	842	1802	474	178		3606

Таблиця 3. План проведення механізованих робіт

Робота	Обсяг, у.ета	Трактор	Виробіток у.е-га	Експл-витрати грн/у.е.га	Σ витрат грн
Лущення	250	ДТ-75	250	5,2	1300
...					
Оранка	1800	Т-150 ДТ-75	500	7	3500
		МТЗ-80	160	6,8	1088
Всього					12800

ЗАВДАННЯ.

1. По заданому процесу визначити кількість агрегатів для ТО виходячи з обсягу робіт і наявної техніки.
2. Оптимізувати розподіл робіт між агрегатами для виконання ТО.
3. Виконати раціональний розподіл агрегатів по заданих видах робіт (метод Фогеля).
4. Віднайти та відзначити принцип системного підходу, використаного в розподілі Фогеля.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте суть визначення кількості агрегатів для технологічної операції.
2. Визначте оптимальний розподіл агрегатів на один вид робіт?
3. Поясніть раціональний розподіл агрегатів по видах (комплексу) робіт.
4. Які переваги вибору агрегату по одному критерію?
5. Суть методу апроксимації Фогеля.
6. Проаналізуйте етапи формування робочої матриці за методом апроксимації Фогеля.
7. Перерахуйте послідовність проведення обчислень за методом апроксимації Фогеля.
8. Який із методів евристичного розподілу чи апроксимації - економічний?

9. Який із методів евристичного розподілу чи метод апроксимації більш складніший?
10. Які складові містить план проведення механізованих робіт?

Тема №8

Раціональний розподіл МТА (метод Фогеля)

1. Постановка задачі та вихідні дані.
2. Евристичне вирішення задачі.
3. Математична модель задачі.
4. Розробка раціонального плану робіт.

Мета: вивчення чисельних методів раціонального розподілу тракторів по видах с/г робіт

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Постановка задачі і вихідні дані

Сільськогосподарське виробництво характеризується широким спектром різноманітних умов, зв'язків, факторів, видів робіт, технологій та технічних засобів для їх здійснення. В цих умовах задачі **наукового забезпечення, особливо організації і ефективного управління виробництвом** на високий кінцевий результат стають все більш складними. В зв'язку з цим особливої актуальності набуває **задача розробки та прийняття оптимальних управлінських рішень** за рахунок широкого використання економіко-математичних методів і обчислювальної техніки.

Серед кількісних методів прийняття управлінських рішень, що забезпечують підвищення економічної ефективності, поряд з методами оптимального програмування можуть успішно використовуватись методи апроксимації. Розглянемо задачу цих методів стосовно раціонального розподілу тракторів по видах робіт. Варіанти первинних (*вихідних*) даних наведені в таблиці 1.

Господарству на протязі декади (*10 днів*) потрібно виконати певний обсяг робіт (*стовпці 2,3 таблиці 1*). Наявний склад тракторного парку забезпечує можливість виконання загального обсягу робіт з деяким запасом (*перетин стовпця 3 і строчки 6*). Потенційний по фонду робочого часу виробіток тракторів наведений в строчці 6.

Як відомо, вартість виконаної роботи різними тракторами помітно відрізняється. В таблиці 1 наведені також експлуатаційні витрати на виконання роботи кожною маркою трактора (грн./у.е. га).

Задача ІТС: розподілити трактори так, щоб виконати запланований обсяг робіт в кращі агротехнічні (задані) строки з мінімальними експлуатаційними витратами.

Виходячи з цього тракторам кожної марки здавалось би потрібно виконувати ті роботи, на яких менші витрати. Проте так спланувати практично неможливо. По-перше, виключається можливість завантажити трактори лише роботами з найменшими витратами. По-друге, слід рахуватись з агротехнічними строками і паралельними роботами, які примушують підключати всю наявну в господарстві техніку для якнайшвидшого завершення робіт.

Чисельні методи розподілу тракторів по видах робіт є корисними при виборі агрегатів для технологічних карт і плануванні комплексу польових робіт. При цьому евристичні рішення замінюються економічно обґрунтованими.

2. Евристичне рішення задачі

Евристичне, тобто неоднозначне, наближене вирішення задачі розподілу наявних тракторів по запланованому обсягу робіт базується на багатофакторності, а значить можливості різних підходів і варіантів вирішення поставленої задачі.

Одним із можливих варіантів може бути такий, що передбачає виконання кожної із робіт в порядку їх розміщення найбільш економічним агрегатом.

Наприклад, лущення стерні (для варіанту 1) може бути виконане з найменшими експлуатаційними витратами трактором ДТ-75М (5,2 грн/у.е. га). Залишок виробітку цього трактора 630 у.е. га (880-250) може бути використаний на наступній операції – безвідвальний обробіток ґрунту, на якій мінімальні витрати для цієї марки тракторів становлять 6,4 грн/у.е. га. Залишок 160 га (630-470) може бути використаний для участі в оранці - також самій "економічній" операції для ДТ-75М.

Таблиця 1. Вихідні дані по видах і обсягах робіт, наявності виробітку і експлуатаційних витратах по тракторах (грн/у.е. га).

№ вар	Найменування робіт	Обсяг у.е.га		Т-150		ДТ-75		Т-70С		МТЗ-80		ЮМЗ-6	
1	Лущення стерні	250		5,4		5,2		6,1		6,4		6,3	
	Безвідвальний обробіток ґрунту	470		7,1		6,4		7,4		72		8,0	
	Навантаження добрив	420		6,9		6,0		-		5,7		6,3	
	Внесення добрив	500		6,7		6,9		7,1		7,4		7,7	
	Оранка	1800		7,0		6,8		7,9		7,8		8,1	
	Фонд виробітку тракторів, у.е.га	3440 3460		620		880		420		700		840	
2	Передпосівна культивация	600		7,9		8,3		7,4		6,9		72	
	Посів зернових	1600		15,8		15,5		14,1		13,3		14,6	
	Прикочування посіву	500		92		7,6		8,4		8,1		7,9	
	Боронування	250		8,3		8,1		7,5		7,8		7,6	
	Транспортні роботи	340		7,0		6,7		6,6		5,4		5,6	
	Фонд виробітку тракторів, у.е.га	3290 3300		460		980		420		840		600	
3	Скошування у валки	510		8,1		7,5		7,6		5,1		5,4	
	Міжрядний обробіток	400		8,0		7,8		7,5		6,7		6,9	
	Скиртування соломи	390		-		-		7,8		6,7		6,8	
	Культивация	600		7,4		7,8		7,9		8,1		8,4	
	Оранка	1600		8,0		7,8		8,9		8,8		9,9	
	Фонд виробітку тракторів, у.е.га	3500 3510		310		640		560		1280		720	
				Т-150К		ДТ-75М		МТЗ-100		МТЗ-80		Т-40	
		4	5	4	5	4	5	4	5			4	5
4/5	Стягування соломи	220	250	3,9	5	4,7	4,7	6,3	7,4	6,4	7	6,7	8
	Скиртування соломи	462	430	-	-	-	-	7,9	9,5	8,1	8,9	8,3	9,9
	Скошування трав на зелений корм	360	350	5,1	6,6	5,5	5,5	5,4	6,5	5,4	5,9	5,6	6,7
	Транспортні роботи	558	570	3,4	4,4	4,4	4,4	4,3	5,2	4,3	4,7	4,9	5,9
	Оранка	1994	2060	4,6	6,0	5,8	5,8	6,0	12	6,1	6,7	6,7	8
	Фонд виробітку тракторів, у.е.га	3594	3660	310		842		1802		474		178	
		3606	3680	500		850		560		1320		450	

Діючи аналогічно, проводять розподіл тракторів по всіх інших роботах, в результаті отримують загальний план виконання робіт. Підраховують сумарні експлуатаційні витрати і всі розрахунки заносять в таблицю 2.

Таблиця 2. План проведення механізованих робіт (евристичний варіант).

Назви робіт	Обсяг у.е. га	Марки тракторів	Виробіток у.е. га	Експлуатаційні витрати грн./ у.е. га	Всього витрат, грн.
Лущення стерні	250	ДГ-75	250	52	1300
Оранка	1800	Т-150	500	7.0	3500
		ДГ-75	160	6,8	1088
		МТЗ-80	200	7,8	1560
Всього		Х		Х	

В зв'язку з тим, що отримана цифра – сума витрат на виконання запланованого обсягу робіт є оціночною і завчасно невідомо, наскільки вона мінімальна, для покращення результатів виконують кілька варіантів розподілу і вибирають кращий – з меншими витратами. З цією ж метою планується розподіл робіт – індивідуально кожним студентом.

3. Математична модель задачі.

Застосування кількісних методів для прийняття управлінських рішень дозволяє знайти більш економічний розподіл тракторів. Наприклад, метод апроксимації Фогеля дозволяє мінімізувати витрати шляхом оптимального розподілу МТА по видах робіт.

Математична модель задачі

$$F = \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^S C_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min$$

де: X_{ij} – обсяг робіт і-виду j-марки тракторів, у.е. га;

C_{ij} – собівартість у.е. га при виконанні і-виду робіт тракторами j-марки, грн./ у.е. га.

При цьому слід дотримуватися наступних обмежень

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^S X_{ij} &= a_j (i=1,2,\dots,s) \\ \sum_{j=1}^S X_{ij} &= b_j (j=1,2,\dots,s) \\ \sum_{j=1}^S a_j &= \sum_{i=1}^S b_j - f \\ X_{ij} &\geq 0 \end{aligned} \right\}$$

де: a_j – обсяг роботи i -виду, що підлягає виконанню в установленний термін (за декаду);

b_j – обсяг роботи, який може бути виконаний за декаду тракторами j -марки;

f – фіктивна робота, запас виробітку тракторів (різниця між запланованим обсягом робіт і виробітком тракторів).

Таким чином, критерієм оптимальності будуть мінімальні експлуатаційні витрати на виконання всього обсягу тракторних робіт за декаду.

4. Розробка раціонального плану робіт

На основі вихідних даних (*таблиця 1*) складається робоча матриця (*таблиця 3*). Для зразка використані умовні дані. Лівий стовпчик матриці – код видів робіт (їх порядковий номер), правий – обсяги робіт по видах.

В верхній строчці – шифр марки тракторів, в нижній – їх можливий виробіток.

В клітинках матриці, на перетині шифрів видів робіт і марок тракторів заносять коефіцієнти – відповідні питомі витрати, грн./у.е. га. Ці коефіцієнти записують у верхній частині кожного квадрату, щоб передбачити місце для наступних розрахунків.

В квадратах з прочерками (в яких роботи тракторами певних марок не виконуються) записується довільне число, величина якого значно більша всіх інших коефіцієнтів. Логічно це виправдано тим, що планування мінімальних витрат не передбачає використання тракторів з великими експлуатаційними витратами. В нашому прикладі в пусті квадрати достатньо записати число 10.

Передостанній стовпчик справа і передостанню строчку називають відповідно стовпчиком і строчкою різниць. При перевищенні розрахункового обсягу робіт по марках (виробітку тракторів) над запланованим обсягом робіт різниця проставляється в окрему строчку – "фіктивна робота" і в розрахунках участі не приймає.

Програма обчислень зводиться до наступного. В кожній строчці та кожному стовпчику відшукуються по два найменших коефіцієнтів, визначається різниця між ними і результат записується в відповідний квадрат строчки чи стовпця. Наприклад, для строчки 1 : $4,30 - 3,50 = 0,80$ і т.д.

Таблиця 3. Матриця для розробки плану з оптимальним розподілу тракторів по видах робіт.

Шифр роботи	Шифр марок тракторів					Стовпчик різниць	Обсяг робіт по видах
	а	б	в	г	д		
1	3,50	4,30	5,66	5,70	6,10	0,80	220
2	10	10	7,20	7,38	7,52	0,18	462
3	4,60	4,92	4,84	4,88	5,0	0,24	360
4	3,10	4,04	3,86	3,92	4,44	0,26	558
5	4,24	5,30	5,48	5,54	6,10	1,06	1994
Фіктивна робота	-	-	-	-	-	-	12
Строчна різниця	0,40	0,26	0,98	0,96	0,56	-	-
Обсяг робіт по марках	310	842	1802	474	178	-	3606

Серед всіх значень різниць по строчці і стовпчику відшукується найбільше. У нас – 1,06. Потім по строчці чи стовпцю, до яких відноситься ця найбільша різниця, відшукується найкращий (найменший) коефіцієнт. В нас для строчки 5 (оскільки саме на ній знаходиться 1,06) коефіцієнт 4,24. В квадрат з цим коефіцієнтом записується максимально можливий обсяг даної роботи з врахуванням можливостей їх виконання даною маркою трактора. В нашій випадку в квадрат з коефіцієнтом 4,24 (строчки 5) записується робота обсягом 310 у.е. га, – весь обсяг робіт трактора з шифром *а* (Т-150К), хоча загальний обсяг робіт цього виду з шифром 5 (оранка – 1994 у.е. га) – не

вичерпаний і тому його залишок ($1994 - 310 = 1684$ га) буде виконуватися тракторами інших марок.

Якщо робота виконана повністю або вичерпані можливості даної марки трактора, то вся строчка чи стовпчик закреслюються і в подальших розрахунках участі не беруть. В нас повністю вичерпався виробіток трактора Т-150К, а значить стовпчик з шифром *а*.

Потім береться наступна, менша за першу, різниця - 0,98, якій відповідає стовпець з шифром трактора *в* (МТЗ-100) і в квадраті для робіт з найменшим коефіцієнтом 3,86 записуємо максимально можливий обсяг робіт з шифром 4 – 558 у.е. га. При цьому обсяг транспортних робіт буде виконано повністю, між тим як для МТЗ-100 залишиться невиконаним обсяг виробітку в $1802 - 558 = 1344$ га, який знадобиться для інших робіт.

Аналогічно виконується розподіл по тракторах всіх інших робіт.

Складається таблиця "Оптимальний план проведення механізованих робіт", яка по формі ідентична таблиці 2. В таблицю заносяться отримані в матриці результати розподілу робіт і визначається сума витрат по оптимальному плану.

Заключний етап – порівняльний аналіз обох варіантів розподілу техніки: евристичного (таблиця 2) і оптимального (методом Фогеля). Привести пояснення суті, за рахунок чого чисельний метод більш "економічний". І чому отриманий теоретично оптимальний план не догма, а керівництво до дій. Тим більше, що в конкретних умовах виробництва можливе його незначне корегування.

Навести приклади умов виробництва, коли при розподілі техніки для виконання робіт, критерій мінімальних витрат не може бути єдино можливим.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте суть задачі по розробці та прийнятті оптимальних управлінських рішень.
2. Визначте методику раціонального розподілу тракторів по видах робіт?
3. Поясніть чисельний метод розподілу тракторів по видах робіт.
4. Охарактеризуйте евристичний метод розподілу наявних тракторів по запланованому обсягу робіт.
5. Проаналізуйте кількісний метод, що використовується для прийняття управлінських рішень.
6. Дайте пояснення методиці розробки раціонального плану робіт.
7. Як скласти робочу матрицю розробки раціонального плану робіт?

8. За яким принципом складається таблиця «Оптимальний план проведення механізованих робіт».
9. Від чого залежить сума витрат по оптимальному плану?
10. Поясніть суть, за рахунок чого чисельний метод більш «економічний»?

2.ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Тема № 9

Проектування показників безвідмовності технічного комплексу.

1. Розробка структурної схеми технічного комплексу.
2. Складання таблиці складу і показників безвідмовності технічного комплексу.
3. Визначення показників безвідмовності складових технічного комплексу.
4. Висновок про відповідність T_d і t_n за заходи по її забезпеченню.

Література: 1, с. 146 ... 149

Мета: оволодіти практичними навичками проектування показників безвідмовності технічних комплексів і розробки заходів по їх підвищенню.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Розробка структурної схеми технічного комплексу

Технічний комплекс машин для виконання технологічної операції, є набір ланок, які мають змогу виконувати її при послідовному, паралельному, або послідовно-паралельному з'єднанні. Кожна ланка виконує визначену долю технологічного процесу, в складі якої є набір спеціальних машин, які також можуть бути зібрані у послідовні, паралельні, або паралельно-послідовні схеми.

Як приклад(рис.1), можна привести технічний комплекс для внесення добрив, який в своєму складі має ланку підготовки і навантаження добрив в агрегат. (1), ланку транспортування добрив (2), ланку розподілу добрив по поверхні поля, яка може мати декілька агрегатів, для своєчасного виконання роботи ($Z_1, Z_2, Z_3...Z_i$) і ланку зародки добрив у ґрунт (4).

Ланки 1, 2, 3, 4 з'єднані послідовно, а агрегати ланки 3 ($Z_1, Z_2, Z_3...Z_i$) – паралельно при умові їх автономної роботи.

Відмова ланок 1, 2 приводить до повної відмови комплексу, а одного із агрегатів третьої ланки до часткової відмови комплексу.

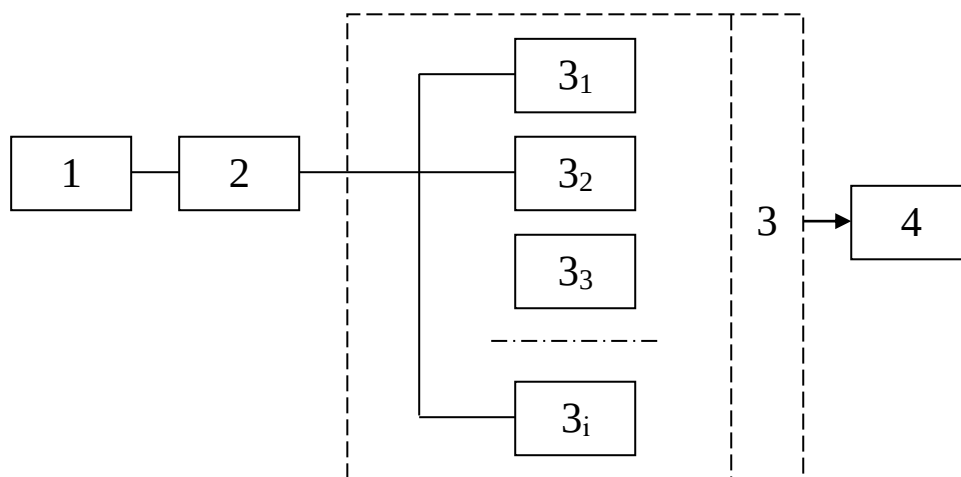


Рис. 1. Схема взаємодії ланок технічного комплексу для внесення добрив.

Аналогічно наведеній скласти структурну схему технічного комплексу для виконання заданого технологічного процесу. Врахувати всі задіяні ланки і агрегати, розмістити їх в технологічній послідовності

2. Складання таблиці складу і показників безвідмовності технічного комплексу

Згідно із структурною схемою технічного комплексу скласти таблицю 2.1, в якій привести марочний і кількісний склад машин, що входять в агрегати і ланки, (колонки 1, 2, 3), а також підготувати колонки для показників безвідмовності, які надалі будуть визначатися.

Таблиця 1. Склад і технологічні характеристики технічного комплексу.

Ланки технічного комплексу	Марка машини, знаряддя	Кількість, <i>шт</i>	Наробіток на відмову T_0 , год.	Інтенсивність відмов, λ_m , год.	Імовірність безвідмовної роботи		
					машини, P_m	агрегату, P_a	ланки, P_l
1	2	3	4	5	6	7	8
...							

Окремі операції (ланки) можуть включати кілька паралельних агрегатів, тому слід передбачити відповідне їх розміщення (місце) в колонках 1 і 2 табл. 2.1. Значення T_0 для колонки 4 використовують з табл. 2.2. ***

3. Визначення показників безвідмовності складових технічного комплексу

3.1. Інтенсивність відмов при роботі тракторів, зчіпок, робочих машин, самохідних агрегатів, год.

$$\lambda_M = \frac{1}{T_0} \quad (2.1)$$

Так, для $K = 701$: $\lambda_M = \frac{1}{85} \approx 0,012$ год.

Розраховані значення λ_M всіх складових технічного комплексу заносимо в колонку 5 табл. 2.1.

3.2. Нормативний час тривалості виконання технологічної операції, год.

$$t_H = T_{3M} D_P K_{3M}. \quad (2.2)$$

Значення D_P і K_{3M} – з урахуванням агровимог.

3.3. Імовірність безвідмовної роботи тракторів, зчіпок. робочих машин, самохідних агрегатів.

$$P_M = \text{Exp} \left(-\lambda_M \cdot t_H \right). \quad (2.3)$$

Виконаємо заміну виразу $\left(-\lambda_M \cdot t_H \right)$ на $(-x)$ тоді залежність (2.3) матиме вид:

$$P_M = e^{-x} \quad (2.4)$$

Числові значення імовірності P_M визначаємо по таблиці додатку 2 і заносимо в колонку 6 табл. 2.1.

Після визначення, наприклад, $(-x) = 0,012 \cdot 45 \approx 0,53$, (тобто, $P_M = e^{-0,53}$), по табл. 8 додатку 2 в перетині його значень 0,5 і 3 (ліва колонка і верхня строчка) з урахуванням розряду (колонка 2) знаходимо значення $P = 0,5886$.

3.4. Імовірність безвідмовної роботи агрегатів

$$P_a = P_{tr} \cdot P_{зч} \cdot P_{M1} \cdots P_{Mi} \quad (2.5)$$

де $P_{tr}; P_{зч}; P_M$ – імовірність безвідмовної роботи трактора, зчіпки, робочої машини (із колонки 6 табл. 2.1);

i – кількість різнотипних машин в агрегаті.

Наприклад, для одного $P_a = 0,5886 \cdot 0,6721 = 0,3956$

Розраховані значення імовірності P_a заносимо в колонку 7 табл. 2.1.

3.5. Імовірність безвідмовної роботи ланки:

- ланка складається із агрегатів з однотипними машинами, які паралельно виконують технологічну операцію

$$P_{Л} = P_a \quad (2.6)$$

- ланка складається із агрегатів з різнотипними машинами, які послідовно виконують технологічну операцію

$$P_{ЛП} = \prod_{i=1}^n P_{ai} \quad (2.7)$$

Виконання робіт ланками (паралельне чи послідовне) визначаємо із схеми їх взаємодії (рис. 2.1).

Результати розрахунків по залежностях (2.6) і (2.7) заносимо в колонку 8 табл. 2.1.

3.6. Визначити середній час безвідмовної роботи ланки, год.

$$T_{Лi} = \frac{t_n}{\left| \ln(P_{Лi}) \right|}, \quad (2.8)$$

де $\ln(P_{Li})$ – логарифм P_{Li} – це показник степені x , тобто:

$$T_{Li} = \frac{t_H}{x}. \quad (2.9)$$

4. Висновок про відповідність T_L і t_H за заходи по її забезпеченню.

По розрахованій величині часу T_L можна зробити висновок про достатність середнього часу безвідмовної роботи ланки для вчасного виконання заданого обсягу роботи.

Коли $T_L < t_H$, то ланка заданий обсяг роботи за T_L годин не виконає. В такому випадку необхідно проаналізувати розраховані значення імовірності безвідмовної роботи (колонка 6) всіх машин і виявити показники безвідмовності, які не задовольняють виконання технологічного процесу по агротехнічним строкам. У такому разі необхідно підвищити імовірність безвідмовної роботи менш надійної складової ланки за рахунок підвищення її технічної готовності (підготовки, наладки, ремонту, заміни) чи/і введення в агрегат резервної машини. Цим самим забезпечити зворотну нерівність: $T_L \geq t_H$.

ЗАВДАННЯ.

По вибраному складу технічного комплексу (МТА) для виконання заданого процесу в агротехнічний строк за D_p при $K_{зм}$, визначити показники безвідмовності з висновком про можливість його виконання

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте суть розробки структурної схеми технічного комплексу.
2. Визначте набір ланок технологічної операції внесення мінеральних добрив.
3. Поясніть методику складання таблиці складу і показників безвідмовності технічного комплексу.
4. Охарактеризуйте показник інтенсивності відмов?
5. Проаналізуйте складові формули для визначення нормативного часу тривалості виконання технологічної операції.
6. Як розрахувати ймовірність безвідмовної роботи трактора?
7. Які складові формули по визначенні імовірності безвідмовної роботи агрегату?
8. За яким принципом розраховується імовірність безвідмовної роботи ланки?
9. Від чого залежить середній час безвідмовної роботи ланки?

10. Як визначити час безвідмовної роботи ланки для вчасного виконання заданого обсягу робіт?.

Тема № 10

Проектування операційної технології оранки

1. Призначення операції, АТВ, методи контролю якості роботи.
2. Обґрунтування оптимального складу і режимів роботи МТА.
3. Підготовка агрегату і поля до роботи.
4. Визначення режимів і показників роботи.
5. Розрахунок експлуатаційних витрат.

Література: 1. **Машиновикористання в землеробстві** /В.І. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.: За ред. В.І. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

2. **Каталог-довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу** (видання друге). – К.: Асоціація "Прома", 2002.

3. **Довідник з машиновикористання в землеробстві** (За ред. В.І.Пастухова. – Харків: "Веста", 2001. – 347 с.

Мета: оволодіти практичними навичками проектування і організації виконання механізованих робіт в рослинництві.

Вихідні дані:

1. Вид оранки _____

2. Конфігурація і розміри поля (вибираються безпосередньо із карти
землекористування реального господарства)

Площа $F = \text{___ м}^2$: довжина $L = \text{___ м}$; ширина $C = \text{___ м}$

3. Тип і різновид ґрунту _____

4. Агрофон _____

5. Вологість ґрунту W , % _____

6. Глибина оранки a , м _____

7. Кут ухилу місцевості α , град _____

Послідовність виконання завдання

1. Пояснити призначення операції, перелічити агротехнічні вимоги і привести методи контролю їх виконання використовуючи конспект лекцій і підручник [1].

2. Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і режимів його роботи для заданих умов роботи.

2.1. У відповідності із призначенням операції, агротехнічними вимогами, і технологічними умовами вибрати по технічним характеристикам [2; 3, табл. 4,2] марку трактора, плуга і додаткової с.-г. машини (у випадку виконання комплексної операції).

Марка трактора _____, плуга _____, с.-г. машини _____.

2.2. Обґрунтування робочої швидкості агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції.

- Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей, в межах якого забезпечується висока якість роботи, с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію [3, табл.3.14]; $V_{lim} =$

- Вибрати питомий тяговий опір при швидкості $V_0 = 5$ км/год для плугів $k_{o.пл} =$ ____ кН/м² [3, табл. 3.12] і додаткових с.-г. машин $k_{o.м} =$ ____ кН/м [3, табл. 3.13] у відповідності із призначенням машини;

- Із тягової характеристики [3, табл. 3.11] трактора заданої марки, в режимі експлуатації $N_T = N_{T.max}$ з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей.

передача параметри					
V_p , о V_p км/год					
P $P_{т.п}$, кН					
$N_{т.max}$, кВт					

- З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ($N_{T.max}$). Робоча швидкість (V_p) і

номінальне тягове зусилля ($P_{т.н}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

$$V_p = \frac{P_{т.н}}{G_{тр}}$$

Технічні характеристики агрегату занести в таблиці 1, 2, 3.

Таблиця 1. Технічні характеристики трактора

Марка	Вага $G_{тр}$, кН	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН

Таблиця 2. Технічні характеристики плуга

Марка	Вага $G_{пл}$, кН	Ширина захвату			Питомий тяговий опір $k_{о.пл}$, кН./м ²	Інтервал швидкостей V_{lim} , км/год
		Плуга $B_{пл}$, м	Корпуса $b_{кор}$, м	Кількість корпусів $n_{кор}$, шт		

Таблиця 3. Технічні характеристики додаткових с.-г. машин

Назва і марка	Вага G_m , кН	Ширина захвату b_m , м	Питомий тяговий опір k_m , кН./м ²

2.3. Розрахувати питомий тяговий опір робочих машин

(для випадку $V_p > V_0$).

для плугів, кН/м²

із культурними корпусами

$$k_{V.пл} = k_{о.пл} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[1 + 0,006 (V_p^2 - V_o^2) \right] \quad (1)$$

із швидкісними корпусами

$$k_{V.пл} = k_{о.пл} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left\{ 1 + 0,004 \left[(V_p^2 - 2) - V_o^2 \right] \right\} \quad (2)$$

для додаткових сільськогосподарських машин кН/м

$$k_{V.M} = k_{O.M} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[1 + \frac{\Delta C}{100} (V_p - V_o) \right] \quad (3)$$

де: ξ_k – коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання машини (для причіпних $\xi_k = 1$, для начіпних $\xi_k = 0,9 \dots 0,95$);

ΔC – приріст питомого тягового опору машини при збільшенні швидкості руху агрегату на 1 км/год, % [3, табл.3.16]; $\Delta C =$

Δk – збільшення питомого опору робочими органами при підвищенні вологості ґрунту, %.

Для визначення приросту Δk користуються залежностями, які приведені на рис. 1 – 5 з урахуванням типу і різновиду ґрунтів. При цьому, за точку оптимуму (W_{opt}) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку ґрунту (табл. 4). Величина відхилення вологості (ΔW) визначається при порівнянні значення вологості ґрунту (W) яка задана в вихідних даних, і оптимальної (W_{opt}).

Для заданих ґрунтів $W_{opt} =$; $\Delta W =$; $\Delta k =$

$k_{V.пл} =$, $k_{V.M} =$

Таблиця 4. Вологість ґрунтів середньосуглинистого механічного складу, %

Ґрунти	Польова вологість, при якій відбувається		Вологість, при якій можлива	
	грудко-утворення	налипання ґрунту на робочі органи	агротехнічно допустима якість обробітку	висока якість обробітку і найменший опір ґрунту
Дерново-підзолисті	11	22	12...21	15...18
Сірі лісові	14	24	15...24	17...18
Чорноземи	13	25	15...24	15...18
Каштанові	12	24	12...23	14...16
Каштаново-солонцеві	12	21	13...20	16...17
Сіро-бурі і бурі	13	21	14...20	15...17
Сіроземи	14	21	15...20	16...19

2.4. Розрахувати робочий опір агрегату, кН:

- начіпного комплексного

$$R_a = k_{Vnn} a b_{кор} n_{кор} + \sum_{i=1}^j k_{VM} b_{mi} n_{mi} + G_{nl} (\lambda_q f_{mp} \pm \sin \alpha) \quad (4)$$

- причіпного комплексного

$$R_a = k_{Vnn} a b_{кор} n_{кор} + \sum_{i=1}^j k_{VM} b_{mi} n_{mi} \pm \left(\sum_{i=1}^j G_{mi} + G_{nl} \right) \sin \alpha \quad (5)$$

(знак "+" відповідає руху на підйом)

де λ_q – коефіцієнт догрузки, який при оранці піщаних ґрунтів і суглинків вологістю 8..,9% дорівнює 0,3...0,5, а стерні конюшини вологістю 18 ... 20% – 1,0.

f_{mp} – коефіцієнт опору кочення трактора [3, табл. 3,9],

$f_{mp} =$

на підйом: $R_a =$

на спуск: $R_a =$

2.5. Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату виконується при визначенні коефіцієнту використання номінального тягового зусилля трактора:

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{TH} \pm G_{mp} \sin \alpha} \quad (6)$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля повинен відповідати значенням [3, табл. 4.1], а в залежності від виду застосованих машин і стану поля він може мати значення 0,8..,0,96. В тому випадку, коли значення коефіцієнта (ξ_p) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора _____, плуга _____, додаткової с.-г. машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_P =$ _____ (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_P =$ _____, (рух на спуск), конструктивна ширина захвату $B_K = b_{кор} n_{кор} =$

3. Підготовка агрегату до роботи.

Коротко описати основні операції, які проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції.

4. Виконати розрахунки, пов'язані із підготовкою поля.

4.1. Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату.

4.2. Визначити ширину загінки, м:

$$C_{ont} = \sqrt{16R_n^2 + 2B_p L_p} \quad (7)$$

де L_p – довжина робочої частини гону, м.

Довжина L_p визначається за допомогою схеми [3, рис. 5.1]:

$$L_p = L - 2E_p \quad (8)$$

де L – довжина гону (поля), м; $L =$

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення) розраховується за формулою 15.

4.3. Мінімальна ширина поворотної смуги залежить від виду повороту і габаритних розмірів агрегату, її можна визначити за допомогою схеми [3, рис. 5.2]:

$$E_{\min} = h + d_K + e \quad (9)$$

де h – параметр, який визначає розміри петлі повороту, в залежності від радіуса R_n ;

$$h = \lambda_E \cdot R_n \quad (10)$$

де λ_E – коефіцієнт пропорційності, чисельні значення його приведені в [3, рис. 5.2 і табл. 5.6]; $\lambda_E =$

R_n – середній радіус повороту агрегату;

Осереднене значення радіуса повороту залежить від конструктивних(**B**) та режимних (**V**) параметрів агрегату:

$$R_n = a_R \cdot R_{no} \quad (11)$$

де **R_{no}** – мінімальний радіус повороту при швидкості

повороту **V_n**=5 км/год [3, табл. 5.4]; **R_{no}**=

a_R – коефіцієнт збільшення радіуса повороту при підвищенні швидкості повороту [3, табл. 5,4];

при **V_n**= маємо **a_R** = **R_n** =

h=

Кінематична ширина агрегату (**d_K**), а «вліво» чи «вправо» залежить від виду повороту:

$$d_K = V_E \cdot B_K \quad (12)$$

Де **V_E** – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату;

– для симетричних агрегатів **V_E** » 0,6;

– для несиметричних агрегатів **V_E** » 1,2;

B_K – конструктивна ширина захвату агрегату, м (пункт 2.5 даної методики).

