

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту

“ ” _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к.т.н., доцент

_____ А. В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)

перший (бакалаврський)

(назва освітнього ступеня)

тема проекту **«Оптимізація використання машино-тракторного парку в
наслідок покращення логістики зерна»**

Виконав – студент 3 курсу, групи 31к-3-ім
освітньої програми бакалавра
спеціальності 208 «Агроінженерія»

Савич Валентин Миколайович

Керівник – д. ф., Лещенко І.А.

Умань–2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ «Бакалавр « _____
Напрямок підготовки _____ 208 «Агроінженерія» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **А. В. Войтік**
« _____ » _____ **2023р.**

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)
студенту _____ Савичу Валентину Миколайовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: **Оптимізація використання машино-тракторного парку в наслідок покращення логістики зерна**

керівник проекту _____ Лещенко І. А., д. ф. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 12 ” Травня 2023 р. № 01-06/95

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 24.05.2023р.

3. Вихідні дані до проекту: технічна характеристика та вартість комбайна John Deere T550, перевантажувальних бункерів-накопичувачів – ПБН-16, ПБН-20 і ПБН-30; тракторів New Holland T6.160 AC, T6.175 Dynamic Command (PM 2.0) і T7.270, площа поля 130 га, культура – пшениця, врожайність 5 т/га; літературні джерела.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

- проаналізувати технології вирощування пшениці та перспективності використання перевантажувальних бункерів-накопичувачів;
- розрахувати часові витрати на виконання робіт комбайном та ПБН;
- дослідити та побудувати можливі схеми роботи комбайнів та ПБН
- визначити питомі прямі витрати на проведення збору врожаю за різними схемами роботи комбайнів та ПБН.

5. Ілюстративний матеріал:

підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: мета і завдання дослідження; технології вирощування пшениці та перспективності використання перевантажувальних бункерів-накопичувачів; часові витрати на виконання робіт комбайном та ПБН; схеми роботи комбайнів та ПБН; питомі прямі витрати на проведення збору врожаю за різними схемами роботи комбайнів та ПБН; висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е. В., доцент		

7. Дата видачі завдання 12.05.2023 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	15.05.23	
2.	Підготовка розділу 1	16.05.23	
3.	Підготовка розділу 2	17.05.23	
4.	Підготовка розділу 3	18.05.23	
5.	Підготовка розділу 4	19.05.23	
6.	Виконання ілюстративної частини роботи	22.05.23	
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку	24.05.23	

Студент

(підпис)

Савич В. М.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Лещенко І. А.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Примітка.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	7
1.1 Технологія вирощування пшениці	7
1.2 Логістика зерна з поля в авто-зерновоз	12
1.3 Бункер-накопичувач перевантажувальний.....	13
РОЗДІЛ 2	16
2.1 Визначення кількості перевантажувальних бункерів-накопичувачів для обслуговування комбайнів	16
2.2. Визначення схем роботи й руху по полю комбайнів та БНП.....	20
2.3 Питомі експлуатаційні витрати	30
РОЗДІЛ 3	38
РОЗДІЛ 4	42
Висновки	48
Список використаних джерел	49
ДОДАТКИ.....	52

ВСТУП

Логістика – це наука про планування, контроль і управління транспортуванням, складуванням та іншими матеріальними та нематеріальними операціями, здійснюваними у процесі доведення сировини і матеріалів до виробничого підприємства, внутрішньозаводської перероблення сировини, матеріалів й напівфабрикатів, доведення готової продукції до споживача з врахуванням інтересів та вимог останнього, а також передачі й обробки відповідної інформації.

Згідно з цим можна виділити складові логістичного забезпечення для аграрного сектору: сіяння зерна – вирощування рослин – збір врожаю – доведення показників до необхідних вимог – зберігання – використання зерна за призначенням (висівання або виробництво борошна, комбікормів, спирту тощо). При цьому найважливішим фактором, що визначає ефективність і функціональність логістики, є планування. Якщо ланцюжок взаємопов'язаних дій буде не синхронізоване, транспортування товарів проходять з перебоями та займають багато часу, виникає простій машин.

Загально встановлено, що валові логістичні витрати – велика стаття в структурі собівартості продукції. Зазвичай логістика випереджає витрати на заробітну плату і поступається лише матеріальним витратам.

Актуальність теми дослідження обумовлено розроблення схеми роботи комбайна та бункера перевантажувача на основі порівнянь питомих витрат на транспортування зернової маси (зерна) з поля до автомашин-зерновозів (автозерновозів), що забезпечить скорочення тривалості збору за мінімальних грошових витрат.

Метою роботи є розкриття й поглиблення теоретичних основ та розроблення практичних рекомендацій щодо управління логістичною діяльністю підприємства в розрізі системи комбайн – бункер-перевантажувач – автозерновоз.

Досягнення поставленої мети зумовлює вирішення наступних завдань:

- ознайомитися з технологією вирощування пшениці;
- розкрити сутність логістичної проблеми під час збирання врожаю;

- надати варіанти можливих покращень;
- здійснити аналіз різних варіантів логістики під час збирання врожаю;
- порівняти тривалість та питомі витрати різних варіантів логістики;
- обґрунтувати оптимальне рішення логістичного циклу.

Об'єктом дослідження є логістична діяльність поле–машина-автозерновоз.

Предметом дослідження є сукупність теоретичних та науково-методологічних положень стосовно управління логістичною діяльністю під час збирання врожаю пшениці.

У процесі виконання дипломної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» застосовувалася сукупність загальних та специфічних наукових методів. У процесі дослідження управління логістичною діяльністю підприємства застосувались: методи економічного та статистичного аналізу, групування, графічного моделювання організаційних структур.

Для вибору та обґрунтування стратегії оптимізації логістичної діяльності підприємства використовувалися такі методи: метод порівняння, за допомогою якого було відображено порівняння питомих матеріальних і грошових витрат на проведення відповідних робіт; статистичний аналіз показників логістичної діяльності підприємства.

Результати проведеного дослідження допоможуть працівникам, які відповідають за формування схему збирання зерна, ефективно використовувати основи оптимізації логістичного процесу для скорочення часових витрат під час збору зернових.

Структура роботи. Наукову роботу викладено на 55 сторінках, з них 50 – основного тексту. Робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 27 найменувань та шести додатків. Робота містить 35 таблиць та 14 рисунків. З них 27 табл. винесено в додатки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛОГІСТИКИ ЗЕРНА ПІСЛЯ ЗБИРАННЯ

1.1 Технологія вирощування пшениці

Вирощування зернових сільськогосподарських культур відзначаються сезонністю роботи. Арготехнічні процеси необхідно проводити в оптимальні строки, які зазвичай мають короткі періоди. Під час підготовки поля та сівби, аграрії стикаються з економічними й матеріальними складнощами. Їх можливо згладити провівши вчасні закупівлі паливо-мастильні матеріали, насіння, добрива тощо [1]. Як альтернатива, є укладення контрактів зі спеціалізованими організаціями.

В Україні озима пшениця в нас займає одне з провідне місце за посівними площами. Під урожай 2019 року озимою пшеницею в Україні засіяно 6,45 млн га, що на 2,8% більше аналогічного показника минулого року. Зростають площі та під органічною пшеницею: під органічні зернові вже відведено 197 тис. га і, можливо, надалі ця цифра буде також збільшуватися [2, 3, 4].

Через нестабільні погодні умови питання оптимальної технології вирощування пшениці залишається актуальним для багатьох аграріїв з усієї України. Технологія вирощування пшениці включає: підготовка ґрунту, удобрення, підготовка насіння,

Важливим є організація збирання врожаю [5].

Підготовка ґрунту. Висока врожайність пшениці досягається при правильній підготовці до її посіву. Характер обробітку ґрунту під озимі культури визначається особливістю попередників, вологістю і забур'яненістю ґрунту та природно-кліматичними умовами господарства. Основне завдання: зберігання вологи на час сівби пшениці, боротьба з бур'янами, якісне загортання післяжнивних решток і добрив, створення достатньо ущільненого шару з об'ємною щільністю $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$ та дрібно грудочкуватого посівного шару (діаметром 1-3 см) [6].

Обробіток ґрунту починають з луцення відразу після збирання

попередника. Залежно від забур'янення поля одно- чи багаторічними бур'янами, ґрунт лущать один або два рази. Після відростання бур'янів, проте бажано не пізніше ніж два тижні до сівби, проводять оранку плугами з передплужниками на глибину 20-22 см на легких ґрунтах і 22-25 см на важких ґрунтах. При запізненні з оранкою, ґрунт до початку сівби не встигає достатньо ущільнитись, що створює загрозу розриву кореневої системи пшениці внаслідок його осідання.

Поле для пшениці обробляють культиваторами та вирівнюють поверхню для забезпечення гарного контакту насіння пшениці з ґрунтом і отримання одночасних сходів.

Удобрення. При інтенсивній технології під пшеницю застосовують мінеральні добрива, а органічні вносять під попередник. Найкращими для цього є: однорічні бобові (квасоля, соя, горох) та багаторічні рослини (конюшина, люцерна), ріпак, гібриди ранньої картоплі, ранньої кукурудзи та соняшнику.

Для повного забезпечення рослин азотом впродовж усієї вегетації потрібно використовувати повільно розчинні добрива, або ж вносити їх роздільно в декілька прийомів. Оскільки практично всі азотні добрива легкорозчинні, зазвичай невелику частину їх вносять восени, а решту використовують під час весняно-літніх підживлень у фазах найбільшої потреби для росту і розвитку рослин.

Планувати азотне живлення, втім, як і будь-яке інше живлення рослин, найкраще на основі даних ґрунтової діагностики.

Одночасно з сівбою в рядки вносять по 10-15 кг/га P_2O_5 та K_2O [7]. Після перезимівлі рослини виходять послабленими, при ранньому весняному відростанні їм потрібно в достатній кількості легко засвоюємо поживні речовини.

