

УДК 658.631.3

О.В. Сидорчук<sup>1</sup>, П.М. Луб<sup>2</sup>, В.С. Спічак<sup>3</sup>, О.В. Зеленський<sup>4</sup>

## ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ПРЕДМЕТНОЇ СКЛАДОВОЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ У ПРОЕКТАХ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

*У статті означено структуру програми цукровиробництва. Розкрито зв'язки між проектами збирання цукрових буряків та проектами транспортно-заготівельної інфраструктури. Виокремлено роль предметної складової у формуванні ефективності збирально-транспортних робіт відповідних проектів.*

*Ключові слова:* проект, роботи, збирання, транспортування, цукрові буряки, моделювання, управління, ефективність.  
*Форм. 2. Рис. 2. Літ. 16.*

**Постановка проблеми.** Особливістю проектів сільськогосподарського виробництва, зокрема проектів із вирощування цукрових буряків, транспортування зібраного врожаю та його переробки, є те, що структура (зміст) та темпи (час) відповідних робіт значною мірою зумовлені біологічними особливостями цієї культури. Узгодження змісту та часу робіт у цих проектах із біологічними процесами досягання (приросту маси кореня, цукристості тощо) та зберігання (випаровування вологи, втрати цукристості тощо) врожаю культури дає змогу мінімізувати його втрати, а відтак забезпечити ефективність проектів. Досягнення цього результату нерозривно пов'язане із розглядом поняття ризику та кількісного оцінення функціональних характеристик збирально-транспортних робіт у розрізі осіннього періоду, а також їх флуктуацій.

Встановлення об'єктивних характеристик виконання збирально-транспортних робіт із врахуванням стохастичного впливу на їх перебіг біологічної та агрометеорологічної складових потребує застосування методів статистичного імітаційного моделювання, які дають змогу адекватно відображати вплив мінливих складових технологічного процесу на показники його ефективності [15].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** дав змогу встановити, що терміни початку і тривалості виконання технологічних операцій механізованих рілних процесів відображають на підставі детермінованих [5,13] та стохастичних [10,15] показників. Як відомо [15], час початку та перебіг технологічного процесу збирання врожаю сільськогосподарських культур залежить від календарних термінів їх досягання та стохастичної дії агрометеорологічних умов. А тому детерміновані методи й моделі унеможливають отримання об'єктивних характеристик технологічного процесу.

**Невирішені частини проблеми.** Чинні статистичні методи й моделі процесу збирання сільськогосподарських культур, що базуються на імовірнісних показниках календарних термінів досягання культур [15], на жаль, неповною мірою враховують особливості вегетаційного процесу цукрових буряків. Тому їх безпосереднє використання для розроблення організаційно-технологічних операцій щодо виконання механізованих процесів може привести до помилок, а відтак і зниження показників ефективності їх виконання.

**Метою статті** є розкрити особливості впливу біологічної та агрометеорологічної складових на ефективність збирально-транспортних робіт у проектах виробництва цукрових буряків.

**Основні результати дослідження.** Розгляд проектів збирання цукрових буряків (ЗЦБ) як складової програми цукровиробництва (ЦВ) дав змогу охарактеризувати їх зовнішнє та внутрішнє середовище. Зокрема встановлено, що проекти ЗЦБ технологічно інтегровані у програму проектів ЦВ, які поєднані між собою у просторі та часі (рис. 1).

Реалізація кожного з проектів програми ЦВ відбувається поетапно. Власне, технологічне поєднання цих проектів відбувається за умови настання певних подій у виробничій системі. Для проектів ЗЦБ – це досягання врожаю цукрових буряків. Необхідно зазначити, що наведена структура ЦВ не є постійною та може змінюватись відповідно до конкретних виробничих умов. Зокрема зведення зібраного врожаю на БП є недоцільним за умови невеликих віддалей транспортування врожаю до ЦЗ тощо.