B_K = **d_K**=

Довжина виїзду агрегату (**e**) залежить від кінематичної довжини агрегату:

$$e = a_e l_a, \quad (13)$$

де **a_e** – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

– для причіпних агрегатів **a_e**=0,5..., 0,75;

– для начіпних агрегатів із задньою навіскою **a_e** =0,1...0,2;

l_a – кінематична довжина агрегату, м

$$l_a = l_{mp} + l_{nl} + l_m \quad (14)$$

де **l_{mp}** **l_{nl}** **l_m** – кінематична довжина, відповідно, трактора плуга і додаткової с.-г. машини, м [3, табл. 5.5; табл. 4.2.].

l_{mp}= **l_{nl}**= **l_m**=

e =

E_{min} =

Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огріхів):

$$E_p = n_{\phi} \cdot B_p \quad (15)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (16)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату [3, рис. 5.3];

$$\beta = \frac{B_p}{B_k}$$

n_{ϕ} – фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги:

$$n_{\phi} = \frac{E_{\min}}{B_p} \quad (17)$$

Результат округляється до ближнього цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

$$n_{\phi} =$$

$$E_p =$$

$$L_p =$$

$$C =$$

Раціональна ширина заїмки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{kp} \cdot 2B_p \quad (18)$$

де n_{kp} – кількість кругів для повного обробітку заїмки.

$$n_{kp} = \frac{C}{2B_p} \quad (19)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{kp} =$$

$$C_p =$$

У всіх випадках ширину заїмки меншою 50 м не приймають.

4.4. Оцінка досконалості прийнятого способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту робочих ходів:

– при оранці петлевим способом із передуванням загінок всклад і врозгін

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4R_n}{C_p}(2R_n - B_p) + R_n + 2e} \quad (20)$$

– при оранці обертовими плугами

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + R_n + 2e} \quad (21)$$

– при оранці безпетлевим комбінованим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_n + 2e} \quad (22)$$

$\varphi =$

5. Виконати розрахунки режиму роботи агрегату.

5.1. Визначити тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год.:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{нз} + T_{нов} + T_{обс})}{1 + \tau_{нов} + \tau_{пер}} \quad (23)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни ($T_{зм} = 7$), год.;

$T_{нз}$ – підготовчо-заключний час ($T_{нз} = 0,33... 0,77$), год.;

$T_{воп}$ – час на відпочинок та особисті потреби

($T_{воп} = 0,4...0,57$), год.;

$T_{обс}$ – час на організаційно-технічне обслуговування

($T_{обс} = 0,05...0,13$), год.;

$\tau_{нов}$, $\tau_{пер}$ – коефіцієнти використання часу зміни на повороти і переїзди.

Коефіцієнт використання часу **зміни** на повороти агрегату:

$$\tau_{нов} = 1 - \frac{K_V \varphi}{\varphi(K_V - 1) + 1} \quad (24)$$

де K_V – відношення швидкостей руху агрегату при повороті і робочому ході V_n / V_p

$K_V =$

$\tau_{нов} =$

Коефіцієнт використання часу зміни на переїзди агрегату з однієї ділянки на іншу:

$$\tau_{пер} = \left(t_{нл} + \frac{L_{пер}}{V_{пер}} \right) \frac{W_z n_{агр}}{F_{ср}} \quad (25)$$

де $t_{нл}$ – тривалість підготовки агрегату до переїзду ($t_{нл} = 0,07$), год.;

$V_{пер}$ – швидкість руху агрегату при переїздах (для МТА з трактором Т-150К – 8,5, решти агрегатів – 6,5), км/год.;

W_z – продуктивність агрегату за годину основного часу, га/год.;

$$W_z = 0,1 B_p V_p \quad (26)$$

$W_z =$

$n_{агр}$ – кількість агрегатів, що працюють водночас;

$L_{пер}$ – відстань переїзду, км;

$F_{ср}$ – середня площа ділянки (поля), га.;

Середню площу ділянки ($F_{ср}$) і відстань переїзду ($L_{пер}$) визначають залежно від довжини гонів (табл. 5).

$T_p =$

Таблиця 5. Середня площа ділянки (поля) і відстань переїзду

Довжина гону, L, м	Середня площа ділянки (поля) $F_{ср}$, га	Відстань переїзду $L_{пер}$, км
до 150 (125)	до 1,5	0,6
150...200 (175)	3	0,7
200...300 (250)	6	0,81
300...400 (350)	12	0,93
400...600 (500)	24	1,05
600...1000 (800)	60	1,25
понад 1000 (1200)	понад 140	1,50

5.2. Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (27)$$

$\tau =$

6. Розрахувати продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

$$W_{зз} = 0,1B_p V_p \tau \quad (28)$$

$W_{зз} =$

7. Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{зз} \cdot T_{зм} \quad (29)$$

$W_{зм} =$

8. Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

8.1. Розрахувати витрати пального на одиницю виробітку агрегату, кг/га:

$$g_{за} = \frac{G_{np}T_p + G_{зуп}T_{зуп} + G_{nx}T_{нов} + G_{пер}T_{пер}}{T_{зм}W_{зз}} \quad (30)$$

де G_{np} , G_{nx} , $G_{зуп}$, $G_{пер}$, – витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах, зупинках і переїздах, кг/год. [3, табл. 6.1]

$G_{np} =$; $G_{nx} =$; $G_{зуп} =$; $G_{пер} =$

T_p , $T_{нов}$, $T_{зуп}$, $T_{пер}$ – час, затрачений на чисту роботу, на повороти, на зупинки і переїзди, год.

Час, витрачений на повороти, год.:

$$T_{нов} = \frac{T_p(1-\varphi)}{\varphi} = \tau_{нов}T_p \quad (31)$$

$T_{нов} =$

Час затрачений на переїзди з ділянки на ділянку, год.:

$$T_{пер} = \tau_{пер} T_{зм} \quad (32)$$

$T_{пер} =$

Час, затрачений на зупинки для технологічного обслуговування, год.:

$$T_{зуп} = T_{обсл} = \quad (33)$$

$g_{га} =$

8.2. Розрахувати витрати праці на одиницю виконаної роботи, люд/год.:

$$З_{н.га} = \frac{m}{W_{гз}} \quad (34)$$

де m – кількість працівників, що обслуговують агрегат.

$m =$

$З_{н.га} =$

8.3. Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га

$$A_n = H_n g_{га} \quad (35)$$

де H_n – питома теплота згорання палива, Дж/кг: (дизельне паливо - $4,166 \cdot 10^7$; бензин - $4,38 \cdot 10^7$; лігроїн - $4,34 \cdot 10^7$; гас – $4,29 \cdot 10^7$).

$A_n =$

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год.} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж.}$ то повну питому енергоемність можна виразити в кВт·год/га.

9. Висновки.

По розрахованим значенням параметрів $W_{гз}$, $g_{га}$, $З_{н.га}$ A_n провести оцінку агрегату, порівнюючи їх із нормативними значеннями.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте послідовність виконання завдань при проектуванні операційної технології оранки?
2. Поясніть призначення операції оранка, перелічіть агротехнічні вимоги?
3. Визначте методи контролю дотримання агротехнічних вимог?
4. Охарактеризуйте вибір робочої швидкості агрегату під час оранки?
5. Проаналізуйте виконання розрахунків питомого тягового опору робочих машин.
6. Дайте пояснення розрахунковій формулі по визначенню робочого опору агрегату.
7. Дайте оцінку правильності вибору робочої швидкості агрегату.

8. За яким принципом виконується підготовка агрегату до роботи?
9. На що впливають розрахунки, пов'язані із підготовкою поля.
10. Що відображають розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат при виконанні оранки.

Тема № 11

Проектування операційної технології сівби

1. Призначення операції, АТВ і методи контролю якості роботи.
2. Обґрунтування оптимального складу і режимів роботи МТА
3. Підготовка агрегату і поля до роботи.
4. Параметри технологічного циклу і роботи МТА.
5. Розрахунок експлуатаційних витрат.

Література: 1. **Машиновикористання в землеробстві** /В.І. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.: За ред. В.І. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

2. **Каталог-довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу** (видання друге). – К.: Асоціація "Прома", 2002.

3. **Довідник з машиновикористання в землеробстві** (За ред. В.І.Пастухова. – Харків: "Веста", 2001. – 347 с.

Мета: оволодіти навичками проектування і організації механізованих робіт.

Вихідні дані:

1. Спосіб сівби (садіння) _____
2. С.-г. Культура _____
3. Конфігурація і розміри поля (*вибираються безпосередньо із карти землекористування реального господарств*) _____
Площа $F =$ ____ м²; довжина $L =$ ____ м; ширина $C =$ ____ м
4. Агрофон _____
5. Норма висіву насіння h_n , кг/га _____
6. Відстань перевезення насіння S , км _____
7. Кут ухилу місцевості α , град _____

Послідовність виконання завдання

1. Пояснити призначення операції, перелічити агротехнічні вимоги і привести методи контролю їх виконання використовуючи конспект лекцій і підручник [1].
2. Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції.
- 2.1. У відповідності із призначенням операції, агротехнічними вимогами, і технологічними умовами вибрати по технічним характеристикам [2; 3] марку трактора і сівалки (саджалки).

Марка трактора _____, сівалка (саджалка) _____

Таблиця 1. Технічні характеристики трактора

Марка	Вага $G_{тр}, kH$	Передача	Швидкість $V_p, км / год$	Тягове зусилля $P_{тн}, kH$

Таблиця 2. Технічні характеристики сівалки (саджалки)

Назва і марка	Вага G_M, kH	Ширина захвату	Питомий тяговий опір $k_O, kH / m$	Інтервал швидкостей $V_{lim}, км / год$

- 2.2. Обґрунтування робочої швидкості агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції.

- Встановити ,інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей, в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г, машинами, що виконують основну технологічну операцію [3, табл.

3.14]; $V_{lim} =$

- Вибрати питомий тяговий опір при швидкості $V_0 = 5$ км/год для сівалки (сажалки) $k_o = \underline{\hspace{2cm}}$ кН/м [3, табл. 3.13] у відповідності із призначенням машини;
- Із тягової характеристики [3, табл. 3.11] трактора, заданої марки, в режимі експлуатації $N_T = N_{T/\max}$ з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей.

передача					
параметри					
$V_P, \text{км/год}$					
$P_{T.\max}, \text{кН}$					
$N_{T.\max}, \text{кВт}$					

- З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ($N_{T.\max}$). Робоча швидкість (V_P) і номінальне тягове зусилля ($P_{T.H}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

$$V_P = \quad P_{T.H} =$$

2.3. Виконати розрахунки по уточненню величини питомого тягового опору робочих органів машин, кН/м (для випадку $V_P > V_0$).

$$k_V = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C}{100} (V_P - V_0) \right] \quad (2.1)$$

де ΔC – приріст питомого тягового опору при збільшенні швидкості руху агрегату на 1 км/год, % [3, табл. 3.16]; $\Delta C =$

$$k_v =$$

2.4. Виконати розрахунки по визначенню складу агрегату.

2.4.1. Розрахувати максимальну ширину захвату причіпного агрегату, м:

$$B_{\max} = \frac{(P_{TH} \pm G_{mp} \sin \alpha) \xi_{PH}}{k_v \pm g_m + \sin \alpha + g_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha)}, \quad (2.2)$$

(знак "-" в чисельнику і "+" у знаменнику відповідає руху на підйом);

де ξ_{PH} – раціональне значення ступеня використання номінальної сили тяги

для заданої роботи і марки трактора [3, табл. 4.1]; $\xi_{PH} =$

g_m – відношення ваги сівалки до її конструктивної ширини захвату кН/м:

$$g_m = \frac{G_m}{b_m} \quad (2.3)$$

$g_{\zeta \times}$ – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її максимальної ширини захвату, кН/м, [3, табл. 4.2.11] (для розрахунків можна прийняти $g_{зч} = 1,0$);

$f_{\zeta \times}$ – коефіцієнт опору коченню зчіпки [3, табл.4.3].

$$f_{\zeta \times} =$$

$$\text{підйом } B_{\max} =$$

$$\text{спуск } B_{\max} =$$

2.4.2. Визначити кількість сівалок (саджалок) в агрегаті:

$$n_m = \frac{B_{\max}}{b_m} \quad (2.4)$$

(результат округлити до цілого меншого числа);

$$n_m =$$

2.4.3. Обґрунтувати необхідність використання зчіпки.

При виборі зчіпки необхідно знати її фронт ($\Phi_{зч}$, м) в залежності від кількості робочих машин для виконання основної технологічної операції.

$$\Phi_{зч} = b_m (n_m - 1) \quad (2.5)$$

$$\Phi_{зч} =$$

По величині фронту зчіпки підібрати конкретну її марку і вагу ($G_{\zeta \times}$, кН) [3, табл. 4.2.11].

Таблиця 3. Технічні характеристики зчіпки

Назва і марка	Вага $G_{зч}$, кН	Ширина захвату b_m , м	Фронт зчіпки $\Phi_{зч}$, м	Довжина $L_{зч}$, м

2.4.4. Розрахувати сумарний тяговий опір агрегату, кН;

– причіпного

$$R_a = (k_v b_m \pm G_m \sin \alpha) n_m + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha), \quad (2.6)$$

– начіпного

$$R_a = k_v b_m \pm G_m (\lambda_{\partial} f_{mp} \pm \sin \alpha), \quad (2.7)$$

(знак "+" в формулі береться для випадку руху на підйом, знак "-" під ухил);

де λ_{∂} – коефіцієнт догрузки, який для посівних машин має значення в межах 0,2...0,5. Більші значення приймають для анкерних сошників;

f_{mp} – коефіцієнт опору кочення трактора [3, табл. 3.9]

$f_{mp} =$

підйом $R_a =$

спуск $R_a =$

2.5. Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля трактора.

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{TH} \pm G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.8)$$

(знак " – " в формулі береться для випадку руху на підйом).

Підйом $\xi_p =$

Спуск $\xi_p =$

Коефіцієнт використання тягового зусилля повинен відповідати значенням [3, табл. 4.1], а в залежності від виду застосованих машин і стану поля він може мати значення 0,8...0,96. В тому випадку, коли значення коефіцієнта (ξ_p) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора _____, сівалки _____, кількість сівалок $n_m =$ _____, зчіпки _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ _____ (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p =$ _____ (рух на спуск), $B_K =$ _____

3. Підготовка агрегату до роботи

3.1. Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції.

3.2. Для забезпечення правильного формування стикових міжрядь агрегати обладнуються маркерами і слідопоказчиками.

При виконанні сівби човниковим способом руху необхідно обладнати агрегат правим і лівим маркером.

Одномашинний агрегат механізатор веде зовнішнім обрізом праш гусениці (колеса) по маркерній лінії (рис 2.1). В цьому випадку виліт правого і лівого маркерів визначають за формулами.

$$M_{np} = \frac{b_m - B_{руш}}{2} + m \quad (2.9)$$

$$M_{лів} = \frac{b_m + B_{руш}}{2} + m \quad (2.10)$$

де m – ширина міжряддя, м [3, табл. 4.2];

$B_{руш}$ – ширина захвату рушіїв трактора, м.

$$B_{\text{дод}} = \hat{E} \hat{i} \hat{e} + b_{\hat{a}}(\hat{e}) \quad (2.11)$$

де $K_{ол}$ – колія трактора, м [3, табл. 3.8];

$b_{г(к)}$ – ширина гусениці (колеса), м. [3, табл. 3.8]

$$B_{руш} =$$

$$M_{np} =$$

$$M_{лів} =$$

При використанні **багатомашинних** агрегатів застосовують слідопоказчик, він сприяє зменшенню вильоту маркера, При довжині слідопоказчика $c = 2,5 \text{ м}$ розміри правого і лівого маркерів будуть однакові (рис. 2.2) і тільки в тому випадку коли використовуються як правий так і лівий слідопоказчики.

$$M_{np} = M_{лів} = \frac{B_a}{2} + m - c \quad (2.12)$$

де B_a – ширина захвату агрегату, м (п. 2.5 даної методики); c – слідопоказчик (його довжина), м. ($c = 2,5 \text{ м}$)

$$M_{np} =$$

$$M_{лів} =$$

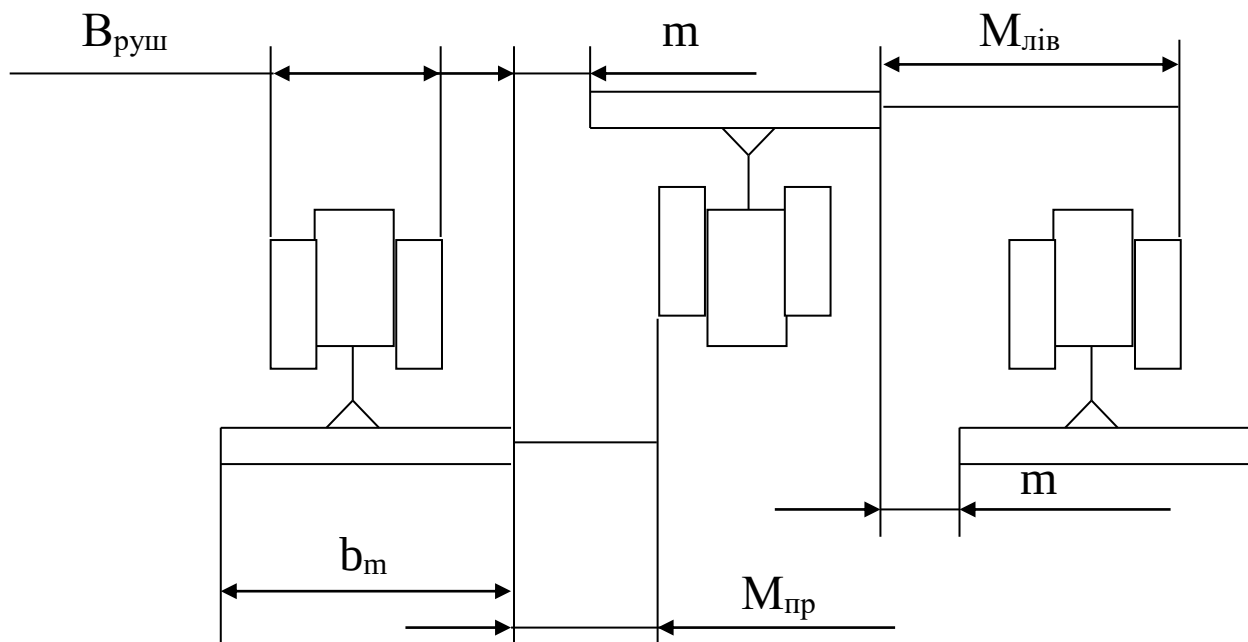


Рис. 2.1. Схема одномашинного агрегату із застосуванням маркерів

4. Виконати розрахунки, пов'язані із підготовкою поля.

4.1. Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату.

4.2. Визначити ширину поворотної смуги (раціональне її значення)

Мінімальна ширина поворотної смуги залежить від виду повороту і габаритних розмірів агрегату, її можна визначити за допомогою схеми [3, рис. 5.2]:

$$E_{\min} = h + d_k + e \quad (2.13)$$

де h – параметр, який визначає розміри петлі повороту, в залежності від радіуса R_n ;

$$h = \lambda_E \cdot R_n \quad (2.14)$$

де λ_E коефіцієнт пропорційності, чисельні значення його приведені в

[3, рис. 5.2 і табл. 5.6]; $\lambda_E =$

R_n – середній радіус повороту агрегату;

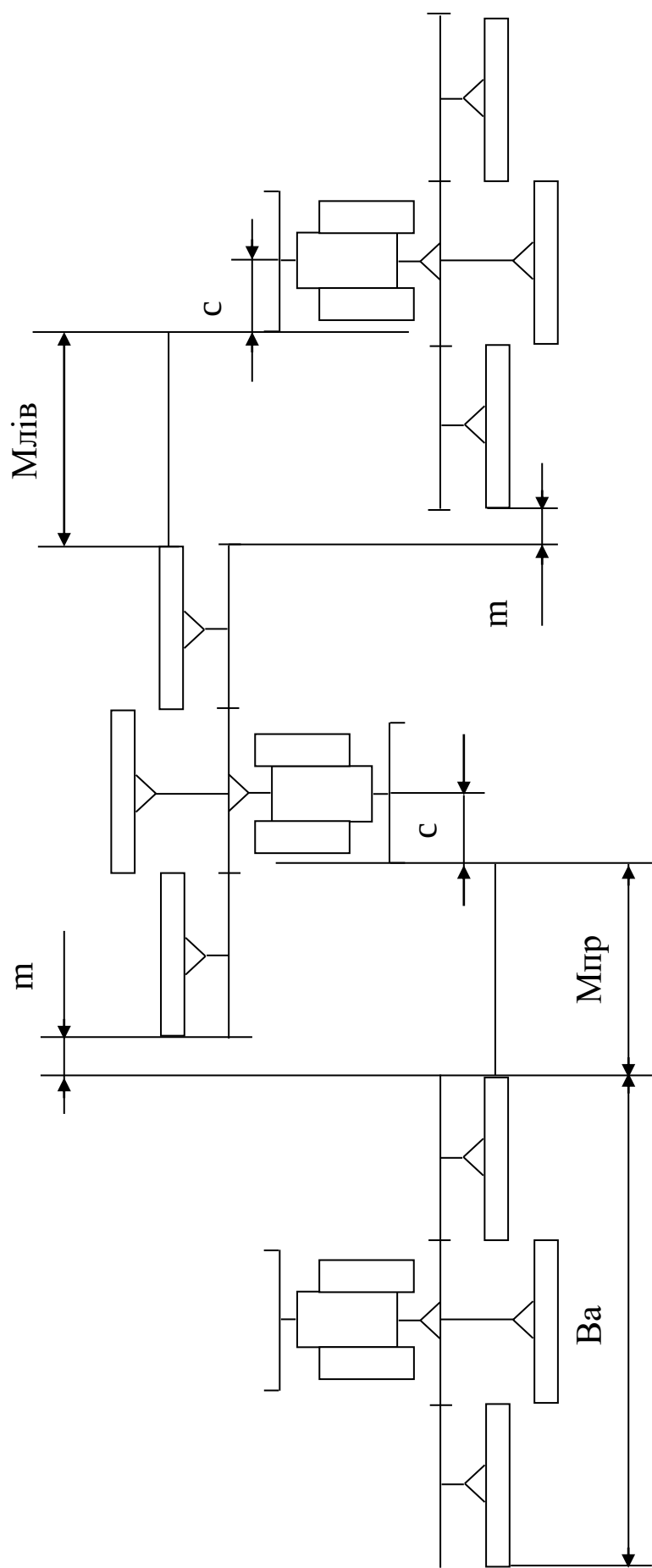


Рис. 2.2. Схема багатомашинного агрегату із застосуванням маркерів і слідпоказчиків

Осереднене значення радіуса повороту залежить від конструктивних (В) та режимних (V) параметрів агрегату:

$$R_n = a_R \cdot R_{no} \quad (2.15)$$

де R_{no} – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту

$$V_n = 5 \text{ км/год [3, табл. 5.4]; } R_{no} =$$

a_R – коефіцієнт збільшення радіуса повороту при підвищенні швидкості повороту [3, табл. 5.4];

$$\text{при } V_n = \quad \text{маємо } a_R = \quad R_n =$$

$$h =$$

Кінематична ширина агрегату (d_k), а «вліво» чи «вправо» залежить від виду повороту;

$$d_k = V_E \cdot B_k \quad (2.16)$$

де V_E – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

- для симетричних агрегатів $V_E \approx 0.6$;

- для несиметричних агрегатів $V_E \approx 1,2$;

B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м (п. 2.5 даної методики).

$$B_k = \quad d_k =$$

Довжина виїзду агрегату (e) залежить від кінематичної довжини агрегату:

$$e = a_e \cdot l_a \quad (2.17)$$

де a_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів $a_e = 0,5 \dots 0,75$;

- для начіпних агрегатів із задньою навіскою $a_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м

$$l_a = l_{mp} + l_{3ч} + l_a \quad (2.18)$$

де l_{mp} , $l_{3\psi}$, l_c – кінематична довжина, відповідно, трактора, зчіпки і сівалки, м [3, табл. 5.5; табл. 4.2,],

$$l_{mp} = \quad l_{3\psi} = \quad l_c =$$

$$e = \quad E_{\min} =$$

Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того, щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огріхів):

$$E_p = n_{\phi} \cdot B_p \quad (2.19)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_k \beta \quad (2.20)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату [3, табл. 5.3];

n_{ϕ} – фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги:

$$n_{\phi} \geq \frac{E_{\min}}{B_p} \quad (2.21)$$

$$n_{\phi} =$$

Результат округляється до ближнього цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

$$E_p =$$

4.3. Довжина робочої частини гону визначається за допомогою схеми [3, рис. 5.1]:

$$L_p = L - 2E_p \quad (2.22)$$

де L – довжина гону (поля), м;

$$L_p =$$

- 4.4. Оцінка досконалості прийнятого способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону;
– при виконанні сівби човниковим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_n + 2e} \quad (2.23)$$

$\varphi =$

5. Виконати розрахунки по визначенню параметрів технологічного циклу сівби (садіння).

- 5.1. Розрахувати параметри по визначенню місця заправок сівалки (сажалки) насінням і добривами:

- довжина шляху між заповненнями ящиків сівалок насінням, м

$$l_n = \frac{10^4 V_{\text{я}} \rho_n \psi_{\text{я}}}{h_n B_k} \quad (2.24)$$

де $V_{\text{я}}$ – об'єм ящика для насіння, дм [3, табл. 4.2.9];

$P_{\text{я}}$ – об'ємна маса насіння, т/м³ [3, табл. 4.20];

$\psi_{\text{я}}$ – коефіцієнт використання об'єму ящика ($\psi_{\text{я}} = 0$),

$l_H =$

- відстань по ширині ділянки (загінки) між місцями заправки, м

$$C_3 = 2B_p \cdot n_{kp} \quad (2.25)$$

де n_{kp} – кількість кругів між місцями заправки;

$$n_{kp} = \frac{l_n}{2B_p} \quad (2.26)$$

$n_{kp} =$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$C_3 =$

При виконанні технологічного процесу сівби (садіння) з одночасним внесенням добрив аналогічні розрахунки виконують і для визначення місць заправки агрегатів добривами.

- 5.2. Розрахувати витрати ласу на технологічний цикл сівби (садіння).

Технологічний цикл може включати в себе такі складові:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_{\text{нов}} + t_{\text{нн}} + t_{\text{нд}} \quad (2.27)$$

де $t_{\text{нн}}$ – тривалість одного завантаження агрегату насінням, год.

($t_{\text{нн}} = 5 \dots 10 \text{ хв}$);

$t_{\text{нд}}$ – тривалість одного завантаження агрегату добривами год.

($t_{\text{нд}} = 3 \dots 6 \text{ хв}$);

t_p – тривалість чистої роботи за один цикл, год.;

$$t_p = \frac{2L_p \cdot n_{\text{кр}}}{10^3 \cdot V_p} \quad (2.28)$$

$t_p =$

$t_{\text{нов}}$ – тривалість одного повороту, год.;

$$t_{\text{нов}} = \frac{2n_{\text{кр}}(6R_n + 2e)}{10^3 \cdot V_n} \quad (2.29)$$

$t_{\text{нов}} =$

$t_u =$

6. Виконати розрахунки режиму роботи агрегату із визначенням складових елементів часу зміни.

$$T_{\text{зм}} = T_p + T_{\text{нов}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{нз}} + T_{\text{вон}} \quad (2.30)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни ($T_{\text{зм}} = 7$), год.;

$T_{\text{вон}}$ – час на відпочинок та особисті потреби

($T_{\text{вон}} = 0,4 \dots 0,57$), год.;

$T_{\text{уз}}$ – підготовчо-заключний час

($T_{\text{уз}} = 0,33 \dots 0,77$), год.;

$T_{\text{обс}}$ – час на організаційно-технічне обслуговування, год.;

$$T_{\text{обс}} = (t_{\text{нн}} + t_{\text{нд}})n_{\text{ц}} \quad (2.31)$$

$T_{\text{нов}}$ – час, витрачений на повороти за зміну, год.;

$$T_{\text{нов}} = t_{\text{нов}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (2.32)$$

T_p – тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год.;

$$T_p = t_p \cdot n_{\text{ц}} \quad (2.33)$$

де $n_{\text{ц}}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - (T_{\text{нз}} + T_{\text{вон}})}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.34)$$

$$\begin{aligned} n_{\text{ц}} &= & T_p &= \\ T_{\text{нов}} &= & T_{\text{обс}} &= \end{aligned}$$

6.1. Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau = \frac{T_z}{T_{\text{зм}}} \quad (2.35)$$

$$\tau =$$

7. Розрахувати продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

$$W_{\text{зз}} = 0,1 B_p V_p \tau \quad (2.36)$$

$$W_{\text{зз}} =$$

8. Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{зз}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (2.37)$$

$$W_{\text{зм}} =$$

9. Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

9.1. Розрахувати витрати пального на одиницю виробітку агрегату, кг/га:

$$g_{\text{zn}} = \frac{G_{\text{np}} T_p + G_{\text{nx}} T_{\text{нов}} + G_{\text{зуп}} T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}} W_{\text{зз}}} \quad (2.38)$$

де G_{np} , G_{nx} , $G_{\text{зуп}}$ – витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах, зупинках, кг/год.

[3, табл. 6.1];

$$G_{\text{np}} = \quad ; G_{\text{nx}} = \quad ; G_{\text{зуп}} = \quad ;$$

$T_{\text{зуп}}$ – час, затрачений на зупинки, год.

$$T_{зун} = T_{обс} =, \quad g_{га} =$$

9.2. Розрахувати витрати праці на одиницю виконаної роботи, люд-год/га:

$$z_{n.га} = \frac{m}{W_{гз}} \quad (2.39)$$

де m – кількість працівників, що обслуговують агрегат;

$$m = z_{n.га} =$$

9.3. Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га

$$A_n = H_n g_{га} \quad (2.40)$$

де H_n – питома теплота згорання палива, Дж/кг: (дизельне паливо – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$; лігроїн – $4,34 \cdot 10^7$; гас – $4,29 \cdot 10^7$).

$$A_n =$$

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоемність можна виразити в кВт*год/га.

10. Висновки; по розрахованим значенням параметрів W_{up} , $g_{га}$, A_n

провести оцінку агрегату, порівнюючи їх із нормативними значеннями.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте послідовність виконання завдань при проектуванні операційної технології сівби?
2. Поясніть призначення операції сівби, перелічіть агротехнічні вимоги?
3. Визначте методи контролю дотримання агротехнічних вимог?
4. Охарактеризуйте вибір робочої швидкості агрегату під час сівби?
5. Проаналізуйте виконання розрахунків питомого тягового опору робочих органів машин.
6. Дайте пояснення розрахунковій формулі по визначенню максимальної ширини захвату причіпного агрегату.
7. Як визначити кількість сівалок (саджалок) в агрегаті?.
8. За яким принципом обґрунтовується необхідність використання зчіпки?
9. На що впливають розрахунки, пов'язані із підготовкою поля.
10. Що відображають операції пов'язані з підготовкою агрегату до роботи

Тема № 12

Проектування технологічного процесу (збирання зернових)

1. Призначення процесу, АТВ і методи контролю якості роботи.
2. Обґрунтування оптимального складу і режимів роботи МТА
3. Підготовка агрегату і поля до роботи.
4. Параметри технологічного циклу і роботи МТА.
5. Розрахунок експлуатаційних витрат.
6. Умови поточності технологічного процесу і розрахунок транспортних засобів.

Література: 1. **Машиновикористання в землеробстві** /В.І. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.: За ред. В.І. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

2. **Каталог-довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу** (видання друге). – К.: Асоціація "Прома", 2002.

3. **Довідник з машиновикористання в землеробстві** (За ред. В.І.Пастухова. – Харків: "Веста", 2001. – 347 с.

Мета: оволодіти навичками проектування і організації механізованих робіт.

Вихідні дані:

1. Спосіб сівби (садіння) _____
2. С.-г. Культура _____
3. Конфігурація і розміри поля (*вибираються безпосередньо із карти землекористування реального господарств*) _____
Площа $F =$ ____ м²; довжина $L =$ ____ м; ширина $C =$ ____ м
4. Урожайність зерна H_z , ц/га _____
5. Соломистість δc _____
6. Вологість рослинної маси w , % _____
7. Засміченість рослинної маси $З$, % _____
8. Полеглість рослинної маси $П$, % _____
9. Відстань перевезення: зерна S_z , км _____
соломи S_c , км _____
7. Кут ухилу місцевості a , град _____

Послідовність виконання завдання

1. Пояснити призначення операції, перелічити агротехнічні вимоги і привести методи контролю їх виконання використовуючи конспект лекцій і підручник [1].
2. Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції.
- 2.1. У відповідності із призначенням операції і технологічними умовами до її виконання вибрати по технічним характеристикам [2; 3] марку сільськогосподарських машин:
 - для роздільного способу організації збирання зернових вибираємо жниварку.