Підвищенню урожайності сприяє застосування мікродобрив – марганцю, молібдену, бору та ін. Ефективні також мікроелементи разом з азотними добривами у вигляді водних розчинів при підживленні пшениці.

Підвищенню якості зерна сприяє позакореневе підживлення (обприскування посівів). Краща форма добрив при цьому – сечовина 30-45 кг/га. Найбільша кількість накопичення білка та клейковини в зерні при обприскуванні посівів у

фазу колосіння-початку молочної стиглості.

Підготовка насіння до сівби. Задля захисту зерна й сходів від шкідників та хвороб насіння протруюють водними суспензіями протруйників (інсектицидної та фунгіцидної дії) із плівкоутворювачами. Такий спосіб підготовки насіння називають інкрустацією – покриття полімерною плівкою. Як плівкоутворювач можна брати 10-11 літрів на тонну насіння 0,2%-водного розчину полівінілового спирту (ПВС), 0.5%-го водного розчину натрієвої солі карбоксиметилцелюлози (NaКМЦ), до яких додають рекомендовану дозу протруйника. Для досягнення повноти вкриття зернин плівкою важливо перед протруюванням насіння звільнити від порошу (пилу).

Одночасно з пестицидами в суспензію вводять мікроелементи та стимулюючі ріст добавки: марганець, цинк, тур. Останній запобігає вилягання рослин та забезпечує стійкість до несприятливих умов зимівлі, посухи та підвищує врожайність.

Протруєння проводять в різноманітних протруювальних машинах стаціонарного розміщення (ПКС-20 ПБ) або самохідних (протруювач камерний ПК-20 «Супер» П).

Посів пшениці. Пшеницю висівають різними методами: класичний (сівалка СЗФ-6000-06V), No-Till (MUSTANG PRO 3.6), Strip-Till (CLAYDON HYBRID T4), точний дворядковий, широкорядний та інші. Зазвичай одночасно вносяться мінеральні добрива.

Теперішні причіпні універсальні **зернові сівалки** призначені для рядного посіву основних зернових, бобових, технічних культур з одночасним внесенням мінеральних добрив. Посів пшениці проводиться на глибину 3–5 см (в зоні недостатнього зволоження до 8 см) вузькорядним (міжряддя 7,5 см) та звичайним рядковим (15 см) способом. Бажано використовувати постійну технологічну колію з шириною 180х45 см.

Зараз продовжується поширення технології нульового обробітку ґрунту (NO-TILL). Результатом є поява на ринку спеціальних сівалок та приставок для універсальних сівалок для роботи за технологією NO-TILL. Приставка являє

собою рамну конструкцію, оснащену турбодисками. Завдяки яким відбувається розпушування ґрунту, що дозволяє сошникам витримувати правильну глибину і безперешкодно проводити посів.

Якщо під час сівби стоїть суха погода, сівба проведена в недостатньо ущільнений ґрунт та за недостатньої вологості посівного шару, зразу після сівби поле слід закоткувати кільчасто-шпоровими котками.

Терміни сівби пшениці озимої визначають відповідно ґрунтово-кліматичних умов, особливостей сорту, місцем озимої пшениці у сівозміні господарства, наявністю та продуктивністю техніки. Для різних регіонів України рекомендовані різні терміни на Поліссі це 5–15 вересня, у Лісостепу – 10–20 вересня, в Степу – 15–30 вересня, в Криму – 20 вересня–10 жовтня. Найчастіше агроном господарства вираховує терміни сівби на конкретному полі як компроміс між оптимальними рекомендованими строками та умовами самого господарства.

Догляд за рослинами. До сходове боронування, боронування сходів, підживлення, обробка посівів гербіцидами. Під час зимівлі пшеницю захищають від вимерзання, льодяної кірки, випрівання та ін.

Система догляду за озимою пшеницею протягом весняно-літньої вегетації крім підживлень азотними добривами передбачає захист рослин від хвороб, шкідників та бур'янів. У фазі кущення посіви обприскують пестицидами одночасно з азотними добривами. Для знищення бур'янів використовують гербіциди.

На початку трубкування схильні до вилягання сорти обробляють ретардантом тур (3-4 кг/га), який сповільнює ріст стебла, і рослини стають стійкішими проти вилягання. У цей період в разі потреби рослини пшениці обприскують також проти корневих гнилей та інших хвороб фундазолом, байлетоном або тозонілом.

Збирання врожаю. Озиму пшеницю збирають у восковій стиглості зерна, застосовуючи одно- і двофазний способи.

Двофазне збирання використовують при вирощуванні високорослих сортів пшениці. Такі сорти можуть нерівномірно достигати та вилягати. Крім того,

такий спосіб використовують за високої забур'яненості площі, вологості зерна – 30–32 %, густоти стеблостою – 300 шт/м². Скошують жатками (ЖВН-6) у валки. Висота зрізу середньо- і низькорослих сортів становить 15-20, високорослих та в загущених посівах – 25-30 см від поверхні ґрунту. При такій висоті стерні валки швидше просушуються. Через 2–4 дні валки підбирають комбайнами “Нива”, “Колос”, Дон-1200 с приставками і підбирачами.

Пряме комбайнування застосовують на чистих, не полеглих та зріджених низькорослих посівах. Збирання проводять при повній стиглості зерна і вологість зерна максимально наближена до 14 % (12–17 %) (як виключення 20 %). Переважно прямим комбайнуванням з мінімальними втратами. Прийнято що швидкість агрегату при прямому комбайнуванні становить 6-7 км/год, на обмолоті валків 4,5-5 км/год.

Воскова стиглість сортів озимої пшениці триває 10-12 днів, а повна – 6-10 днів. Якщо строки збирання в повній фазі збільшені, в такій пропорції змінюються і можливі втрати врожаю. Тому процес збирання потрібно організувати так, щоб жнива не затягнулися більш ніж на 10 днів [8].

Чітка організація збирання врожаю, проведення його в стислі строки, правильно вибрані способи збирання на половину і більше зменшують втрати.

Зберігання врожаю. Щоб свіжозібране зерно не зменшувалися якісні показники потрібно привести його до необхідних базових показників та створити належні умови зберігання. Перед довгостроковою закладкою на зберігання слід очистити зерно від домішок та висушити, за необхідності виконати знезараження від шкідників.

При короткостроковому зберіганні зернової маси допустимо не проводити очищення та сушіння. Проте в такому разі необхідно забезпечити постійний контроль умов зберігання. Головним параметром, за яким слід спостерігати, є температура зерна по всьому об'єму. Для її регулювання проводять аерацію вентилуванням без або з охолодженням повітрям.

1.2 Логістика зерна з поля в авто-зерновоз

Існує декілька способів збирання зернових – пряме комбайнування (однофазне збирання) і роздільне (двофазне) збирання, трифазний спосіб – це скошування хлібів у валки, підбір валків і обмолот хлібної маси на стаціонарі [9].

Часто в господарствах комбінують роздільне збирання з прямим комбайнуванням. Спеціалісти господарства вибирають спосіб збирання зернових для кожної ділянки (поля) залежно від стану хлібостою, метеорологічних умов, наявності збиральної техніки з урахуванням оптимальних агротехнічних строків. Для попередження втрат урожаю загальна тривалість збиральної кампанії для озимої пшениці повинна становити не більше 10-12 днів [10].

У зв'язку з удосконаленням зернозбиральних машин найбільш ефективним і поширеним способом збирання врожаю зернових є пряме комбайнування. Під час обробки хлібної маси комбайном, соломі подрібнюють і розсівають на полі (відбувається мульчування поверхні ґрунту).

Попри розвитку комбайнів, їх “слабким місцем” залишається обмежений об'єм накопичувального зернового бункера. Слід відвітити, що разом з продуктивністю машин одночасно збільшується об'єм бункера.

Для транспортування зерна з поля зазвичай використовують автозерновози (авто-зерновози) різної вантажності. Зазвичай такі транспортні засоби очікують на периферії поля, оскільки вони не призначені для переміщення по м'яких ґрунтових поверхнях [11].

З цього виникає проблема, яку можна вирішити декількома варіантами: 1 варіант – розбити поле на ділянки (загінки), таким чином, щоб наповнення бункера комбайна припадав на під'їзд до межі поля для вивантаження в транспорт; 2 варіант – після наповнення бункера зерном, комбайн своїм ходом переміщається до місця знаходження зерновоза з наступним розвантаженням; 3 варіант – використання “посередника” між комбайном і автозерновозом бункерів-накопичувачів перевантажувальні (БНП або ПБН – перевантажувальний бункер-накопичувач), які оснащені шнековими транспортерами для оперативної перевалки зерна в зерновози та агрегуються з тракторами відповідного класу.

Нині все більше набувають поширення схеми збирання зернових з використанням БНП.

Слід зазначити, що не залежно від способу або варіанту збирання, є необхідність створення графіка узгодження та взаємодії збиральних агрегатів, а також транспорту (БНП і зерновозів), що їх обслуговують. При цьому необхідно враховувати площу поля, врожайність культури, технічні характеристики комбайна (продуктивність, об'єм бункер, швидкість розвантаження), характеристики БНП (допустима швидкість пересування, об'єм бункер, швидкість розвантаження).

Графіки узгодження створюють задля зменшення простою техніки, як комбайнів, так і БНП та зерновозів. Це своєю чергою вплине на питомі витрати під час проведення збору врожаю.

Отже, логістика зерна – це складний процес, який складається з різних етапів від збору врожаю до зберігання та транспортування. Прогресивним є використання накопичувального бункера під час комбайнування. Проте необхідно визначити оптимальні схеми використання БНП виходячи з їх кількості, вантажопідйомності та швидкості руху та розвантаження.

