**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**
Інженерно-технічний факультет

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

## «Удосконалення механізованої технології вирощування цукрових буряків з модернізацією культиватора»

**Виконав:**

Здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання

***Денис ГРУБЛЯК***

**Керівник:**

доцент ***Юрій ПАНЦИР***

**Оцінка захисту:**

Національна шкала _____
Кількість балів _____
Шкала ECTS _____
«____» червня 2026 р.

**Допускається до захисту:**
«____» червня 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності
208 «Агроінженерія», доцент ***Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ***

м. Кам’янець-Подільський, 2026

**З М І С Т**


ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ .. 4

ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ ..... 5

АНОТАЦІЯ ..... 6

РЕФЕРАТ ..... 7

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА ПОЗНАЧЕНЬ .. 8

ВСТУП …… 9

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ……..…… 11

1.1 Народногосподарське значення та особливості вирощування цукрових буряків ..... 11

1.2 Технологія вирощування цукрових буряків ……. 13

1.3 Аналіз машин для міжрядного обробітку цукрових буряків ….. 15

1.4 Недоліки існуючої конструкції культиватора УСМК та напрями її удосконалення ……. 19

Висновок до першого розділу …….. 22

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ……. 23

2.1 Розробка технологічної карти вирощування цукрових буряків .. 23

2.2 Розрахунок машинно-тракторного агрегату для міжрядного обробітку цукрових буряків …… 24

2.3 Обґрунтування модернізації культиватора УСМК …….. 27

2.4 Побудова графіка використання техніки при вирощуванні цукрових буряків …… 29

Висновок до другого розділу …… 32

РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА МОДЕРНІЗОВАНОГО КУЛЬТИВАТОРА УСМК ……. 33

3.1 Вибір та обґрунтування параметрів робочого органа культиватора …….. 33

3.2 Конструктивний розрахунок пружинної S-подібної стійки …..... 35

3.3 Розрахунок жорсткості та деформації пружинної S-подібної стійки …… 37

3.4 Перевірка болтового з’єднання та зварного шва модернізованої секції …… 39
3.5 Розрахунок тягового опору модернізованого культиватора ….. 41
Висновок до третього розділу …….. 42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОНАННІ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ …… 44
4.1 Аналіз умов праці під час міжрядного обробітку цукрових буряків …… 44
4.2 Вимоги безпеки під час роботи з культиватором ……..... 46
4.3 Заходи пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища …… 48
Висновок до четвертого розділу …….. 49
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ 51
5.1 Розрахунок собівартості міжрядного обробітку цукрових буряків 51
5.2 Розрахунок економічного ефекту від модернізації культиватора 52
5.3 Розрахунок терміну окупності модернізації ……..…… 54
5.4 Техніко-економічні показники проєкту …… 56
Висновок до п’ятого розділу …… 57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ …… 58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 60
ДОДАТКИ…… 63

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

1. Технологічна карта вирощування цукрових буряків.
2. Культиватор УСМК-5,4. Загальний вигляд.
3. Робоча секція культиватора. Складальне креслення.
4. Робочі креслення деталей.
5. Техніко-економічні показники проєкту.

# В С Т У П

Цукрові буряки є однією з найважливіших технічних культур України, яка має вагоме значення для забезпечення продовольчої безпеки держави та розвитку агропромислового комплексу. Вирощування цієї культури забезпечує сировиною цукрову промисловість, а побічна продукція переробки використовується у тваринництві та інших галузях господарства. В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва особливого значення набуває підвищення ефективності технологій вирощування цукрових буряків, зниження енерговитрат та покращення якості виконання технологічних операцій.

Одним із головних напрямків підвищення ефективності виробництва цукрових буряків є удосконалення механізованих технологій вирощування культури. Сучасна технологія вирощування передбачає комплекс взаємопов'язаних операцій, серед яких важливе місце займає міжрядний обробіток ґрунту. Якісне виконання цієї операції сприяє покращенню аерації ґрунту, знищенню бур'янів, збереженню вологи та створенню сприятливих умов для росту й розвитку рослин.