Ширину захвату жниварки визначають в залежності від урожайності всієї маси і параметрів скошеного валка

$$B_p = 10q_v / H_z(1 + \delta c) \quad (3.1)$$

де q_v – маса погонного метра валка, кг/м;

Оптимальна маса (q_v) для північних районів знаходиться в межах 1,5...2,0 кг/м, а для південних районів – 4,5...6,0 кг/м.

При розрахунках у формулу 3,1 підставляємо таке значення q_v заданого району, при якому одержимо найближче значення B_p до стандартної ширини.

$B_p =$

Таблиця 1. Технічні характеристики жниварки

Назва і марка	Призначення	Вага $G_{ж}$, кН	Ширина захвату	Агрегатується

– для підбору валків і прямого комбайнування вибираємо комбайн

Таблиця 2. Технічні характеристики комбайну

Назва і марка	Вага G_m , кН	Пропускна здатність q , кг/с	Потужність двигуна $N_{ен}$, кВт	Місткість	
				Бункера V_6 , м ³	Копнувача V_k , м ³

2.2. Обґрунтування робочої швидкості агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції,

2.2.1. Розрахувати швидкість руху комбайну, обумовлену фактичною пропускною здатністю молотарки, км/год:

– для роздільного способу збирання

$$V_{pq} = \frac{3,6q_{\phi}}{K_{\epsilon}q_{\epsilon}} \quad (3.2)$$

де K_{ϵ} - коефіцієнт, що враховує зменшення вологості валка при його просушуванні ($K_{\epsilon}=0,78...0,85$);

– при прямому комбайнуванні

$$V_{pq} = \frac{3,6q_{\phi}}{q_{\epsilon}} \quad (3.3)$$

де q_{ϕ} – фактична пропускна здатність молотарки, кг/с.

На фактичне значення (q_{ϕ}) впливають такі фактори:

- солемистість (δ_c), вологість (ω) засміченість (3)

$$q_{\phi} = q K_{\delta\omega z} \quad (3.4)$$

- Полеглість рослинної маси (Π)

$$q_{\phi} = q K_{\Pi} \quad (3.5)$$

де q – пропускна здатність молотарки комбайна для нормальних умов збирання, кг/с. (табл. 3.2)

$K_{\delta\omega z}$ – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує солемистість, вологість і засміченість бур'янами, %:

$$K_{\delta\omega z} = (1.5 - 0.3\delta_c) - (0.948 - 0.195\delta_c) 0.05(\omega - 20) - [0.48 - (\delta_c - 1) 0.32] 0.02 \cdot z$$

де K_{Π} – коефіцієнт, що враховує полеглість рослинної маси, %

$$K_{\Pi} = 1,02 - 0,0065 \cdot \Pi \quad (3.7)$$

Якщо хлібостій і полеглий і вологий і засмічений, то визначають значення обох коефіцієнтів і по меншому з них розраховують фактичну пропускну здатність (q_{ϕ}) молотарки комбайна.

$$K_{\delta\omega z} =$$

$$K_{\Pi} =$$

$$q_{\phi} =$$

$$V_{pq} =$$

Для комбайнів з малою енергоємністю (наприклад: СК-5 „Нива”, СК-6 „Колос”) робоча швидкість руху обумовлюється також потужністю двигуна в заданих умовах виконання технологічної операції:

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{en} - N_{ex})}{\frac{G_a(f_K \pm \sin \alpha)}{\eta_{mp}} + \frac{B_p H_3(1 + \delta_c)N_n}{10}} \quad (3.8)$$

де N_{ex} – потужність, що витрачається на холостий хід механізмів комбайна, кВт.

(СК-5 – $N_{ex}=10,5$ кВт; СК-6 – $N_{ex}=12,0$ кВт)

N_n – питома потужність, яка необхідна для обмолоту хлібної маси, кВт с/кг;

(СК-5, СК-6 – $N_n=9$ кВт с/кг);

η_{mp} – ККД трансмісії комбайна; ($\eta_{mp}=0,76...0,83$);

f_K – коефіцієнт опору кочення комбайна по стерні;

[3, табл. 4.3];

G_a – загальна вага комбайнового агрегату, кН.

При визначенні загальної ваги комбайнового агрегату також враховують половину об'єму завантаженого бункера і копнувача:

– при роботі з копнувачем:

$$G_a = G_k + 0,5V_{\delta}\rho_z + 0,5V_k\rho_c \quad (3.9)$$

– при роботі з подрібненням соломи:

$$G_a = G_k + 0,5V_{\delta}\rho_z + G_{np} + 0,5V_{np}\rho_c \quad (3.10)$$

де ρ_z, ρ_c – об'ємна маса зерна соломи, кН/м³ [3, табл. 4,20];

G_{np} – конструктивна вага причепа для подрібненої соломи, кН [2];

V_{np} – місткість причепа для подрібнення соломи, м³ [2];

$G_a =$

$V_{pN} =$

Із визначених (V_{pq}) і (V_{pN}) вибирають швидкість з меншим значенням як викр иртовують для наступних розрахунків

Якісне виконання технологічної операції збирання зернових культур в повній мірі залежить від режиму роботи агрегату. В таблиці наведені рекомендовані робочі швидкості.

Таблиця 3. Робоча швидкість комбайну при прямому комбайнуванні, км/год.

Ширина захвату жатки, м	Пшениця (урожайність, т/га)				
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
6	6,7...9,6	4,5...6,4	3,4...4,8	2,7...3,8	2,2...3,2
7	5,7...8,2	3,8...5,5	2,9...4,1	2,3...3,3	1,9...2,7
	Ячмінь (урожайність, ц/га)				
6	8,4...10	4,2...6	2,8...4	2,1...3	1,7...2,4
7	7,2...10	3,6...5,1	2,4...3,4	1,8...2,7	1,5...2,1
	Жито (урожайність, ц/га)				
6	7,5...10	4,4...6,3	2,9...4,2	2,2...3,2	1,8...2,5
7	6,8...10	3,8...5,4	2,5...3,6	1,9...2,7	1,5...2,1
	Овес (урожайність, ц/га)				
6	8,4...10	4,2...6	2,8...4	2,1...3	1,7...2,4
7	7,2...10	3,6...5,1	2,4...3,3	1,8...2,7	1,5...2,1

Табл. 3.4. Швидкість комбайну при підборі валків, км/год.

Ширина захвату жатки, м	Пшениця (урожайність, т/га)				
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
6 (4,2*)	6,7...9,6	4,5...6,4	3,4...4,8	2,7...3,8	2,2...3,2
10 (6*)	4...5,7	2,6...3,7	2...2,8	1,6...2,3	1,3...1,8
12 (8,4*)	3,3...4,7	2,2...3,1	1,7...2,4	1,3...1,8	1,1...1,5
20 (12*)	2...2,8	1,3...1,8	1...1,4	0,8...1,1	0,6...0,8
	Ячмінь (урожайність, ц/га)				
6 (4,2*)	8,4...10	4,2...6	2,8...4	2,1...3	1,7...2,4
10 (6*)	5...7	2,5...3,6	1,7...2,44	1,25...1,8	1...1,4
12 (8,4*)	4,2...6	2,1...3	1,4...2	1...1,4	0,8...1,1
20 (12*)	2,5...3,6	1,3...1,8	0,8...1,1	0,6...0,8	0,5...0,7
	Горох (урожайність, ц/га)				
6 (4,2*)	10	7,5...10	5...7,1	3,7...5,4	
10 (6*)	10	5,2...7,5	3,5...5	2,6...3,7	
12 (8,4*)	7,5...10	3,7...5,3	2,5...3,5	1,8...2,7	
20 (12*)	5,2...7,5	2,6...3,7	1,7...2,5	1,3...1,8	

ПРИМІТКА. Відношення маси зерна пшениці, ячменю та вівса до маси соломи 1:1,5, а жита - 2:2. у разі зміни відношення зерна до соломи значення робочих швидкостей треба збільшити;

При $\delta_c=1,2$ — у 1,25 рази; $\delta_c=1$ — у 1,5 рази; $\delta_c=0,8$ — у 1,8 рази.

*Розміри жатки для підбору валків гороху.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі.

– при роздільному способі збирання

Трактор _____, жниварка _____, із шириною захвату $B_p =$ _____ і комбайн _____, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p =$ _____.

– при прямому комбайнуванні

Комбайн _____, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p =$ _____.

3. Підготовка агрегату до роботи

3.1. Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції.

4. Виконати розрахунки, пов'язані із підготовкою поля.

4.1. Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, місця обкосів, прокосів, транспортних магістралей вивезення зерна і копців соломи та показати прийнятий спосіб руху агрегату.

4.2. Оцінка досконалості прийнятого способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при способі руху „по колу”:

$$\varphi = \frac{L \cdot C}{L(C + \frac{B_p}{2}) + 6R_n(2R_n - B_p)} \quad (3.11)$$

– при загінковому способі руху:

$$\varphi = \frac{L \cdot C}{L + 0,5C + \frac{4R_n}{C}(2R_n - B_p) + R_n} \quad (3.12)$$

де L – середня довжина гону, м;

R_n – радіус повороту агрегату, м ($R_n \approx B_p$);

C – ширина загінки, м:

$$C = \frac{10^4(1,05 \dots 1,10)W_o}{L} \quad (3.13)$$

де W_o – продуктивність за годину чистого робочого часу, га/год [2];

$C =$

$\varphi =$

5. Виконати розрахунки по визначенню параметрів технологічного циклу збирання зернових.

5.1. Розрахувати параметри по визначенню місць вивантаження зерна із бункера і соломи із копнувача:

– довжина шляху для заповнення бункера комбайна зерном, м

$$l_{\delta} = \frac{10^3 V_{\delta} \rho_z}{H_z B_p} \quad (3.14)$$

$l_{\delta} =$

– час заповнення бункера комбайна зерном, год.;

$$t_{\delta} = \frac{10^{-3} V_k l_{\delta}}{V_p} \quad (3.15)$$

$t_{\delta} =$

– довжина шляху для заповнення копнувача комбайна соломною (або причепа подрібненої соломною), м

$$l_k = \frac{10^3 V_k \rho_c}{H_z B_p \delta_c} \quad (3.16)$$

$l_k =$

– час заповнення копнувача комбайна соломною, год.:

$$t_k = \frac{10^{-3} l_k}{V_p} \quad (3.17)$$

$t_k =$

6. Виконати розрахунки режиму роботи агрегату

6.1. Визначити складові елементи часу зміни, год.

$$T_{зм} = T_p + T_{нов} + T_{обс} + T_{пз} + T_{пер} + T_{вон} \quad (3.18)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни ($T_{зм}=7$), год;

$T_{вон}$ – час на відпочинок та особисті потреби

$T_{вон} = 0,048 T_{зм}$ год;

$T_{пз}$ – підготовчо-заклісний час ($T_{пз} = 0,08 T_{зм}$), год;

$T_{пер}$ – час на переїзди з ділянки на ділянку протягом зміни

($T_{пер} 0,02 T_{зм}$) год;

$T_{обс}$ – час на організаційно-технологічне обслуговування, год.;

Час $T_{обс}$ розподіляється на циклове обслуговування $T_{обс.ц}$ (вивантаження зерна із бункера комбайна і соломи із копнувача, заміна причепа і т. ін.) і позациклове обслуговування $T_{обс.пц}$ (очищення робочих органів, перевірка якості роботи і т. ін.)

$T_{обс.пц} = 0,09 T_{зм}$ – при скошуванні у валки;

$T_{обс.пц} = 0,12 T_{зм}$ – при прямому комбайнуванні та підбиранні валків.

Час на циклове обслуговування ($T_{обс.ц}$), год.,

$$T_{обс.ц} = t_{обс.ц} n_{ц} \quad (3.19)$$

де $t_{обс.ц}$ – технологічний час одного циклу збиральних робіт, год;

$$t_{обс.ц} = t_{рб} + t_{зн} \quad (3.20)$$

де $t_{рб}$ – час на розвантаження бункера комбайна,

($t_{рб} = 0,06$ год);

$t_{зн}$ – час на заміну причепа, ($t_{зн} = 0,03, \dots 0,04$ год.);

$t_{обс.ц} =$

$n_{ц}$ – кількість циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{обс.пц} + T_{пц} + T_{пер} + T_{вон})}{t_{ц}} \quad (3.21)$$

де $t_{ц}$ – тривалість одного циклу збиральних робіт, год;

$$t_{ц} = t_{б} + t_{обс.пц} + t_{нов} \quad (3.22)$$

де $t_{нов}$ – час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год;

$$t_{нов} = \frac{t_{б}(1-\varphi)}{\varphi} \quad (3.23)$$

$$t_{нов} = \quad t_{ц} = \quad n_{ц} = \quad T_{обс.ц} = \quad T_{обс} = T_{обс.ц} + T_{обс.пц} \quad (3.24)$$

$T_{обс} =$

Час на холості повороти агрегату протягом зміни, год.:

$$T_{нов} = t_{нов} \cdot n_{ц} \quad (3.25)$$

$T_{нов} =$

$T_{р}$ – тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год.;

$$T_{р} = t_{р} \cdot n_{ц} \quad (3.26)$$

$T_{р} =$

При скошуванні хлібної маси у валки час на циклове технологічне обслуговування агрегату відсутній, тому час чистої роботи жнивarki можна обчислити за формулою:

$$T_p = \tau_{\text{рух}} [T_{\text{зм}} - (T_{\text{пов}} + T_{\text{обс.пц}} + T_{\text{зм}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{вон}})] \quad (3.27)$$

де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху.

Для визначення $\tau_{\text{рух}}$ задаємося такими умовами; при $V_p = V_x$ маємо $\tau_{\text{рух}} = \varphi$,
а при: $V_p \neq V_x$

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (3.28)$$

де $k = \frac{V_x}{V_p} \quad (3.29)$

де V_x – швидкість на поворотах, заїздах і т.д., км/год.

$$V_x = V_n = \quad \tau_{\text{рух}} = \quad T_p =$$

6.2. Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}} \quad (3.30)$$

$$\tau =$$

7. Розрахувати продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

$$W_{\text{зз}} = 0.1 B_p V_p \tau \quad (3.31)$$

$$W_{\text{зз}} =$$

8. Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{зз}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (3.32)$$

$$W_{\text{зм}} =$$

9. Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

9.1. Розрахувати витрати пального на одиницю виробітку агрегату, кг/га:

$$g_{\text{га}} = \frac{N_{\text{ен}} q_{\text{ен}}}{W_{\text{зз}}} \quad (3.33)$$

де $q_{\text{ен}}$ – питомі витрати палива двигуном, кг/кВт год [3, табл. 6,7];

$$g_{\text{га}} =$$

9.2. Розрахувати витрати праці на одиницю виконаної роботи, люд-год/га;

$$z_{\text{n.га}} = \frac{m}{W_{\text{зз}}} \quad (3.34)$$

де m – кількість працівників, що обслуговують агрегат;

$$m = \frac{3_{n.za}}{...}$$

9.3. Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га

$$A_n = H_n \cdot g_{za} \quad (3.35)$$

де H_n – питома теплота згорання палива, Дж/кг: (дизельне паливо – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$; лігроїн – $4,34 \cdot 10^7$; гас – $4,29 \cdot 10^7$).

$$A_n =$$

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт-год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоемність можна виразити в кВт-год/га.

10. Для забезпечення системної цілісності збирально-транспортного комплексу і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову поточності технологічного процесу;

$$W_{23} n_k = \frac{W_{m3} n_{m3}}{H_3} = \frac{W_{np} n_{np}}{H_3 \delta_c} = \frac{W_n n_n}{H_3 \delta_c} \quad (3.36)$$

де n_k – кількість комбайнів, шт.; $n_k =$

W_{m3} – продуктивність транспортного засобу для відвезення зерна, т/год:

$$W_{m3} = \frac{g_{m3}}{t_{об.м3}} \quad (3.37)$$

де g_{m3} – вантажність транспортного засобу, т [2, 3]

$t_{об.м3}$ – час обороту транспортного засобу, год.;

$$t_{об.м3} = \frac{S_3}{V_{p.м3}} + \frac{S_3}{V_{x.м3}} + t \frac{g_{m3}}{V_{\sigma} \rho_3} + t_{роз} \quad (3.38)$$

де $V_{p.м3}$ і $V_{x.м3}$ – швидкість руху транспортного засобу з вантажем і без нього, км/год. (можна прийняти $V_{p.м3} = 30 \text{ км/год.}$, $V_{x.м3} = 40 \text{ км/год.}$);

$t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год.; ($t_{роз} = 0,03 \dots 0,05 \text{ год.}$)

$$t_{об.м3} =, \quad W_{m3} =$$

Кількість транспортних засобів розрахувати по залежності

$$n_{m3} = \frac{W_{23}}{W_{m3}} H_3 n_k \quad (3.39)$$

$$n_{m3} =$$

W_{np} – продуктивність транспортного причепа, т/год.;

$$W_{np} = \frac{V_{np} \rho_c}{t_{об.нр}} \quad (3.40)$$

$t_{об.нр}$ – час обороту причепа, год.;

$$t_{об.нр} = \frac{S_c}{V_{р.нр}} + \frac{S_c}{V_{х.нр}} + t_n + t_{з.нр} \quad (3.41)$$

де: $V_{р.нр}$ і $V_{х.нр}$ – швидкість руху причепа з вантажем і без нього, км/год (можна прийняти $V_{р.нр} = 8...10$ км/год., $V_{х.нр} = 15...20$ км/год.);

t_n – час навантаження причепа, год.; ($t_n = t_k$ із формули 3.17).

$t_{з.нр}$ – час на заміну причепа, год. ($t_{з.нр} = 0,03...0,04$ год.);

$$t_{об.нр} =, \quad W_{нр} =$$

Кількість причепів розрахувати по залежності (3.36)

$$n_{нр} = \frac{W_{зз}}{W_{нр}} H_3 \delta_c n_k \quad (3.42)$$

$$n_{нр} =$$

Кількість навантажувачів соломи розрахувати по залежності

$$n_n = \frac{W_{зз}}{W_n} H_3 \delta_c n_k \quad (3.43)$$

W_n – продуктивність навантажувача соломи, т/год. [2].

$$n_n =$$

11. Висновки: по розрахованим значенням параметрів $W_{зз}$, $g_{за}$, $З_{п.газ}$, A_n провести оцінку агрегату, порівнюючи їх із нормативними значеннями.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте послідовність виконання завдань при проектуванні технологічного процесу (збирання зернових)?
2. Поясніть призначення операції (збирання зернових), перелічіть агротехнічні вимоги?
3. Як обґрунтувати оптимальний склад агрегату і режими його роботи для заданих умов виконання технологічної операції?
4. Охарактеризуйте вибір робочої швидкості агрегату під час (збирання зернових)?
5. Проаналізуйте основні операції пов'язані з підготовкою агрегату до роботи.
6. Дайте пояснення по визначенню параметрів технологічного циклу збирання зернових.
7. Дайте оцінку правильності вибору режимів роботи агрегату.
8. За яким принципом виконується розрахунок продуктивності агрегату за годину змінного часу?
9. які витрати відносяться до експлуатаційних?
10. Що відображає умова поточності технологічного процесу (збирання

зернових)?

Тема № 13

Підготовка МТА

1. **Задачі підготовки.**
2. **Операції підготовки.**
3. **Перевірка технічного стану і усунення несправностей.**
4. **Операції технологічної наладки.**
5. **Організація підготовки МТА.**

Література: 9, 10, 15, 16; 24 (Лекція 10).

Мета: Відпрацювати навички організації та проведення своєчасної і якісної підготовки МТА для виконання польових робіт.

Завдання: Виконати підготовку посівного агрегату ДТ-75 + СП-11 + ЗСЗ-3,6А (або визначеного для розробки проекту ТхС).

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Задачі підготовки

Підготовка **МТА** до роботи є складовою операційної технології. Із загальної її структури: **АТВ, КТА, ПП, НАЗ, РА і КОЯР**, – підготовка агрегату (**ПА**) є визначальною і *найвідповідальнішою*.

Бо від якості підготовки агрегату залежить якість технологічної операції. А їх – ціла низка. І недоліки кожної не сумуються. а *множаться* і кінцеві результати, а це урожайність с.-г. культури будуть знижені. Зрозуміло, що *підготовлений*, налагоджений, відрегульований, справний агрегат забезпечить одну якість, *не підготовлений* – іншу.

Якщо не налагодити будь-який вид комбайна, втрати на збиранні сягнуть 15% (по АТВ – не більше 3%). Не враховуючи ступінь пошкодження і засміченості. Аналогічно всі інші операції: основний, передпосівний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, внесення добрив, боротьба з бур'янами та інше.

Технічно справний, але не відрегульований плуг збільшує опір і витрати палива на 30%! А ще більше – спрацьовані до 2-х замість 1 мм леза лемешів.

В такому стані агрегат на 100 га оранки перевитратить більше 1,5 т палива – більш як на 7500 грн.!

Питання якості підготовки і роботи агрегатів пов'язані з недобором, фактично **втратами** урожайності на всіх етапах вирощування і збирання с.-г. культур. Сума недоотриманої продукції, коштів сягає для одного господарства від 10 і 100 тисяч по окремих культурах **до мільйону гривень** в цілому.

В переважній більшості – це відсутність наладки, регулювань; несправності, усунення яких не потребує матеріальних витрат. Ігнорування системи технічного обслуговування **МТП**, підготовки МТА – наслідок низького рівня технічної політики, провідниками якої мають бути професіонали з інженерною освітою.

2. Операції підготовки

Підготовка МТА включає:

- 1. Перевірку комплектності агрегату;*
- 2. Перевірку технічного стану і усунення несправностей;*
- 3. Агрегаткування (з'єднання) машин;*
- 4. Проведення технічного обслуговування;*
- 5. Технологічну наладку;*
- 6. Випробування агрегату.*

Вирішальними для показників роботи агрегату є перевірка **технічного стану**, особливо робочих органів, **усунення несправностей** і безпосередньо – **технологічна наладка** агрегату. Тому ці питання заслуговують окремого розгляду (§§ 3 і 4).

Комплектність трактора і с.-г. машини (комбайна) – це все те, що передбачено інструкцією по експлуатації (ІЕ) – комплект інструменту, пристосувань, запасних (змінних) частин і робочих органів, обладнання і засоби техніки безпеки, протипожежне обладнання, пристосування для технологічного обслуговування машин, медична аптечка і інше.

Агрегаткування – це порядок з'єднання машин. Якщо з'єднання одномашинного причіпного агрегату не викликає ускладнень, то начіпного, особливо без автозчіпки – потребує певних послідовних дій, зокрема роз'єднання розтяжок нижніх тяг. Найбільша складність – агрегаткування багатьох машин в зчіпку. Так, СЗ-3,6 при шеренговому агрегатуванні

потребують подовжувачів (через одну сівалку) і їх загальну симетрію розміщення. Монтаж маркерів і слідопоказчиків, потреба в допоміжних працівниках. В таких випадках виникає потреба розробки *карти агрегування машин*.

Технічне обслуговування (ТО) агрегату. **ТО** трактора проводиться у відповідності з прийнятою системою **ТО** і ремонту тракторів.

Для простих с.-г. машин (в т.ч. СП-11, сівалок типу **СЗ**) встановлені наступні види **ТО**:

- **ТО-Е** – технічне обслуговування перед початком експлуатації;
- **ТО** при експлуатаційній обкатці;
- **ЩТО** – щозмінне – через кожні 10 год. роботи (одночасно з **ЩТО** трактора);
- **ТО-1** – періодичне, через 60 год. Для складних машин і комбайнів проводять **ТО-2** (через 240 год.).

Перелік операцій і технологія **ТО** наводиться в заводських ІЕ і в довідниках по **ТО** с.-г. машин.

*Основні види робіт при **ЩТО** сівалок:* зовнішня очистка, огляд і перевірка роботи механізмів, усунення виявлених дефектів, перевірка кріплення, натягу ланцюгів, обертання висівних дисків, тиску в шинах.

При **ТО-1** виконується мащення машини відповідно схеми ІЕ.

Випробування агрегату проводиться з метою перевірки працездатності окремих агрегатів, машин, правильності збирання, виявлення і усунення дефектів і несправностей. Проводиться як на регульовальному майданчику (прокрутка приводних коліс, висівних апаратів), так і пробним робочим ходом на полі. Випробування не замінює наладку агрегата в зачіпці, при якому корегують робочі параметри до АТВ.

3. Перевірка технічного стану і усунення несправностей

Включає індивідуальні показники і їх параметри для кожного виду і марки машин. Перелік і технологія виконання цих операцій наводиться в ІЕ, довідниках і картах технологічної наладки машин. Особливу увагу приділяють перевірці стану робочих органів і правильності складання машини.

Перевірка сівалки СЗ-3,6

Параметри, що перевіряються	Показники
Прокручування дисків сошників	зусилля 3...5 кг
Кут заточки і ширина фаски леза диска	18...22; (6...8 мм)
Товщина кромки леза диска	не > 0,5 мм
Зазор між лезами дисків	не > 2 мм
Відстань між сошниками	150 ± 10 мм
Відстань між зубами пружинних загортачів	150 ± 5мм
Розміщення пружинних загортачів	між сошниками
Транспортний просвіт	180...190 мм
Осьове переміщення валу висівних апаратів (ВА)	вільно, не > 10 кг
Осьовий люфт катушок ВА	не > 0,5 мм
Зазор муфта-корпус ВА	не > 0,5 мм
Зазор клапан-ребро муфти	1 ... 2 мм
Взаємне зміщення шестерень і зірочок	не > 2 мм
Провисання ланцюгів (від Р=10 кг)	не >10...12мм
Осьовий люфт коліс	не > 0,5 мм
Правильність установки коліс (напрямок руху)	проти стрілки
Тиск повітря в шинах	1,6 ... 2 кг/см ²

В разі відхилення зазначених показників вище допустимих меж, проводять регулювання і відновлення.

Візуально перевіряють стан, геометричні параметри, наявність деформацій, пошкоджень і усувають виявлені несправності.

4. Операції технологічної наладки

Технологічна наладка – основна складова підготовки МТА. Саме вона забезпечує якісну, високопродуктивну роботу агрегату згідно АТВ, знижує витрати палива, затрати праці і собівартість продукції.

Технологічна наладка передбачає проведення *комплексу регульовально-налагодчих операцій* для оптимальних режимів роботи МТА. Вона забезпечує правильність розміщення робочих органів, установку їх на потрібну глибину обробки ґрунту чи заробки насіння, норму висіву і рівномірність його

розподілу, оптимальні режими роботи жаток, молотарок, техніки для внесення добрив, захисту рослин і інше.

Технологічна наладка (ТН) виконується у відповідності заводських ІЕ, посібників і карт технологічної наладки. Карти включають послідовний перелік робіт, технологічні вказівки, технічні і АТВ, обладнання, пристосування і інструмент для виконання ТН. Зразки карт ТН ґрунтообробних, посівних і збиральних машин наведені в [25, с. 53 ... 59].

Наладка СЗ-3,6 включає:

- Проведення всіх операцій перевірки технічного стану (§3);
- Розстановка сошників на ширину міжрядь;
- Регулювання глибини ходу сошників і загортачів;
- Наладка зернових висіваючих апаратів [25, с. 58].
- Наладка приводу **ВА** на задану норму висіву (i , l);
- Наладка тукових **ВА**;
- Наладка сівалки на задану норму висіву насіння:
 - перевірочний висів на брезент,
 - зважити контрольну порцію,
 - порівняти фактичний висів з заданим,
 - при відхиленні більше $\pm 3\%$ змінити l ,
 - повторити висів, – до меж допуску;
- Наладка сівалки на задану норму висіву добрив (аналогічно висіву насіння; відхилення не $> \pm 10\%$);
- Висів насіння з обох відділень зернового ящика;
- Для сівби зернових по інтенсивній технології;
- Регулювання вильоту маркерів.

Опис технології наладки – в ІЕ, картах технологічної наладки (КТН) і посібниках.

5. Організація підготовки МТА

Вирішальний фактор виробництва обумовлений необхідністю своєчасної і якісної підготовки агрегатів. Від нього залежить дотримання операційної технології, тобто правил виконання польових робіт. Запорука цього - однаково високе розуміння ролі і потреб механізації, наукового забезпечення виробництва як агрономічної, ІТС такі і керівників господарства.

Підготовка МТА можлива лише за умов *планової роботи ІТС*. Коли агрегат готують не після наряду на виконання роботи, а планово, *завчасно*. На

основі планування і *проектування* не лише ТхС, а навіть підготовки агрегатів, з розробкою **КТН**.

В структурному підрозділі **ІТС** має бути майстер-наладчик і ланка слюсарів, пункт **ТО**, засоби наладки машин, в т.ч. регулювальні майданчики, комплекти підставок, пристосувань, обладнання, довідкові матеріали, **КТН** машин і інше.

Підготовка агрегату передбачає цілий комплекс послідовних робіт, різних виконавців, тобто організацію.

Схема підготовки МТА

- З робочого плану робіт вибирають **МТА**.
- Уточняють **АТВ** до виконання **ТО**.
- Розконсервація чи зняття машини з місць зберігання.
- Підготовка машин і трактора до комплектування
- Перевірка комплектності **МТА**.
- Перевірка технічного стану, усунення недоліків.
- Агрегатування машин.
- Проведення **ТО**.
- Технологічна наладка – на регулювальному майданчику
- Випробування працездатності агрегату.

Організатор – бригадир.

Виконавці - механізатори, майстер, слюсарі

Контроль – інженер, агроном.

Підготовка і використання МТА повинні проводитись на закріпленій за механізаторами техніці. Знеособлення техніки негативно впливає на її використання і технічний стан.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте задачі які ставляться при підготовці машинно-тракторного агрегату до роботи?
2. Поясніть до яких наслідків може привести технічно справний але не відрегульований агрегат?
3. Визначте комплектність комбайна?
4. Охарактеризуйте операції підготовки машинно-тракторного агрегату?
5. Проаналізуйте виконання яких видів технічного обслуговування передбачено для простих сільськогосподарських машин?
6. Дайте пояснення у чому полягає перевірка технічного стану і усунення несправностей МТА.

7. Які операції технологічної наладки Ви знаєте?
8. За яким принципом виконується наладка СЗ-3,6?
9. У чому полягає організація підготовки МТА до роботи?
10. Що відображає схема підготовки МТА?

Тема № 14

Розробка карти технологічної наладки машин

1. Засоби технологічної наладки (ТН) машин.
2. Розробка карт ТН машин.
3. Особливості ТН культиватора УСМК-5,4В.
4. Наладка агрегату в загінці.

Література: 9, 10, 15, 16, 25.

Мета: Набути навички організації та проведення ТН машин.

Завдання:

1. Навести перелік операцій ТН УСМК-5,48 для заданої ТО.
 2. Розробити карту ТН.
 3. Навести операції наладки агрегату в загінці.
- (Допускається агрегат по індивідуальній темі проекту ТхС).

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1.Засоби ТН машин

ТН – це комплекс регулювально-наладочних операцій для виконання **ТО** згідно **АТВ**. Від своєчасної і якісної наладки *кожного* **МТА** на *оптимальні* режими роботи в вирішальній мірі залежить реалізація вис – організація *планової роботи* **ІТС**. ТН виконують на регулювальному майданчику за участю майстра-наладчика, механізаторів **МТА** під контролем інженера та агронома.

Регулювальний майданчик має рівне тверде покриття 12 х 15 м (в залежності від наявної техніки). На поверхню наносять розмічувальні лінії або використовують переносні трафарети і шаблони для різних с.-г. машин (рис. 1).

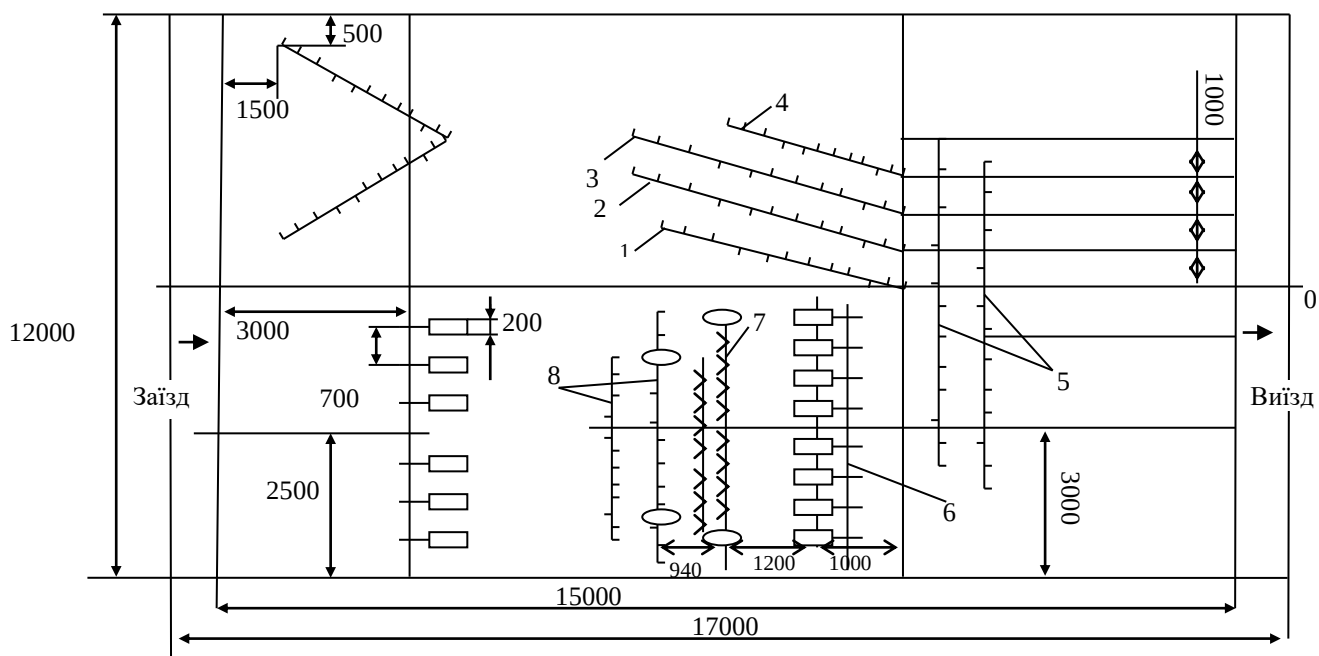


Рис.1. Схема універсального майданчика для наладки машин з нанесеним розмічувальними лініями для перевірки їх робочих органів:

1 –луцильників лемішних ППЛ-10-25, ППЛ-5-25; 2 – плугів ПН-8-35, ПЛН-5-35; 3 – плугів ППП-7-40, ПКЯ-4-40; 4 – плугів ПЛН-4-35; 5 – культиватора КШП-8; 6 – сівалок бурякових ССТ-12Б, ССТ-12В, культиваторів УСМК-5,4Б, УСМК-5,4В; 7 – зернових сівалок СЗ-3,6А, СЗ-3,6; 8 – культиватора КПС-4; 9 – картоплесаджалок КСМ-4, КСМ-6, культиватора КРН-4,2А; 10 – культиватора-плоскоріза КПШ-9.