1.3 Бункер-накопичувач перевантажувальний

Суть використання бункера-накопичувача перевантажувача полягає в тому щоб перевантажувати зерно від комбайна до вантажівки чи причепа, що очікує на межах поля. А за умови не великій відстані від елеватора, току або неякісному стану доріг, урожай з поля можна вивозити, використовуючи лише бункер-накопичувач.

Перевантажувальний бункер-накопичувач являє собою дно- двох- або трьох-вісний причіп з кузовом конусоподібної форми. В його днищі, по всій довжині бункера, розміщено шнек, закритий зверху спеціальною заслінкою (шибером) для відкривання і закривання якої передбачено гідроциліндр. Зазвичай на передній стінці бункера встановлено шарнірно-розкладний шнек. Управління ним здійснюється за допомогою гідроциліндра, зв'язаного з гідросистемою

трактора.

ПБН застосовується для транспортування й завантаження різних сипких продуктів, наприклад мінеральних добрив чи зерна в сівалки, машини для внесення добрив або в інші транспортні засоби, BigBag.

Важливим є правильний підбір ПБН: з великим об'ємом можливе недовантаження з простоями, а при малих – збільшена кількість циклів перевезень.

Принцип роботи бункера перевантажувача: внаслідок конусоподібної форми кузова сипкі продукти самостійно переміщуються до горизонтально подаючого шнеку. Він транспортує зерно до розвантажувального вертикального шнека, що перевантажує його в необхідні с/г або автомашини. Застосовуються спіралі металеві шнеки які центрується з високою точністю. Завдяки чому, зерно не піддається пошкодженню. Шнеки працюють від валу відбору потужності трактора при 540/1000 об./хв. Для оперативної перевалки зерна шнековими транспортерами, їх продуктивність знаходиться в межах 100–200 л/хв.

Залежно від комплектації можливі додаткові опції такі як:

- вагова система з передачею даних по GPS;
- вагова система з принтером;
- ПВХ рукав з муфтою (для завантаження сівалок);
- вагова система з передачею даних по GPRS;
- шнек-подовжувач для завантаження широкозахватних сівалок;
- змінне причіпне кільце.

Шибер-заслінка, у вигляді конічного короба, виконує дозувальну функції та захищає горизонтальний шнек від тиску зерна. Вона відкривається (закривається) за допомогою механізму, що приводиться в рух гідроциліндром.

Використання накопичувального бункера має кілька переваг для логістики зерна, зокрема система колісних пар перевантажувального бункера використовує широкопрофільну гуму в поєднанні з покриттями низького тиску. Це мінімізує навантаження на ґрунт, збільшує прохідність і маневровість техніки, а також запобігає утворенню ґрунтових ущільнень. А використання ваговими системами з

підключенням до бортового комп'ютера надає можливість в реальному часі встановлювати кількість відвантаженого зерна.

Висновок

Дотримання технології виробництва озимої пшениці забезпечує високий економічний ефект діяльності. На всіх етапах розвитку культури потрібно ретельно контролювати стан посівів, щоб досягнути прибуткових результатів. Впродовж десятка років на пшеницю попит стабільний, тому правильно підібрана технологія відповідно до природно-кліматичних умов та ретельний агрономічний супровід у період вегетації забезпечить ефективний кінцевий результат.

Застосування перевантажувальних бункерів-накопичувачів є перспективним, оскільки передбачає прискорення та полегшення проведення різних робіт завантаження сівалок, машини для внесення мінеральних добрив, обслуговування комбайнів.

Важливим є правильний підбір ПБН. Необхідно враховувати доцільність мати декілька агрегатів з невеликим об'ємом або один великого.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

2.1 Визначення кількості перевантажувальних бункерів-накопичувачів для обслуговування комбайнів

Графік руху транспортного засобу. З попередньо наведених розділів ми знаємо, що комбайни належать до технологічного транспорту за «гнучкого зв'язку». Це означає, що на визначених інтервалах часу транспортний засіб (наприклад перевантажувальний бункер-накопичувач) може бути відсутнім, і це не спричинить простою агрегату. Але через чітко заданий інтервал часу транспорт має обслужити агрегат, інакше буде простій [12, 13, 14, 15].

Для дотримання потоковості збирального процесу необхідно визначити таку кількість ПБН, яка забезпечила б безперервну роботу збиральних агрегатів. З цією метою складають спеціальні графіки – графік руху транспортних засобів [16].

Розрахунки проводили згідно з методичними вказівками для здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія» освітньої програми «Агроінженерія» Уманський НУС (2022), а також матеріалів наведених в інших джерелах [17–21].

Періодичність завантаження бункера комбайна. Необхідність в обслуговуванні комбайна зумовлена заповненням його бункера зерном:

$$V_{\tau} = V_{\text{бз}} \cdot \rho_{\text{з}} \cdot \psi, \quad (5.)$$

$$W_{\text{м}^3/\text{год}} = W_{\text{т/г}} \cdot (1/\rho_{\text{з}}), \quad (5.)$$

$$t_{\text{нав}} = \frac{60 \cdot (V_{\text{бз}} \cdot \psi)}{W_{\text{м}^3/\text{год}} \cdot k_{\text{д.у}}}, \text{ хв} \quad (5.2)$$

$$t_{\text{нав}} = \frac{(V_{\text{бз}} \cdot \psi)}{W_{\text{м}^3/\text{год}} \cdot k_{\text{д.у}}}, \text{ год} \quad (5.)$$

$$V_{\text{р.к.}} = \frac{(W_{\text{т/г}}/U_{\text{з}}) \cdot \text{шж} \cdot 3,6}{100}, \quad (5.)$$

$$W_{\Gamma} = \frac{V_{p.k.} \cdot 1000 \cdot B_p}{10000}, \quad (5.)$$

де, V_{Γ} – місткість накопичувального бункера комбайна (залежить від натури зерна), т;

$V_{бз}$ – місткість накопичувального бункера комбайна (паспорт техніки), м³;

$\rho_з$ – об’ємна маса зерна (залежить від виду (натури) культури), т/м³;

$W_{м^3/год}$ – продуктивність комбайна за 1 год чистої роботи, м³/год;

$W_{т/г}$ – продуктивність комбайна за 1 год чистої роботи, т/год;

$t_{нав}$ – тривалість заповнення бункера комбайна, хв або год;

ψ – коефіцієнт використання бункера комбайна для зерна;

$k_{д.у.}$ – коефіцієнт, який враховує зменшення продуктивності комбайна внаслідок забур’яненість, вологості зерна та ін.;

$V_{p.k.}$ – робоча швидкість комбайна згідно (згідно продуктивності комбайна $m/год$, врожайності культури $m/га$ та робочої ширини жатки m), км/год;

$U_з$ – урожайність зерна, т/га;

шж – конструктивна ширина жатки (згідно технічної характеристики), м;

B_p – робоча ширина захвату жниварки комбайна, м; (конструктивна ширина (згідно технічної характеристики)*коефіцієнт використання (0,94–0,95)).

$$k_{д.у.} = k_c \cdot k_w \cdot k_з \cdot k_{п}, \quad (5.5)$$

де, $k_c, k_w, k_з, k_{п}$ – відповідно коефіцієнти, що враховують солomистість, вологість, забур’яненість та полеглість хлібної маси.

$$k_c = 1 + \left(\frac{1}{\delta_c}\right)$$

δ_c – коефіцієнт солomистості, який є відношенням маси зернової частини урожаю (солomi та полови) до маси зерна.

Визначення технічних характеристик циклу роботи перевантажувальних бункерів-накопичувачів

Цикл – Рейс – це повний транспортний процес, що охоплює рух з вантажем, без вантажу та час простоїв (на навантаження та розвантажування й оформлення

документів).

Тривалість рейсу ПБН визначають з виразу:

$$t_p = t_{зав} + t_{за} + t_{роз} + t_{зв} + t_{бв}, \quad (5.4)$$

$$\text{або} \quad t_p = t_{зав} + t_{за} + t_{роз} + \frac{l_{в}}{V_{зв}} + \frac{l_{бв}}{V_{бв}}, \quad (5.4)$$

де, t_p – тривалість рейсу автомобіля, хв;

$t_{зав}$ – тривалість завантажування транспорту (ПБН) зерном у полі, хв;

$t_{за}$ – витрати часу на зважування автомобіля з оформленням відповідних документів з розрахунку на один рейс, хв;

$t_{роз}$ – тривалість розвантажування транспорту (ПБН) в зерновоз, хв.;

$t_{зв}$ – тривалість поїздки ПБН з вантажем, хв;

$t_{бв}$ – тривалість поїздки ПБН без вантажу, хв.

$V_{зв}, V_{бв}$ – розрахункова швидкість ПБН з вантажем та без вантажу, км/год;

$l_{в}, l_{бв}$ – відповідна відстань поїздки з вантажем і без нього, км.

$$t_{зв} + t_{бв} = \frac{l_{в}}{V_{рип} \cdot \beta_a}, \quad (5.)$$

де, $V_{рип}$ – розрахункова (середня) швидкість транспорту (ПБН), км/год;

β_a – коефіцієнт використання пробігу транспорту, $\beta_a = 0,5$.

Тривалість завантажування ПБН $t_{зав}$ залежить від швидкості вивантаження зерна із бункера зернозбирального комбайна, співвідношення обсягів зерна в бункері комбайна й бункера-навантажувача та від методу вивантаження (під час зупинках комбайна або на ходу).