Для міжрядного обробітку посівів цукрових буряків широко застосовуються просапні культиватори, зокрема УСМК, які відзначаються простотою конструкції та універсальністю використання. Проте в процесі експлуатації даних машин виявляється ряд недоліків, пов'язаних із недостатньою стабільністю глибини обробітку, підвищеним тяговим опором, пошкодженням рослин у захисній зоні та зниженням якості роботи на нерівному рельєфі поля. Це призводить до збільшення енергетичних витрат і погіршення агротехнічних показників виконання технологічного процесу.

У зв'язку з цим актуальним є питання модернізації робочих органів культиватора з метою підвищення ефективності його роботи та покращення якості міжрядного обробітку. Удосконалення конструкції культиватора дозволить забезпечити більш стабільне ведення робочих органів по глибині, зменшити ущільнення ґрунту, покращити умови розвитку рослин та підвищити продуктивність машинно-тракторного агрегату (МТА).

Метою дипломного проєкту є удосконалення механізованої технології вирощування цукрових буряків шляхом модернізації культиватора УСМК для підвищення якості міжрядного обробітку ґрунту та зниження експлуатаційних витрат.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз сучасної технології вирощування цукрових буряків;
- дослідити конструкцію та особливості роботи культиватора УСМК;
- виявити основні недоліки існуючої конструкції;
- запропонувати конструктивне удосконалення робочої секції культиватора;
- виконати необхідні інженерні та технологічні розрахунки;
- оцінити економічну ефективність запропонованої модернізації;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки під час експлуатації агрегату.

У результаті виконання кваліфікаційного проєкту передбачається підвищення якості міжрядного обробітку, зменшення пошкодження рослин, покращення експлуатаційних показників машинно-тракторного агрегату та зниження витрат на виконання технологічної операції.

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційному проєкті розглянуто та обґрунтовано удосконалення механізованої технології вирощування цукрових буряків із модернізацією культиватора УСМК-5,4 шляхом удосконалення його робочої секції.

У процесі виконання роботи проведено аналіз сучасних технологій вирощування цукрових буряків та встановлено, що найбільш відповідальним і енергомістким процесом є міжрядний обробіток, який суттєво впливає на врожайність культури.

Проаналізовано конструкції машин для міжрядного обробітку та виявлено, що існуючі робочі органи мають недоліки, зокрема підвищений тяговий опір, недостатню адаптацію до змінних ґрунтових умов та значні динамічні навантаження.

Запропоновано модернізацію культиватора шляхом встановлення пружинної S-подібної стійки, що дозволяє підвищити якість копіювання рельєфу поля, зменшити забивання робочих органів та знизити енергетичні витрати агрегату.

У конструктивній частині виконано необхідні інженерні розрахунки, визначено основні параметри робочого органа та підтверджено його працездатність і міцність у заданих умовах експлуатації.

Економічна частина проєкту показала, що впровадження модернізованого культиватора забезпечує: зниження собівартості міжрядного обробітку, економію пального, підвищення продуктивності МТА, річний економічний ефект на рівні 340020 грн та термін окупності капітальних вкладень менше одного року.

Також встановлено позитивний вплив модернізації на агротехнічні показники, зокрема підвищення якості розпушування ґрунту та покращення умов розвитку рослин цукрових буряків, що забезпечує приріст урожайності.

Рекомендується впровадження модернізованого культиватора УСМК-5,4 у виробничих умовах господарств, що займаються вирощуванням цукрових буряків.

Доцільно використовувати запропоновану конструкцію пружинної S-подібної стійки для модернізації аналогічних міжрядних культиваторів інших типів.

Для підвищення ефективності технології доцільно впроваджувати ресурсозберігаючі режими роботи МТА та сучасні системи точного землеробства.