Регульовальні майданчики **обладнують** підйомними пристроями, комплектами інструменту, приладів і пристроїв. **До них входять:**

- набір універсальних підкладок
- шаблони для перевірки, розміщення і регулювання робочих органів
- шаблони для регулювання бурякозбиральних машин
- кутник для перевірки розміщення корпусів плуга
- пристрої для перевірки сошників, глибини заробки, **ВА** (ℓ котушок) та стенди для їх прокручування
- пружинний динамометр для натискних штанг
- пристрій для контролю натягу пасів і ланцюгів
- набори щупів для регулювання **РСМ-10**
- довідкові лінійки комбайнера (зернових та бурякових)

- комплект пристроїв для регулювання мотовила, решіт і обертів барабана
- середній набір інструменту **ПИМ-1515**
- лінійки, шнур, рулетка, рівень, ваги, манометр, насос, домкрат
- шафа для пристроїв і верстат з лещатами.

Опис обладнання – [15, с. 4...13].

2. Розробка карт наладки машин

ТН передбачає чіткий послідовний комплекс регулювально-налагодочних робіт по проведенню параметрів агрегату до вимог агротехніки.

Для **ТН** машин – 2 види матеріалів:

- технічна документація
- **АТВ**

В якості технічної документації для **ТН** використовують заводські інструкції по експлуатації машин (**ІЕ**) розділ "Підготовка **МТА**" операційної технології, довідники та іншу технічну літературу, а також карти **ТН** машин.

Найбільшу перевагу слід віддати **ІЕ** та картам **ТН**.

В зв'язку з тим, що **ІЕ** мають обмежене поширення (лише в комплекті з машинами) і дещо ускладнений опис **ТН**, суміщений з іншими операціями складання і підготовки машини, тому найбільш доцільно мати карти **ТН**.

АТВ для виконання **ТО** приймаються з операційної технології.

Карти **ТН** включають чітке визначення переліку, певної послідовності способу дій, технологічних параметрів, технічних і **АТВ**, засобів для виконання **ТН**. При цьому суттєво скорочується опис і водночас конкретизуються дії, чітко формується структура **ТН**.

Методологія розробки карт **ТН** – системний підхід: врахування впливу всіх факторів, що формують якість виконання **ТО**.

Послідовність формування карти ТН.

1. Підготовчий етап (**АТВ**, склад **МТА**, умови, **ІЕ**).
2. Формування переліку операцій **ТН**.
3. Визначення етапів (кількість карт) для **ТН**.
4. Формулювання технологічних параметрів.
5. Формування технічних і **АТВ**.
6. Визначення засобів наладки (інструмент, прилади, пристрої).

Технологічні карти наладки призначені для безпосередніх виконавців робіт (майстрів-наладчиків, механізаторів) і являються для них нормативною, тобто обов'язковою для виконання, документацією.

В залежності від обсягу технологічних операцій наладки (складності машини) і полегшення процесу наладки розробляється відповідна кількість карт. Так, якщо для простого боронувального агрегату достатньо однієї карти, то для посівного – 3 ... 4.

Перелік карт і кількість операцій **ТН** для ґрунтообробних і посівних машин наведений [25, с. 53].

3. Особливості Т Н культиватора УСМК-5,4В

УСМК-5,4В – універсальний культиватор, забезпечує всю технологію, всі операції догляду за цукровими буряками, а також передпосівний обробіток ґрунту. Конструкцією передбачено шарнірне незалежне кріплення кожної секції (по числу міжрядь), що забезпечує надійне копіювання поверхні і стабільність глибини ходу робочих органів.

Культиватор має:

- 8 комплектів лап різного призначення
- 10 комплектів пристосувань і робочих органів
- 11 схем розміщення робочих органів [Культиватор УСМК-5,4В (ИЭ) с. 7, 12, 13, 36...46].

Комплект лап: стрілочасті, спарені, плоскоріжучі односторонні розпушувальні, долотоподібні для глибокого розпушування, знищення бур'янів і внесення добрив (підживлювальні ножі).

Пристосування і робочі органи:

- пристосування для передпосівного обробітку ґрунту (обладнання начіпки, легкі посівні борони, шлейф-балка, комплект пруткових роторів)
- комплект ротаційних батарей
- комплект захисних дисків
- підживлювальний пристрій АТП-2
- пристосування для водіння агрегату по напрямних щілинах
- обладнання для окучування посівів (1-го і 2-го періодів)
- комплект полільних борін

- комплект шлейфів для вирівнювання ґрунту.

Наявність зазначених робочих органів і пристосувань дозволяє виконати **комбінацію їх розміщення** для передпосівного обробітку ґрунту (з боронуванням чи прикочуванням), розпушування досходове суцільне, в рядках, міжряддях, шарування, поперечне проріджування, підживлення рідкими і твердими добривами, глибоке розпушування, підгортання (окучування) першого і другого періоду та інше.

Послідовність операцій ТН УСМК-5,4В

Попередньо перевіряють комплектність, технічний стан, усувають несправності, готують трактор, агрегують, проводять **ТО** агрегату.

1. Установка рами (в поздовжній, поперечній площині і відносно трактора)
2. Розміщення робочих секцій
3. Вирівнювання грядилей
4. Стабілізація ходу робочих секцій
5. Вибір схеми і розміщення робочих органів
6. Встановлення глибини обробітку
7. Встановлення і регулювання **АТП-2**
8. Регулювання тиску пруткових роторів
9. Випробування, перевірка роботи в полі
10. Приведення якості до **АТВ**.

Всі операції розділяють на групи і розробляють технологію –карти **ТН**.

5. Наладка агрегату в загінці

Після **ТН** на регульовальному майданчику і випробування загальної працездатності, роблять **пробний прохід** агрегату в загінці. При цьому перевіряють глибину обробітку ґрунту, ширину захисної зони, кількість присипаних і пошкоджених рослин, наявність не підрізаних бур'янів, норму внесення добрив та інше.

Тобто, перевіряють відповідність технологічних параметрів операції нормативам і допускам **АТВ**. Перевірку проводять на перших 50 м і після 2-х чи 3-х разових проходів агрегату.

Відхилення глибини – по ширині захвату агрегату (12 міжрядь) – не менше 20 замірів.

Знищення бур'янів в міжряддях – рамкою 1,25 х 0,2 м з підрахунком бур'янів до і після проходу агрегату.

Пошкодження рослин – в 3-х місцях на 2-метрових відрізках 6 рядків – підрахувати рослини до і після проходу агрегату.

Контроль і оцінка якості розпушування та підживлення виконується по встановлених показниках і допустимих відхиленнях (табл.1).

Таблиця 1. Показники якості роботи УСМК-5,4В

Показники	норматив	оцінка, балів
Відхилення h обробітку, см	+ 0,5	3
(при h – до 7 см)	± 0,7	2
Пошкоджено I	3	3
присипано	5	2
рослин, %	>5	1
Кількість залишених бур'янів на 1 м	до 2	2
Відхилення від норми внесення добрив, %	до 4	1
	±7	2
	± 10	1

Після приведення технологічних показників до нормативів АТВ агрегат виконує запланований обсяг робіт. У кінці зміни по цих же показниках (табл. 1) проводять оцінку якості та прийомку роботи.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте поняття технологічної наладки машини?
2. Поясніть призначення регульовального майданчика?
3. Визначте засоби технологічної наладки машин?
4. Охарактеризуйте методику розробки карти наладки машин?
5. Проаналізуйте послідовність формування карти технологічної наладки машини.
6. Дайте пояснення особливостям технологічної наладки культиватора УСМК-5,4В.
7. Приведіть послідовність операцій технологічної наладки УСМК-5,4В.
8. За яким принципом виконується наладка агрегату в загінці?
9. Навіщо потрібно виконувати пробний прохід агрегату в загінці?
10. Що відображають показники контролю і оцінки якості роботи

MTA?

Тема № 15

Програмування урожайності, показників якості і втрат

1. Програмування і планування урожайності с.-г. культур.
2. Визначення показників своєчасності і якості польових робіт.
3. Визначення показників втрат урожайності, валового збору і продукції рослинництва.

Література: 1, с. 113...114, 135...136, 151...152.

2, с. 98...104.

4, с. 243...249.

25, с. 60...69, 78...79.

Мета: відпрацювати практичні навички проектування потенційної урожайності і величину втрат в залежності від своєчасності і якості польових робіт. Це дає змогу завчасно виявити і усунути недоліки, підвищити урожайність с.-г. культур.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Програмування і планування урожайності с.-г. культур.

Мета передбачення врожайності:

- віднайти додаткові можливості її зростання;
- планувати обсяг робіт по перевезенню, зберіганню і реалізації продукції, надходження коштів;
- очікувана урожайність – основа бізнес-плану.

Доволі часто на виробництві має місце різниця між плановою чи програмованою і фактичною урожайністю с.-г. культур. В зв'язку з цим постає задача виявити, дослідити, а головне – усунути причини такої різниці, чи хоча б зменшити їх негативний вплив. Крім цього, програмування урожайності – основа планування діяльності господарства.

Програмування – це визначення максимально можливого потенціалу урожайності с.-г. культури в залежності від діючих факторів. У вирішальній мірі урожайність залежить від родючості ґрунту: природної – U_2 і прибавки

від органічних – ΔU_0 і мінеральних – ΔU_m добрив, внесених під дану культуру і/або під її попередники.

$$U_{npz} = U_{\Gamma} + \Delta U_0 + \Delta U_M, \text{ т/га} \quad (1)$$

$$U_{\Gamma} = B \cdot \Pi, \text{ т/га} \quad (2)$$

$$\Delta U = \sum \frac{O, M}{K} KQ + \sum \frac{O, M}{K_{\Pi}} K_{\Pi} \cdot Q_{\Pi} \cdot \alpha, \text{ т/га} \quad (3)$$

де B – родючість (бонітет) ґрунту, балів;

U – окупність (ціна) 1 балу родючості, т/га;

K, Q – кількість і окупність добрив, т, т/га;

K_{Π}, Q_{Π} – внесених під попередник, т, т/га;

α – коефіцієнт використання добрив під попередник (табл. 1)

Наближено $\Delta U_0 \approx 10...15\%$ і $\Delta U_m \approx 15...25\%$ від U_{Γ} , – залежить від дози внесення і виду с.-г. культур.

Для практичних розрахунків зручно користуватись визначенням U_{npz} , отриманого із формули 2.76 [л.1, с. 151]:

$$U_{npz} = B \cdot \Pi + K_O \cdot Q_O + K_M \cdot Q_M + K_{OP} \cdot Q_{OP} \cdot \alpha_O + K_{MP} \cdot Q_{MP} \cdot \alpha_M, \text{ т/га} \quad (4)$$

Урожайність програмують, виходячи з наявності добрив.

Таблиця 1 Вплив родючості ґрунту і добрив на урожайність с.-г. культур

Культура	Π т/га · 1 бал	Q_{Π} т/т	Q_M т/т.д.р.	α^*
Озима пшениця	0,5	0,25	3,9	0,2
Озиме жито	0,3			0,15
Ячмінь	0,35		4,3	0,15
Гречка	0,3		2,5	0,18
Кукурудза	0,6	0,21	4,9	0,3
Кукурудза на силос	2,5			0,4
Соняшник	0,25		2,0	0,2
Цукровий буряк	3,5	1,7	30,6	0,35
Картопля	1,6			0,25

*Дані наближені

Маючи певні можливості, нею задаються, тобто урожайність планують. Тобто, планування є зворотною задачею програмування урожайності.

В такому разі розраховують потребу добрив, необхідних для забезпечення заданої (планової) урожайності $U_{прг}$:

$$K_M = \frac{U_n - B \cdot Ц - K_O \cdot Q_O - K_{On} \cdot Q_O \cdot \alpha - K_{Mn} \cdot Q_M \cdot \alpha}{Q_M}, \text{ т.д.р./га}$$

Діюча речовина – це поживні речовини, що міститься в мінеральних добривах.

Задаючись $U_n = 5.0$ т/га і кількістю органічних добрив, визначаємо потребу мінеральних добрив:

$$K_M = \frac{50 - 70 \cdot 0,5 - 20 \cdot 0,25 - 1 \cdot 3,9 \cdot 0,2}{3,9} = 2,71, \text{ т.д.р./га}$$

ЗАВДАННЯ. Виходячи з природних і виробничих умов конкретного господарства (чи задаючись такими умовами) вмотивовувати метод визначення потенціалу урожайності і виконати розрахунок $U_{прг}$ чи U_n .

2. Визначення показників своєчасності і якості польових робіт

На урожайність, окрім родючості ґрунту і внесених добрив, в вирішальній мірі впливає *рівень і дотримання технології, своєчасність і якість виконання робіт*. Вплив цих факторів не має кількісного виразу і програмуванням чи плануванням не враховується. Тому $U_{прг}$ (чи U_n) – не більш як *теоретична можливість*, визначена для ідеальних умов, до якої і яких треба прагнути. Фактичний же рівень U як правило нижчий.

Окрім названих факторів на урожайність впливають інші керовані і некеровані виробничі небезпеки, обмеження, перешкоди і недоліки класифікація яких наведена в [25, с. 18].

Задача зводиться до виявлення і кількісної оцінки таких факторів, а також розробки заходів для їх усунення. Це є суттєвим доповненням, складовою $U_{прг}$. Таке програмування переводить урожайність з теоретично можливого на реально очікуваний рівень.

2.1. *Коефіцієнт своєчасності $K_{св}$ можна виразити через обсяг Ω і тривалість D робіт в межах нормативів – індекс «н» і поза його межами – індекс «А»:*

$$K_{св} = \frac{\Omega_H \cdot D_H}{\Omega_H \cdot D_H - \Delta\Omega \cdot \Delta D} \quad \text{або} \quad K_{св} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta\Omega \cdot \Delta D}{\Omega_H \cdot D_H}};$$

де $\Delta\Omega = \Omega - \Omega_H$, $\Delta D = D - D_H$;

Ω – загальний обсяг робіт, га;

D – фактичний період виконання робіт, днів.

Своєчасність робіт повністю забезпечена при $K_{св} = 1$, коли $\Delta\Omega$ і $\Delta D \geq 0$. В інших випадках $K_{св} < 1$.

2.2. Якість операцій оцінюють *коефіцієнтом якості* (коефіцієнт дотримання нормативів якості).

$$K_{Я} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot P_i,$$

де λ – вагомість показників якості (табл. 2).

P – імовірність дотримання нормативних показників якості.

Імовірність P визначити складно. Тому її значення приймають наближено, як долю можливого забезпечення факторів впливу (враховуючи стан техніки, ґрунту, розробляючи карти якості тощо).

У будь-якому випадку P не слід приймати менше 0,85 (обумовлено особливістю математичного апарату).

Приклад визначення $K_{Я}$ лущення стерні для умов, аналогічних таблиці 2.

$$K_{Я} = \lambda_1 \cdot P_1 + \lambda_2 \cdot P_2 + \lambda_3 \cdot P_3$$

$$K_{Я} = 0,3 - 0,9 + 0,4 - 0,95 + 0,3 - 0,95 = 0,94.$$

Показники своєчасності і якості визначаються лише для *основних* операцій вирощування і збирання культури, тому що вплив допоміжних (навантаження, транспортування) – врахований в основних.

ЗАВДАННЯ.

Викласти методику і розрахувати $K_{св}$ і $K_{Я}$ заданого технологічного процесу.

3. Визначення показників втрат

Системний підхід дозволяє пов'язати задачі програмування урожайності і показники рівня дотримання технології з величиною можливих втрат.

Визначення такої залежності справа складна, з деяким наближенням можна прийняти, що показнику втрат належить $K_{в}$ добуток

$$K_{\theta} \in K_{c\theta} \cdot K_{\mathcal{A}}.$$

Таблиця 2. Вагомість показників якості λ і приклад визначення Р і К_я

Машини		Показники	λ	Р	Кя
Плуги		Стабільність глибини	0,5	0,8	0,83
		Кришення пласта	0,3	0,85	
		Заробка решток	0,2	0,58	
Культи- ватори	Парові	Стабільність глибини	0,4	0,9	0,87
		Підрізання бур'янів	0,6	0,85	
	Міжрядкові	Стабільність глибини	0,2	0,85	0,87
		Підрізання бур'янів	0,4	0,85	
		Пошкодження рослин	0,4	0,9	
Для добрив і хімікатів		Стабільність норми	0,5	0,85	0,83
		Рівномірність внесення	0,5	0,8	
Сівалки		Стабільність висіву	0,45	0,9	0,86
		Стабільність глибини	0,45	0,8	
		Пошкодження рослин	0,1	0,95	
Жатки		Стабільність висоти зрізу	0,2	0,85	0,86
		Втрати зерна	0,4	0,9	
		Стабільність розміру валка	0,15	0,8	
		Форма валка	0,25	0,85	
Комбайни		Втрати	0,8	0,9	0,89
		Пошкодження	0,1	0,85	
		Забрудненість	0,1	0,85	

Для окремих технологічних операцій таку належність можна прийняти за рівність.

Тоді загальний показник *втрат урожайності* на одній операції:

$$K_v = K_{cv} \cdot K_j$$

Недобір (втрата) урожайності:

відносна $\Delta U = (1 - K_{vi}) \cdot 100,$

$$\Delta U = (1 - 0,89) \cdot 100 = 11\%$$

абсолютна $U_v = U_{prg} - (U_{prg} \cdot K_{vi})$

Показник K_v свідчить, що навіть незначні порушення АТВ лише на одній операції призводять до значного недобору урожайності – на 5 ц/га (11%).

Сумарний показник втрат U на всіх етапах вирощування і збирання культури (ΣTO) прямопропорційний добутку:

$$K_v = K_{D_i}^n K_{vi},$$

де n – кількість основних ТО;

K_{ei} – показник втрат на i -й операції;

$K = 1... 2$ – коефіцієнт пропорційності факторів якості і втрат. Зростає при збільшенні n і $K_{ei} \rightarrow \min$.

Приклад. Визначення сумарного показника втрат при вирощуванні і збиранні озимої пшениці як добутку K_{ei} всіх основних операцій (табл. 3):

$$K_e = 0,89 \cdot 0,93 \cdot 0,84 \cdot 0,97 \cdot 0,88 \cdot 0,86 = 0,79.$$

Виходячи з запланованих площ посіву, програмованої, очікуваної і втраченої урожайності, можна визначити відповідні значення *валового збору і валової продукції* по кожній культурі і рослинництву в цілому.

Здавалося б, незначні втрати, від незначних порушень строків і якості польових робіт, множаться між собою, технологічними операціями і посівними площами. В кінцевому рахунку вони виливаються для господарства недобором, фактично – **втратою десятків і сотень тисяч гривень** по окремих культурах і на порядок вище – для рослинництва в цілому.

Мільйон гривень недобору здатний обернутись в аналогічну суму виручки без додаткових витрат – при дотриманні правил виконання польових робіт.

ЗАВДАННЯ.

1. Визначити валовий збір і валову продукцію заданої культури: потенційну, очікувану і втрачену на основі $U_{прз}$ і K_e ,

2. По результатах виконаної роботи сформулювати *проблему технологічного регламенту процесів виробництва і втрат продукції рослинництва і шляхи її подолання.*

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте поняття програмування урожайності сільськогосподарських культур?
2. Поясніть методику планування урожайності сільськогосподарських культур?
3. Визначте показники своєчасності і якості польових робіт?
4. Охарактеризуйте оцінку якості виконання операції?
5. Проаналізуйте загальний показник втрат урожайності.
6. Дайте пояснення висловлюванню недобір урожайності.
7. Як визначити сумарний показник втрат?
8. За яким принципом можливе зменшення втрат продукції рослинництва?
9. Які шляхи подолання втрат продукції Ви запропонуєте?

10. Що відображають показники своєчасності і якості виконання основних технологічних операцій?

Таблиця 3. Показники втрат урожайності в залежності від своєчасності і якості виконання основних технологічних операцій вирощування і збирання озимої пшениці.

Операція	Агрегат	Показники якості	λ	P	К _я	К _{св}	К _в
1. Лущення	Т-150+ ЛДГ-15	Стабільність глибини	0,3	0,9	0,95	0,95	0,89
		Підрізання бур'янів	0,4	0,95			
		Заробка решток	0,3	0,95			
2. Внесення мінеральних добрив	Т-150К+ РУМ-8	Стабільність норми	0,5	0,9	0,93	1	0,93
		Рівномірність внесення	0,5	0,95			
3. Комбінований обробіток	Т-150К+ КШН-5,6	Стабільність глибини	0,35	0,95	0,93	0,9	0,84
		Підрізання бур'янів	0,35	0,9			
		Вирівнювання поверхні	0,3	0,95			
4. Сівба	ДТ-75+ СЗ-10,8	Стабільність норми	0,45	1	0,97	1	0,97
		Стабільність глибини	0,45	0,95			
		Пошкодження насіння	0,1	0,95			
5. Внесення гербіцидів	МТЗ-100+ ОП-2000	Стабільність норми	0,5	0,95	0,93	0,95	0,88
		Рівномірність внесення	0,5	0,95			
6. Пряме комбайнування	РСМ-10Б	Втрата зерна	0,8	0,95	0,95	0,9	0,86
		Пошкодження	0,1	0,95			
		Забрудненість	0,1	0,9			
Показник сумарних втрат (DK _в)							0,79
Втрачена урожайність: $\Delta U = U_n - (U_n \cdot K_B) = 39 - (39 \cdot 0,79) = 8$ ц/га							

Тема №16

Управління якістю польових робіт

1. **Фактори, що формують якісні показники польових робіт.**
2. **Програмування урожайності, показників якості і втрат.**
3. **Розробка карти якості технологічних операцій (ТО).**
4. **Схема управління якістю ТО.**

Література: 1, с. 113...114, 135...136, 151...152

2, с. 98...104

3, с. 8...9

4, с. 243...249

7, с. 229...232

25, с. 19...20, 26, 36, 48, 50, 75...79, 62...64, 66...69.

Мета: Оволодіти методикою проектування адаптивного управління технологічними процесами високої якості.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Фактори, що формують якісні показники польових робіт

Проблема якості виробничих процесів в сільському господарстві, як і в інших галузях, – одна з найбільш актуальних. Левова доля недоотриманого врожаю – від недостатньої якості робіт на всіх етапах його вирощування та збирання. Поняття "забезпечення" якості робіт не завжди дієве, бо інколи не зрозуміло, що для цього потрібно, як це робити. А от керувати, управляти якістю – більш радикальний метод. Бо процес управління якраз передбачає можливість покращення. Він – *цілеспрямована дія для досягнення мети*.

Якість формується безпосередньо в процесі виробництва (виконання робіт), характеризує його. Тому управління якістю – функція управління виробництвом і не може відокремлюватись одне від одною.

В свою чергу управління с.-г. виробництвом є найбільш "вузькою", найменш "відпрацьованою" складовою всієї системи виробництва. Тому недоліки управління виробництвом і якості множаться і негативно впливають на кінцевий результат.

Не випадково, всі складові ТхС [25, с. 20] є факторами якості [25, с. 77]. Аналіз структури ТхС і практики с.-г. виробництва показує, що найбільший вплив на якість польових робіт, а значить і на кінцеві результати (урожайність) відіграють такі **фактори**:

- проектування і планування робіт;
- методологія організації і управління (системний підхід, теорія управління, бізнес - планування);
- адаптивність управління (оскільки великий рівень збуреного впливу, перешкод);
- структурність ТхС (низька ефективність функціонування через відсутність зв'язків);
- рівень і дотримання технології;
- вибір і розрахунок М Т А;
- технологічна наладка і режими роботи МТА;
- правила виконання робіт (операційна технологія, зокрема, контроль і оцінка якості роботи);
- рівень наукового і ОУЗ виробництва;
- природні і технічні фактори.

Вирішальний вплив на якість польових робіт спричиняють умови невизначеності, випадковості, різного роду **обмеження, перешкоди, ризики і недоліки**.

Серед недоліків – порушення (недотримання) технології вирощування, правил виконання польових робіт. Особливо: недотримання АТВ, не проведення технологічної наладки МТА, підготовки поля, наладки агрегату в загінці, не визначаються режими роботи, **відсутній контроль, оцінка якості і прийомка робіт**.

ЗАВДАННЯ.

В звіті навести найбільш впливові фактори якості і недоліки, що мають місце при виконанні заданого технологічного процесу вирощування с.-г. культури.

2. Програмування урожайності, показників якості і втрат

Постановка задачі. В практиці виробництва часто спостерігається різниця між потенційною можливістю і фактичним результатом виробництва. Варто дослідити і виявити причини такої різниці, а головне, – розробити і здійснити заходи по її усуненню. В кількісній виразі визначити величину втрат урожайності на всіх етапах вирощування с.-г. культури. До того ж – завчасно, на етапі проектування ТМР. Передбачити і зменшити негативний вплив потенційних загроз, або хоча б їх технічну складову.

Задача вирішується так.

1. Програмування – визначення максимально можливого потенціалу урожайності в залежності від родючості ґрунту: природної (U_r) і прибавки від органічних (ΔU_o) і мінеральних (ΔU_m) добрив [25, с. 60; 1:с. 135...136].

$$U_{прг} = U_r + \Delta U_o + \Delta U_m, \text{ т/га} \quad (1)$$

$$U_r = B \cdot Ц, \text{ т/га} \quad (2)$$

де: B – родючість (бонітет) ґрунту, балів;

$Ц$ – окупність (ціна) 1 балу, т/га; $\Delta U_o \approx 10... 15\%$; $\Delta U_m \approx 15...25\% U_r$

При плануванні U розраховують потребу в добривах [25, с.60]. На виробництві планування U в більшості не обґрунтоване.

Таким чином, обґрунтований рівень $U_{прг}$ – **це виробнича мета, завдання, орієнтир.**

2. Крім родючості ґрунту, на урожайність впливає ряд інших факторів, серед яких рівень T_p і дотримання T_d технології, своєчасність $K_{св}$ і якість K_y виконання робіт.

$$\text{Тобто,} \quad U = f(T_p, T_d, K_{св}, K_y) \quad (3)$$

Вплив цих факторів вирішальний, а програмуванням не враховується і не має кількісного визначення. Тому $U_{прг}$ – **теоретична можливість.** Фактичний рівень урожайності як правило – нижчий.

Якщо $U_{прг}$ цукрового буряка – 32.0 т/га, а отримали 22, то як і чим пояснити 10 т недобору? А головне, як досягти чи хоча б наблизитись до **прг-рівня?** Мова може йти за **використання резервів і усунення недоліків.** Саме це

є суттєвим доповненням, складовою $U_{прг}$. Таке *прг* переводить U з *теоретично можливого на реально очікуваний рівень*.

3. На U впливає велика різноманітність виробничих умов і потенційних загроз [25, с. 78].

Вони поділяються на *керовані*, які залежать від $O_p U$ (стиль і рівень управління, забезпечення виробництва, недоліки, ризики) і *не керовані*, збурені (обмеження, перешкоди, природнокліматичні умови, соціально-економічні фактори). Збурені загрози усувати неможливо, їх слід лише **враховувати і пристосовуватись** до них. Керовані загрози можна повністю уникати чи суттєво зменшувати їх негативний вплив. Визначимо показники своєчасності і якості виконання робіт (як керовані загрози) і залежну від них величину втрат U .

4. *Коефіцієнт своєчасності* можна виразити через обсяг (Ω) і тривалість (D) робіт в межах нормативів (H) і поза його межами (Δ) [25, с. 62].

$$K_{св} = \frac{\Omega_H D_H}{\Omega_H D_H + \Delta \Omega \Delta D}, \quad \text{або} \quad K_{св} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta \Omega}{\Omega_H} \cdot \frac{\Delta D}{D_H}}, \quad (4)$$

де $\Delta \Omega = \Omega - \Omega_H$, $\Delta D = D - D_H$

D – фактична кількість днів виконання обсягу робіт;

Ω – загальний обсяг робіт, га

Своєчасність робіт повністю забезпечена при $K_{св} = 1$, коли $\Delta \Omega$ і $\Delta D = 0$

Приклад. Лущення стерні на площі 800га потрібно провести за 10 робочих днів. За нормативний період зробили 780 га, всю площу – за 10,3 днів. Визначити $K_{св}$.

$\Delta \Omega = 800 - 780 = 20$ га, $\Delta D = 10,3 - 10 = 0,3$ днів.

$$K_{св} = \frac{1}{1 + \frac{20}{800} \cdot \frac{0,3}{10}} = 0,95$$

5. Якість операцій оцінюють *коефіцієнтом якості* (коефіцієнт дотримання нормативів якості):

$$K_{\lambda} = \sum_{\lambda}^n \lambda \cdot P, \quad (5)$$

де λ – вагомість показників якості (табл. 1);

P – імовірність дотримання нормативних показників якості. Визначають за допомогою карти якості (табл. 6).

Значення **P** у будь-якому випадку не повинно бути меншим 0,85 (табл. 2).

Приклад. Визначити **K_я** лущення стерні для умов, наведених в табл. 3.

$$K_{\lambda} = \lambda_1 \cdot P_1 + \lambda_2 \cdot P_2 + \lambda_3 \cdot P_3$$

$$K_{\lambda} = 0,3 \cdot 0,9 + 0,4 \cdot 0,95 + 0,3 \cdot 0,95 = 0,94$$

6. Загальний показник втрат урожайності на одній операції (лущенні стерні) складе [25, с. 64, 79].

$$K_{\text{вi}} = K_{\text{св}} K_{\lambda} = 0,95 \cdot 0,94 = 0,89$$

В відносних одиницях:

$$\Delta U = (1 - K_{\text{вi}}) \cdot 100 = (1 - 0,89) \cdot 100 = 11\%$$

В абсолютних одиницях:

$$U_{\text{в}} = U_{\text{прг}} - (U_{\text{прг}} \cdot K_{\text{вi}})$$

$$U_{\text{в}} = 39 - (39 \cdot 0,89) = 8 \text{ ц/га}$$

7. Сумарний показник втрат урожайності на всіх операціях вирощування і збирання культури:

$$K_{\text{с}} = K_D^n K_{\text{вi}} \quad (6)$$

де **n** – кількість основних **ТО**;

K_{вi} – показник втрат на **i**-й **ТО**;

K = 1.....2 – коефіцієнт пропорційності факторів якості і втрат урожайності (зростає при **> n**).

Приклад. Визначити **K_в** для озимої пшениці [25, с. 67].

$$K_{\text{в}} = 1,5 (0,89 \cdot 0,93 \cdot 0,84 \cdot 0,97 \cdot 0,88 \cdot 0,86) = 0,79$$

Складові добутку – значення **K_{вi}** для основних процесів.

$$\Delta U = (1 - 0,79) \cdot 100 = 21 \%$$

$$U_B = 3.9 - (3.9 \cdot 0,79) = 0.8 \text{ т/га}$$

Таким чином, на основі $U_{\text{прг}}$ визначається очікуваний рівень U_0 , показники $K_{\text{св}}$, $K_{\text{я}}$ і $K_{\text{в}}$ на всіх етапах вирощування і сумарні по кожній культурі і рослинництву в цілому (табл. 4).

8. Виходячи з запланованих площ посіву, програмованої ($U_{\text{прг}}$), очікуваної (U_0) і втраченої (U_B) урожайності можна визначити відповідні показники валового збору і валової продукції по кожній культурі і рослинництва в цілому (табл. 5).

Резюме. Здавалось би незначні втрати від незначних порушень строків і якості польових робіт по окремих культурах в кінцевому рахунку виливаються для господарства недобором, точніше, **втратою** десятків і сотень тисяч гривень валової продукції рослинництва.

Один мільйон гривень недобору могли обернутись в аналогічну суму **виручки** при мінімальних додаткових витратах – дотриманні правил виконання польових робіт. А це в свою чергу залежить від рівня організації і управління виробництвом, показник ефективності якого – $K_{\text{е.у.}}$ – в тій же табл. 5.