Тривалість механізованого вивантажування зерна із бункера зернозбирального комбайна визначають за формулами:

– при вивантажуванні зерна на зупинках

$$t_{вив} = \frac{1000 \cdot V_{бз} \cdot \rho_z \cdot \psi}{60 \cdot W_{ш}}, \quad (5.9)$$

– при вивантажуванні на ходу

$$t_{вив} = \frac{1000 \cdot V_{бз} \cdot \rho_z \cdot \psi}{60 \cdot W_{ш}} \left(1 + \frac{B_p V_p U_z}{36 W_{ш}} \right), \quad (5.10)$$

де $V_{бз}$ – місткість бункера комбайна, м³;

$\rho_з$ – об’ємна маса зерна, т/м³;

ψ – коефіцієнт використання місткості бункера, $\psi = 0,95$;

$W_{ш}$ – продуктивність вивантажувального шнека, кг/с;

B_p – робоча ширина захвату жниварки комбайна, м;

V_p – робоча швидкість руху комбайна, км/год;

$U_з$ – урожайність зерна, т/га.

Тривалість розвантажування перевантажувальних бункерів-накопичувачів в зерновоз $t_{роз}$ залежить від часу для переведення вивантажувального шнека в робоче положення, пропускної здатності системи вивантаження:

$$t_{роз} = \frac{1000 \cdot V_{бз} \cdot \rho_з \cdot \psi}{60 \cdot W_{ш}}, \quad (5.9)$$

де, $q_{на}$ - номінальна вантажопідйомність автомобіля, яким перевозять зерно від комбайнів, т;

$W_{нп}$ - продуктивність перевантажувального пристрою нагромаджувача-перевантажувача, т/год.

Тривалість переїзду автомобіля від одного комбайна до іншого, коли у кузові автомобіля нагромаджується зерно з двох і більше бункерів, приймають $t_{пер}$ до 3 хв. При цьому, вона не повинна перевищувати часу, що визначається з відношення:

$$t_{пер} < t_{цк} / n_k = (t_{нав} + t_{вив}) / n_k, \quad (5.12)$$

де $t_{цк}$ - тривалість циклу (заповнення бункера плюс вивантажування зерна з нього) комбайна, хв;

n_k - кількість комбайнів в обслуговуваній ланці.

Щоб уникнути одночасного заповнення бункерів комбайнів зерном, початок роботи кожного з них зрушують у часі з інтервалом $t_{ір}$ (хв), який визначають із співвідношення:

$$t_{ip} = (t_{\text{наб}} + t_{\text{вив}})/n_k. \quad (5.15)$$

2.2. Визначення схем роботи й руху по полю комбайнів та БНП

Для визначення черговості надходження відповідних автомобілів до відповідних комбайнів з метою вивантажування зерна будують графік узгодження їх роботи. Його будують так, щоб до закінчення заповнення зерном бункера кожного із комбайнів був вільний автомобіль для вивантажування в нього зерна. На графіку вивантажування зерна $t_{\text{вив}}$ має починатися в кінці часу заповнення зерном $t_{\text{наб}}$ бункера відповідного комбайна.

Для зменшення втрат урожаю при транспортуванні рівень зерна в кузові автомобіля повинен бути на 10-15 см нижчий від верхніх країв бортів, які нарощують для повнішого використання вантажопідйомності автомобілів. При цьому вантажна висота автомобілів з додатковими бортами не повинна перевищувати вантажну висоту комбайнів. Вантажна висота комбайна - це відстань від рівня землі до нижньої точки кожуха вивантажувального шнека, що віддалена від його вільного кінця на 1,2-1,3 м. Максимальну висоту додаткових бортів визначають як різницю між вантажною висотою комбайна та вантажною висотою автомобіля за основними бортами.

При обслуговуванні комбайнів автомобілі можуть завантажуватися як на зупинках, так і на ходу. У першому випадку тривалість завантажування автомобіля визначається швидкістю перевантажувального пристрою комбайна та місткістю кузова, в іншому – необхідно враховувати кількість зібраного зерна під час руху.

Для розрахунку прийняли наступні умови [22, 23]:

комбайн – John Deere серії Т модель 550, продуктивність 55 т/га з об'ємом зернового бункера 10 м³. Детальніша технічна характеристика в додатку 1;

поле – 130 га (з розмірами 0,8 км/1,625 км);

культура збору – пшениця з врожайністю 5 т/га, вологістю 13 %, натура – 0,75 кг/л, без істотного вилягання чи забур'яненості, солонистість – 2.

Перевантажувальний бункер накопичувач БНП-16 (вартість – 921300 грн,

вантажопідйомність – 14000 кг; об’єм кузова – 16 м³, тривалість розвантаження – 2,5 хв, агрегатується з тракторами – 150 к.с.)

Перевантажувальний бункер накопичувач БНП-20 (вартість – 1072200 грн, вантажопідйомність – 15150 кг; об’єм кузова – 20 м³, тривалість розвантаження – 3 хв, агрегатується з тракторами – 180 к.с.)

Перевантажувальний бункер накопичувач БНП-30 (вартість – 1436400 грн, вантажопідйомність – 22500 кг; об’єм кузова – 30 м³, тривалість розвантаження – 5 хв, агрегатується з тракторами – 220 к.с.)

Максимальна швидкість руху БНП – 30 км/год.

Схема роботи комбайнів та БНП зображена на рис. 2.1, а руху по полі на рис. 2.2.



Рисунок 2.1 Схема роботи комбайнів та БНП

Враховуючи технічні характеристики комбайна та перевантажувальних бункерів, схему руху, а також якісні показники пшениці, визначили необхідні елементи графіку узгодження. До них відносяться:

тривалість завантаження бункера комбайна (без врахування розворотів) – 8,2 хв;

для розрахунків прийняли середню тривалість завантаження бункера комбайна, за умови що частка розворотів займає 10 % від нормального

завантаження бункера – 9 хв;

тривалість розвантаження комбайна – 2 хв (в русі) або 1,3 хв (під час зупинки);

завантаження БНП при прийманні з одного комбайна = тривалості розвантаження комбайна; при прийомі з двох і більше необхідно врахувати час на переїзд. Відстань цих переїздів повинен бути як найменший, для чого слід вибирати необхідний рух техніки. Прийняли, що цей час становить до 0,5 хв;

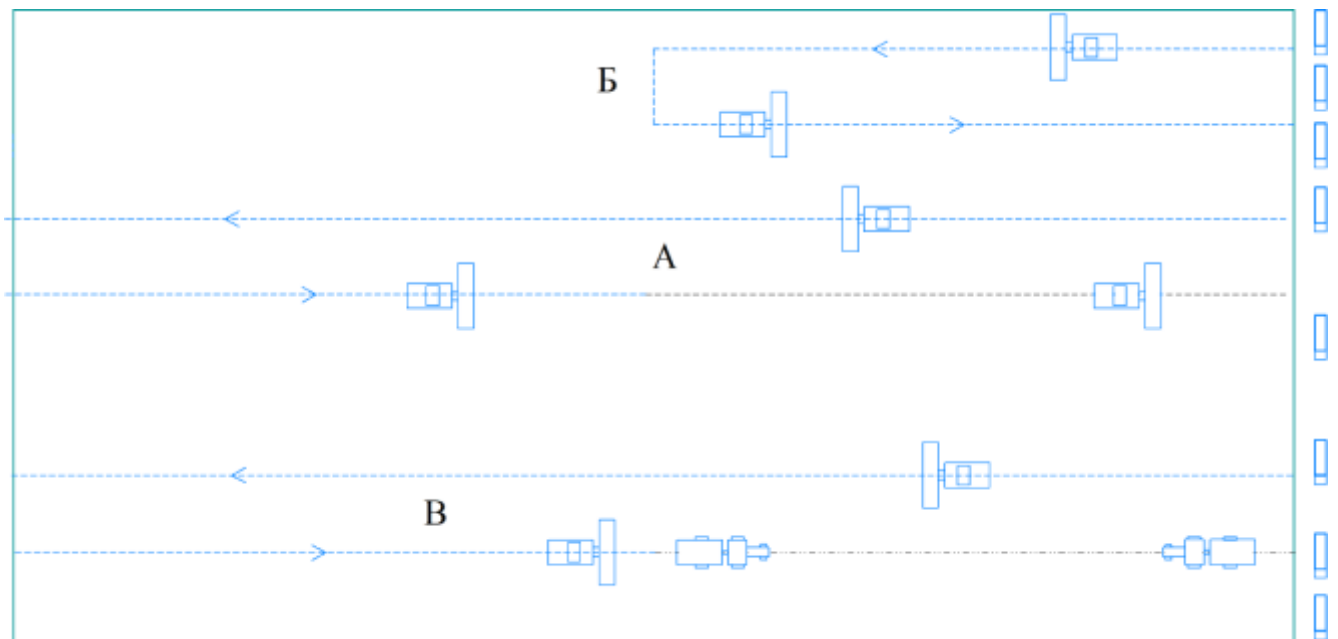


Рисунок 2.2 Схема руху комбайнів та БНП по полі:

варіант А – наповнення бункера комбайна відбувається посеред поля;

Б – під'їзд комбайна до зерновозів співпадає з наповненням бункера;

В – комбайн проводить вивантаження зерна в БНП посеред поля

Тривалість переїздів БНП від комбайна до зерновозів і назад залежить від відстані ділянки та можливої швидкості. Відстань прийняли згідно з половиною поля по довшій стороні – 0,81 км, при завантаженому бункері прийняли швидкість – 20 км/год, а за пуского бункера швидкість – 25 км/год. За цих умов тривалість дорівнює:

при завантаженому бункері – 2,4 хв;

при розвантаженому бункері – 2 хв.

Тривалість розвантаження БНП зазначенні в технічних властивостях.

Тривалістю переведення вивантажувального шнека в робоче положення нехтуємо.

На основі встановлених часових відрізків побудовані графіки узгодження роботи комбайнів з перевантажувальними бункерами накопичувачами за різних варіантів роботи (рис. 2.3–2.6).