<sup>1</sup> ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

<sup>2</sup> Львівський національний аграрний університет

<sup>3</sup> Володимир Волинський агротехнічний коледж

<sup>4</sup> Подільський державний аграрно-технічний університет

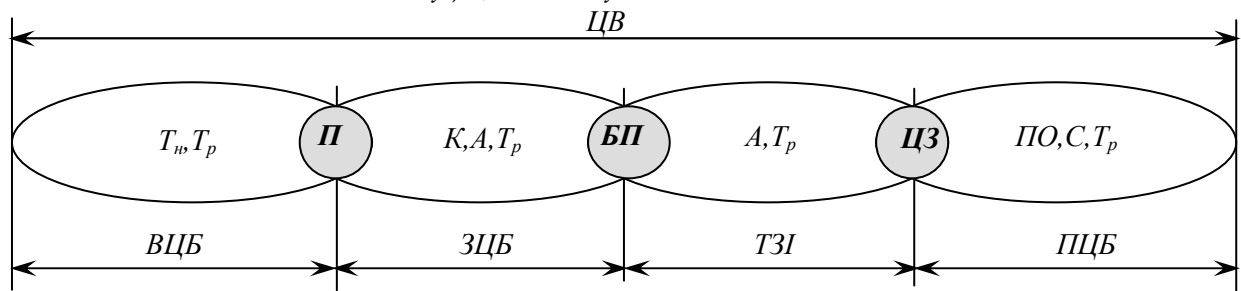


Рис. 1. Структура програми ЦВ:

ВЦБ – проекти із вирощування цукрових буряків; ЗЦБ – проекти їх збирання; ТЗІ – проекти транспортно-заготівельної інфраструктури; ПЦБ – проекти із переробки та зберігання;  $T_n$  – машинно-тракторний агрегат;  $T_p$  – трудові ресурси (виконавці робіт); П – поля; К – бурякозбиральні комбайни; А – автомобілі; БП – бурякоприймальні пункти; ЦЗ – цукровий завод; ПО – переробне обладнання; С – складська інфраструктура

Під час реалізації програми проектів ЦВ, та зокрема проектів ЗЦБ здійснюється управління трудовими, матеріальними, енергетичними, інформаційними та іншими ресурсами [7,8]. Зокрема, під час цього управління виникає виробничо-технологічний ризик (ВТР) – небажане відхилення показників ефективності проектів від їх запланованого значення. Під ефективністю проектів ЗЦБ та ТЗІ розуміємо забезпечення відповідності між обсягом зібраного та відвезеного (на завод) врожаю цукрових буряків із фактичним врожаєм коренеплодів цих культур на момент початку бурякозбиральних робіт на полях сільськогосподарського підприємства (СПП). Зібраний урожай є продуктом проектів ЗЦБ та ТЗІ, який характеризується такими показниками: валовий обсяг цукрових буряків, обсяг їх біологічних, технологічних та транспортних втрат, ступінь пошкодженості, цукристість коренеплодів тощо.

Першим кроком до означення складових що формують ефективність проектів ЗЦБ є аналіз їх зовнішнього та внутрішнього середовища. Зовнішнє середовище цих проектів, на рівні програми ЦВ, сформоване із таких проектів як ВЦБ, ТЗІ та ЦЗ, а також агрометеорологічних умов осіннього періоду окремого краю. Підсистема ВЦБ формується множиною специфічних проектів, до головних з яких відносимо проекти механізованого вирощування цукрових буряків у СПП. Характеристики проектів ВЦБ формують початкові умови для реалізації проектів ЗЦБ (рис. 1), які для виконання своєї виробничої програми використовують відповідне технічне оснащення. Останні проекти тісно пов'язані із ТЗІ, а відтак формують початкові умови їх реалізації.