Тобто, ще на стадії планування механізованих робіт, на основі ідентифікації факторів впливу можна завчасно передбачити і запобігти порушень агротехнічних вимог і втрат урожаю.

ЗАВДАННЯ.

1. Виконати розрахунок $U_{\text{прг}}$, $K_{\text{св}}$, $K_{\text{я}}$ і $K_{\text{в}}$ по заданій технологічній операції і культурі в цілому.
2. Визначити валовий збір і валову продукцію заданої культури: потенційну – Π , очікувану – Φ і втрачену – B (табл. 5). Виробничі умови і потенційні загрози врахувати самостійно.

3. Розробка карти якості

Карту якості розробляють для основних ТО вирощування і збирання с.-г. культури при проектуванні ТМР.

Суть розробки. Виходячи з операцій і МТА для їх виконання, формують АТВ, які в даному випадку виступають показниками якості. Потім визначають (ідентифікують) фактори впливу на ці показники і розробляють заходи для

усунення недоліків (способи покращення). Карта якості розробляється з урахуванням попередньо визначених показників якості. Покращення потребують показники з низькою імовірністю їх дотримання (**P**).

Приклад розробки карти якості для операцій лушення стерні і сівби зернових наведений в табл. 6. Додаткова інформація за побудову карти якості ТО міститься в [25, с. 76].

Таблиця 1. Показники якості і втрат

Машини		Показники	λ	Р	Кя
Плуги		Стабільність глибини	0,5	0,8	0,83
		Кришення пласта	0,3	0,85	
		Заробка решток	0,2	0,58	
Культи- ватори	Парові	Стабільність глибини	0,4	0,9	0,87
		Підрізання бур'янів	0,6	0,85	
	Міжрядкові	Стабільність глибини	0,2	0,85	0,87
		Підрізання бур'янів	0,4	0,85	
		Пошкодження рослин	0,4	0,9	
Для добрив і хімікатів		Стабільність норми	0,5	0,85	0,83
		Рівномірність внесення	0,5	0,8	
Сівалки		Стабільність висіву	0,45	0,9	0,86
		Стабільність h загортання	0,45	0,8	
		Пошкодження рослин	0,1	0,95	
Жатки		Стабільність h зрізу	0,2	0,85	0,86
		Втрати зерна	0,4	0,9	
		Стабільність розміру валка	0,15	0,8	
		Форма валка	0,25	0,85	
Комбайни		Втрати	0,8	0,9	0,89
		Пошкодження	0,1	0,85	
		Забрудненість	0,1	0,85	

Таблиця 2. Показники програмування

своєчасності $K_{св_i} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta \Omega}{\Omega_H} \cdot \frac{\Delta D}{D_H}}$ $\Delta \Omega = \Omega - \Omega_H$ $\Delta D = D - D_H$	$K_{св} = \prod_1^n K_{св_i}$ $K_{св} = 1 \text{ при } \Delta \Omega \text{ і } \Delta D = 0$ $K_{св_n} = \frac{1}{1 + \frac{20}{800} \cdot \frac{0,3}{10}} = 0,95$ $\Delta \Omega = 800 - 780 = 20 \text{ га}$ $\Delta D = 10,3 - 10 = 0,3 \text{ дні}$
якості $K_{я_i} = \sum \lambda_i \cdot P_i$ $K_{я} \rightarrow 1 \text{ при } P \rightarrow 1$	$K_{я} = \prod_1^n K_{я_i}$ $K_{я_n} = 0,3 \cdot 0,9 + 0,4 \cdot 0,95 + 0,3 \cdot 0,95 = 0,94$ $P \geq 0,85$
втрат $K_{в_i} \in K_{св_i} \cdot K_{я_i}$ $\Delta U = (1 - K_{в}) \cdot 100$ $U_{в} = U_n - (U_n \cdot K_{в})$ $В\P_{в} = U_{в} \cdot F \cdot U_{д}$	$K_{в} = K \prod_1^n K_{в_i}$ $K_{в_n} \in 0,95 \cdot 0,94 \in 0,9$ $\Delta U = (1 - 0,89) \cdot 100 = 11\%$ $U_{в} = 39 - (39 \cdot 0,89) = 8 \text{ ц/га}$ $В\P_{в} = 8 \cdot 800 \cdot 40 = 256 \text{ тис.}$
ефективності управління $K_{е.у} = \frac{В\P_{\Phi}}{В\P_{\Pi}}$ $K_{е.у} = \frac{992}{1248} = 0,79$	

Таблиця 3. Показники втрат урожайності в залежності від своєчасності і якості виконання технологічних процесів вирощування і збирання озимої пшениці.

Операція	Агрегат	Показники якості	λ	P	К _я	К _{св}	К _в
1. Луцення	Т-150+ЛДГ-15	Стабільність глибини	0,3	0,9	0,95	0,95	0,89
		Підрізання бур'янів	0,4	0,95			
		Заробка решток	0,3	0,95			
2. Внесення мінеральних добрив	Т-150К+РУМ-8	Стабільність норми	0,5	0,9	0,93	1	0,93
		Рівномірність внесення	0,5	0,95			
3. Комбінований обробіток	Т-150К+КШН-5,6	Стабільність глибини	0,35	0,95	0,93	0,9	0,84
		Підрізання бур'янів	0,35	0,9			
		Вирівнювання поверхні	0,3	0,95			
4. Сівба	ДТ-75+ СЗ-10,8	Стабільність норми	0,45	1	0,97	1	0,97
		Стабільність глибини	0,45	0,95			
		Пошкодження насіння	0,1	0,95			
5. Внесення гербіцидів	МТЗ-100+ОП-2000	Стабільність норми	0,5	0,95	0,93	0,95	0,88
		Рівномірність внесення	0,5	0,95			
6. Пряме комбайнування	РСМ-10Б	Втрата зерна	0,8	0,95	0,95	0,9	0,86
		Пошкодження	0,1	0,95			
		Забрудненість	0,1	0,9			
Показник сумарних втрат (DK _в)							0,79
Втрачена урожайність: $\Delta U = U_n - (U_n \cdot K_B) = 39 - (39 \cdot 0,79) = 8$ ц/га							

Таблиця 4. Потенційна і втрачена урожайність (розрахункові дані)

Культури	Програмована + НРК –		Фактич.	Втрач. (до+)	Показники втрат		
					К _{СВ}	К _Я	К _В
Озима пшениця	39	26	31	8	0,9	0,87	0,79
Ячмінь	36	24	25	11	0,9	0,76	0,69
Гречка	27	17	18	9	0,9	0,73	0,66
Просо	25	16	17	8	0,85	0,8	0,68
Кукурудза на зерно	70	46	56	14	0,9	0,88	0,8
Кукурудза на силос	300	230	240	60	1	0,8	0,8
Соняшник	28	21	22	6	1,95	0,82	0,78
Цукровий буряк	390	266	290	100	0,9	0,8	0,74

Таблиця 5. Потенційна і втрачена продукція землеробства. Ефективність управління

Культури	F, га	Валовий збір, тонн			Ц, грн.	Валова продукція, тис.грн.			К е.у.
		П	Ф	В		П	Ф	В	
Озима пшениця	800	3120	2480	640	400	1248	992	256	0,79
Ячмінь	300	1080	750	330	320	345,6	240	105,6	0,69
Гречка	60	162	108	54	400	64,8	43,2	21,6	0,67
Просо	30	75	51	24	300	22,5	15,3	72	0,68
Кукурудза на зерно	250	1750	1400	350	380	665	532	133	0,8
Кукурудза на силос	200	6000	4800	1200	10	60	48	12	0,8
Соняшник	100	280	220	60	900	252	180	54	0,71
Цукровий буряк	300	11700	8700	3000	170	1989	1479	510	0,74
ВСЬОГО						4,65	3,53	1,1	0,74
						млн. грн.			

Таблиця 6. Ідентифікація факторів і поліпшення показників якості польових робіт (карта якості)

Операція	МТА	Показники якості	Фактори впливу	Способи покращення
Лущення	Т-150+ЛДГ-15	Стабільність h	Стан робочих органів Кут атаки секцій Установка глибини	Заточити диски Встановити оптимально Врегулювати глибину
		Кришення ґрунту	Стан ґрунту Кут атаки секцій	Застосувати БДТ Встановити оптимально
		Підрізання бур'янів	Недостатня швидкість руху Недостатня кількість проходів	Збільшити V_p Збільшити кількість проходів
			Недостатній кут атаки Стан робочих органів Стан ґрунту	Збільшити кут атаки Заточити диски Застосувати БДТ
Сівба	ДТ-75+СЗ-10,8	Стабільність норми	Встановлення норми: – передаточне відношення – довжина катушки – перевірка відповід. норми	Встановити і перевірити норму висіву
			Спрацьовані висівні апарати	Ремонт висівних апаратів
			Регулювання глибини	Уточнити установку глибини
		Стабільність h	Тиск штанги	Додаткове регулювання
			Якість передпосівного обробітку	—
			Швидкість руху агрегата	Зменшити V_p
			Наявність і стан напрямників	Перевірити напрямники
		Пошкодження насіння	Установка клапана В А	Регулювання зазорів
			Спрацювання В А	Ремонт висівних апаратів

Таким чином, карта якості дозволяє завчасно виявити і усунути можливі недоліки при підготовці МТА.

ЗАВДАННЯ.

Розробити карту якості для заданої технологічної операції.

4. Схема управління якістю

Проектування якості польових робіт має бути пов'язане з цільовою функцією управління:

$$F = K \prod_i^n D_i K_{cv} \cdot K_{\lambda} \rightarrow \max \text{ при } U_0 \rightarrow U_{\text{прг}}$$

Оцінка якості виражається часткою втрат U_v від потенційного рівня $U_{\text{прг}}$.

Цільова функція управління може досягти **max** лише на основі системного підходу до проектування ТхС (Л.Р. №3).

Система – це коли існують (виявлені або ж налагоджені) **зв'язки** між її елементами. **Організація зв'язків** – це **структура** – відіграє більш важливу роль ніж властивість елементів. (Важливіше не те, який трактор, а те, **як організоване** його використання). Звідси – роль організації, яка забезпечується **управлінням**.

Загальна структура і функції ТхС розглянуті в [25, с. 19...20]. Для забезпечення якісних показників функціонування Тх С потрібно розробити схему **управління технологічними процесами** (рис.1).

1. Виходячи з цільової функції управління, виробничих умов і потенційних загроз (перешкод) проектують ТМР, розробляють технологічні і операційні карти, план польових робіт, програмують урожайність культури.

2. Пов'язують проектну і планову документацію з **системою управління** виробництвом, зокрема з органом управління **ОРУ** (керівники, спеціалісти, оператори).

3. Розробляють управлінські рішення – керуючий вплив **и** для реалізації **планів** виробництва об'єктом управління **ОУ**.

4. **ОУ** – це виконавці, які мають забезпечити виконання механізованого процесу в відповідності з правилами виконання польових робіт (7 складових).

5. Акцентується увага на забезпечення якісних показників – дотримання АТВ і інших складових операційної технології.

6. Управління технологічним процесом адаптується до збуреного впливу **F** (некерованих перешкод) за рахунок інформації зворотних зв'язків I_{zz} .

7. В процесі виконання роботи **РА** формуються вихідні параметри $X_{вих}$ – результати (обсяг і якість роботи) з визначеними показниками $K_я$, $K_в$, $U_в$ і очікуваною урожайністю U_0 .

8. На **ОРУ** поступає I_{zz} про параметри **ОУ**: внутрішні α , вихідні $X_{вих}$ та збурений вплив **F**. На основі цього **ОРУ** корегує управлінські рішення **u** для покращення якості функціонування ТхС у відповідності з цільовою функцією управління **F**. Цьому в великій мірі сприяє розробка карти якості технологічної операції (ТО).

ЗАВДАННЯ.

Навести схему і короткий опис управління якістю заданим технологічним процесом.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте фактори, що формують якісні показники польових робіт?
2. Поясніть недоліки які впливають на якість польових робіт?
3. Дайте визначення терміну програмування урожайності?
4. Охарактеризуйте виробничі умови і потенційні загрози недоотримання урожаю?
5. Проаналізуйте послідовність розробки карти якості технологічної операції вирощування культури.
6. Дайте пояснення схеми управління якістю польових робіт.
7. Визначте послідовність побудови схеми управління технологічними процесами.
8. За яким принципом відбувається поліпшення показників якості польових робіт?
9. На що впливають своєчасність і якість виконання технологічних процесів вирощування культур.
10. Що відображає схема управління якістю технологічним процесом.

3. ПРОЕКТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ

Тема № 17

Вибір і формування технології

1. Вихідні дані для проектування технології.
2. Характеристика технологій вирощування і збирання с.-г. культур.
3. Вибір і формування технології.

Література: 1, с. 113 ... 115, 149 ... 158; 2, с. 104... 132
3, с. 120... 127; 25, с. 70... 71; Л. 14.

Мета: Відпрацювати навички вибору і формування технології вирощування і збирання с.-г. культур.

Завдання:

1. Самостійно сформулювати і навести у звіті вихідні дані по господарству для проектування технології.
2. Стосовно прийнятих умов вибрати і сформулювати технологію вирощування заданої культури. В звіті навести перелік основних **ТО** і **МТА**, характеристику технології і обґрунтування її вибору.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Вихідні дані для проектування технології (Т)

Задача вибору і формування **Т** – мобілізація виробничо-технічного потенціалу господарства для ефективного використання біологічних можливостей с.- г. культур.

Вибір Т – це визначення комплексу найбільш ефективних для умов господарства агротехнічних заходів вирощування і збирання с-г культур.

Формування Т – процес взаємопов'язаного підбору **ТО** і технічних засобів для їх реалізації у відповідності з прийнятим рівнем **Т**.

Структура вихідних даних для проектування **ТхСТ** включає великий обсяг інформації, бо охоплює всі операції вирощування с.-г. культури. До них входить і числове значення *програмованої* (планової) урожайності.

Обсяг інформації для проектування **T** співставний з обсягом інформаційного поля для проектування **TxC** в рослинництві [25, с. 9] (рис. 1).

Всю інформацію можна об'єднати в *такі групи*:

- характеристика культури;
- **АТВ** до операцій;
- природно-виробничі умови проведення **ТО**;
- технологічні особливості;
- наявні ресурси та їх характеристика;
- екологічні вимоги та вимоги охорони праці.

При формуванні вихідних даних важливо забезпечити умову *необхідності та достатності* інформації. Ознака для включення певної інформації – її корисність для прийняття проектних рішень.

Вибір **T** без урахування конкретних умов унеможливорює її запровадження або ж не використовує в повній мірі виробничий потенціал.

2. Характеристика технологій

Технології вирощування і збирання культур мають різні властивості. Одні – забезпечують найвищу урожайність, інші – *мін* витрату ресурсів. При цьому по різному впливають на довкілля, на збереження родючості ґрунту, мають різний ступінь, рівень досконалості.

За одних і тих же умов можна вибрати технології з різними властивостями і отримати різні результати виробництва.

Таким чином, окрім визначення умов (вихідних даних) слід відрізнити наступні *особливості T*.

Звичайна (традиційна) T – склалась на даному етапі розвитку **МТБ**, індекс урожайності $I_u \approx 1$.

Інтенсивна – поєднує прогресивні агротехнічні заходи із своєчасним і якісним задоволенням потреб на кожній фазі розвитку рослин (почасткове внесення добрив) + мікроелементи, регулятори росту, інтегрована система захисту від шкідників, бур'янів і хвороб (I_u – до 2,0).

Індустріальна – ритмічність, потоковість, безперервність, комплексна механізація (I_u – до 1,4).

Ресурсо- і енергозберігаюча – *мін* витрати ресурсів (енергії). Ці **T** передбачають зменшення кількості, суміщення **ТО**, *мін* обробіток ґрунту,

комбіновані і комплексні агрегати, локальне внесення добрив, зменшення норм витрат матеріалів за рахунок підвищення якості і точності **ТО** (**I_u** – до 1,3).

Природоохоронна (грунтозахисна) підвищує або зберігає родючість ґрунту шляхом усунення причин машинної і природної деградації ґрунтів (ущільнення, ерозія, винесення гумусу, забруднення довкілля і продукції) (**I_u** – до 1,3).

Прямого посіву (нульова) суттєва мінімізація **ТО**, "консервація" ґрунту, активізація природних процесів, хімічний захист (**I_u** – до 0,7... 1,3).

Раціональна – ефективні **ТО**, методи організації виробництва і праці, форми її оплати (**I_u** – до 1,5).

Прогресивна – інтенсифікація вирощування культур за рахунок досягнень науки і практики, організації і передового досвіду (**I_u** – до 1,8)

Кожна **Т** в "чистому" вигляді не існує. Кожна з них акумулює властивості інших. Від цього рівень ефективності і екологічності виробництва може змінюватися в широких межах.

Окрім якісних, при виборі **Т** слід враховувати їх кількісні показники – для порівняння. Ними можуть бути собівартість продукції (**C_п**), **З_п**, **S**, **E**, **E_{шк}**, **U**. Це підсумкові (**Σ** по **Т**) або питомі (на 1 га чи 1-цю продукції). Їх можна отримати з технологічних карт вирощування культур [25, с.8].

Існують і узагальнені показники для оцінки **Т**:

- економічної ефективності;
- ефективності праці;
- енергетичної ефективності;
- показник екологічності.

Найбільш важливі для конкретних виробничих умов показники приймаються за *критерії вибору Т*.

3. Вибір і формування **Т**

Проект **Т** вирощування і збирання – *колективна праця* агронома, інженера і економіста. *Інженерне забезпечення Т* полягає:

- в сумісному з агрономом виборі *прогресивної Т*;
- обґрунтування раціональною комплексу машин.

Прогресивна Т передбачає > U за рахунок застосування:

- новітніх агротехнічних заходів;
- досконалих машин;
- передового досвіду.

Вона, таким чином, поєднує основні переваги інших **Т**.

Схема вибору *T*:

1. Мета: забезпечити *тах* продукції при *мін* витратах і шкідливих наслідках.
2. Формування вихідних даних, оцінка умов і можливостей господарства.
3. Усвідомлення характеристик і особливостей існуючих **Т**.
4. Відбір наявних технічних засобів для даної культури.
5. Загальна оцінка типової (наявної) **Т**.
6. Формування цілі і критеріїв вибору на основі співставного аналізу умов, можливостей, наявних машин, типової і прогресивної **Т**.
7. Визначення і прийняття основних параметрів механізованих процесів по прийнятому варіанту **Т**.
8. Уточнення структури **Т** у відповідності з прийнятим варіантом.

Формування *T* проводиться конкретизацією процесів до рівня основних і допоміжних операцій з вибором машин для їх виконання у відповідності з прийнятими критеріями і рівнем **Т**.

Таблична схема вибору і формування **Т** наведена на рис. 2. Вона пов'язана зі схемою вибору **МТА**. Бо найкращий агрегат вибирається для конкретної **ТО**.

Єдине обмеження в виборі **МТА** по відстані до цілі – відсутність кількісних характеристик існуючих **Т**.

Приклад вибору і формування **Т** вирощування цукровою буряка для заданих умов виробництва. Для цього наведений перелік і варіанти **ТО**, машин і навіть типи робочих органів (**РО**) і різний рівень **U**, яку вони здатні забезпечити (табл.1).

Особливості варіантів *T*:

- Різна кількість основних **ТО** (від 8 до 18).
- Різні операції, машини і **РО** – різні результати.
- Вплив добрив (при їх внесенні і без).

Варіант 1. Вибір **Т** в обмежених умовах. Для такої **Т** достатньо 6 механізованих + 2 ручні операції – 1, 5, 6, 7, 8, 9, 11 та 15 (див. табл.1), їх досить для **U** = 10 т/га.

Варіант 2. Вибір **Т** для сприятливих умов. Для цього > в 2 кількість **ТО**, високі **АТВ**, точність, добрива, гербіциди, досходове розпушування (**ВАНЦ**), обгортання, глибоке розпушування. 1 лише ручна перевірка. Додаткові організаційні і економічні заходи – оце те, що забезпечить урожай до 500 ц/га.

В наведеному прикладі *критерієм вибору Т* була **U**. Стосовно умов і можливостей виробництва можуть стати інші, розглянуті вище критерії.

Зразки типових **Т** для вирощування і збирання, основних культур наведені в [2, с. 104...125].

Таблиця 1. Технологія і урожайність цукрових буряків

Операції	Машини, РО	U, т/га			
		50	40	20	10
1. Р/в боронування	2×БЗТС	+	+		
	БЗСС			+	+
2. Вирівнювання борозен	ВИП-5,6	+	+		
3. Шлейфування	2 УСМК	+	+		
	ШБ-2,5			+	+
4. Внесення гербіцидів	ОП-2000	+	+	+	
5. Передпосівний обробіток	2 УСМК	+	+		
	КПС-4			+	+
6. Сівба при V_p , км/год.	ССТ	4,5	5,5	7	9
висів, шт./м		12	14	20	25
7. Прикочув. посіву: в рядку	2 УСМК	+	+		
суцільне	3 КВГ			+	+
8. Розпушування досходове	2 УСМК, БД, ПР	+	+		
	3 ОР-0,7			+	+
9. Розпушування досходове міжрядь (ВАНЦ)	3 Д, Б, БД	+	+		
10. Шарування: суцільне (ВАНЦ)	3 Д, Б, БД	+	+		
міжрядь	КФ-5,4			+	+
11. Обприскування	ПОМ	+	+	+	
12. Проривка з прополкою	ручна			+	+
13. 1-е обгортання з розпушуванням	Б, О, БД	+	+		
14. Підживлення РКД	Б, Н, БД	+	+		
15. 1-е глибоке розпушування	Д, БД	+	+	+	
16. 2-га прополка	ручна			+	+

Операції	Машини, РО	U, т/га			
		50	40	20	10
17. Перевірка	ручна	+	+	+	
18. 2-ге обгорт. з глиб. розпушуванням	Д, О, БД	+	+		
19. Підживлення	Б, Н	+			
20. 3-є глибоке розпушування	Д	+			
21. Розпушування глибоке перед збиранням	Д	+	+		
Всього операцій		18	16	12	8

БД – батареї дискові; **ПР** – пруткові ротори; **Б** – лапи-бритви; **ВАНЩ** – водіння агрегату по напрямних щілинах; **Н** – ножі-підживлювачі; **О** – онучники.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте які вихідні дані потрібні для проектування технології?
2. Поясніть суть звичайної (традиційної) технології вирощування і збирання культури?
3. Визначте суть інтенсивної технології вирощування і збирання культури?
4. Охарактеризуйте індустріальну технологію вирощування і збирання культури??
5. Проаналізуйте ресурсо- і енергозберігаючу технології вирощування і збирання культури?
6. Дайте пояснення природоохоронної технології вирощування і збирання культури?
7. Дайте оцінку технології прямого (нульового) посіву.
8. За яким принципом виконується раціональна технологія вирощування і збирання культури?
9. Яка технологія вирощування та збирання культури називається прогресивною.
10. Що відображають при виборі і формуванні технології вирощування і збирання культури.

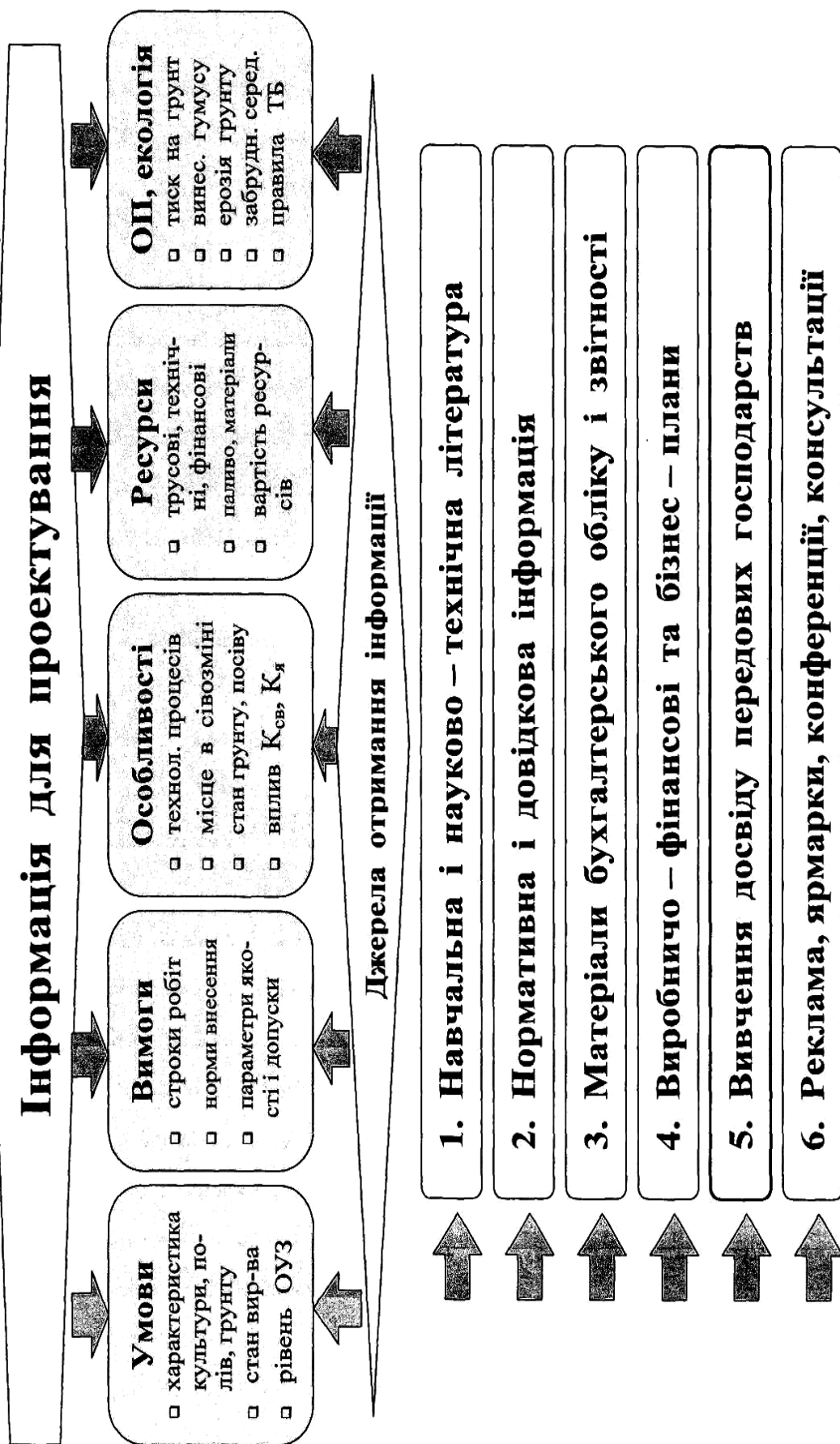


Рис. 1.5. Інформаційне поле проекту

Вибір T забезпечує найбільший раціональний для даних умов процес виробництва:

$$\max U - \min S$$

1. Характеристики технологій

види, S , Z_p , G_p , K_v , E_{ek} , E_{pr} , K_{et} , E_t , E_{sh} , K_v

2. Порівняльна оцінка технологій
3. Ранжування показників
4. Визначення критеріїв
5. Узгодження одномірності
6. Вибір альтернатив

7. Ідентифікація умов і обмежень

матер.- техн.

фінансові

природ.-клім

ОУЗ

8. Внесення обмежень на варіанти T і TO
9. Багатокрит. вибір по відстані до цілі
10. Кінцеве формування T з підбором TO

Рис.2. Схема вибору технології

Тема № 18

Розробка технологічної карти

1. Організаційно-підготовчий етап.
2. Структура Т К.
3. Формування агротехнічних показників.
4. Технічне і нормативне забезпечення робіт.
5. Розрахунок показників ефективності.

Література: 1, с. 150 ... 155; 2, с. 104... 132;
3, с. 120... 127
18; 19; 25, с. 72 ...74.

Мета: Засвоїти структуру і методику розробки Т К.

Завдання:

1. На основі попередньо прийнятій і сформованій Т, вихідних даних (ЛР № 17), використовуючи методику вибору, визначення кількості і розподілу МТА, розробити Т К на вирощування і збирання заданої культури для основних ТО і показників.
2. Навести розрахунок всіх інших показників ТК для заданої Т О.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Організаційно-підготовчий етап

Завдання Т, як системи прийомів вирощування с.-г. культур – забезпечувати високі врожаї при **min** затратах праці і коштів, зберігати і підвищувати родючість ґрунту, обмежувати шкідливий вплив Т. Технологія викладається в Т К – типових для зони. На їх основі – Т К для умов конкретного господарства.

Т К – нормативний документ, який регламентує комплекс ТО, потребу в механізованих засобах та показники їх використання і виконання виробничої програми.

Проблема розробки, використання і ефективності Т К пов'язана з **складністю** її структури через складність виробництва, **чисельність** операцій, показників і формуючих факторів виробництва.

Місія карти тісно пов'язана з операційною технологією, тобто правилами виконання робіт. Вони доповнюють одна одну.

Місія **Т К** не завершується безпосередніми потребами виробництва. **Т К** – основа планування і госпрозрахунку виробництва і не лише продукції рослинництва, а й господарського комплексу в цілому.

Враховуючи складність розробки, з навчальною метою перелік операцій і показників **ТК** можна обмежити основними.

Розробка Т К зводиться до вибору Т, формування ТО; вибору, визначення кількості і розподілу МТА і розрахунку показників. Все це – у відповідності з технологічним регламентом (АТВ), виробничими умовами і можливостями господарства.

Саме формування ТО, вибір технічних засобів для їх виконання і проектна оцінка можливих втрат – вирішальні фактори формування майбутнього врожаю.

Структура методичного забезпечення розробки кожного блоку показників **ТК** наведена в табл. 1, де **Л** – номер лекції; **ЛР** – номер лабораторної роботи; **МІМ** – методично-ілюстраційні матеріали для **КП** (25).

Нумерація літератури наведена згідно переліку Практикуму на стор. 229-230. Таким чином, **кожна тема, пов'язана з розробкою Т К, по суті дублюється** відповідними **Л, ЛР, методичними матеріалами (25), навчальною і довідковою літературою.**

Запорука високого рівня Т – в розробці відповідних **Т К** на основі методів оптимізації і сучасних засобів оргтехніки. Автоматизація (на **ПК**) – визначення як окремих складових, так і всього процесу розробки **Т К**.

Розроблена Т і Т К стають керівництвом до дії лише в разі їх адекватності технологічному регламенту, умовам і можливостям виробництва.

2. Структура Т К

ТК – це таблиця, в якій викладений весь перелік **ТО**. Кількість і назва операцій залежить від прийнятої **Т** і виду с.-г. культури. Для кожної операції зазначається обсяг і строки виконання робіт, **АТВ**, склад і показники роботи **МТА**, втрат, сукупної енергомісткості, шкідливих наслідків та інше.

Таблиця 1. Методичне забезпечення розробки Т К

Тематика по Т К	Л	Л Р	МІМ	Література
Вих. дані, вибір і формування Т	14	14	с.7-9, 71	1: 149...150
Вибір МТА	5	5	с.21...35	1: 102...4; 118...23 5: 167... 75-185
Розрахунок МТА (в т.ч. складу, $W_{зм}$, $G_{п}$)	6	6	с.36...37	1, 2, 3, 7
Обґрунтування к-сті і розподілу МТА	7	7	с.38...44	1: 123 ...6 5: 190 ...4
Раціональн. розподіл робіт	7	8	с.44	1, 3, 6, 8, 9, 10
Проектування ТО, ТП і ОТ (в т.ч. АТВ) АТВ на ТО основних культур	4,8,9	10	с.45...59	9, 10
Норми виробіт. і витр. палива				18, 19
Методика розрахунку E_o і $E_{ш}$	16	16	с.80...86	1:97... 101, 120
Програмув. U і показн. витрат K_b	13	13	с.60...69 76... 78	1: 113,114, 135-6 151-2;2:98-104
Зведен. розрахунок показник. ТК			с.73, 74	1,с. 153 ... 4
Методика розробки Т К	15	15	с.70...74	2. с. 104...32 3, с. 120 127
Підсумкові і питомі покази. ТК	17	17	с. 80	
Типові Т вирощ. і збир., основних культур				2, с. 107...253. с. 127... 43

Карта включає також вихідні для проектування дані – основні характеристики культури, поля, ґрунту і підсумкові показники Т.

Т К включає такі **групи показників**:

- *агротехнічні*: **Т О**, вимоги, обсяг і строки робіт
- *технічне забезпечення робіт*: **МТА**, $W_{зм}$, q_n
- *потреба в ресурсах*: кількість агрегатів, персоналу, палива і матеріалів

- *показники ефективності та екологічності*: втрат урожаю, затрати праці, коштів, енергомісткість та шкідливий вплив **ТО**.

Повний перелік показників **ТК** наведений у табл. 2.

Т К – комплексний документ, **складний** як для розробки, так і для використання. Чисельність **ТО** (кілька десятків) і 27 показників утворює в перетині більш як **півтисячі** клітин. Аналогічно – по інших культурах. І всі задіяні технічні засоби, матеріальні і фінансові потоки, виконавці і процеси потребують **узгодження** між собою в часі і просторі в **єдиний виробничий процес** по кожній культурі, рослинництві, тваринництві і господарстві в цілому.

Ефект виробництва – в налагодженні зв'язків між складовими **ТхС** на основі проектування.