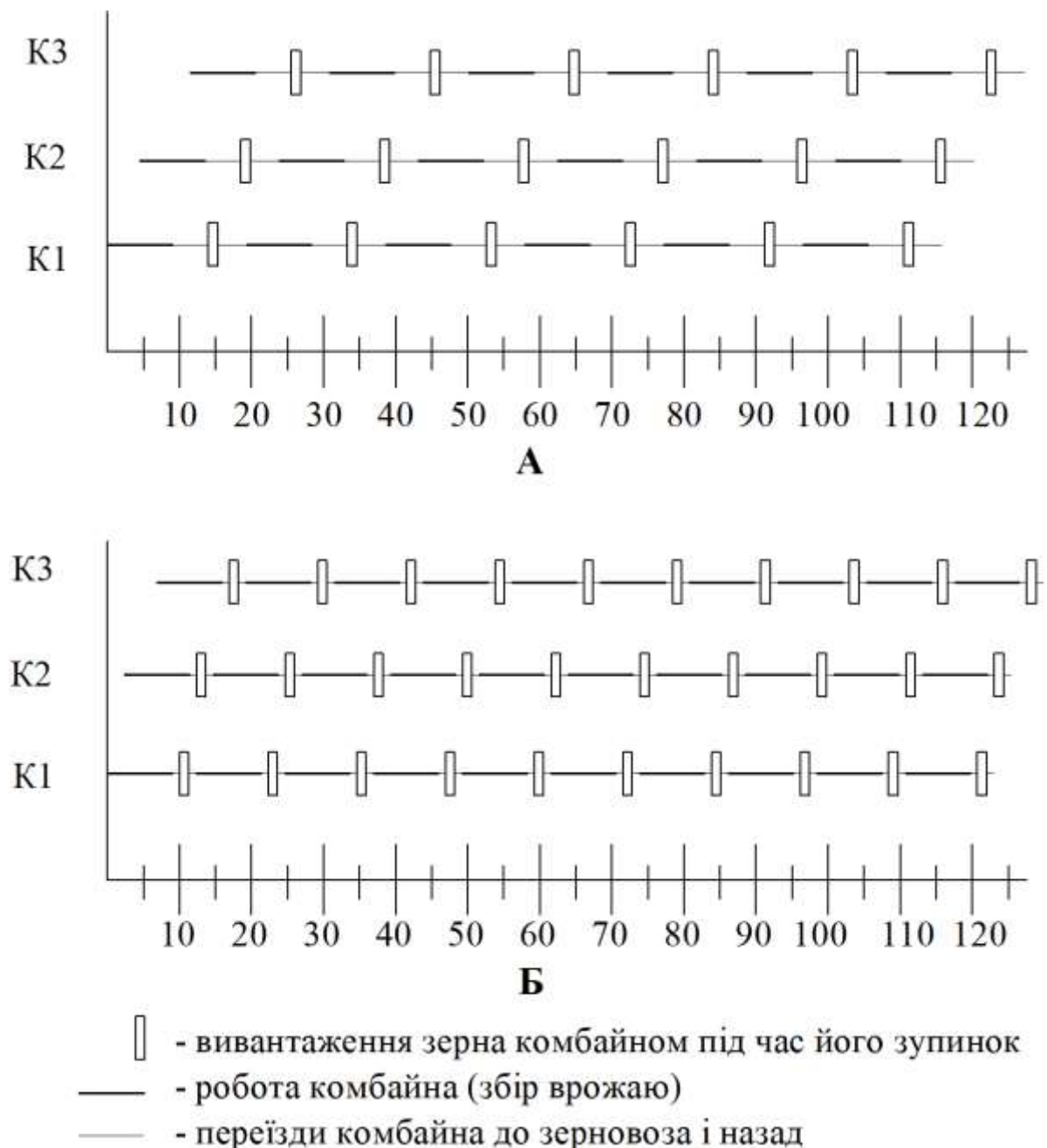
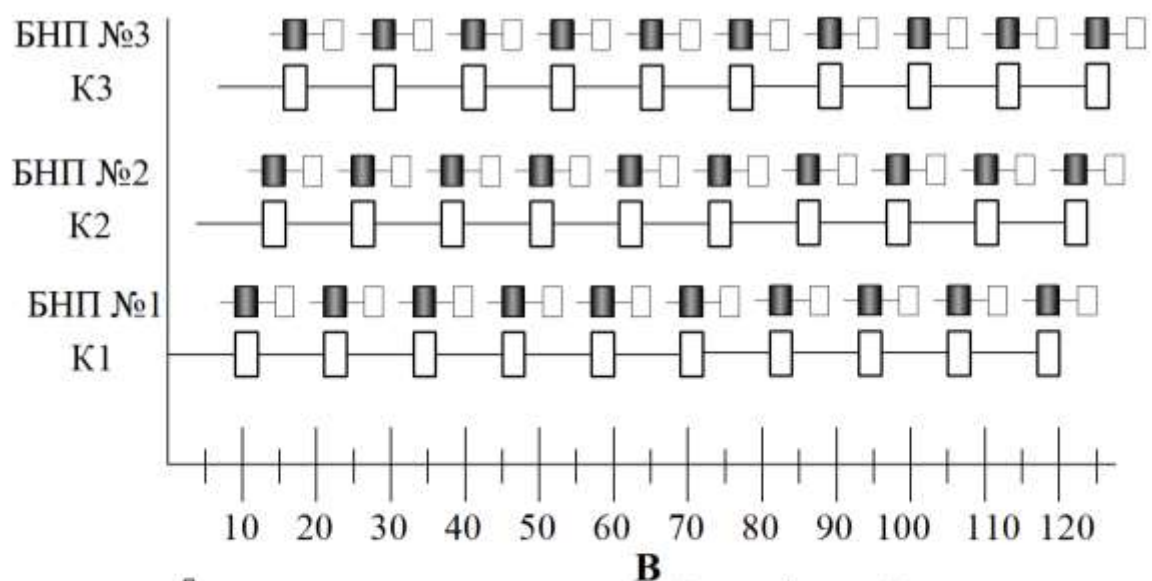
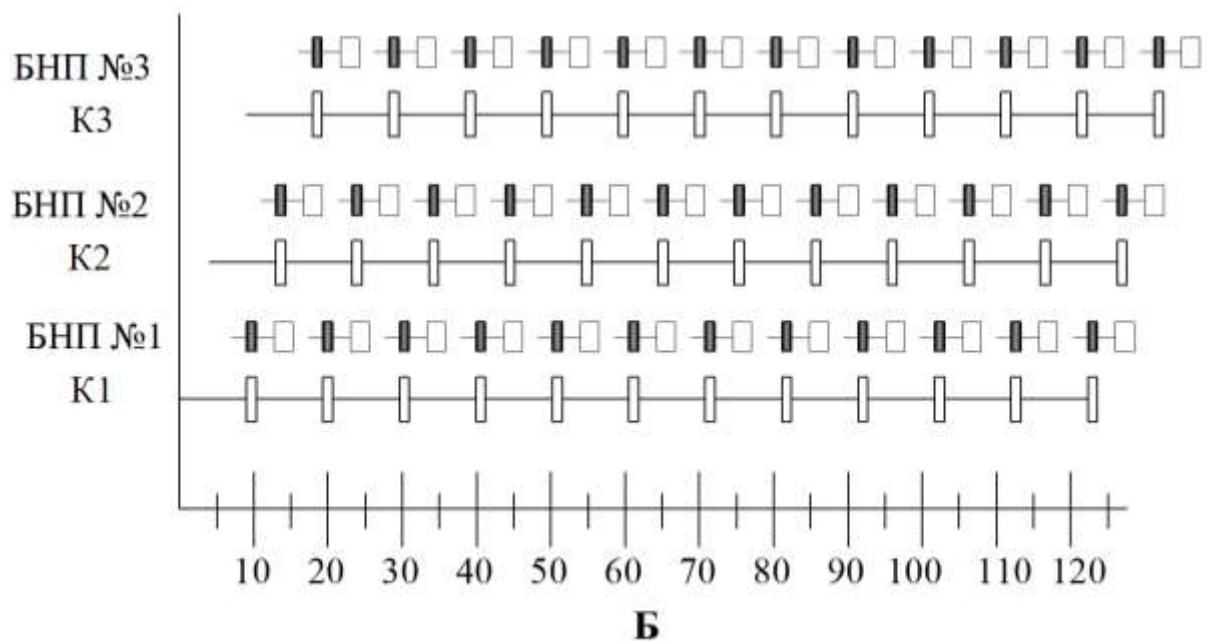


Рисунок 2.3 Графік руху комбайнів за умови самостійного під'їзду до зерновозів:

А – переїзди на відстані половини довжини поля по довшій стороні;

Б – під'їзд комбайна до зерновозів співпадає з наповненням бункера



- вивантаження зерна комбайном під час його зупинок
- вивантажування комбайна на ходу
- завантаження та розвантаження БНП
- робота комбайна (збір врожаю)
- переїзди БНП до зерновоза та комбайна

Рисунок 2.4 Графіки можливих комбінацій руху комбайнів і перевантажувальних бункерів-накопичувачів БНП-16:

Б – комбайни проводять вивантаження відповідно в свої БНП під час зупинок;