Під виробничою програмою слід розуміти площу полів з вирощеним врожаєм, на яких необхідно виконати бурякозбиральні роботи. Кожне з полів характеризується площею, врожайністю цукрових буряків, типом ґрунту, конфігурацію, віддалю його розташування тощо. Виробнича програма у проектах ЗЦБ формується суб'єктивно, відповідно до наявного у СПП технічного оснащення, загальної площі підприємства, використовуваної сівозміни тощо. Технічне оснащення проектів ЗЦБ – це спеціалізовані технічні засоби для виконання бурякозбиральних робіт, а саме комбайни, автомобілі, навантажувачі тощо.

Розгляд цих складових дав змогу виокремити бурякозбиральні та транспортні роботи, які виконуються впродовж життєвого циклу проектів ЗЦБ. До основних завдань цих робіт належать: 1) збирання достиглого врожаю цукрових буряків; 2) обслуговування бурякозбиральних комбайнів автомобілями, що здійснюють транспортування коренеплодів до приймальних пунктів. Під час виконання першого виду робіт здійснюються такі елементарні операції: рух бурякозбирального комбайна в загінці, розвороти, вивантаження зібраного врожаю тощо. Другий вид робіт – під'їзд автомобіля до комбайна, завантаження автомобіля коренеплодами, їх транспортування до приймальних пунктів, зважування, розвантаження та зворотний рух автомобіля на поле.

Метою ТЗІ є забезпечити доставку продукту проектів ЗЦБ до бурякоприймального пункту та цукрового заводу. До характеристик ТЗІ належить: 1) потужність і кількість машин автомобільного парку; 2) кількість і стаж водіїв; 3) темпи та обсяги перевезень; 4) обсяги втрат під час транспортування (через механічні пошкодження тощо); 5) обсяг витрат на виконання робіт у проектах ТЗІ.

На цукровому заводі приймають цукросировину, ведуть аналіз та облік її якості, цукристості, здійснюють переробку сировини та складування товарного продукту. До загальних характеристик підсистеми ПЦБ належать: 1) обсяг отриманої та переробленої сировини; 2) обсяг

виробленої цукрової продукції; 3) обсяги витрат; 4) обсяги технологічних витрат на реалізацію проектів ПЦБ тощо.

Розгляд програми ЦВ на підставі загальної теорії систем [12] переконує у тому, що кожен із проектів цієї програми характеризується вхідними впливами, множиною параметрів та характеристиками функціонування, а також відповідними причинно-наслідковими взаємозв'язками її складових. Таким чином, кожен з означених проектів, взаємодіючи між собою, впливає на показники системної ефективності програми ЦВ  $\{E_{ЦВ}\}$ :

$$\{E_{ЦВ}\} = f(\{E_{ВЦБ}\}, \{E_{ЗЦБ}\}, \{E_{ТЗІ}\}, \{E_{ПЦБ}\}), \quad (1)$$

де  $\{E_{ВЦБ}\}, \{E_{ЗЦБ}\}, \{E_{ТЗІ}\}, \{E_{ПЦБ}\}$  – відповідно множини показників ефективності проектів із виробництва цукрових буряків, їх збирання, транспортно-заготівельної інфраструктури та переробки цукрових буряків.

Ризик показників ефективності кожного із проектів програми ЦВ зумовлює флуктуації їх системної ефективності. Окрім того, виникнення ризику можливе на рівні технологічної взаємодії відповідних проектів [12].

Системний аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища проектів ЗЦБ на рівні такої елементарної технологічної складової, як «поле – бурякозбиральний комбайн – транспортний засіб» (рис. 2), дав змогу означити скінчену кількість складових що формують ефективність цих проектів.