Вирішальні, основні показники Т К – це технологія (перелік **ТО**), склад **МТА** і показник втрат (**К_в**). Всі інші – похідні, залежні від них.

Кожна **ТО** має свою технологію і правила виконання. В цьому – зв'язок технологічної і операційної карти.

3. Формування агротехнічних показників

Розробка Т К зводиться до формування вихідних даних, визначення чи обґрунтування, а також прийняття нормативних значень показників і занесення їх в таблицю встановленого зразка (табл. 2 і 3).

В верхній частині карти поміщають характеристики технології, поля, попередника, значення **U_{прг}** і критерій оптимізації.

Передусім розміщають перелік всіх **Т О**, визначений попередньо при **виборі і формуванні** технології. Для кожної операції заносять визначене значення відповідного показника (таблиця 3).

В нижній частині карти зазначають **підсумкові і питомі** (на 1 га) значення техніко-економічних показників.

Загальна схема і послідовність розробки Т К наведена на **рис. 1**.

Агротехнічний блок карти включає п.п.1 ... 7 (табл.2). Їх значення формується на основі **АТВ** до виконання **ТО**. Параметри показників можна використати з типових для даної зони **ТК** і операційної технології (методичне забезпечення – табл.1). Потрібно лише **адаптувати** значення показників до конкретних умов виробництва.

В графу "АТВ" заноситься значення найбільш вагомої для кожної операції вимоги, наприклад, по $\lambda_{\max}$ (табл. 3). Числове значення – з АТВ операційної технології (табл. 1). Аналогічно – календарні строки чи початок робіт і тривалість операції (D_p).

Таблиця 2. Структура показників ТК

№ гр	Н А З В А	Позначення
1	Послідовність операцій	
2	Назва операції	
3	Агротехнічні вимоги	
4	Обсяг робіт:	
	поля, га	Ω
	технологічних матеріалів, т	Ω_m
	врожаю, т	Ω_y
	СТРОКИ РОБІТ:	
5	календарних	
6	робочих, днів	D_p
7	Коефіцієнт змінності	K_{zm}
8	Склад агрегату	марка
	НОРМА:	
9	Виробіток на зміну	W_{zm}
10	Витрати палива, кг/га	q_p
11	Витрати технологічних матеріалів, ц/га	q_m
12	Еталонна продуктивність, у.е. га/год.	λ
	ПОТРІБНО НА АГРЕГАТ:	
13	механізаторів	m_m
14	допоміжних робітників	m_d
	НЕОБХІДНО ДЛЯ РОБІТ:	
15	агрегатів	n_a
16	робочих днів	D_p
17	нормозмін	N_{zm}
18	механізаторів	n_m
19	допоміжних робітників	n_d
20	палива, кг	G_p
21	технолог. матеріалів, т	G_m
	ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ:	
22	Коефіцієнт втрат врожаю	K_v
23	Затрати праці, год.	z_p
24	Умовний виробіток, у.е. га	W_e
25	Прямі витрати, грн.	S
26	Сукупна енергомісткість, МДж/га	E_0
27	Показник шкідливих наслідків, МДж/га	$E_{ш}$

Табл. 3. Т К вирощування і збирання ячменю

Технологія – інтенсивна Попередник – однорічні трави **U_{прг}**: зерна – 3; соломи – **3,6 т/га**
 Площа – **100 га** Група полів – 2 Параметр оптимізації – **S_{min}**

Операції	АТВ	Початок	D _p	K _{зм}	МТА	W _{зм} га	N _{зм}	G _п , л	Kв	З _п , год.	S _e , грн.	E ₀ , ГДж	E _ш ,*** ГДж
Лущення стерні	6-8 см	9.06	5	2	T-150+ЛДГ-15А	62,8	1,6	280	0,98	11,1	1146	24,9	2,6
Внесення міндобрив	2,5 ц/га	12.08	3	1,5	T-25А+НРУ-0,5	20,8	4,8	120	0,96	33,7	656	13,1	8,0
Оранка	20-22 см	20.10	15	2	T-150К+ПЛП-6-35	8,5	11,8	1270	0,97	82,4	5507	121,5	6,2
Закриття вологи	2-4 см	25.03	3	2	T-150+СГ-21+БЗТ	103	1,9	240	0,97	13,5	935	26,7	1,5
Передпосів. оброб.	5-6 см	5.04	5	2	T-70С+РВК-3,6	33	3	520	0,90	21,2	1421	48,8	4,1
Сівба (1,9 ц/га)	5-6 см	5.04	5	2	Ю-6Л+СЗ-5,4	15,2	6,6	410	0,96	92	1612	40,7	7,6
Підживлення	1 ц/га	22.05	3	1	ДТ-75М+СП+3СЗ	34,5	2,9	240	0,97	81,2	2528	54,6	9,8
Скошування	В-1%	11.07	5	2,6	Ю-6Л+ЖВС-6	22,6	4,4	180	0,95	62	1114	19,8	3,5
Обмолот валків	В-1,5%	15.07	8	2,6	СК-5М	6,2	16	1060	0,92	226	5130	322,5	4,8
Скирдув. соломи	В-5%	15.07	11	1,4	Ю-6Л+ПФ-0,5	108т	3,3	432	1,0	140	1259	43,0	1,4
* Опушено 30 операцій: 6 основних і всі допоміжні. ** Включені значення показників всіх опущених операцій. *** Без врахування шкідливих наслідків ерозії ґрунту.						Разом**	6162	0,72	1094	30946	1020	90	
						на 1 га**	61,6	х	10,9	309,5	10,2	0,9	

Таблиця 4. Розрахунок показників ТК

№ гр	Назва	Формула
	Програмування врожаю, т	$U_{\Pi} = B \cdot \Pi_6 + \Delta U_0 + \Delta U_m$
4	Обсяг робіт:	
	поля, га	$\Omega = F \cdot \kappa_0$
	технологічних матеріалів, т	$\Omega_m = q_m \cdot F$
	врожаю, т	$\Omega_y = U \cdot F$
6	тривалість робіт, днів	$D_p = D_k \cdot \alpha$
7	Коефіцієнт змінності	$K_{3M} = T_{\phi} / T_{3M}$
9	Виробіток на зміну	W_{3M} (по нормах)
10	Витрати палива, кг/га	q_{Π} (по нормах)
11	Витрати техн. матер., ц/га	q_m (по нормах)
12	Еталонна продуктивність, у.е. га/год.	$\lambda = W_{3M} / T_{3M}$
15	агрегатів	$n_a = \Omega / (W_{3M} \cdot K_{3M} \cdot D_p)$
16	робочих днів	$D_p = \Omega / (n_a \cdot W_{3M} \cdot K_{3M})$
17	нормозмін	$N_{3M} = \Omega / W_{3M}$
18	механізаторів	$n_m = m_m \cdot n_a \cdot N_{3M}$
19	допоміжних робітників	$n_d = m_d \cdot n_a \cdot N_{3M}$
20	палива, кг	$G_{\Pi} = q_{\Pi} \cdot \Omega$
21	технолог. матеріалів, т	$G_m = q_m \cdot \Omega$
22	Коеф. втрат врожаю	$K_B \in K_{\gamma} = K_{CB} \sum_{xi} P_i$
23	Затрати праці, год.	$3_{\Pi} = (m_m + m_d) \cdot N_{3M} \cdot T_{3M}$
24	Умов. виробіток, у.е. га	$W_e = \lambda \cdot N_{3M} \cdot T_{3M}$
25	Прямі витрати, грн.	$S = S_{To} + S_m + S_3$
26	Сукупна енергомісткість, МДж/га	$E_0 = E_{\Pi} + \sum E_m + (E_T + E_{\phi} + E_p + E_e) / W_a$
27	Показник шкідливих наслідків, МДж/га	$E_{\Pi} = E_y + E_e + E_T + E_c + E_{\Pi p}$

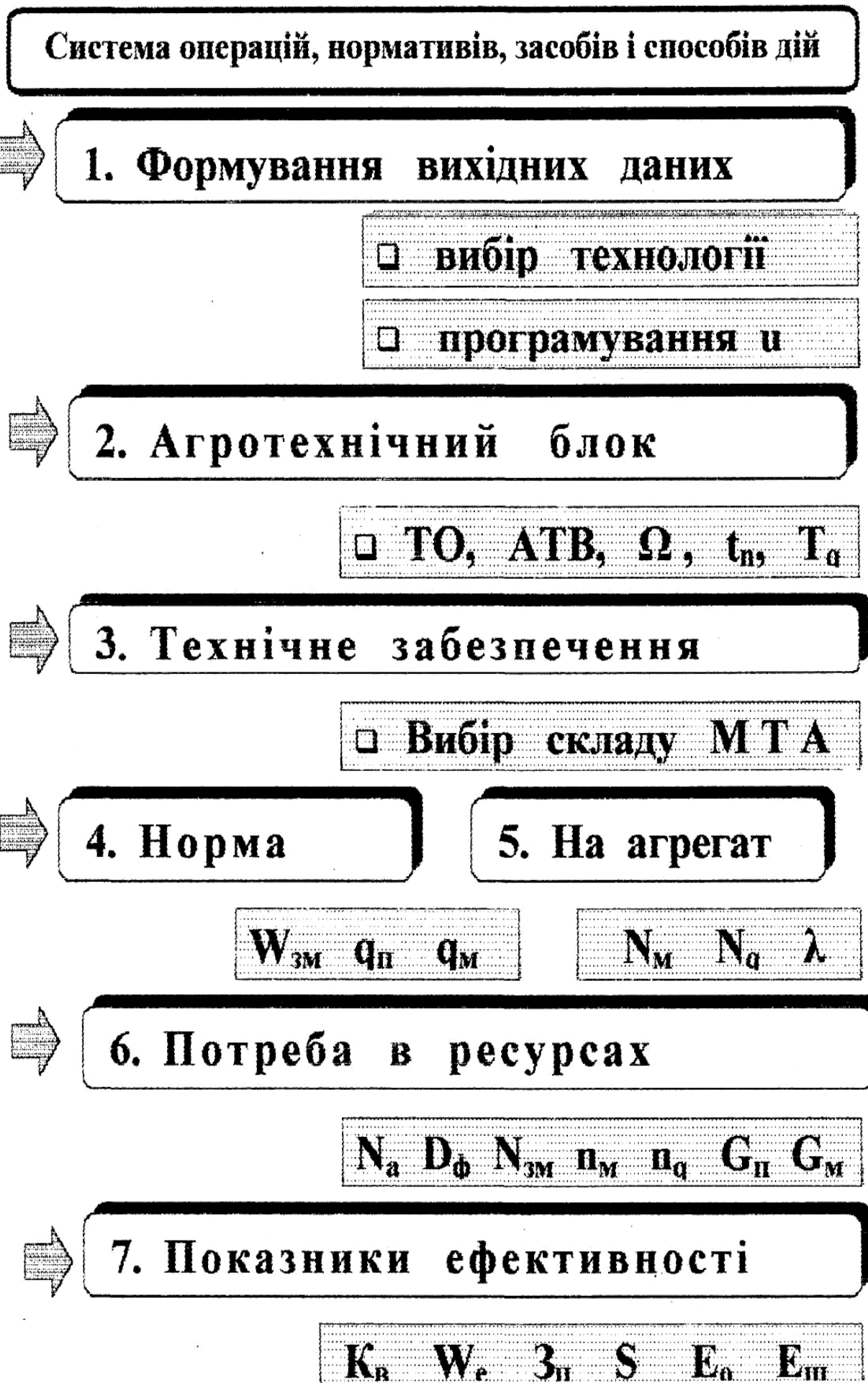


Рис.1. Схема розробки ТК

Тривалість робочого часу ($K_{зм}$) встановлюють виходячи з $W_{зм}$, кількості МТА і умови виконання операції в нормативний період (D_p). При цьому враховується можливість роботи в нічний період. Графи 4, 6 і 7 Т К можна визначити за формулами табл. 4. Таким чином, визначенням показників агротехнічного блоку встановлюється **технологічний регламент** (умови) на вирощування с.-г. культури. Від його дотримання залежить рівень своєчасності і якості робіт, кінцевий результат – урожайність. Бо саме технологічний регламент забезпечує біологічні **потреби** росту і розвитку рослин.

4. Технічне і нормативне забезпечення робіт

Послідовність розробки Т К (Рис.1).

1. Формування вихідних даних (інформаційного поля.)
2. Вибір і формування технології.
3. Формування агротехнічного блоку.
4. Технічне забезпечення: вибір складу МТА.
5. Нормативи і потреби в ресурсах (W, q, N, D, G).
6. Показники ефективності ($K_v, W_e, Z_n, S, E_0, E_{ш}$).
7. Підсумкові і питомі показники.
8. Оцінка Т О і технології, в т.ч. порівняльна.
9. Корегування операцій для вдосконалення Т.

Вирішальним в проектуванні технології є формування Т О і МТА для їх забезпечення. Бо рівень і забезпечення технології – вирішальні фактори виробництва.

Методика вибору агрегату докладно розглянута в літературних джерелах (табл. 1). Окрім прийнятих критеріїв вибору слід **рахуватись** ще й з можливою **зайнятістю** агрегатів одного складу **на інших роботах**, що проводяться одночасно. Тому найбільш обґрунтований вибір можливий лише шляхом **одночасного розподілу наявного складу МТП по всьому обсягу робіт певного періоду**. Це проводиться при розробці **робочого плану** польових робіт. Великий обсяг інформації і обчислень потребує застосування ПЕОМ.

Показники технічного і нормативного забезпечення включають п.п. 8 ... 21 Т К (табл. 3). Їх розрахунок виконують по відповідних формулах (табл. 4). Посилання на методичне забезпечення (табл. 1).

Значення $W_{зм}$ і q_n приймають по типових **нормах** виробітку і витрати палива [18, 19]. В разі відсутності (для нових машин) – виконують розрахунок [1, 2, 3, Л і ЛР-6, 25, с. 36 ... 37]. Витрата q_m , нормується, окрім того, **АТВ**.

Еталонна продуктивність λ , у.е.га/год. – це коефіцієнт переведення в еталонні трактори: К-701 – 2,7; Т-150, Т-150К – 1,05; ДТ-75 – 1,0; МТЗ-80 – 0,7; Ю-6 – 0,6; Т-25 – 0,3 у.е.га/год. [1, с. 59, табл. 1.4].

Розрахунок усіх інших показників (графи 15 ... 21) – цілком зрозумілий з формул табл. 4.

5. Розрахунок показників ефективності

Показники ефективності визначають: втрати врожаю (K_v), трудомісткість робіт (Z_n), еталонний виробіток (W_e), експлуатаційні витрати коштів (S), енергомісткість (E_0) і шкідливі наслідки ($E_{ш}$) **ТО**, на 1 га площі і на вирощування культури в цілому – п.п. 22 ... 27 (табл. 3).

Показник втрат K_v характеризує рівень і дотримання технології на всіх етапах вирощування і збирання культури в залежності від своєчасності і якості проведення робіт.

$$K_{v_i} \in K_{cv_i} \cdot K_{я_i} \text{ для Т О, } K_v = K_{D_i}^n \cdot K_{cv} \text{ для Т,}$$

$$\text{де } K_{cv_i} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta\Omega\Delta D}{\Omega_{ii} D_{ii}}} \quad \text{і} \quad K_{я_i} = \sum \lambda_i \cdot P_i,$$

$$\Delta\Omega = \Omega - \Omega_i \quad \text{і} \quad \Delta D = D - D_i$$

$$K_{cv_i} = 1 \quad \text{при} \quad \Delta\Omega \text{ і } \Delta D = 0,$$

$$K_{я} \rightarrow 1 \quad \text{при} \quad P \rightarrow 1.$$

З урахування втрат, очікувана урожайність

$$U_o = U_{npz} \cdot K_v, \text{ т/га}$$

$$U_o \approx U_{npz}, \text{ коли } K_v = 1.$$

Визначення показників Z_n і W_e виконується по формулах (табл. 4) і пояснень не потребує.

Прямі експлуатаційні витрати S включають Σ витрат на оплату праці, вартість ПММ, відрахування на реновацію машин, ремонти і ТО.

Прямі питомі витрати:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{рто}}, \text{ грн./га}$$

Оплата праці:

$$C_{\text{оп}} = \sum(m_i \cdot f_i) : W_{\text{зм}}, \text{ грн./га}$$

де m_i – кількість працівників

f_i – оплата за $W_{\text{зм}}$.

$$\text{Вартість ПММ: } C_{\text{пмм}} = C_k \cdot q_n \text{ грн./га}$$

Де C_k – 3.. 3,5 грн./л – комплексна ціна 1л ПММ

q_n – витрата палива, л/га.

Відрахування на реновацію:

$$C_{\text{рто}} = \sum \frac{B \cdot \alpha}{W_0 \cdot t}, \text{ грн./га}$$

де $\alpha \approx 0,15$ – норма амортизації (в долях 1)

B – вартість T_p , $Z_{\text{ч}}$ і ΣP_M , грн.

T – зональне річне завантаження T_p , $Z_{\text{ч}}$, P_M , год.

Відрахування на ремонти і ТО:

$$C_{\text{ра}} = \sum \frac{Z \cdot \alpha'}{W_0 \cdot t'}, \text{ грн./га}$$

де α – сумарна норма відрахувань на ремонти і

ТО: T_p , $Z_{\text{ч}}$, P_M в долях 1.

t' – нормативне річне завантаження T_p , $Z_{\text{ч}}$, P_M , год.

α' – для $T_p=0,12...0,3$; с.-г. маш. – $0,1...0,25$ [7].

Річне завантаження t' можна прийняти 1,15... 1,25 від фактичного.

Прямі витрати на весь обсяг ТО:

$$S = C_{\text{пит}} \cdot \Omega, \text{ грн}$$

Визначення E_0 . Енергія, затрачена на виробництво продукції еквівалента грошовим витратам. Проте позбавлена коливанням цін, інфляції і кон'юнктури ринку. А тому **енергетичний вимір затрат – більш об'єктивний показник.**

Принцип енергетичної оцінки: будь-який об'єкт і дія (праця) – містить певну кількість енергії. Тоді добуток енергетичного еквіваленту (α) і кількісної величини об'єкту (M) і є його **енергоємність.**

$$E = \alpha \cdot M, \quad \text{МДж.}$$

Значить, енергоємність палива E_p , матеріалів E_m , всього складу **МТА** (E_t, E_q, E_m) і праці людей E_l в сукупності – це **енергоємність Т О:**

$$E_{\text{ПИТ}} = \alpha_{\text{П}} q_{\text{П}} + \sum \alpha_m q_m + \frac{\alpha_T M_T + \alpha_q M_q + \sum \alpha_p M_p + \sum \alpha_n N_l}{W_a},$$

де $E_{\text{ПИТ}}$ – питома енергоємність, МДж/га;

α – енергетичний еквівалент:

для p і M – МДж/кг;

для t, q і p – МДж/кг · год.,

для l – МДж/год.;

q, M і N – витрата, кг/га; маса, кг; кількість, чол.

W_a – продуктивність, га/год.

Енергомісткість на весь обсяг Т О:

$$E_0 = E_{\text{ПИТ}} \cdot \Omega, \quad \text{ГДж.}$$

Для запобігання похибок – звернути увагу на розмірності енергетичних еквівалентів, кількісних величин і приклади [20, ЛР 16, 25, с. 82 ... 83].

Визначення $E_{\text{ш}}$. Величину шкідливих наслідків механізованих робіт – ущільнення, ерозія і винос гумусу, забруднення середовища і продукції – в кількісному виразі можна визначити в енергетичних показниках.

Ущільнення ґрунту ходовими системами (робота на утворення колії):

$$A = P \cdot L = 10^4 (\eta_v f_T G_T + \sum f_M G_M) : B_P \quad \text{Дж/га}$$

Втрати гумусу від виносу ґрунту робочими органами та ходовими системами:

$$E_r = \alpha \cdot \beta \cdot M, \quad \text{МДж/га}$$

Шкідлива дія хімічних засобів:

$$A_X = \psi (H_X : m) \varphi_B T, \quad \text{МДж/га}$$

Сумарний питомий вплив:

$$E_{\Pi}^{\Pi} = A + E_r + A_X, \quad \text{МДж/га}$$

Шкідливі наслідки на весь обсяг Т О:

$$E_{\Pi}^{\Pi} = E_{\Pi}^{\Pi} \cdot \Omega, \quad \text{ГДж.}$$

Позначення розрахункових формул, довідкові дані і приклади наведені в переліку методичного забезпечення (табл. 1).

Для запобігання похибок – звернути увагу на розмірність величин в формулах, проміжних розрахунках і в **ТК**. Методика визначення показників енергомісткості і екологічності технологій – в **ЛР №19**.

Після визначення всіх показників по кожній **Т О** в графу **"Разом"** заносять їх відповідну суму. За виключенням показника **К_в**, для якого визначається добуток. Питомі значення показників технології (графа **"на 1 га"**) отримують діленням **Σ** на **Ω**.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте організаційно-підготовчий етап розробки технологічної карти?
2. Поясніть структуру технологічної карти?
3. Визначте групи показників які включає технологічна карта?
4. Охарактеризуйте послідовність формування агротехнічних показників технологічної карти?
5. Проаналізуйте агротехнічний блок технологічної карти?
6. Дайте пояснення загальної схеми і послідовності розробки технологічної карти?
7. Дайте оцінку технічному і нормативному забезпеченню робіт.
8. За яким принципом виконується розрахунок показників ефективності?
9. Який принцип розрахунку енергетичної оцінки.

10. Що відображає величина шкідливих наслідків механізованих робіт.

Тема № 19

Визначення показників енергомісткості і екологічності технологій

1. **Фактори шкідливого впливу.**
2. **Сукупна енергомісткість ТО.**
3. **Енергетичні показники шкідливого впливу.**

Література: 1, с. 91 ... 101;
20; 25, с. 80 ... 86.

Мета: Оволодіння навичками визначення енергомісткості ТО та енергетичних показників шкідливого впливу механізованих робіт.

Завдання.

1. Навести перелік і суть шкідливого впливу механізованих технологій.
2. Визначити енергоємність і шкідливі наслідки ТО, технології по заданій культурі (графи 26 і 27 ТК).

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Фактори шкідливого впливу механізованих технологій

Надмірно високий ступінь обробітку земель, протиріччя інтенсифікації і механізації виробництва значною мірою спричинюють наростання екологічної напруженості.

Негативний вплив машинних агрегатів на екосистему виявляється через споживання непоновлюваних ресурсів (палива, добрив, хімікатів). Використання енергонасичених тракторів великої маси і робочої швидкості виконання робіт негативно впливає на екологію середовища.

Так, машинні технології призводять до:

- **ущільнення ґрунту** поверхневе – від питомого тиску ходових систем. Залежить від маси і площі опори машини. Залишкові деформації в підорному шарі ґрунту – лише від маси машин. Знижують накопичення вологи, розвиток кореневої системи і урожайності культур;

- **ерозії ґрунту** водної і вітрової – порушення структури ґрунту робочими органами машин; результат недостатньої кількості органічних

речовин, добрив; круті схили, несприятливі напрямки обробітку ґрунту, недоліки технології по захисту ґрунту та інше;

- **винесення гумусу** робочими органами на зворотні смуги – від несвоєчасності технологічного обслуговування, порушення режимів і технології робіт, недосконалих робочих органів;

- **забруднення** середовища і продукції шкідливими хімічними сполуками – наслідок недосконалих способів і доз внесення добрив і хімікатів, несвоєчасної і неякісної заробки їх в ґрунт, порушення правил безпеки при роботі з отрутохімікатами – 90 % від загальної шкоди.

Тому актуальним і необхідним стає впровадження і розробка енерго- і ресурсозберігаючих, природоохоронних технологій, встановлення кількісних одномірних показників рівня ресурсомісності та шкідливих наслідків.

Для цього пропонується система енергетичної оцінки технології, яка базується на тому, що **будь-який об'єкт і дія (робота) містить певну кількість енергії**, яку можна визначити і оцінити як сукупну.

Для об'єктивної оцінки виробничих затрат проводяться виміри всіх складових технології в єдиних енергетичних одиницях. На основі енергетичних еквівалентів матеріалів, машин і трудових ресурсів, а також їх кількісного виразу визначається енергоємність ТО в МДж.

2. Сумарна енергомісткість ТО

Сумарна енергія E_i (МДж), затрачена на виробництво с.-г. продукції визначається як добуток енергетичного еквівалента α і кількісної характеристики об'єктів M , (кг, чол.):

$$E_i = \alpha_i \cdot M_i.$$

Одиниці виміру енергетичного еквіваленту:

для основних засобів – в МДж за 1 год. праці на 1 кг маси;

для оборотних засобів – в МДж на кг, л або м³;

для трудових ресурсів – в МДж на годину праці (табл. 1).

Енергоємність j-ої ТО при роботі i-го МТА:

$$E_{ij} = \alpha_n g_n + \sum_m \alpha_m g_m + \frac{\alpha_r M_r + \sum_r \alpha_r M_r + \sum_p \alpha_p M_p + \sum_l \alpha_l M_l}{W_{0j}}$$

де α_n, α_m – еквіваленти палива і технологічних матеріалів (МДж/кг);

$\alpha_T, \alpha_r, \alpha_p$ – еквіваленти години роботи трактора, робочих машин, обладнання на 1 кілограм маси (МДж/кг год);

α_l – еквіваленти години праці персоналу (МДж/год);

g_n, g_m – погектарна витрата палива і матеріалів (кг/га);

M_T, M_r, M_p – маса трактора, (кг);

N_l – кількість працівників(чол.);

W_0 – продуктивність агрегату за годину змінного часу (га/год).

Приклад:

Розрахувати енергоємність операції луцення агрегатом в складі К-701+ЛДГ-20, при $a_n = 52,8$ МДж/кг, $a_T = 0,024$ МДж/кг год, $a_r = 0,061$ МДж/кг год, $a_l = 1,26$ МДж/год.

$$E_l = \alpha_n g_n + \frac{\alpha_T M_T + \alpha_r M_r + \alpha_l N_l}{W_0}$$

$$E_l = 52,8 \cdot 4,5 + \frac{0,024 \cdot 12500 + 0,061 \cdot 5514 + 1,26 \cdot 1}{8,3} = 314,5 \text{ МДж/га}$$

3. Енергетичні показники шкідливого впливу ТМР

Оцінка екологічності технологічних операцій також виконується в енергетичнім вимірі.

Ущільнення ґрунту:

$$A = P \cdot L = 10^4 \frac{(\eta_v f_T G_T + \sum + f_M G_M)}{B_p} \text{ МДж/га,}$$

де P – сила опору кочення, Н;

L – пройдений шлях, м/га;

$\eta_v \approx 0,90 \dots 0,98$ – коефіцієнт втрат ходової частини;

$f_T \approx 0,91 \dots 0,97$ – коефіцієнт опору кочення трактора;

$f_M \approx 0,10 \dots 0,44$ – коефіцієнт опору машини і зчіпки;

G – маса, Н;

B_p – захват агрегату, м.

Таблиця 1. Енергетичні еквіваленти

Основні засоби	МДж/кг за год
Трактори	0,0243
Автомобілі	0,0143
Причепи	0,0263
Навантажувачі	0,047
Плуги	0,036
Луцильники, зчіпки	0,08
Борони, шлейфи	0,102
Машини для мінеральних добрив	0,071
Машини для органічних добрив	0,058
Обприскувачі	0,246
Сівалки	0,107
Жатки, підбирачі	0,211
Комбайни зернозбиральні	0,251
Комбайни кукурудзо- і силосозбиральні	0,224
Комбайни бурякозбиральні	0,98
СПС – 4,2 і БМ – 6	0,190
Оборотні засоби	МДж/кг
Бензин, ДП	79,5
Електроенергія, МДж/кВт год	12,0
Азотні добрива	86,8
Перегній	0,42
Гербіциди (гранули)	363,7
Насіння та зерно с.-г. культур	17,2
Квасоля, горох, соя	19,5
Кукурудза, рис, картопля	16,5
Професії	МДж/год
Трактористи-машиністи	43,4
Комбайнери	43,8
Водії	43,1
Ремонтні робітники	41,6
І Т П	67,0
Робітники ручної праці	29,7

Втрати гумусу:

$$E_z = a \beta M, \quad \text{Мдж/га,}$$

де $a \approx 20$ Мдж/кг – енергетичний еквівалент гумусу; $\beta \approx 0,05 \dots 0,15$ – коефіцієнт вмісту гумусу, залежить від типу і глибини обробітку ґрунту, виду робочих органів та технології обробітку ґрунту; M – маса землі, що виноситься з поля, кг/га.

Шкідлива дія хімікатів:

$$A_x = \psi (N_x / m) \varphi_v T, \quad \text{Мдж/га,}$$

де $\psi = 50 \dots 200$ – активність хімікатів, Мдж/моль- год;

$N_x = 1 \dots 10$ – норма внесення діючої рідини, кг/га;

$m = 5 \dots 10$ – маса 1 моля субстанції, кг/моль;

$T = 5 \dots 30$ – час розкладу хімікатів, год.;

φ_v – коефіцієнт непродуктивної витрати хімікатів.

Сумарні шкідливі наслідки:

$$E_{\text{ш}} = A + E_r + A_x, \quad \text{Мдж/га.}$$

Оцінка екологічних властивостей агрегату є необхідною складовою при обґрунтуванні його складу, удосконаленні технологічних засобів та ТхС. Найважливіші напрямки розвитку ТхС:

- зниження сукупного енерговмісту МТА і технологічних операцій за рахунок впровадження ресурсоощадних прийомів і процесів;
- зниження рівня ущільнення ґрунтів, як зменшенням тиску МТА на ґрунт і збільшенням їх ширини захвату так і впровадженням нових технологій обробітку землі;
- раціональне поєднання різних способів захисту рослин, що знижує рівень забруднення середовища хімічними препаратами

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте які фактори шкідливого впливу механізованих технологій Ви знаєте?
2. Поясніть суть поверхневого ущільнення ґрунту?
3. Визначте вплив водної і вітрової ерозії ґрунту на екосистему?
4. Охарактеризуйте процес винесення гумусу робочими органами?
5. Проаналізуйте забруднення середовища шкідливими хімічними сполуками?
6. Дайте пояснення розрахунку енергії затраченої на виробництво сільськогосподарської продукції?
7. Як розрахувати ущільнення ґрунту, що спричинене машинно-тракторним агрегатом.
8. За якою формулою розраховуються втрати гумусу?
9. Від чого залежить шкідлива дія хімікатів?
10. Що відображає розрахунок сумарних шкідливих наслідків.

Тема № 20

Оцінка технології

1. **Аналіз підсумкових показників Т К.**
2. **Економічна ефективність виробництва продукції рослинництва.**
3. **Узагальнені показники ефективності Т.**

Література: 1, с. 97 ... 101; 152...158
25, с. 80 ...87.

Мета: Відпрацювати методи аналізу і оцінки ефективності технологій по підсумкових, економічних і узагальнених показниках.

Завдання:

1. Виконати аналіз Т по підсумкових показниках Т К.
2. Розрахувати економічні показники вирощування заданої культури.
3. Навести розрахунок узагальнених показників Т.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Показники Т можна розділити на 3 групи:

1. Підсумкові показники Т К.
2. Показники ефективності – на основі Т К.
3. Узагальнені показники технології.

На їх основі:

- оцінюють рівень проектної технології;
- планують виробництво;
- удосконалюють технологію;
- адаптують управління виробництвом.

1. Аналіз підсумкових показників ТК

Більша частина показників **ТК** характеризує **ТО**, розмірність яких несумісна між собою (АТВ, строки, потреби, нормативи і т.д). Економічні

показники характеризують кожну Т О (1-ці і всього обсягу робіт) і Т в цілому (графа "**Разом**"); $\Sigma : F$ – питоме значення, – графа "**на 1 га**".

Значення **індивідуальних показників** формує структура технології (тобто ТО) і склад **МТА**. Саме від них залежить поліпшення параметрів технології.

Принцип аналізу **підсумкових показників** – порівняльний. Бажано мати базову і проектну Т. Порівнянням питомих (на 1 га) показників оцінюють рівень проектної технології.

Послідовним переглядом показника кожної ТО виявляють несприятливі (високі) значення (для оранки завжди "букет" – q_p , Z_p , W_e , S , E_0). Розглядають можливість усунення недоліків, заміни ТО чи МТА. В будь-якому разі резерви удосконалення – невичерпні.

Заслуговує на увагу **показник втрат K_v** . Він безпосередньо показує величину технологічних втрат урожайності на всіх етапах вирощування і в цілому.

Що значить $K_v = 0,75$? – Це те, що недобір U складе 25 %. Якщо $U_{\text{прг}} = 30$ ц, то $U_v = 7,5$ ц/га, або 75 т з 100 га. По технологічних причинах. На яких саме роботах – видно з **ТК**.

Для аналізу слід використати Т К, розроблену для заданої культури (ЛР № 16, табл. 3).

Таблиця 1. Показники вирощування і збирання ячменю (по ТК)

	G_n	G_m	W_e	K_v	Z_p	S	E_0	$E_{\text{ш}}$
РАЗОМ	л	кг	у.е.га		год	грн	ГДж	ГДж
На 1 га								

Таблицю слід заповнити підсумковими показниками ТК по заданій культурі.

Для **прикладу** можна розглянути співвідносність значень основних показників вирощування різних культур для різних критеріїв оптимізації (табл. 2).

Тут можна аналізувати і оцінювати показники по культурах, а також по критеріях формування технології.