В – комбайни проводять вивантаження в свої БНП на ходу

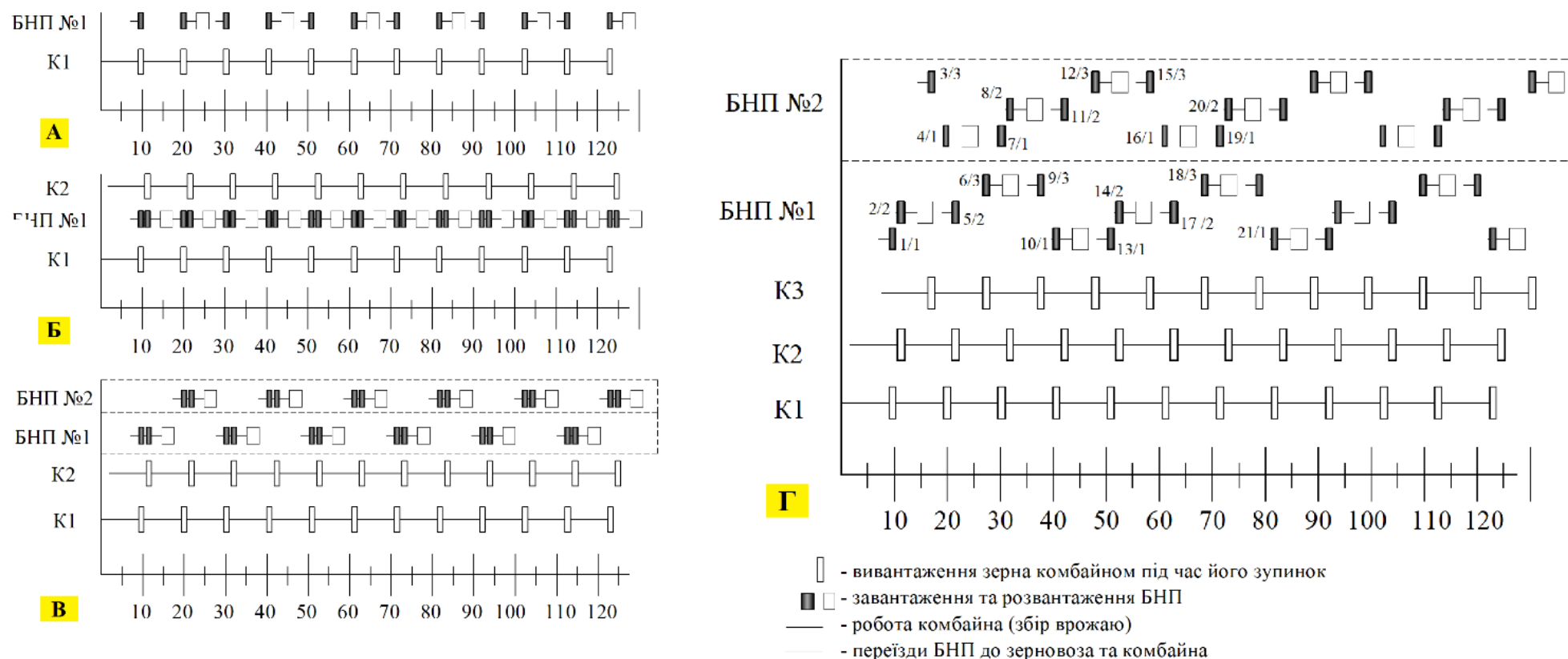


Рисунок 2.5 Графіки можливих комбінацій руху комбайнів і БНП–20:

А – один комбайн вивантажує двічі в один БНП;

Б – два комбайни вивантажуються послідовно або одночасно в один БНП;

В – два комбайни проводять вивантаження в два БНП, які працюють човниковим способом обслуговуючи щоразу два комбайни;

Г – три комбайни проводять вивантаження в два БНП, які працюють човниковим способом обслуговуючи щоразу два комбайни (8/1 – перша цифра послідовності обслуговування комбайнів, друга цифра номер комбайна) ;

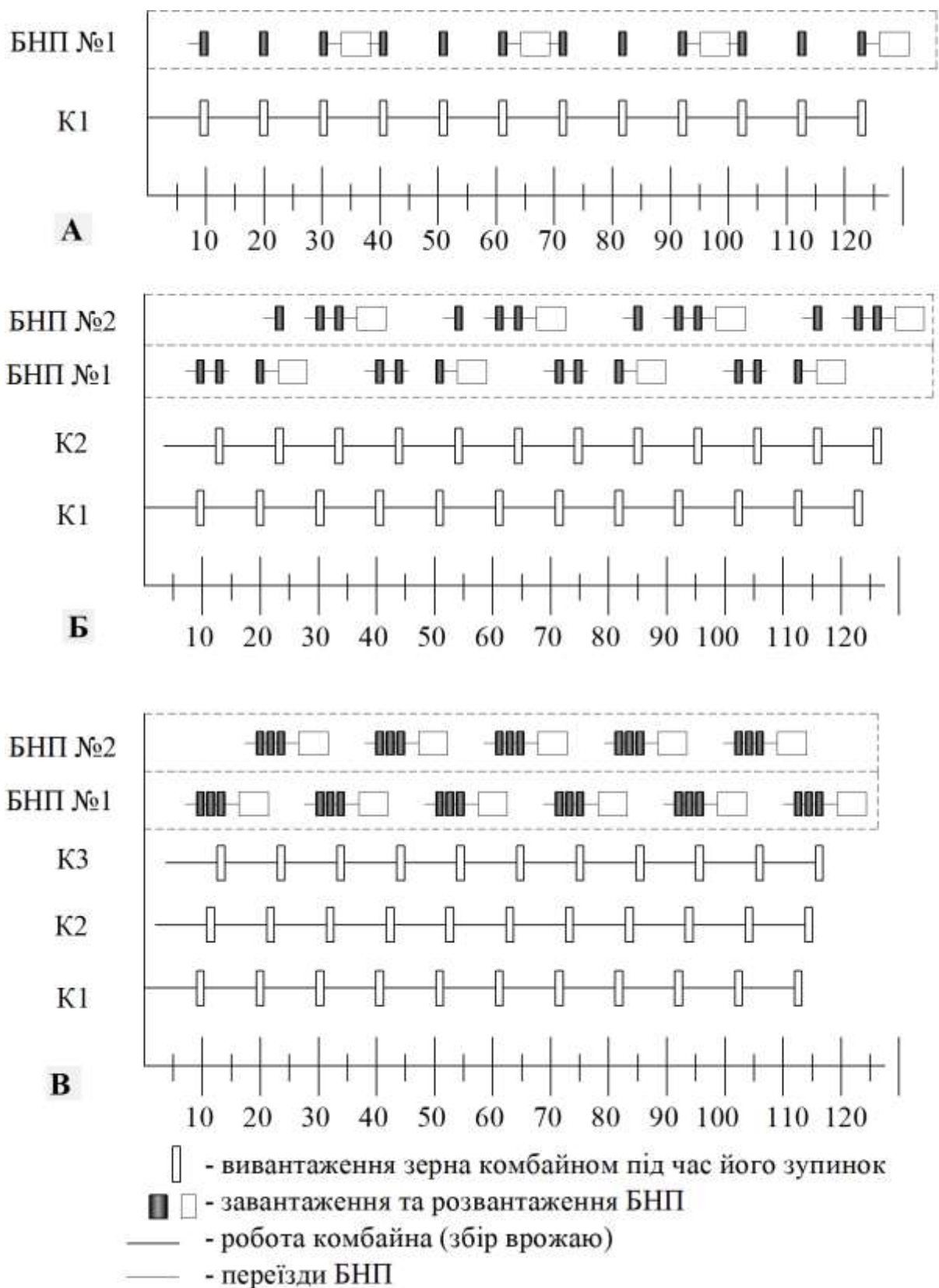


Рисунок 2.6 Графік руху комбайнів і БНП–30

А – один комбайн вивантажує декілька разів в один БНП;

Б – два комбайни користуються двома БНП один або два рази;

В – три комбайни проводять вивантаження в два БНП, які працюють човниковим способом обслуговуючи щоразу три комбайни, які вивантажуються послідовно або одночасно

Після розгляду графіків (рис. 2.3–2.6) можна підвести підсумки про розрахункову тривалість збору врожаю (без врахування можливих нештатних ситуацій та перерв на відпочинок працівників) див. табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Тривалість збору врожаю (без врахування можливих нештатних ситуацій та перерв на відпочинок працівників)

№ Рис.	Схема роботи	Кількість техніки		Тривалість збору. год
		комбайнів	БНП	
2.3	А	1	-	15,7
	А	2	-	7,8
	А	3	-	5,2
	Б	1	-	10,0
	Б	2	-	5,0
	Б	3	-	3,3
2.4 (БНП-16)	Б	1	1	8,4
	Б	2	2	4,2
	Б	3	3	2,8
	В	1	1	8,9
	В	2	2	4,4
	В	3	3	3,0
2.5 (БНП-20)	А	1	1	8,4
	Б	2	1	4,2
	В	2	2	4,2
	Г	3	2	2,8
2.6 (БНП-30)	А	1	1	8,4
	Б	2	2	4,2
	В	3	2	2,8

З табл. 2.1 і рис. 2.5 видно, що збільшення кількості комбайнів істотно скорочують терміни збору врожаю. Так, збільшення до двох комбайнів скорочує термін у двічі. За використання трьох збиральних машин термін зменшується в 1,5 раза порівняно з варіантом роботи двох комбайнів.

Використання перевантажувальних бункерів накопичувачів (БНП) також істотно прискорюють збиральні роботи від 15 % до 47 % залежно від схеми роботи та відстані до зерновозів.

Слід зазначити очевидну залежність: збільшенні кількості збиральних машин слід відповідно збільшувати кількість БНП або використовувати більш великооб'ємні БНП. Рішення щодо збільшення кількості або об'ємності БНП має ґрунтуватися на доцільності згідно з наявного обладнання, питомих витрат під час робіт та можливостями підтримування стабільності графіку збирання врожаю.