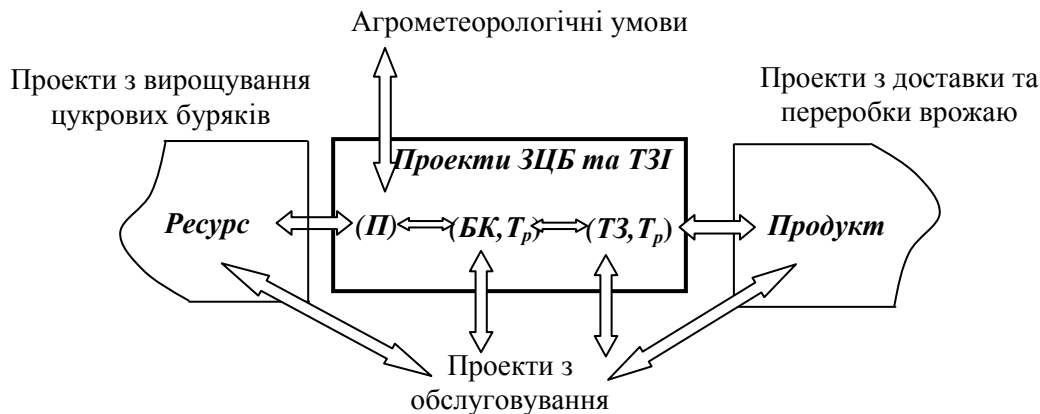


Рис. 2. Складові проектного середовища ЗЦБ:

$\Pi$  – поля з цукровими буряками;  $T_n$  – бурякозбиральні комбайни;  $TЗ$  – транспортні засоби;  $T_p$  – трудові ресурси

Для забезпечення планових показників ефективності цих проектів необхідно здійснювати узгодження керованої складової ефективності із некерованою. Для практичної реалізації зазначеного менеджерам проектів ЗЦБ та ТЗІ необхідно володіти відповідними інформаційно-аналітичними системами, які на підставі вірогідного прогнозування об'єктивного розвитку некерованих умов проектного середовища дають змогу означити протиризикові дії, виконати комп'ютерне моделювання робіт у проектах з їх застосуванням та кількісно оцінити ефективність дій щодо забезпечення планових показників ефективності. Встановлення впливу управлінських дій, параметрів комплексів машин та характеристик виробничої програми на показники ефективності відповідних процесів, а також закономірності зміни цих показників відіграє важливу роль у пошуку такого поєднання зазначених складових за якого згадані показники сягають свого екстремуму. Виконання цього завдання на практиці дає змогу розв'язати оптимізаційну задачу та обґрунтувати параметри відповідного комплексу машин для окремого СГП із своїми характеристиками, а відтак забезпечити підвищення ефективності проектів ЗЦБ та ТЗІ.

Однак, розроблення таких інформаційно-аналітичними системами, що ґрунтуються на відповідних методах та моделях, потребує розкриття особливостей предметної складової, а також об'єктивної залежності її характеристик від дії агрометеорологічних умов відповідного календарного періоду. Розглянемо ці особливості.

Що стосується особливостей досягання коренеплодів цукрових буряків, то необхідно зазначити, що це біологічне явище має деякі специфічні тенденції. Ці культури вважаються стиглими, коли протягом декількох днів вони витрачають більше енергії, ніж утворюється нових речовин у процесі асиміляції [16]. У кінцевій фазі їх вегетації сповільнюється приріст та формування коренеплоду, але триває накопичення цукру. За сприятливої сонячної погоди і

"здорового" листкового апарату цей процес триває аж до жовтня, а за відсутності заморозків – і до листопада [9,16]. Результати досліджень окремих вчених агрономів переконують у тому, що якщо гичка буряків відмирає внаслідок заморозків, посухи або ураження грибними хворобами, то збирати врожай необхідно до моменту формування нових листків, які відростають за рахунок запасів енергії, що накопичена у коренеплодах [16].