Отримані результати підтверджують технічну та економічну доцільність запропонованих рішень і можуть бути використані у практиці сільськогосподарського виробництва.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ


1. Бендера І. М. Машиновикористання в землеробстві : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2018. 560 с.
2. Бойко Г. А. Сільськогосподарські машини. Київ : Вища школа, 2019. 648 с.
3. Булгаков В. М. Механізація технологічних процесів у рослинництві. Київ : НАУ, 2020. 514 с.
4. Роїк М. В. Буряківництво. Київ : XXI вік, 2017. 320 с.
5. Технологія виробництва продукції рослинництва : підручник / за ред. В. В. Лихочвор. Львів : НВФ "Українські технології", 2019. 784 с.
6. Механізація сільськогосподарського виробництва : підручник / С. І. Кравчук, В. М. Булгаков. Київ : Вища освіта, 2018. 512 с.
7. Агроінженерія: підручник / О. М. Царенко та ін. Харків : ХНТУСГ, 2020. 600 с.
8. Трактори і автомобілі : підручник / В. І. Кравченко. Київ : Урожай, 2017. 480 с.
9. Сільськогосподарські машини : підручник / М. І. Черновол. Київ : Аграрна освіта, 2018. 520 с.
10. Довідник з агрономії / за ред. М. Я. Демидова. Київ : Урожай, 2016. 680 с.
11. Правила охорони праці в сільському господарстві. Київ : Держпраці України, 2020.
12. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки при роботі з сільськогосподарською технікою. Київ : 2015.
13. ДСТУ 4397:2005. Сільськогосподарська техніка. Терміни та визначення.
14. Економіка аграрного виробництва : навч. посібник / І. В. Свиноус. Київ : КНЕУ, 2018.
15. Машини для обробітку ґрунту / В. М. Булгаков. Київ : Урожай, 2019.
16. Конструкція сільськогосподарських машин / М. І. Черновол. Харків, 2017.
17. Культиватори та їх модернізація / В. О. Коваль. Харків : ХНТУСГ, 2021.
18. Довідник механізатора сільського господарства. Київ : Урожай, 2016.

19. Енергетичні засоби в АПК / О. В. Кисельов. Київ : Аграрна освіта, 2019.
20. Експлуатація машинно-тракторного парку / П. І. Лузан. Київ : Урожай, 2018.
21. Методичні рекомендації для виконання та оформлення дипломного проєкту здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Н7 (208) «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир А.В. Рудь, С.М. Грушецький, Вік.І. Дуганець, Вас.І. Дуганець / за ред. А.В. Рудь. Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ», 2025. 68 с.
22. Технології вирощування цукрових буряків / О. П. Шевченко. Київ : Аграрна наука, 2020.
23. Цукрові буряки: інтенсивні технології вирощування / В. М. Ситник. Харків :, 2019.
24. Агроекологія / С. П. Бондар. Київ : Вища школа, 2017.
25. Економіка агропромислового комплексу / Л. Г. Мельник. Київ : КНЕУ, 2019.
26. Механізація рослинництва / Ю. М. Шпиганович. Київ : Урожай, 2018.
27. Теорія сільськогосподарських машин / В. М. Булгаков. Київ : Аграрна освіта, 2020.
28. ДСТУ ISO 4254-1:2018. Сільськогосподарська техніка. Безпека.
29. ДСТУ 2984-95. Машини сільськогосподарські. Терміни та визначення.
30. Цукровий буряк: біологія і технологія вирощування / М. В. Лихочвор. Львів : 2018.
31. Економічний аналіз у сільському господарстві / О. В. Кузьмін. Київ : КНЕУ, 2017.
32. Системи землеробства / В. Ф. Сайко. Київ : Урожай, 2016.
33. Практикум з механізації сільського господарства / І. В. Герасимчук. Київ : Аграрна освіта, 2019.
34. Інженерна механіка в АПК / О. І. Жук. Харків : 2020.
35. Експлуатаційні властивості сільськогосподарських машин / В. П. Гречанюк. Київ : Урожай, 2017.
36. Технологія вирощування польових культур / В. М. Коваленко. Київ : Аграрна освіта, 2020.

37. Бібліотека ЗВО «ПДУ» https://pdatu.edu.ua/naukova-biblioteka.html
38. Репозитарій університету: https://pdatu.edu.ua/repozytarii.html