Таблиця 2. Порівняльні показники виробництва (по Т К)

Культура	Критерій	q_n , л/га	S , грн/га	E_o , ГДж
Ячмінь	S_{min}	61,6	309	66
	$q_{n\ min}$	51,9	822	38
Ц/буряк	S_{min}	201	1011	145
	$q_{n\ min}$	189	1218	98

Таким чином, показники Т К важливі для аналізу, оцінки і удосконалення технології, планування виробництва і ведення бізнесу.

2. Ефективність виробництва

З показників Т К визначається ряд інших, економічних, які дозволяють оцінити ефективність вирощування окремих культур і виробництва продукції рослинництва. Серед них:

- валовий збір і валова продукція;
- статті витрат;
- собівартість продукції;
- прибуток;
- рентабельність;
- поріг збиткової урожайності;
- ефективність управління.

Ці та інші показники вивчає дисципліна "Економіка с.-г.". Вихідною інформацією для цього служать Т К.

Валовий збір: $V_z = U \cdot F, \quad \text{т}$

Валова продукція: $V_n = V_z \cdot \Pi, \quad \text{грн.}$

Витрати (вартість палива, насіння, добрив, гербіцидів, отрутохімікатів) – добуток одиниці вартості (грн./кг) на загальну кількість (кг). В структуру витрат входять також загально-виробничі і приведені витрати.

Собівартість продукції – це витрати с.-г. підприємства на виробництво одиниці продукції в грошовій формі (грн./т). В неї входять **всі види витрат**: оплата праці, вартість насіння, добрив, засобів захисту рослин, роботи і послуги, витрати на ремонт, **ТО**, амортизація, організація і управління

виробництвом, страхові платежі. Собівартість дає змогу об'єктивно оцінювати ефективність виробництва в даних умовах.

Прибуток – частина виручки після відшкодування всіх витрат. Він визначається як різниця виручки Ч і собівартості продукції С.

$$\Pi = \text{Ч} - \text{С}, \quad \text{грн.}$$

Рентабельність продукції – ефективність витрат на її виробництво:

$$P = \frac{\Pi}{B} \cdot 100, \quad \%$$

де В – витрати, грн.

Поріг збиткової урожайності – min рівень U, нижче якого виробництво буде збитковим. Визначається діленням загальних питомих витрат (на 1 га) на ціну реалізації. **Наприклад**, для ячменю:

$$U_{\min} = 1008 \text{ грн/га} : 400 \text{ грн/т} = 2,5 \text{ т/га}$$

Коефіцієнт ефективності управління – співвідношення фактичного рівня виробництва до потенційно можливого. Це доля втрат, пов'язана з недоліками управління.

$$K_{e.y.} = U_{\phi} : U_{\text{прг.}} \quad \text{Приклад: } K_{e.y.} = 3 : 5 = 0,6$$

Це означає, що із 100 га ячменю могли отримати 300 тис. грн. виручки, а отримали 180 тис. Недоотримали 40 % або 120 тис. грн. – По організаційно-управлінських причинах.

Таким чином, ці показники оцінюють технологію, організацію, управління і ефективність виробництва.

3. Узагальнені показники ефективності Т

Це показники економічної ефективності, ефективності праці, енергетичної ефективності і екологічності ТхС. В їх структуру входять складові, визначені в ТК.

1. Економічна ефективність:

$$E_{ek} = \frac{C \cdot U - S}{S}.$$

де С – ціна продукції, грн./т;

U – урожайність, т/га;

S – експлуатаційні витрати, грн./га.

2. Ефективність праці

$$E_{np} = \frac{C \cdot U - S}{Z_n}, \text{ грн./год.}$$

де Z_n – затрати праці, год./га

3. Коефіцієнт енергетичної ефективності:

$$E_{er} = \frac{E_u}{E_T} = \frac{\alpha \cdot U}{\sum \alpha_i \cdot M_i},$$

де E_u, E_T – енергомісткість продукції (ГДж/кг) і T (ГДж);

α, α_i – енергетичні еквіваленти продукції і складових T .

4. Показник екологічності:

$$\varepsilon = \frac{E_u}{E_T + E_{ш}},$$

де $E_{ш} = \sum E_i$ – шкідливі наслідки T від ущільнення, ерозії і виносу гумусу, забруднення довкілля і продукції, ГДж/га.

$\varepsilon_{\max}$ при $(E_T + E_{ш}) \rightarrow \min$.

Показники E_{eT} і ε – більш інформативні. Вони всебічно оцінюють ефективність і екологічну безпеку виробництва.

Застосування розглянутих показників в плануванні, проектуванні і аналізі виробництва сприяє впровадженню новітніх технологій з високими показниками ефективності та екологічності.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте, які основні показники вирощування і збирання культури розраховуються по технологічній карті?
2. Поясніть які порівняльні показники виробництва культури по технологічній карті ви знаєте?
3. Визначте економічні показники, які дозволяють оцінити ефективність вирощування культури?
4. Охарактеризуйте підсумкові показники технологічної карти?
5. Проаналізуйте витрати, що несе підприємство згідно технологічної карти на вирощування культури?
6. Дайте пояснення собівартість продукції?
7. Як розрахувати прибуток?
8. За якою формулою розраховують поріг збиткової урожайності?
9. Від чого залежить рентабельність продукції?

10. Що відображає показник екологічності.

Тема № 21

Аналіз енергетичної ефективності та екологічності ТхС

1. Дослідження залежності $K_{ет} = f(E_v)$.
2. Дослідження залежності $K_{ет} = f(E_{ш})$.
3. Дослідження рівня екологічності технології.

Література: 1, с. 155...158;
20; 25, с. 80 ... 86.

Мета: Набуття навичок дослідження ефективності та екологічності ТхС в рослинництві.

Завдання.

1. Виконати аналіз з побудовою графіків ефективності та екологічності проектованої ТхС.
2. За результатами аналізу запропонувати напрямки сприятливого розвитку заданої ТхС.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для стрімкого розвитку енергозберігаючих технологій оцінка техніки і технології лише за економічними критеріями є недостатньою, оскільки використання енергонасичених агрегатів з великою експлуатаційною масою, нерідко є причиною появи негативних тенденцій щодо збереження родючості ґрунтів і екологічного стану навколишнього середовища.

Тому актуальним і інформативним з цієї точки зору є аналіз показників енергетичної ефективності та екологічності технологій.

1. Дослідження залежності $K_{ет} = f(E_v)$.

Коефіцієнт енергетичної ефективності технології $K_{ет}$ виражається відношенням різниці енергетичного виразу програмованої – $E_{прг}$ і втраченої – E_v урожайності до енергоемності технології E_m :

$$K_{em} = \frac{E_{npz} - E_{\theta}}{E_m};$$

або через коефіцієнт втрат врожаю K_{θ} :

$$K_{em} = \frac{E_{npz}}{E_m} (1 - K_{\theta}) = K_{em}^{npz} (1 - K_{\theta});$$

де $E_{npz} = \alpha_{npz} U_{npz}$ – енергетичний вираз прогнаної врожайності;

$E_{\theta} = \alpha_{\theta} U_{\theta}$ – енергетичний вираз втрат врожаю.

Залежність коефіцієнта енергетичної ефективності від величини технологічних втрат врожаю носить лінійний характер, що відображено на графіку рис.1. Так при фіксованому значенні енергоємності технології і зміні коефіцієнта втрат врожаю від 0 до 1 відбувається зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності від його максимуму (K_{em}^{npz}) до нуля.

U_{npz} МДж / га

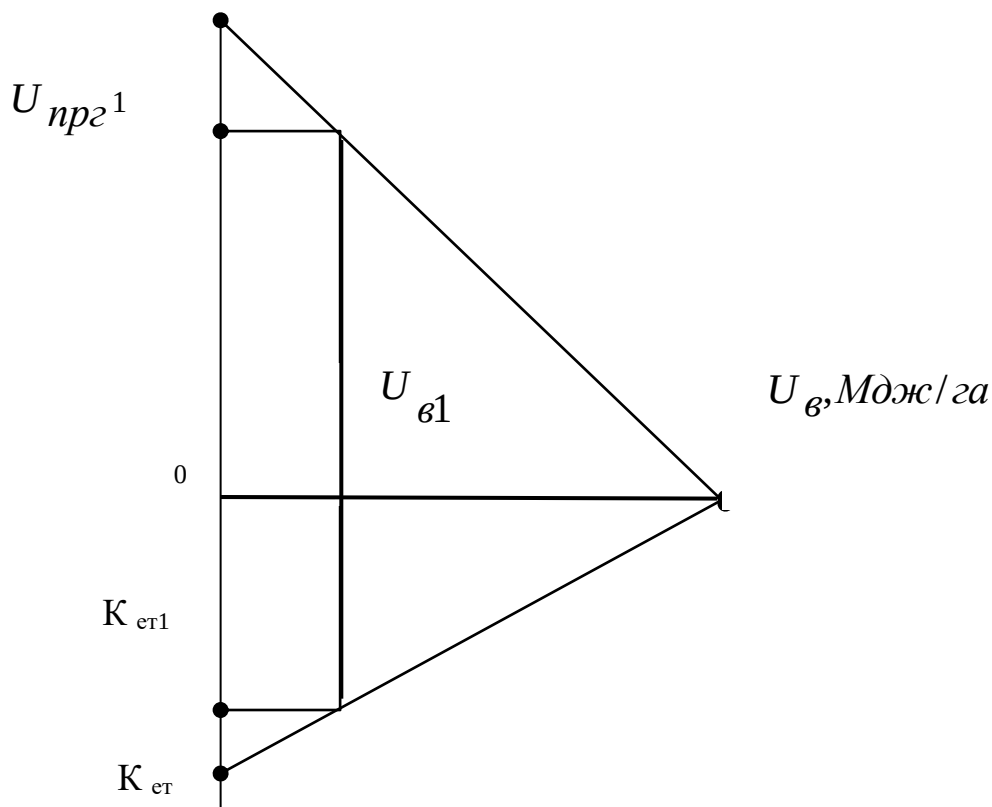


Рис.1. Графік залежності $K_{ет} = f(E_{в})$.

ЗАВДАННЯ.

Використовуючи отримані у ЛР 15 значення $U_{прз}$ та $K_{в}$, визначити коефіцієнт $K_{ет}$, енергетичний вираз урожайності $E_{прз}$, $E_{в}$ і побудувати графічну залежність $K_{ет} = f(E_{в})$

2. Дослідження залежності $K_{ет} = f(E_{ш})$

Аналіз залежності коефіцієнта енергетичної ефективності $K_{ет}$ від сукупної енергоємності технології $E_{т}$ дозволяє визначити та чітко розмежувати інтенсивні та екстенсивні напрямки розвитку технології. Так, підвищення урожайності можна досягти різними шляхами: додатковим збільшенням ресурсів технології (пестицидів, техніки, добрив) при незмінному або меншому значенні коефіцієнта $K_{ет}$ – екстенсивний напрямок розвитку технології; зростання ресурсоємності технології з одночасним збільшенням коефіцієнта енергетичної ефективності – екстенсивно-інтенсивний напрямок; тільки за рахунок збільшення коефіцієнту $K_{ет}$ без додаткових витрат ресурсів – інтенсивний напрямок.

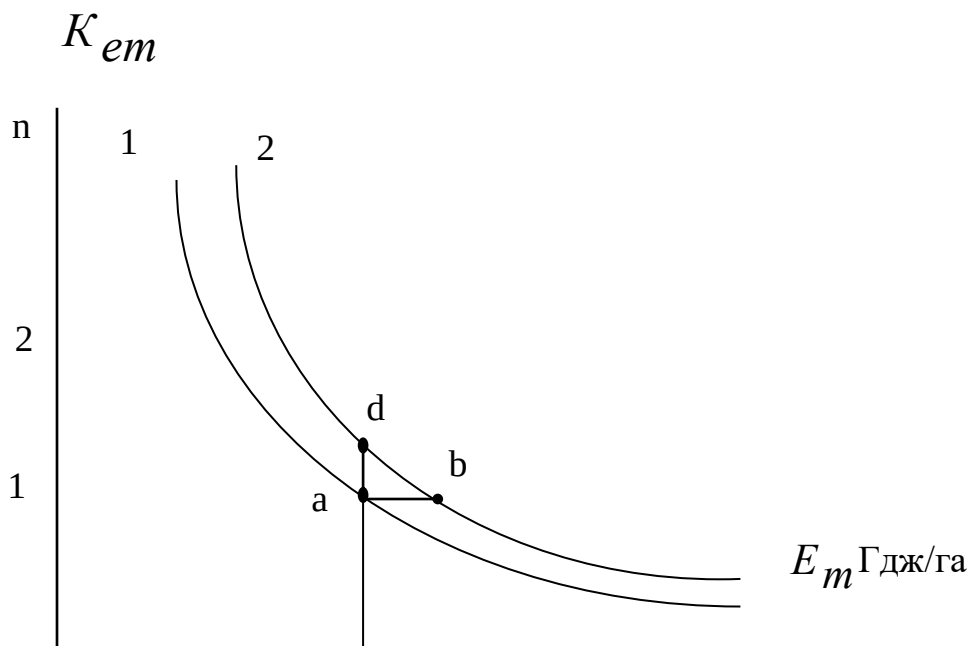


Рис.2. Графік залежності коефіцієнта енергетичної ефективності технології від сукупних витрат непоновлюваної енергії.

Ці напрямки яскраво відображаються на графіку залежності $K_{em} = f(E_m)$ (рис.2). Крива 1 відповідає фіксованій врожайності а крива 2 прогнозовано-збільшеній. Точка a відповідає енергоемності існуючої технології та коефіцієнту енергетичної ефективності. Збільшення врожаю за рахунок підвищення енергозатрат (екстенсивний напрямок), відображає відрізок кривої 2 праворуч від точки b . Екстенсивно-інтенсивний напрямок – відрізок db на кривій 2, та інтенсивний – крива 2 ліворуч від точки d .

Як видно з графіків, інтенсивний напрямок розвитку технології характеризується не тільки збільшенням K_{em} але й зменшенням E_m . Такі технології називаються **ресурсоощадними** і базуються на якісних технологічних стрибках, що зумовлені сукупністю агротехнічних, технічних та організаційних факторів. Прикладом таких технологій є впровадження екологічного та точного землеробства, що призводить до зниження затрат праці та різкого зменшення витрат добрив і пестицидів, які являють собою вагому складову енергоемності технології.

3. Дослідження рівня екологічності технології

Надмірне використання хімікатів призводить не тільки до суттєвого збільшення енергоемності технології але й призводить до шкідливого забруднення середовища і продукції сільськогосподарського виробництва. Тому підвищення екологічності технології є важливим напрямком розвитку технологічних систем, який характеризується показником екологічності:

$$\varepsilon = \frac{E_{прз} - E_v}{E_m + E_{ш}}$$

або через коефіцієнт енергетичної ефективності:

$$\varepsilon = \frac{K_{em}}{1 + E_{ш}/E_m}.$$

де $E_{ш}$ – енергетичний вираз сумарних шкідливих наслідків МДж/га.

Отже, екологічність технології залежить від ефективності використання ресурсів і шкідливих наслідків.

Показником екологічного напрямку розвитку технології є відношення коефіцієнтів екологічності нової (проектованої) і базової (існуючої):

$$P_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon^{\bar{\delta}}} = \frac{K_{em}}{K_{em}^{\bar{\delta}}} \cdot \frac{1 + E_{ui}^{\bar{\delta}} / E_m^{\bar{\delta}}}{1 + E_{ui} / E_m}$$

Аналіз енергетичності та екологічності ТхС дозволяє обґрунтувати напрямки їх екологічно сприятливого розвитку, до яких відноситься:

- зниження технологічних втрат врожаю за рахунок своєчасності та якості механізованих робіт, зменшення прямих витрат на всьому технологічному ланцюжку вирощування та переміщення врожаю від поля до переробних пунктів;

- зниження ресурсоемності технології за рахунок підвищення коефіцієнта корисного використання технологічних матеріалів, мінімалізації обробітку ґрунту, економії енергетичних ресурсів;

- підвищення екологічності ТхС насамперед за рахунок зниження втрат хімічних засобів на всіх технологічних етапах, застосування прогресивних агротехнічних прийомів внесення препаратів (локальне внесення добрив, ультрамалооб'ємне обприскування і контактне нанесення пестицидів, стрічкове і смугове обприскування, інтегрований захист рослин). Зниження ущільнення ґрунту ходовими системами машин, застосування ґрунтозахисних агротехнічних прийомів;

- зниження втрат часу як **непоновлюваного ресурсу** сільськогосподарського виробництва за рахунок високої організації робіт, розвитку інфраструктури технологічних системи, забезпечення високого рівня механізації всіх функцій ТхС.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте поняття показник енергетичної ефективності технології?
2. Поясніть суть показника екологічності технології?
3. Визначте коефіцієнт енергетичної ефективності технології?
4. Охарактеризуйте ресурсощадну технологію вирощування і збирання культури?
5. Проаналізуйте суть дослідження рівня екологічності технології?
6. Дайте пояснення розрахунку показника екологічності технології?
7. Як розрахувати показник екологічного напрямку розвитку технології?
8. Які напрямки екологічно сприятливого розвитку технологічних

систем Ви знаєте?

9. Від чого залежить зниження втрат часу на виконання запланованих робіт?

10. Що відображає екологічність технології.

Тема № 22

Дослідження і підвищення сталості прямолінійного руху причіпних машин.

1. Фактори впливу.
2. Дослідження залежності $\Delta b = f(l_{\text{сн}})$.
3. Пристрій для підвищення сталості руху причіпних машин.

Література: 1. Кіндер М.В. Дослідження ефективності причіпних сівалок для просапних культур. // Вісник ЛНАУ. – Львів, 2008. – №12, Т.1. – С.136-142.

2. Рогач Ю.П., Коломієць С.М. Обґрунтування конструктивних параметрів тягово-зчіпного пристрою з перемінною довжиною сніці.// Науково-методичний журнал. Вип. 7. Механізація та автоматизація виробничих процесів. – Суми, 2001. – с. 33-38.

Мета: Оволодіти методикою експериментальних досліджень вдосконалення машин.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Фактори впливу

На прямолінійність руху впливає:

- Тип трактора (гусеничний, колісний)
- Тип с.-г. машини (начіпна, причіпна)
- Наявність і тип зчіпки
- Наявність гідропідсилювача керма
- Довжина причіпного пристрою (сніці) – $l_{\text{сн}}$
- Кваліфікація і досвід тракториста
- Кінематичні параметри с.-г. машин ($l_{\text{сн}}$, B')
- Конструктивно-технологічні параметри робочих органів, що впливають на величину R .
- Рівномірність опору ґрунту ($\Delta R = R_{\text{л}} - R_{\text{п}}$)
- Показник зчеплення коліс (K_3)

– Рельєф поля (i) та параметри відхилення тягача (Δt , T).

ЗАВДАННЯ.

На основі логічних міркувань сутність впливу основних факторів на СПР. Результати представити в звіті. Для аналіз використати склад МТА для заданого ТП.

2. Дослідження параметрів відхилення с.-г. машини (Δb) в залежності від довжини сніці (l_{ch})

Фактори стійкості прямолінійного руху (СПР) агрегатів з причіпних машин наведені на рис. 1.

а). Умова СПР (рис. 1а) – рівномірний по ширині захвату опір ґрунту. Але внаслідок впливу різних факторів відбувається розбалансування лінії тяги трактора і опору машини. Виникає повертаючий момент M відносно точки приєднання агрегату O , який зрівноважується моментом поперечного зчеплення R' ходових коліс і робочих органів з ґрунтом (див. схему рис. 1а). Там же наведена умова стійкості і відповідна для цього довжина сніці l_{ch} .

Так, для сівалки типу С С Т при $\Delta R_m = 1 \text{ кН}$ $l_{ch} = 0,9 \text{ м}$;

при $\Delta R_m = 3 \text{ кН}$ $l_{ch} = 2,7 \text{ м}$.

б). Дослідження залежності $\Delta b = f(l_{ch})$ (рис. 1б).

При збільшенні l_{ch} і однім і тим же значенні її відхилення Δb кут повороту машини – зменшується (α_2). Теж саме: збільшення l_{ch} при $\alpha_1 = \text{const}$ допускає більше відхилення від прямолінійного руху Δb . Це дає можливість пов'язати допустимі по агровимогах відхилення трактора Δt (див. схему рис. 1б).

При $\Delta b = 0,1 \text{ м}$ і $l_{ch} = 0,9 \text{ м}$ сівалка повернеться на $\alpha = 6^\circ$.

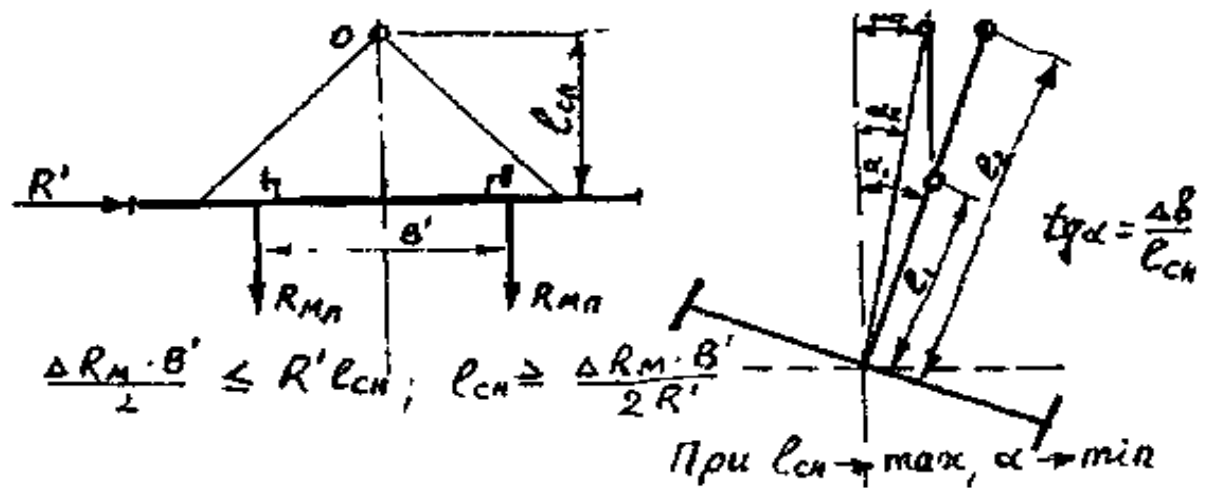
При $l_{ch} = 2,7 \text{ м}$ кут α складе лише 2° , а при $l_{ch} = 7 \text{ м}$, $\alpha = 0^\circ 48'$.

У варіанті із зчіпкою реакція сівалки на Δb трактора буде відсутня і $\alpha = 0$.

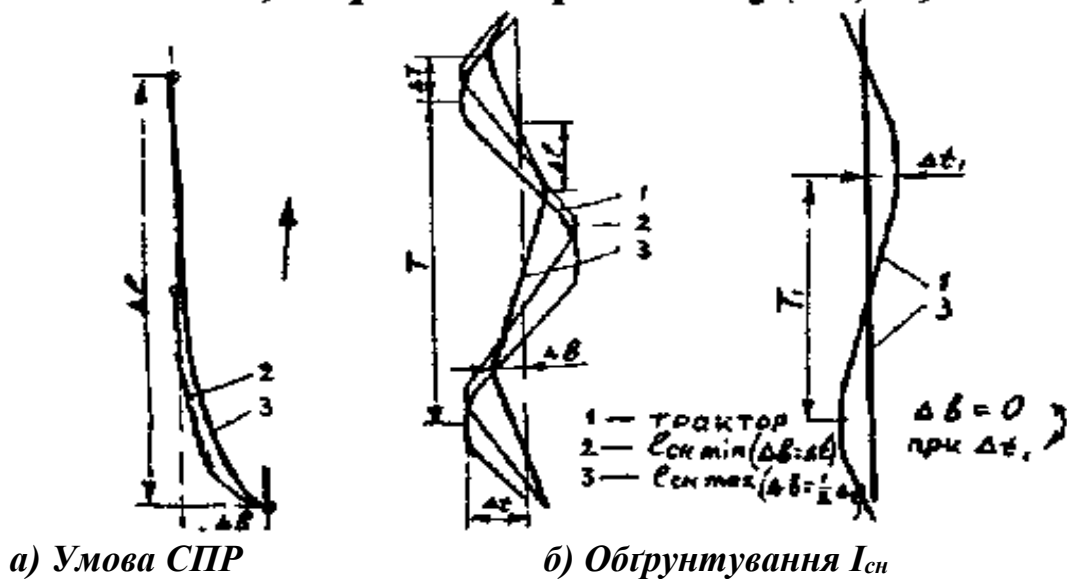
в). Дослідження залежності траєкторії руху і параметрів відхилення причіпної машини від Δt трактора і l_{ch} .

Дослідження проводиться на моделях причіпних машин і зчіпок, обладнаних самописцями і регульованими параметрами l_{ch} і B' . Траєкторія відхилення Δl залежить:

$$\Delta l = f(\Delta t, \Delta b, B, l_{ch}, R, \Delta R, V_p, K_z, i)$$



в) траєкторія $\Delta b = f(\Delta t, T)$



а) Умова СПР

б) Обґрунтування l_{cn}

Рис.1. Фактори СПС

Задаючи умовні параметри Δt і T трактора відносно осі прямолінійного руху переміщують моделі на паперовій стрічці і визначають параметри траєкторій руху, вимірюючи записи від самописців. Після цього проводять математичну обробку експериментальних даних і виявляють числові залежності і закономірності. Це дає змогу розробляти заходи для підвищення СПР посівних і міжрядних агрегатів.

На схемах траєкторій рис. 1в показані:

- траєкторія виходу з відхилення Δb машин з різною l_{cn} ;
- взаємне розміщення траєкторій трактора і причіпних машин з різними l_{cn} ;
- забезпечення абсолютної прямолінійності руху причіпної машини ($\Delta b = 0$) при параметрах відхилення трактора Δt_1 і T_1

ЗАВДАННЯ.

По представлених на рис. схемах вивчити вплив довжини сніці причіпної машини на стійкість руху і параметри відхилень. В звіті представити схеми а, б і одну із схем траєкторій (рис. 1в) з висновками до них.

3. Пристрій для підвищення сталості руху причіпних машин.

Для оцінки перспективи причіпних машин слід мати на увазі дві їх переваги.

1. Суттєве підвищення продуктивності за рахунок можливості комплектування широкозахватних агрегатів і повного використання потужності двигуна.

Наприклад, трактор Т-70С по тяговому зусиллю міг би працювати не з однією сівалкою ССТ-12В в начіпнім варіанті, а з двома в причіпнім варіанті, із шириною захвату не 5,4, а 10,8 м. І тоді продуктивність праці була б не 15 га за зміну, а майже вдвічі більшою.

Була б, але з причіпними сівалками. Ширина захвату начіпних машин сягнула межі і обмежується не тяговим зусиллям трактора, а масою машини, як умовою кінематичної стійкості агрегату. В даному випадку "не спрацьовує" закон переходу кількісних відношень в якісні. Кількість (ширина захвату) сягнула межі, а в якість (зміну типу сівалок) не переходить.

2. За певних умов прямолінійність руху причіпних машин вища порівняно з начіпними. Шарнірне з'єднання згладжує і затримує бокове відхилення машини тим більше, чим більше з'єднувальних шарнірів, тобто в агрегаті із зчіпкою. Вирішальна умова при цьому – **довжина сніці**. Вона впливає як на стабілізацію руху самої машини, так і для нівелювання відхилень трактора.

Таким чином, створення широкозахватних високопродуктивних агрегатів з невеликим питомим опором (посівні, агрегати для передпосівного і міжрядного обробітку) можливо лише на базі причіпних машин [1].

З іншої сторони, довгий причіп погіршує маневреність агрегату, збільшує масу і габарити. Це – найголовніший аргумент проти причіпних машин.

Виходом з цього становища може бути регульована по довжині сніці: при робочому ході агрегату – більшої, на поворотах – меншої довжини. Але механічний спосіб регулювання довжини сніці в повній мірі не вирішує цю проблему.

Виявляється, можна збільшити довжину сніці без фактичного її подовження. Розроблено пристрій [2], який при робочому ході агрегату збільшує, а при повороті зменшує кінематичну довжину сніці без її механічного подовження (рис.2).

До причіпної планки трактора шарнірно закріплена і до певного зусилля зафіксована пластина 1. Рухома каретка на кінці сніці 3 обладнана роликами 4, які котяться по робочій поверхні у вигляді дуги радіусом r_1 , з центром O_1 . При робочому русі пристрій забезпечує можливість відносних переміщень каретки і сніці навколо центру кривизни O_1 . Тим самим, точка зчленування переноситься вперед, що еквівалентно подовженню сніці на величину z_1 і кріпленню її в умовному центрі кривизни O_1 (під або навіть перед трактором).

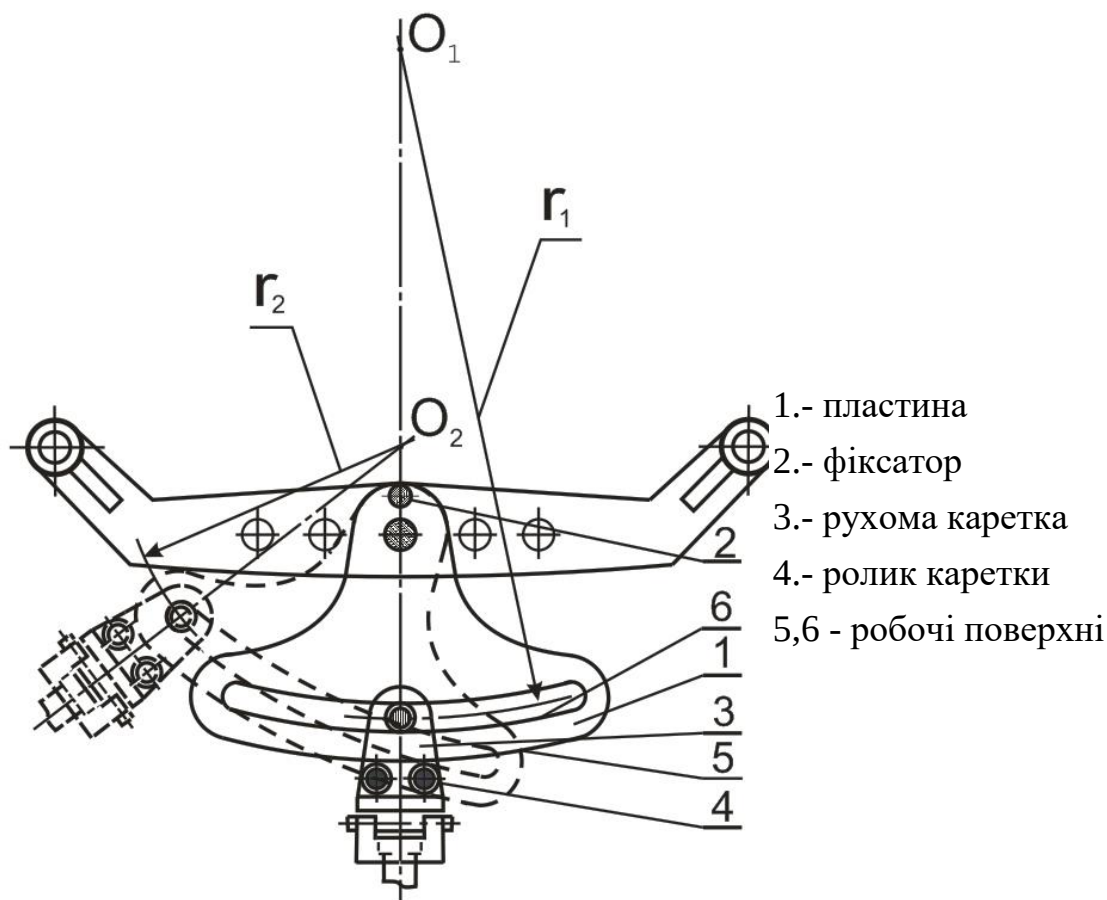


Рис.2. Пристрій для кінетичного подовження сніці

При повороті агрегату каретка із сницею переміщується в крайнє положення і, долаючи опір фіксатора 2, повертає пластину 1 до упору в поперечину. При цьому центр відносного обертання причіпної ланки переміщується в точку **O₂**, тобто суттєво зменшується ($r_2 < r_{1i}$). Це забезпечує мінімальний радіус повороту агрегату.

Підвищення сталості руху, зниження чутливості до зовнішніх збурень цей тягово-зчіпний пристрій забезпечує за рахунок збільшення моменту інерції причіпної машини (збільшення $l_{сн}$).

Радіус кривизни робочих поверхонь z_1 , тобто довжина псевдосниці.

$$l_{сн} = \frac{a}{2 \sin(\arctg \frac{K_T}{r})}, \text{ м}$$

де **a** – відстань між точками рівноваги системи (діаметр пальця причіпного пристрою);

K_т – коефіцієнт тертя кочення;

r – радіус ролика каретки.

Розрахункові значення $l_{сн}$, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Параметри псевдосниці і тягово-зчіпного пристрою

a, см	r, см	$l_{сн}$, м при K_T		
		0,05	0,01	0,005
2,5	1,5	0,4	1,9	3,7
	2,0	0,5	2,5	5,0
3,0	1,0	0,3	1,5	3,0
	2,5	0,7	3,7	7,5
3,5	1,5	0,5	2,6	5,2
	2,0	0,7	3,5	7,0

Широкий діапазон отриманих значень $l_{сн}$ – до 7,5 м задовольняє практично всі умови експлуатації. Єдина технічна складність – забезпечення захисту від пилу і умови мащення тертьових поверхонь тягово-зчіпного пристрою.