На даний час розрізняють ботанічну, біологічну та технічну стиглість цукрового буряка [9]. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, [16]. Ботанічна стиглість настає, коли дозріває насіння. У природних умовах це відбувається на другий рік життя рослини. Поняття біологічної і технічної стиглості стосуються до цукрового буряка першого року життя і відрізняються певною умовністю. Біологічна стиглість цукрового буряка пов'язана з призупиненням життєвих процесів у рослині, які тривають до кінця її вегетації в окремий рік. Це відбувається в результаті похолодання, зменшення тривалості світлового дня та інших умов. Технічна стиглість цукрового буряка характеризується такими особливостями: максимальною масою коренеплоду і максимальним вмістом цукру при мінімальному середньодобовому прирості маси й цукристості коренеплоду. Перед її настанням рядки буряку розмикаються, листя стає ясно-зеленим, частково жовтіє і відмирає. Термін настання технічної стиглості залежить від погодних умов, агротехніки, а також сортових особливостей [9,16].

Окремі джерела зазначають [3], що бурякозбиральні роботи найдоцільніше розпочинати за умови настання "технічної стиглості" цукрових буряків. У технічній стиглості маса коренеплоду і вміст у ньому цукру сягають свого максимуму, чистота соку висока, вміст мелісоутворюючих речовин мінімальний.

Дослідивши взаємозв'язок біологічних процесів у коренеплодах цукрових буряків з агрометеорологічними умовами осіннього періоду, багато вчених зазначають [6,9,16], що приріст маси коренеплодів та нагромадження цукрів у ньому відбувається до моменту зниження середньодобової температури повітря нижче +6–8°C. Отже, тепла осінь та пізня зима зумовлюють доцільність пізніших термінів бурякозбиральних робіт. У цьому разі приріст маси коренеплодів і нагромадження цукрів у цих відбуватиметься порівняно довше, внаслідок чого, досягається "максимальна біологічна врожайність" культури. Відомо [2], що якщо у вересні виникають сприятливі умови, то приріст цукру у коренеплодах може сягнути 3 т/га, а для жовтня – 1,8 т/га. Внаслідок цього вибір термінів початку робіт у проектах ЗЦБ необхідно здійснювати з огляду на стан коренеплодів цукрових буряків та розвиток агрометеорологічних умов осіннього періоду.

Окрім цього, під час вибору термінів робіт у проектах ЗЦБ та ТЗІ необхідно враховувати технологічно можливі темпи їх виконання, а також умови наступного зберігання коренеплодів цих культур. Відомо [2], що чим довше триває зберігання коренеплодів, тим більше цукру буде витрачено на дихання і тим більше нецукрових речовин накопичиться у коренеплодах. Погіршуватиметься і якість переробки коренеплодів. Високі температури швидко викликають значне погіршення якості цукрових буряків, оскільки внаслідок підвищення температури прискорюються ферментативні процеси. Крім цього, найнесприятливіші умови складаються під час довгого зберігання у вересні й жовтні. У цей період ще виникають високі температури (20°C), в той час коли оптимальні температури зберігання перебувають у межах 3-5°C.

З іншого боку, реалізація проектів ЗЦБ та ТЗІ у пізні календарні терміни підвищує ризик технологічних втрат через несвоєчасне завершення бурякозбиральних робіт та ураження культури заморозками (нижче -5°C) [6,9,16], а відтак і зниження ефективності проектів. Тому бурякозбиральні роботи у цих проектах рекомендовано організувати так, щоб завершити їх до заморозків у повітрі та на поверхні ґрунту [16].

Узагальнюючи вищенаведене зазначимо, що ефективність проектів ЗЦБ та ТЗІ залежить від значної кількості елементів. Аналіз цих елементів дав змогу згрупувати їх за спільними ознаками та виокремити скінчену кількість груп чинників ефективності: агрометеорологічна (*Ам*), предметна (природно-рельєфна (*Пр*) та агрофонова (*Аф*)), технологічна (*Тл*), технічна (*Тн*) та управлінська (стратегічна (*Ус*) й тактична (*Ут*)):

$$E = f(A_m, P_r, A_f, T_l, T_n, U_s, U_t). \quad (2)$$

Під агрометеорологічними (*Ам*) чинниками слід розуміти об'єктивний вплив температурних та атмосферних умов на інтенсивність біологічних процесів досягання цукрових буряків, ураження коренеплодів заморозками тощо. Окрім того, агрометеорологічні умови, у вигляді дощу та заморозків, впливають на фізико-механічні характеристики верхніх шарів ґрунту, що, як уже зазначалося, є причиною можливості або ж неможливості роботи бурякозбиральних комбайнів на полі [1,4].