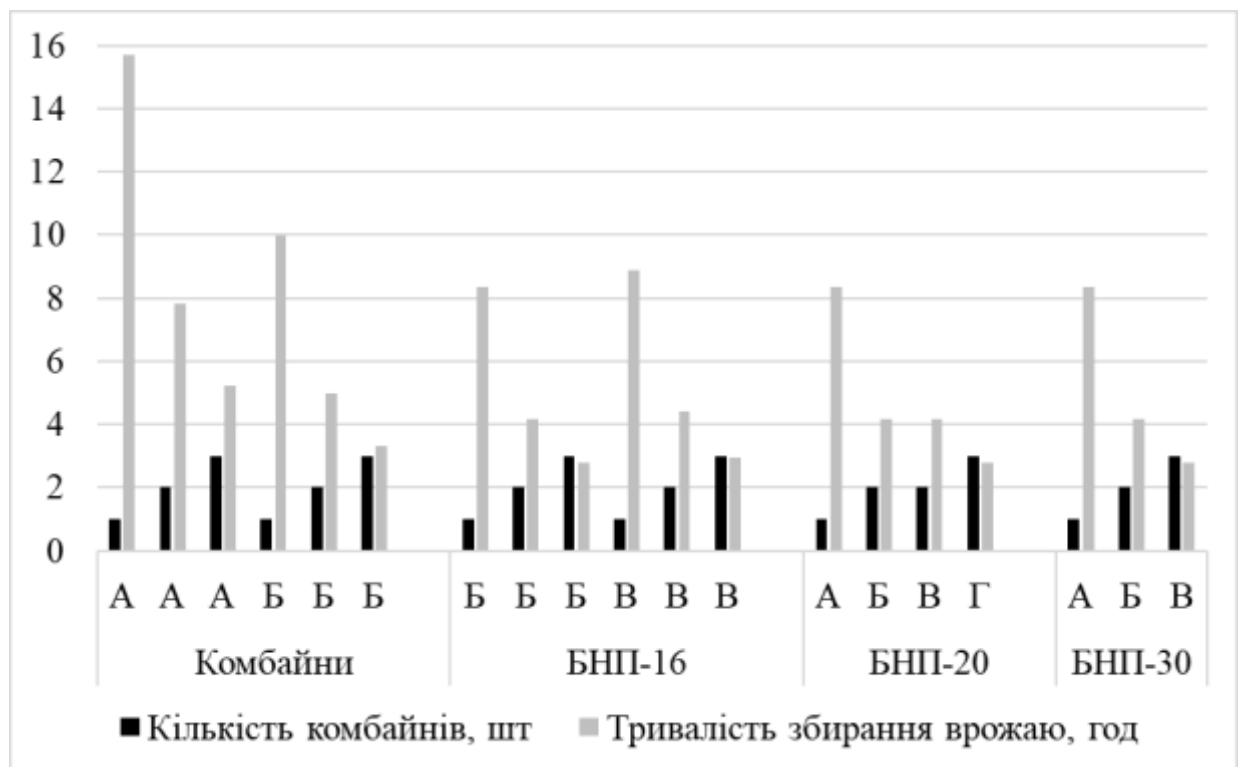


Рисунок 2.7 Тривалість збору врожаю (без врахування можливих нештатних ситуацій та перерв на відпочинок працівників)

Аналізуючи рис. 2.7 виділяється неістотна зміна часу збору врожаю при використанні різних за вантажопідйомністю БНП. Внаслідок чого, виникає хибний висновок про однакові результати роботи при використанні різних БНП.

Проте, необхідно брати до уваги можливість підтримувати стабільну роботу під час збирання врожаю. Проаналізувавши графіки руху комбайнів (John Deere T550) і різних БНП (рис. 2.1–2.4), можемо зробити наступні висновки, що для стабільного та простого в розумінні графіка необхідно забезпечувати необхідну кількість машин.

При використування БНП–20 та одного комбайна можна використовувати

один БНП, проте він буде значну частину часу простоювати. За умови використання двох комбайнів слід ретельно продумувати схему роботи комбайнів, щоб їх міг обслуговувати один БНП. В іншому випадку необхідно використовувати два БНП. За умови використання трьох комбайнів необхідно не менше два БНП. При цьому порядність обслуговування комбайнів сильно ускладнюється та можливе збільшення відстані проїзду БНП між комбайнами та зерновозами

При використуванні БНП–30 та однієї зернозбиральної машини можна використовувати один БНП, проте він буде значну частину часу простоювати, переїжджати за комбайном, також є необхідність швидкісного транспортування до зерновозів внаслідок довготривалого вивантаження. За умови залучання двох чи трьох комбайнів слід використовувати два БНП–30. За двох зернозбиральних машин буде значне простоювання машин В другому випадку зменшується час простою та зберігається здатність згладження випадків нерівномірності роботи.

2.3 Питомі експлуатаційні витрати

В цьому розділі будуть оцінені різні варіанти компонування комбайнів та ПБН (16, 20 і 30 м³) згідно з експлуатаційними витратами. Задля цього необхідно розрахувати питомі прямі витрати на виконання відповідних технологічних операцій [39].

Питомі експлуатаційні витрати тих чи інших ресурсів на одиницю обсягу виконані роботи в узагальненої форми, визначають розподілом, вироблених витрат за певний проміжок часу на напрацювання агрегату той самий проміжок часу (зазвичай зміну):

$$C_o = \frac{C_{o,зм}}{W_{зм}}, \quad (4.1)$$

де, C_o – питомі експлуатаційні витрати, кг/га, люд-год/га, л/га...;

$C_{o,см}$ – витрати певного виду ресурсу за зміну, кг, люд-год, л...;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність машини (агрегату), га, т

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю кінцевої продукції (врожаю) у узагальненої формі визначають з врахуванням всього комплексу робіт по виробництву продукції:

$$C_{oy} = \frac{1}{H} \sum_{i=0}^{n_{оп}} C_{oi}, \quad (4.2)$$

де, H – врожайність вирощеної культури, т/га;

$n_{оп}$ – загальна кількість операцій;

C_{oi} – питомі експлуатаційні витрати на i -й операції, кг/га, люд-год/га, л/га....

Питомі експлуатаційними витратами визначають за формулою:

$$C_{екс} = C_{зп} + C_{ПММ} + C_{амр} + C_{ТОР}, \quad (4.20)$$

де, $C_{екс}$ – експлуатаційні витрати на виконання операції, грн/га;

$C_{зп}$ – витрати на оплату праці обслуговуючому персоналу грн/га ;

$C_{ПММ}$ – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн/га;

$C_{амр}$ – відрахування на амортизацію складових елементів МТА, грн/га;

$C_{ТОР}$ – відрахування на технічне обслуговування та ремонт, грн/га.

Оплату праці обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$C_{зп} = \frac{T_{зм} \cdot (m_1 f_1 + B_3 + m_2 f_2 + B_3 + \dots + m_i f_i + B_3)}{W_{зм}} = \frac{T_{зм} \cdot B_{кз} \cdot (m_1 f_1 + m_2 f_2 + \dots + m_i f_i)}{W_{зм}}, \quad (4.21)$$

де, $m_1, m_2, \dots, m_i$ – кількість робітників, що обслуговують агрегат;

$f_1, f_2, \dots, f_i$ – оплата праці; за змінну норму виробітку трактористу-машиністу, допоміжним робітникам (з гідно кваліфікації);

B_3 – податкові відрахування, грн;

$B_{кз}$ – коефіцієнт, який враховує податкові відрахування (на 2023 р $B_{кз}$ – 1,415).

Оплата праці працівника (тракториста-машиніста) складається з таких елементів:

$$f = Z_o + Z_{кл} + Z_{як} + Z_{ст}, \quad (4.22)$$

де, Z_o – заробітна плата основна згідно з розрядом роботи, грн;

$Z_{кл}$ – заробітна плата за класність (водії автотранспорту), грн;

$Z_{як}$ – надбавка за високу якість виконаної роботи, грн;

$З_{ст}$ – надбавка за стаж, грн.

Надбавки за стаж роботи: трактористам-машиністам с-г виробництва при стажі роботи від 2 до 5 років – 8 %; вище 5 до 10 років – 10 %; вище 10 до 15 років – 13 %; вище 15 років – 16 % установленної тарифної ставки.

До основної заробітної плати відносяться тарифні ставки і оклади. Вони є стабільним доходом, покладеним щомісяця за умови, що людина працює. У розрахунок додаткової заробітної плати входить понаднормова праця, різні ділові успіхи і надбавки за умови діяльності.

$$B_z = \frac{(З_о + З_{кл} + З_{як} + З_{ст}) \cdot xx}{100} = (f \cdot 41,5) / 100, \quad (4.23)$$

де, xx – проценті ставки які необхідно сплатити (на 2023 р: ЄСВ – 22 %, ПДФО – 18 % та військовий збір – 1,5 %).

Витрати на паливо-мастильні матеріали (ПММ) визначають з врахуванням питомої витрати палива за формулою:

$$C_{ПММ} = Ц_K \cdot G_{га} = \frac{G_T}{W_{зм}} \cdot Ц_K \quad (4.24)$$

де, $Ц_K$ – комплексна ціна 1 кг палива, з урахуванням мастильних матеріалів і пускового бензину, грн/кг;

$G_{га}$ – витрата палива, кг/га.

Для визначення відрахувань на амортизацію складових елементів МТА і технічне обслуговування та ремонт користуються загальною формулою:

$$C_{амр} = \frac{B_{тр} \cdot a_m}{100 \cdot W_{год} \cdot t_{тр.ф}} + \frac{B_m \cdot a_m}{100 \cdot W_{год} \cdot t_{м.ф}}, \quad (4.25)$$

$$C_{тор} = \frac{B_{тр} \cdot P_{тр}}{100 \cdot W_{год} \cdot t_{тр.н}} + \frac{B_m \cdot P_m}{100 \cdot W_{год} \cdot t_{м.н}}, \quad (4.26)$$

де, $B_{тр}, B_m$ – балансова вартість трактора (енергомашини), агрегата або с-г машини певного *i-go* типу, грн;

a_m – норма амортизаційних (реновації) відрахувань від балансової вартості відповідного трактора, машини або агрегата, %;

$t_{тр.ф}, t_{м.ф}$ – фактичний річний наробіток трактора, с-г машини;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

$P_{\text{тр}}, P_{\text{м}}$ – Σ норм відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування трактора, машини, %;

$t_{\text{тр.н}}, t_{\text{м.н}}$ – нормативне річне завантаження трактора, машини, год.