Таким чином, кінематичне подовження сниці без збільшення маси і габаритів машини підвищує ступінь сталості руху, зменшує число керуючих

впливів тракториста, опір агрегату, витрату палива, підвищує продуктивність, маневреність, а головне – якість обробітку.

ЗАВДАННЯ.

- Вивчити принцип будови і роботи пристрою.
- В звіті навести спрощену (без бокового положення) схему пристрою і короткий опис його роботи.
- Навести приклад розрахунку $l_{сн}$, самостійно задаючись значеннями a , z , K_m (відмінними від табл. 1).

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте фактори впливу на прямолінійність руху причіпних машин?
2. Поясніть суть дослідження параметрів відхилення сільськогосподарської машини в залежності від довжини сніці?
3. Визначте вплив траєкторії руху трактора на відхилення від прямолінійного руху причіпної машини?
4. Охарактеризуйте пристрій для підвищення сталості руху причіпних машин?
5. Проаналізуйте суттєве підвищення продуктивності за рахунок комплектування широкозахватних агрегатів і повного використання двигуна?
6. Дайте пояснення чому прямолінійність руху причіпних машин вища порівняно з начіпними?
7. Як розрахувати довжину сніці?
8. Чому довгий причіп погіршує маневреність агрегату?
9. Від чого залежить швидкість причіпного агрегату в складі МТА?
10. Що відображає визначення повне використання потужності двигуна.

ЛІТЕРАТУРА

1. В основі літератури МІМ (електронний носій с.96 – 97)
2. Експлуатація МТП в аграрному виробництві. / За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 388 с
3. Коженкова К.И. и др. Технология механизированных с.-х. работ. – Минск: 1985. – 375 с.
4. Павлівський В.М. і інші. Проектування технологічних систем рослинництва. – Тернопіль, 2003.
5. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – К.; Урожай, 1994. – 216с.
6. Ковалев Н.В. Практикум по технологии механизированных работ. – М.: Агропромиздат, 1987. – 176 с.
7. Фере Н.Э. и др. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1978. – 256 с.
8. Операционная технология возделывания зерновых культур: Справочник. / Под ред. В.Ф. Сайко. – К.: Урожай, 1990. – 312 с.
9. Правила производства механизированных работ под зерновые культуры. / Руководитель и составитель К.С. Орманджи. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 285 с.
10. Правила производства механизированных работ под пропашные культуры. / Руководитель и составитель К.С. Орманджи. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 303 с.
11. Агрономическая тетрадь по индустриальной технологии производства сахарной свеклы. / Под ред. А.Н. Ткаченко. – К.: Урожай, 1986.
12. Интенсивная технология производства озимой пшеницы, (в т.ч. операц. технол. – Бібліотека ПДАА).
13. Индустриальные технологии возделывания с.-х. культур. / Под ред. С.А. Иофинова, Г.П. Лышко. – М.: Агропромиздат, 1988.
14. Интенсивные технологии возделывания с.-х. культур. / Под ред. Г.В. Коренева. – М.: Агропромиздат, 1988. Практикум з технологічної наладки та усунення несправностей с.-г. машин. / За ред. Г.Р. Гаврилюка. – К.: Урожай, 1995. – 280 с.
15. Практическое руководство по технологической наладке с.-х. техники: подготовка почвы, сев, уход за посевами. / Под ред. В.И. Полонца, И.П. Масло. – К.: Урожай, 1987.
17. Довідник сільського інженера. / За ред. В.Д. Гречкосія. – К.: Урожай, 1991. – 400 с.

18. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку норми виробітку та витрат палива:

- Внесення добрив та хімічний захист рослин - Книга 1
- Основний обробіток ґрунту - Книга 2
- Сівба, садіння, догляд за посівами - Книга 3
- Збирання с.-г. культур та механіз. стац. роботи - Книга 4
- Тракторно-транспортні роботи - Книга 5

За ред. В.В. Вітвіцького. – К.: ТОВ "Комплекс Віта", 1997-1999.

19. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. / Держагропром. УРСР. – К.: Урожай, 1991. –472 с.

20. Ярошенко П.П. Біоенергетична оцінка індустриальних технологій в рослин. Метод.реком.,-Харків,1998.-20с

21. Антонишин Р. З., Козырев С.Н. Карты технологической наладки почвообрабатывающих и посевных МТА. – К.: Выща школа 1991. – 152с.

22. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / за редакцією І.І. Мельника – К.: Кондор. – 2004. – 284с.

23. Управління ризиками с-г виробництва Практичний посібник / Проект ЄС – ТАСІС – К.: ТОВ Джерело, 2007. – 108с.

24. Кіндер М.В. Проектування технологічних процесів у рослинництві. Курс лекцій. – Полтава: ПДАА – 2008. – 190с.

25. Кіндер М.В. Проектування технологічних процесів у рослинництві. Методичні ілюстрації ні матеріали для курсового проектування. – Полтава: ПДАА – 2008. – 132с.

26. Кіндер М.В. Проектування технологічних процесів у рослинництві. Робоча програма, тематика і зміст курсу лекцій, методика лабораторних робіт і курсового проектування. Матеріали дистанційної освіти (на С D - носії) - Полтава: ПДАА –2008. – 550с.

Виробничі умови та критерії вибору МТА

Експлуатаційні показники МТА:

$$W_{зм}, G_{п}, P_{г}, B_{р}, V_{р}, E_{а}, Z_{п}, S_{е}, K, M, p$$

Виробничі умови	Показники МТА
▪ Обсяги (F) робіт ▪ Завантаж. МТП (пікове, сер., низьке) ▪ Розмір і конфігурація поля	$W_{зм}, B_{р}, V_{р}, G_{п}, S_{е}$ таж ранг з наявних МТА $E_{а}, B_{р}, P_{п}$
▪ Строки робіт (обмеж. значне, незнач.) ▪ Рекомендов. (обмеж., підвищ.) ▪ Рівень енергомісткості робіт	$W_{зм}, B_{р}, G_{п}, S_{е}$ МТА на звич. і $> V_{р}, W_{зм}, B_{р}$ $P_{г}, W_{зм}, V_{р}, G_{п}$
▪ Погодні умови ▪ Щільність ґрунту ▪ Загроза ерозії ґрунту ▪ Урожайність та умови зберігання	дотримання Я, АТБ, δ , р тип ходової (Г, К, 2К), М, р $E_{шк}$, ґрунтозах. РО і маш., < Ц.М. пропуск. здатн., відповідність ум.
▪ Технічна готовність МТА ▪ Рівень ресурсного забезпечення госп. ▪ Рівень орг.-упр. забезпечення ▪ Кваліфікація механізаторів	дотримання $K_{св}$ і $K_{я}$, резерв ($> n_{м}$) $G_{п}, E_{а}, E_{о}, Z_{п}, S_{е}, K_{рез}$ ерв к-сті і експл. показн. МТА рівень доскон., склад. і надійн. маш.
▪ Можливість придбання (оренди) машин ▪ Наявність однотипних машин ▪ Співпадання робіт з ТО чи ремонт. тр-рів	високі експл. і техн.-ек. пок. МТА вибір МТА з > показниками можл. перенес. ТО робіт; < ранг. агр.
▪ Характеристика (вид) Т, особлив. ТО ▪ Вимоги до якості ТО	Забезпечення Я, АТВ Т і ТО дотримання АТВ по Я

Методика. Попередньо рангують умови і для найбільш вагоми приймають 1 чи кілька показників за критерії, по яких і здійснюють вибір МТА

Додаток 2

Тягові характеристики тракторів (при $N_{Г\max} - P_{ГН}$)

		Стерня				Під посів			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Т – 25		11,2	12,65	12,8	12,5	9,1	10,6	9,7	-
	$N_{Г}$, кВт	8,8	7,6	6,5	4,9	7,2	6,3	5,0	-
	$P_{ГН}$, кН	4,7	6,12	7,20	9,4	4,6	6,2	7,14	-
	$V_{pн}$, км/год	27,0	21,0	16,8	15,2	33,0	26,0	19,0	-
	δ , %	4,8	4,8	4,88	4,08	4,0	4,4	4,6	-
Т – 40М	$G_{п}$, кг/год	1	2	3	4	1	2	3	4
	$N_{Г}$, кВт	16,6	21,6	24,6	25,2	16,9	19,2	20,5	21,9
	$P_{ГН}$, кН	12,0	11,7	10,5	9,1	11,3	10,1	9,0	8,1
	$V_{pн}$, км/год	5,0	6,65	8,45	10,0	5,4	6,9	8,25	9,8
	δ , %	24,0	23,0	17,0	10,6	25,0	18,0	15,0	11,8
	$G_{п}$, кг/год	7,5	8,45	9,35	9,30	7,6	8,25	8,75	9,40
Т – 40АМ		1	2	3	4	1	2	3	4
	$N_{Г}$, кВт	25,6	28,6	26,9	26,5	22,0	23,7	21,9	21,6
	$P_{ГН}$, кН	15,0	14,0	11,5	9,8	13,3	12,2	9,7	8,1
	$V_{pн}$, км/год	6,15	7,35	8,4	9,75	5,95	7,0	8,15	9,6
	δ , %	11,0	9,7	9,0	8,0	13,0	12,0	11,0	9,0
	$G_{п}$, кг/год	9,0	9,45	9,4	9,4	9,3	9,5	9,5	9,5
ЮМЗ – 6		5p	1	2	3	5p	1	2	3
	$N_{Г}$, кВт	25,6	27,2	29,0	28,6	25,5	26,5	27,0	26,4
	$P_{ГН}$, кН	16,5	16,1	13,9	11,2	17,3	15,4	12,8	9,9
	$V_{pн}$, км/год	5,6	6,1	7,5	9,2	5,3	6,2	7,6	9,6
	δ , %	22,0	21,0	16,5	13,0	23,0	18,5	12,6	9,6
	$G_{п}$, кг/год	10,1	11,4	11,4	11,6	11,3	11,2	11,6	11,6
МТЗ – 80		4	5	6	8p	3	4	5	6
	$N_{Г}$, кВт	28,8	32,0	32,3	31,9	22,8	28,6	31,0	31,1
	$P_{ГН}$, кН	14,7	13,3	11,0	9,9	14,3	14,7	12,2	10,3
	$V_{pн}$, км/год	7,05	8,75	10,60	11,60	5,7	7,0	9,2	10,9
	δ , %	24,0	18,0	12,0	11,0	23,0	24,5	16,0	10,8
	$G_{п}$, кг/год	13,5	14,1	13,5	13,4	12,9	14,3	14,9	14,9
МТЗ – 102		1	2	3	4	1	2	3	4
	$N_{Г}$, кВт	38,2	46,1	48,6	50,0	30,0	34,1	39,0	36,1
	$P_{ГН}$, кН	25,0	23,2	19,8	15,6	19,5	18,2	16,5	12,5
	$V_{pн}$, км/год	5,5	7,2	8,85	11,5	5,60	6,75	8,50	10,5
	δ , %	21,0	18,0	13,0	10,0	22,0	17,5	15,0	10,0
	$G_{п}$, кг/год	16,1	18,4	18,3	18,3	14,5	16,3	18,0	17,6
М – 142		1	2	3	4	1	2	3	4
	$N_{Г}$, кВт	57,4	71,1	73,8	72,2	50,8	58,2	57,0	48,5
	$P_{ГН}$, кН	30,4	29,4	23,0	19,1	25,8	23,6	18,2	12,8
	$V_{pн}$, км/год	6,8	8,70	11,55	13,6	7,1	8,9	11,3	13,7
	δ , %	22,5	20,5	15,0	13,0	23,0	18,0	13,5	11,0
	$G_{п}$, кг/год	24,3	27,4	27,6	27,5	24,0	26,1	26,2	26,3

Продовження додатку 2

		Стерня				Під посів						
		3	5	6	7	3	5	6	7			
Т – 70С	NГ, кВт	36,7	42,1	41,6	37,5	35,2	37,2	36,0	33,3			
	PГн, кН	32,7	23,7	20,4	14,5	28,0	19,4	15,9	11,80			
	Vрн, км/год	4,05	6,38	7,35	9,30	4,55	6,90	8,15	10,23			
	δ, %	3,2	2,2	1,9	1,4	9,8	2,8	2,2	1,6			
	Gн, кг/год	13,5	13,5	13,5	13,5	13,4	13,4	13,4	13,4			
ДТ – 75М		2	4	6	7	2	4	6	7			
	NГ, кВт	49,1	48,0	45,0	40,8	43,4	43,2	39,7	35,5			
	PГн, кН	31,6	24,5	18,5	13,7	29,1	23,0	16,9	12,2			
	Vрн, км/год	5,60	7,05	8,75	10,75	5,35	6,75	8,45	10,40			
	δ, %	2,6	1,4	1,0	0,8	6,0	3,0	2,0	1,5			
	Gн, кг/год	16,5	16,5	16,4	16,3	16,5	16,5	16,4	16,3			
	Т – 150К		1	2	3	4	1	2	3	4		
		NГ, кВт	89,6	92,5	92,0	88,1	72,3	77,0	77,8	75,6		
		PГн, кН	41,6	35,8	31,4	26,9	37,2	30,9	25,5	21,1		
		Vрн, км/год	7,75	9,30	10,55	11,75	7,00	9,00	11,00	12,90		
δ, %		13,0	9,5	8,2	7,0	23,1	14,0	8,8	6,0			
	Gн, кг/год	29,7	29,8	29,3	29,7	30,3	29,9	29,8	29,7			
	Т – 150		1	2	3	4	1	2	3	4		
		NГ, кВт	81,8	82,3	81,6	80,0	80,0	80,8	78,1	76,8		
		PГн, кН	40,2	35,3	32,3	27,4	40,2	38,2	34,8	29,4		
		Vрн, км/год	7,35	8,40	9,10	10,50	7,16	7,60	8,1	9,4		
δ, %		4,6	1,9	1,6	1,4	4,5	3,7	2,9	2,2			
	Gн, кг/год	26,6	26,0	25,5	25,6	26,3	26,4	26,7	26,5			
	К – 701		1п2р	11п2р	111п1р	111п2р	11п3р	11п3р	11п1р	111п1р	11п2р	11п3р
		NГ, кВт	76,8	120,7	130,0	131,5	130,0	75,6	119,0	122,6	123,8	123,0
		PГн, кН	64,7	59,7	56,3	47,5	42,1	61,2	57,0	53,9	42,7	39,5
		Vрн, км/год	4,27	7,29	8,30	9,98	11,10	4,45	7,50	8,18	10,42	11,20
δ, %		24,5	17,6	12,5	9,4	7,3	20,8	16,6	14,2	9,3	8,4	
	Gн, кг/год	37,8	51,2	51,2	49,6	50,6	38,0	50,2	49,6	50,5	50,6	
	Т – 130		1	2	3	4	1	2	3	4		
		NГ, кВт	80,0	72,9	72,0	66,4	72,2	70,4	66,0	62,2		
		PГн, кН	56,5	43,0	36,0	29,0	53,0	43,0	34,0	28,0		
		Vрн, км/год	5,1	6,1	7,2	8,25	4,9	5,9	7,0	8,0		
δ, %		1,4	1,1	0,9	0,7	2,7	1,6	1,1	0,9			
	Gн, кг/год	24,0	24,2	24,3	24,2	24,0	23,9	24,0	23,9			

Додаток 3

Рекомендовані швидкості руху МТА на основних роботах

Види робіт	Інтервал робочих швидкостей, км/год
1	2
Оранка	4-7; 8-12*
Снігозатримання	5-12
Лущення стерні луцильниками:	
дисковими	4-12
лемішними	5-12
Обробіток ґрунту:	
дисковими бородами	5-10
штанговими культиваторами	5-11
комбінованими агрегатами	4-8
безполицевий –	
глибокорозпушувачами	6-10
культиваторами-плоскорізами	6-11
Суцільна культивація з використанням лап	
підрізу вальних	6-1
пружинних	6-7
Боронування бородами:	
зубовими	6-8; 7-12*
сітчастими	3,5-8
шлейф-бородами	5-7
галчастими	7-10
Коткування ґрунту котками:	
кільчасто-шпоровими	6-12
кільчасто-зубчастими і борончастими	4-9
гладкими водоналивними	4-8
Внесення добрив:	
органічних твердих	6-10
органічних рідких	6-12
мінеральних і вапна розкидачами	6-10
туковою сівалкою	5-10
Сівба сівалками	
рядковими	6-8; 9-12*
стерньовими	5-9
кукурудзи, соняшнику, буряків	5-8
льону	2,5-7,5
овочевих культур	5-7
Садіння картоплі	4-9

Продовження додатку 3

Види робіт	Інтервал робочих швидкостей, км/год
1	2
Обробіток міжрядь просапних культур:	
перший	4-7
другий і наступні	7-9
Догляд за посівами цукрових буряків:	
шарування, проріджування, букетування	4-6
розпушування міжрядь	4-9
Підгортання картоплі	5-9
Обприскування і опилювання	4-10
Скошування:	
трав на сіно	5-7; 6-12*
з подрібненням	4-12
зерновими жниварками	4-7,5; 6-12*
Згрібання і ворущіння сіна граблями:	
поперечними	5-9
колісно-пальчастими	6-12
Пресування сіна	6-12
Копнування і стогоутворення	5-9
Збирання врожаю:	
зерновими комбайнами – у валки	6-8
підбір валків	4-8
пряме комбайнування	3-8
кукурудзи	
на зерно	4-9
на силос	4-12
цукрових буряків	
гички	5-9
коренеплодів	4-8
картоплі	
бадилля	4-8
бульб	
копачем	2-8
комбайном	1-5
льону і коноплі	4-10
капусти	до 2,8
помідорів	0,7-3
огірків	1,6-3,4

* Для машин з робочими органами, що працюють з підвищеними швидкостями руху.

Додаток 4

Питомий тяговий опір сільськогосподарських машин

Машини і знаряддя та виконувані операції	Ко, кН/м
1	2
Сніговий плуг-валкувач	1,0-3,5
Луцильник при обробітку стерні:	
дискові	1,2-2,6
лемішні на глибину, см	
10-14	2,5-6,0
14-18	6,0-10,0
Борони:	
дискові на дискуванні	
парів і зябу	1,4-1,6
лук і пасовищ	3,9-8
луцення стерні	3-6
зубові	
важкі	0,7-1,2
середні	0,3-0,8
легкі або посівні	0,25-0,45
сітчасті та шлейф-борони	0,40-0,65
пружинні та лапчасті	1,0-3,8
голчасті (луцення стерні, закриття вологи на	1,3-2-5
плоскорізно-му зябі, весняний передпосівний	
обробіток плоскорізного зябу)	
мотики	1,4-0,8
Культиватори: парові при глибині обробітку, см	
6-8	1,2-2,6
10-12	1,6-3,0
підгортачі	1,4-2,5
штангові	1,4-2,6
плоскорізи	4-6
глибокорозпушувачі	8-13
Сівалки:	
дискові	1,0-1,8
вужкорядні	1,5-2,5
пресові	1,2-1,8
кукурудзяні	1,0-1,7
бурякові	0,6-1,4
луцильник-сівалка	1,2-2,8
сівалка-культиватор	3,5-4,0
тукові	0,24-0,4
Картоплесаджалки	2,5-4,5

Продовження додатку 4

Машини і знаряддя та виконувані операції	Ко, кН/м
1	2
Котки:	
кільчасто-шпорові	0,5-1,0
гладко-рубчасті	0,6-0,7
водоналивні	0,6-1,2
Культиватори-просапні:	
шарування і букетування цукрових буряків	0,5-0,8
розпушування міжрядь цукрових буряків	0,7-2,3
міжрядний обробіток кукурудзи і соняшнику з використанням:	
стрілчастих та однобічних лап	1,2-1,8
розпушувальних лап	1,3-1,6
підживлювальних ножів	1,4-1,8
лап-полиць	1,5-2,5
розпушування міжрядь картоплі з підживленням	1,4-1,8
Косарки з приводом від:	
ходових коліс	0,9-1,4
ВВП трактора	0,7-1,1
косарки-подрібнювачі	0,8-1,6
Граблі:	
поперечні	0,50-0,75
валкоутворювачі колісно-пальцеві	0,70-0,90
Валкові жниварки	1,2-1,5
Комбайни:	
силосо- і кормо збиральні	2,5-3,5
кукурудзозбиральні	2,8-5,0
картоплезбиральні	9,0-15,0
льонозбиральні	3,0-6,0
Машини:	
гичкозбиральні	1,5-3,5
коренезбиральні	6,0-12,0
Копачі:	
картоплі елеваторного типу	5,0-7,0
валкоукладачі картоплі	7,0-8,5
коренеплодів	3,0-7,5
Льонобралки, підбирачі трести	0,4-0,6

Додаток 5

Допустимий коефіцієнт використання номінального тягового зусилля тракторів

Види робіт (технологічні операції)	T-25A, T-40M	MTЗ-80, ЮМЗ- 6АЛ, Т-70С	MTЗ- 100, MTЗ- 102	ДТ-75, ДТ- 75М	Т-150, Т-150К	Т-4, Т-4А, Т-100	К- 700А, К-701	Орієнтовна зміна в межах *)
Оранка (взагалі всіх ґрунтів)	-	-	0,85	-	-	-	-	0,80...0,92
Оранка легких і середніх ґрунтів ($k_{\text{пл}}=55\text{кН/м}^2$)	0,90	0,89	-	0,93	0,90	0,94	0,92	0,92...0,95
Оранка важких ґрунтів ($k>55\text{кН/м}^2$)	-	-	-	0,90	0,86	0,90	0,88	0,88...0,90
Оранка ущільнених пересохлих та кам'янистих ґрунтів	-	-	-	0,80	0,80	0,82	0,78	0,80...0,92
Культивація суцільна	0,83	0,89	0,90	0,92	0,90	0,93	0,92	0,92...0,94
Боронування	0,85	0,88	0,92	0,93	0,90	0,92	0,93	0,93...0,95
Коткування	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,95	
Обробіток плоскорізами	-	-	-	0,90	0,90	0,92	0,90	0,90...0,93
Лущення дисковими луцильниками, дискування	0,92	0,92	0,90	0,94	0,92	0,96	0,92	0,94...0,96
Сівба зернових	0,93	0,94	0,90	0,95	0,93	0,96	0,93	0,95...0,97
Міжрядний обробіток	0,90	0,90	0,90	-	-	-	-	-
Збирання силосних культур	-	-	0,88	-	-	-	-	-
Транспорту- вання вантажів	-	-	-	-	-	-	-	0,90...0,95

Додаток 6

Коефіцієнт використання часу зміни (лісостеп)

Операція	Коефіцієнт
Оранка плугами:	
начіпними	0,81
причіпними	0,76
Культивація суцільна культиваторами:	
начіпними	0,81
причіпними	0,76
Міжрядний обробіток з підживленням рослин	0,67
Лущення стерні:	
лемішними лушпильниками	0,76
дисковими лушпильниками і бородами	0,81
Боронування бородами:	
зубовими	0,76
сітчастими	0,86
голчастими	0,81
Сівба:	
зернових і зернобобових	0,71
кукурудзи, соняшнику, ріпаци та овочів	0,71
Садіння:	
картоплі з одночасним внесенням добрив	0,48
розсади овочевих культур	0,57
Розкидання органічних добрив	0,48
Внесення мінеральних добрив	0,53
Обприскування посівів	0,76
Скошування:	
зернових у валки	0,67
трав причіпними косарками	0,71
те ж, начіпними косарками	0,76
Згрібання сіна граблями: бічними поперечними	0,81 0,76
Збирання зернових культур комбайнами	0,62
Стягування соломи тросовими волокушами	0,43
Підбирання соломи підбирачами-копнувачами і штовхаючими волокушами	0,67
Очищення зерна	0,80
Збирання цукрових буряків	0,57
Збирання кукурудзи на зерно і силос	0,58
Збирання картоплі:	
комбайнами	0,57
картоплекопачами	0,75
Сортування картоплі	0,85
Збирання льону-довгунця комбайнами	-

Додаток 7а

Додаткові дані для розрахунку МТА (способи руху і повороту, G_n , ℓ_{agr} , β , $W_{ге}$, $W_{зме}$)

Витрата палива при різних режимах роботи двигуна, кг/год

Марка трактора	На зупинках	На холостому ходу трактора*	На холостому ходу агрегату		При роботі під навантаженням ***
			на переїздах**	на поворотах	
Гусеничний:					
Т-130	3,0	8,0-12,0	9,5-15,0	-	21,0-24,5
Т-4А	2,5	8,2-10,5	9,5-13,4	-	17,0-23,4
Т-150	2,5	10,0-12,0	11,5-14,0	12,0-15,0	22,0-26,5
ДТ-175С	2,6	-	10,0-11,5	12,0-16,0	22,0-31,0
ДТ-75М	1,9	6,5-8,7	7,5-10,0	-	14,0-16,5
ДТ-75	1,8	6,0-8,2	6,5-9,0	-	12,0-15,0
ДТ-75Б	1,8	6,8-9,0	7,5-11,5	-	13,5-15,2
Т-70С	1,2	5,2-7,2	6,0-8,0	-	11,5-13,5
Т-54В	1,2	4,0-5,0	4,5-6,5	-	8,5-9,6
Колісний:					
К-701	3,5	16,0-27,0	19,0-30,0	-	32,0-51,0
К-700, К-700А	3,1	12,0-17,0	13,0-19,0	17,0-23,0	27,0-35,0
Т-150К	2,5	10,0-13,5	11,5-17,0	-	25,0-30,0
ЛТЗ-145	2,4	-	10,0-13,0	12,0-15,0	20,0-25,0
МТЗ-142	2,3	-	9,0-10,0	12,0-14,0	20,0-26,0
МТЗ-100/102	2,7	-	5,0-9,0	6,0-10,0	11,0-19,0
МТЗ-80/82	1,4	5,0-7,0	5,5-8,5	-	10,5-15,0
ЮМЗ-6Л/М	1,3	3,3-4,5	4,2-6,5	5,0-7,0	8,5-11,6
Т-40М, Т-40АМ	1,1	2,9-4,5	4,2-5,5	-	6,5-9,5
Т-40, Т-40А	1,0	3,2-4,2	3,8-5,2	-	5,0-7,6
Т-25А	0,8	1,5-2,0	2,0-3,0	-	3,6-4,8
Т-16М	0,7	1,8-2,5	2,3-3,0	-	3,1-3,9

* У зазначених інтервалах витрата палива тим більша, чим вища швидкість руху і чим пухкіший ґрунт.

** На поворотах витрата палива на 15-25% більша.

*** Залежить від завантаження двигуна (складу агрегату, швидкості руху, агрофону). Перші числа інтервалів відповідають найменшій витраті палива при завантаженні 80-85% від $N_{т\max}$, другі – найбільшій витраті при

Кінематична довжина тракторів і плугів

Трактори	l_T , м	Плуги	l_{**M} , м
T-16М, Т-25А	1,0	ПТК-9-35	10,2
Т-40, Т-40М	1,32	ПЛП-6-35	6,1
МТЗ-50/52	0,94	ПЛН-5-35	4,3
МТЗ-6АЛ/АМ, ЮМЗ-6КЛ/КМ	1,2/1,3*	ПЛН-4-35	3,5
		ПЛН-3-35	2,6
МТЗ-80/82		ПЛ-5-35	7,0
Т-150К	2,9/2,4*	ПКГ-5-40В	6,8
К-701	3,35/2,9*	ПКУ-4-35	3,2
Т-54В, Т-70С	1,85	ПКУ-3-35	2,7
ДТ-75, ДТ-75М	2,35/1,55*	ПН-4-40	3,7
Т-74	2,2/1,4*		
Т-150	2,12/2,55*	ПТН-40	2,9
Т-4, Т-4А	2,45/1,65*	ПН-2-3ОР	1,9
Т-100МГС	2,6	ПН-3ОР	1,5
		ППЛ-10-25	6,4

* У чисельнику вказаний начіпний варіант, у знаменнику причіпний.

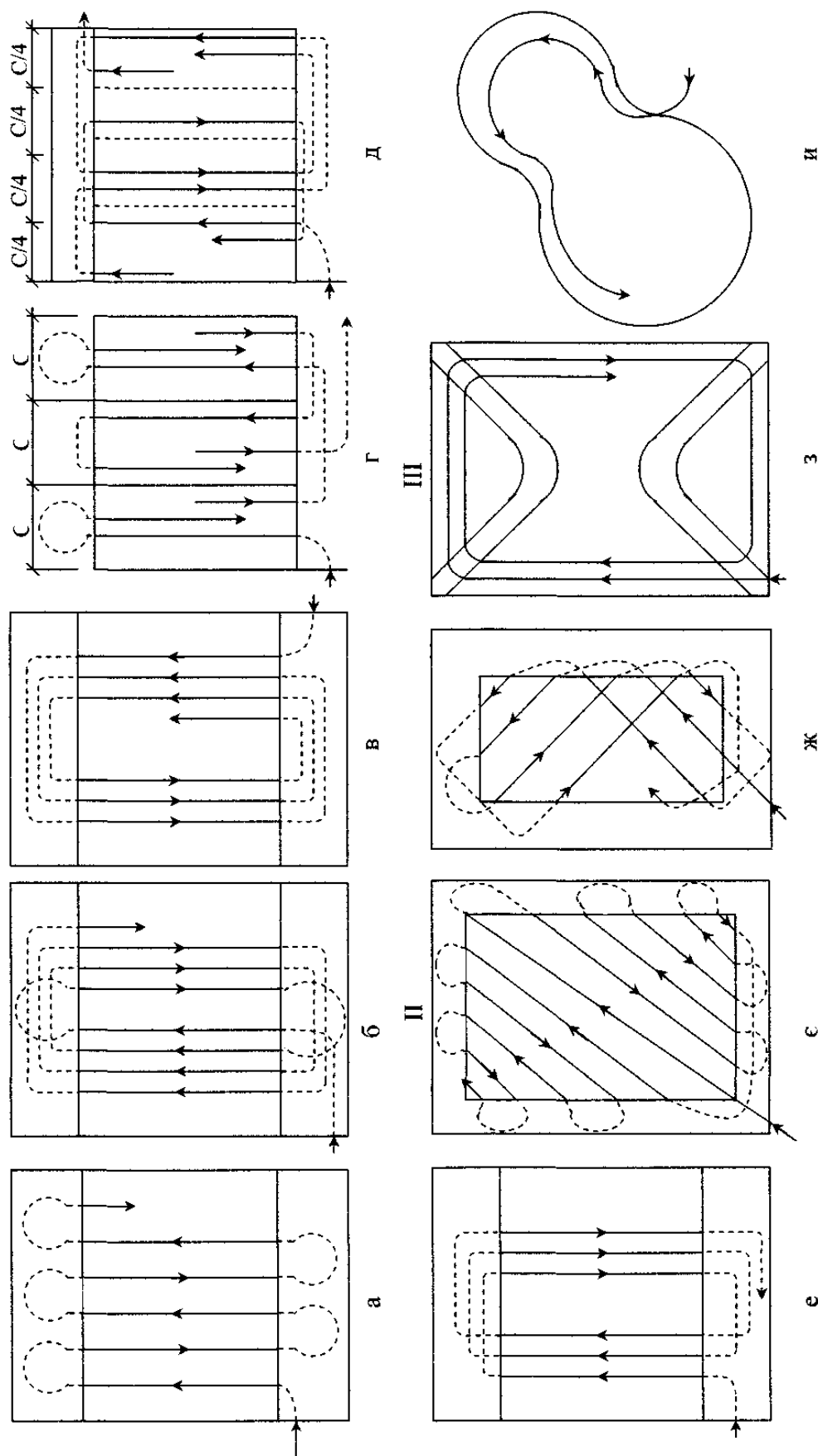
** Габаритна довжина.

Кінематична довжина трактора — це відстань (горизонтальна проекція) від центра агрегату до точки причеплення або зачеплення робочих машин, а **кінематична довжина машини** — відстань від місця з'єднання її з трактором (зчіпки) до лінії задніх робочих органів. Відповідно відстань між центром агрегату і лінією розміщення останнього (заднього) робочого органу називають кінематичною довжиною агрегату.

Схеми та класифікація поворотів МТА

Повороти на 180° (при гонових способах руху)					Повороти на 90° (при пругових способах руху)						
Безпетльові	Петльові			Із заднім ходом (при реверсив- ному ході трактора)	Безпетльовий	Петльові		Із заднім ходом (навісні агрегати)			
	з прямо- лінійною ділянкою	грушоподібний (відкрита петля)	вісімка- подібний (закрита петля)			закрита петля (навісні агрегати)	відкрита петля (навісні агрегати)				
Окремі випадки					Кутові повороти (при діагональних способах руху)						
Односторонні повороти					Безпетльовий	Петльовий	Із заднім ходом				
Зігнуто-петльові повороти											
Повороти з прямолінійним заднім ходом											

Схеми способів руху агрегатів



І – гонові: а – човником; б – всклад; в – врозгін; г – з чергуванням загінок всклад і врозгін; д – безпетльовий; е – з перекриттям;
 ІІ – діагональний: є – човником; ж – перехресний;
 ІІІ – круговий: з – на полях з правильною конфігурацією; и – теж, з неправильною конфігурацією.