Природно-рельєфний та агрофоновий чинники сукупно відображають предметні умови проектного середовища ЗЦБ та ТЗІ. Природно-рельєфні чинники – зумовлені характеристиками полів СГП з коренеплодами: площа, конфігурація, рельєф, наявність перешкод тощо. Зазначені характеристики впливають на роботи у проектах ЗЦБ – що в кінцевому підсумку позначається на темпах реалізації проектів ТЗІ.

Агрофоновий чинник – це ґрунт поля та розташовані у ньому коренеплоди цукрових буряків. На момент початку бурякозбиральних робіт агрофон поля характеризується певним станом ґрунту (ступенем ущільнення, вологістю, наявністю рослинних решток тощо) та коренеплодів цукрових буряків (поточна маса, інтенсивність приросту, глибина розташування, цукристість тощо). У результаті виконання цих робіт отримують інший стан агрофону, а також практичний результат – обсяг зібраного врожаю, обсяг його втрат тощо.

Технологічний чинник – це технологія, за якою виконуються бурякозбиральні роботи у СГП. Технологія бурякозбиральних робіт формує зміст та час у проектах ЗЦБ, а також показники ефективності проектів від її застосування.

Технічний чинник відображає технічне оснащення проектів – бурякозбиральний комбайн, автомобіль, навантажувач тощо, темпи роботи яких зумовлені технічними параметрами – потужністю двигуна, шириною захвату, вантажопідйомністю, надійністю тощо.

Управлінські стратегічні чинники ефективності проектів ЗЦБ відображають ефективність реалізації таких процесів управління, як: ініціалізація, планування, виконання, здійснення контролю та закриття [7,8]. Не розкриваючи сутності всіх цих процесів управління, виокремимо лише процеси планування, які полягають в суб'єктивному обґрунтуванні конфігурації проектів, ієрархічної структури робіт, їх змісту та часу, потреби у ресурсах та темпах їх використання тощо.

Управлінські тактичні чинники – це суб'єктивно обґрунтовані рішення, що формуються на підставі проектного підходу. Для підвищення ефективності управління проектами ЗЦБ та ТЗІ в розрізі кожного з окремих років їх реалізації необхідно обґрунтовувати оптимальний час початку бурякозбиральних робіт та тривалість транспортних процесів. Складність обґрунтування цих показників зумовлена потребою здійснення прогнозу динаміки умов проектного середовища та кількісного оцінення ризику показників виконання бурякозбиральних та транспортних робіт за різних термінів їх початку та тривалості. Це можливе на підставі розроблення відповідних методів та імітаційної моделі віртуальних проектів ЗЦБ та ТЗІ, які дають змогу відобразити вплив умов проектного середовища на перебіг відповідних робіт.

Необхідно зазначити, що управлінські тактичні чинники також відображають суб'єктивні рішення щодо черговості обслуговування полів із достиглим врожаєм, вибору темпу роботи комбайна безпосередньо в загинці, способу руху, розворотів, потреби залучення додаткових машин, усунення технологічних відмов тощо.

Таким чином, проекти ЗЦБ та ТЗІ технологічно інтегровані у програму ЦВ, а їх ефективність значною мірою залежить від об'єктивності врахування особливостей предметної складової. Системний аналіз проектів ЗЦБ та ТЗІ є важливою передумовою означення чинників ефективності, а відтак встановлення взаємозв'язків між ними і розроблення відповідних методів їх дослідження та об'єктивного відображення в статистичній імітаційній моделі віртуальних проектів. Виконання комп'ютерних експериментів із такою імітаційною моделлю дає змогу встановити функціональні характеристики відповідних робіт у проектах, здійснити їх вартісне оцінення, а відтак розробити множину рекомендацій щодо підвищення ефективності управлінських рішень.

**Висновки.** Аналіз проектів ЗЦБ та ТЗІ дав змогу встановити вагомість впливу їх проектного середовища на перебіг множини відповідних робіт. Зокрема ефективність реалізації цих проектів значною мірою залежить від узгодження бурякозбиральних та транспортних робіт із біологічними особливостями достигання та злежування цукрових буряків. Системний аналіз проектів ЗЦБ та ТЗІ на рівні такої елементарної складової, як "поле – бурякозбиральний комбайн – транспортний засіб", дав змогу окреслити сутність головних складових ефективності цих проектів. Розкриття сутності цих складових дає змогу розробити відповідні методи та моделі щодо відображення бурякозбирально-транспортних робіт у статистичній імітаційній моделі віртуальних проектів, а відтак здійснити кількісну оцінку їх ефективності.

#### Література.

1. Бомба М. Я. Наукові і практичні основи обробітку ґрунту : навч. посіб. / М. Я. Бомба, З. М. Томашівський. – Івано-Франківськ : Галичина, 1993. – 148 с.

2. Боровик Г. Як довго протримаються буряки? / Г. Боровик // Агросектор. – 2007. – № 7-8 (21-22). – С. 28-30.
3. Буряк цукровий [Електронний ресурс] // Аграрний сектор України. – 2008. – Режим доступу : <http://agroua.net/plant/catalog/cg-7/c-22/info/cag-40>
4. Грингоф И. И. Агрометеорология / И. И. Грингоф, В. В. Попова, В. Н. Страшный. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 310 с.
5. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. / Ф.С. Завалишин. – М.: Колос, 1973. – 319 с.
6. Зінченко О. І. Рослинництво : підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; за ред. О. І. Зінченка. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
7. Керівництво з питань проектного менеджменту / Пер. з англ.; під ред. С. Д. Бушуєва. – 2-ге вид., перероб. – К. : Вид. дім „Деловая Украина”, 2000. – 198 с.
8. Кобиляцький Л. С. Управління проектами : навч. посіб. / Л. С. Кобиляцький. – К. : МАУП, 2002. – 200 с.
9. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ “Укр. технології”, 2002. – 800 с.
10. Пасечная Л.Д. Методические основы определения технического оснащения уборочных работ: автореф. дис. на соиск. научн. степ. канд. техн. наук : спец. 05.20.01 „Технологии и средства механизации сельского хозяйства” / Л.Д. Пасечная. – Кубан. СХИ. Краснодар, 1988. – 19 с.
11. Сидорчук О. Науково-методичне обґрунтування потреби сільськогосподарських підприємств у техніці / О. Сидорчук, А. Бурилко // Техніка АПК. – 2004. - №10-11. – С. 7-8.
12. Сидорчук О. В. Інженерний менеджмент: системотехніка виробництва : навч. посіб. / О. В. Сидорчук, С. Р. Сенчук. – Львів : Львів. ДАУ, 2006. – 127 с.
13. Табашников А.Т. Оптимизация уборки зерновых и кормовых культур./ А.Т. Табашников. – М.: Агропромиздат, 1985. – 159 с.
14. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: Навч. посібник / За ред. акад. УААН В.О. Ушкаренка. – 2-е вид., перероб. і доп.- Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 296 с.
15. Ціп Є.І. Сезонна програма комбайна і ризик у процесі централізованого збирання ранніх зернових : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / Є. І. Ціп. – Львів., 2002. – 18 с.
16. Чубко О. Цукрові буряки по осені рахують / О. Чубко // Агросектор. – 2007. – № 7-8 (21-22). – С. 26-28.