Під час встановлення ефективності окремих машин і груп машин за фактичними затратами, які визначають собівартість робіт, використовують прямі експлуатаційні затрати, а в інших випадках, коли треба врахувати ефективність капіталовкладень, особливо під час оновлення техніки, застосовують наведені затрати.

Для розрахунків прийняли наступні дані:

комбайн – John Deere T550;

перевантажувальні бункери-накопичувачі – ПБН-16, ПБН-20 і ПБН-30;

трактори для ПБН, виробник New Holland, марок: T6.160 AC (10 kW / 150 PS), T6.175 Dynamic Command (PM 2.0) (129 kW / 175 PS) і T7.270 (168 kW / 228 PS) відповідно ;

механізатори – по одному на комбайн та трактор;

допоміжний персонал – одна людина незалежно від кількості техніки;

тривалість роботи – згідно з попередніми розрахунками (табл. 2.1);

вартість паливно-мастильних матеріалів, частка на амортизацію та ремонт, розряд і заробітна плата механізаторів – однакові для всіх варіантів.

Спершу визначили кількість необхідного палива для машин за різних схем організації роботи по збору врожаю (додаток 2). Під час розрахунків враховували зміну витрат палива (табл. 2.2) залежно від навантаження відповідними коефіцієнтами.

Для детального порівняння було розраховано загальну витрату палива для обробітку заданого поля, питомі витрати палива на гектар, на зібраний врожай і на робочу зміну тривалістю 8 год (робота без переривів) (табл. 2.3, 2.4).

Таблиця 2.2 – Коротка характеристика машин

Марка	Номінальна потужність	Питома витрата	Номінальна витрата	Вартість, тис. грн
-------	-----------------------	----------------	--------------------	--------------------

	кВт	к. с.	палива, г/кВт*год	палива, л/год	
T 6.160 AC	110	150	287	37,14	3164,48
T 7040	134	182	288	45,40	3732,0
T 7.270	168	228	261	51,59	4570,76
John Deere T550	202	275	265	62,98	3550,0

З огляду табл. 2.3 і 2.4 видно, що при збереженні однакової кількості циклів роботи комбайна (збирання+вивантаження зерна) за умови використання ПБН загальна тривалість роботи зменшилася в 1,9 раза. Разом з цим питомі витрати палива на зібрану площу та вагу зерна зменшуються за використання ПБН.

Таблиця 2.3 – Питомі витрати палива за схемою роботи: один комбайн без використання БНП

Витрати палива та часу	Елементи циклу роботи техніки				Сума за один цикл
	збирання зерна	переїзд із зерном	переїзд без зерна	вивантаження на місці	
Тривалість роботи протягом циклу, хв	9	5	4	1,3	19,3
Коефіцієнт коригування витрати палива	1,1	1	0,85	0,85	-
Скорегована витрата палива, л/хв	1,15	1,05	0,89	0,89	-
Витрата палива на проведення роботи, л	10,39	5,25	3,57	1,16	20,37
Загальна тривалість, хв					942
Кількість циклів					48,8
Загальна витрата палива для обробітку поля, л					994,2
Витрата палива на гектар, л/га					7,6
Витрата палива на зібраний врожай, л/кг					1,5
Витрата палива за 8 год зміну, л/ зміна					506,6

Аналізуючи рис. 2.8 видно, що найменша питома витрата палива (5 л/га) за використання оптимальної схеми руху комбайнів. Для цього вони повинні

проводити збір врожаю з розрахунку наповнення бункеру з одночасним під'їздом до місця стоянки зерновозів. Проте такі умови складно одержати. Частіше зустрічається необхідність комбайну подолати певний шлях своїм ходом втрачаючи в холосту паливо та час.

Таблиця 2.4 – Питомі витрати палива за схемою роботи: один комбайн з використання одного ПБН (ПБН-16)

Втрати палива та часу	Елементи циклу роботи техніки							СУМА
	комбайна		БНП					
	збирання зерна	вивантажен ня на місці	під'їзд до комбайна	завантаженн я	перейзд між комбайнами	відвезення зерна	вивантажен ня зерна	
Тривалість роботи протягом циклу, хв	9	1,3	2	1,3	1	2,4	2,5	19,5
Коефіцієнт коригування витрати палива	1,1	0,85	1	0,75	1,1	1,1 5	0,9	
Скорегована витрата палива, л/хв	1,15	0,89	0,6 2	0,46	0,6 8	0,7 1	0,5 6	
Витрата палива на проведення роботи, л	10,3 9	1,16	1,2 4	0,60 3	0,6 8	1,7 1	1,3 9	17,18
Загальна тривалість, хв		504						504
Кількість циклів		48,93	48,93					-
Загальна витрата палива для обробітку поля, л		565,2 4	275,17					807,1
Витрата палива на гектар, л/га		4,35	2,12					6,21
Витрата палива на зібраний врожай, л/т		0,87	0,42					1,24
Витрата палива за 8 год зміну, л/ зміна		538,3 3	262,07					768,6 7

Перспективними варіантами є застосування двох комбайнів з вивантаженням послідовно або одночасно в один БНП-20 (рис. 2.5 Б) та використання трьох комбайнів з вивантаженням у два БНП-20, які працюють човниковим способом обслуговуючи щоразу два комбайни (рис. 2.5 Г). За таких схем досягаються питомі витрати палива в межах від 5,4 до 5,9 л/га. Тривалість збору врожаю з площі 130 га становить лише 4,2 і 2,8 год.

Результати розрахунків складових питомих експлуатаційних витрат в грошовому еквіваленті наведені в додатках 3, 4, 5. Сумарні питомі експлуатаційні витрати за різних схем роботи комбайнів та ПБН наведені в додатку 6.

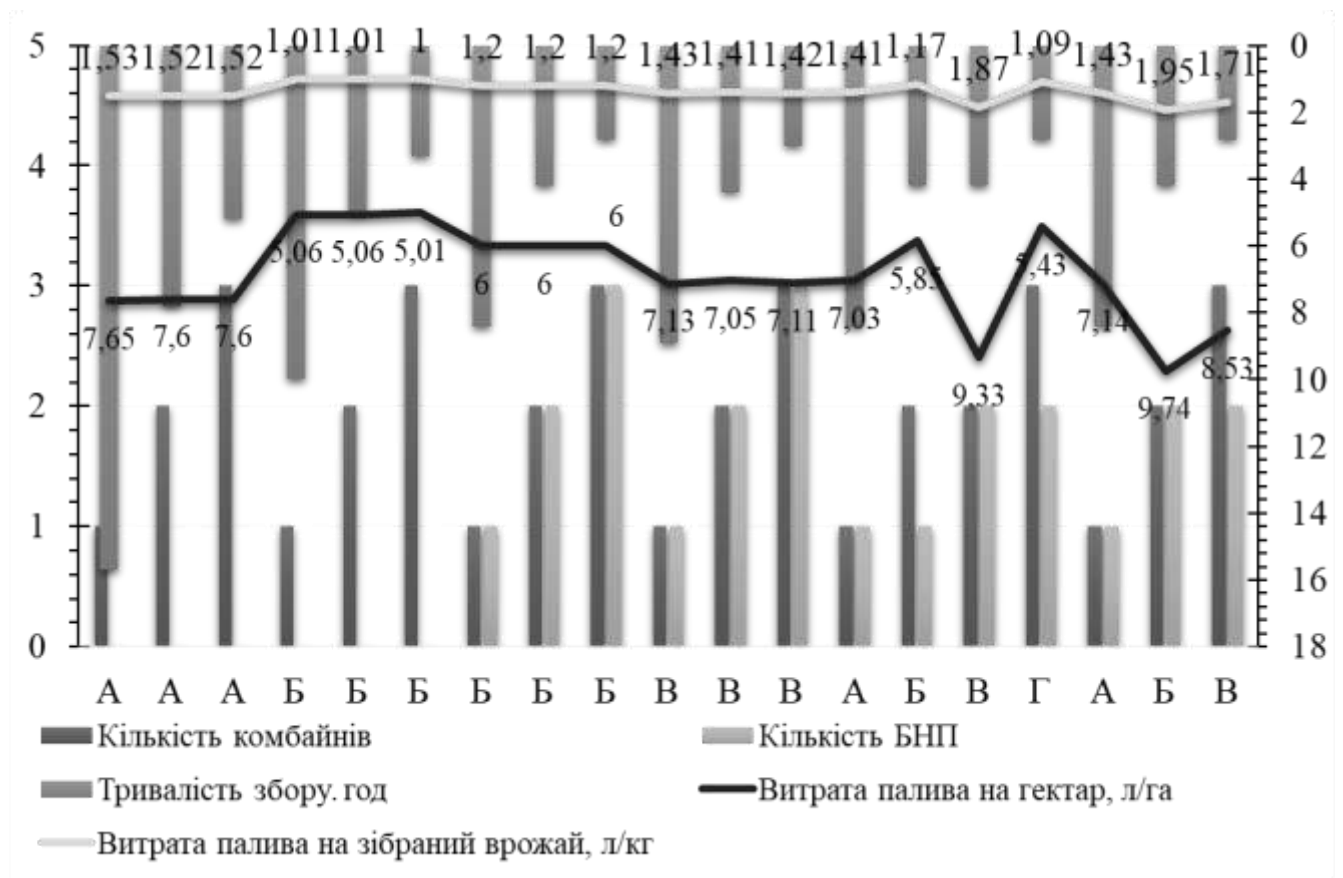


Рисунок 2.8. Питомі витрати палива за різних схем роботи (ліва вісь вказує кількість комбайнів; права вісь – загальну тривалість збирання врожаю зі 130 га)

Висновок.

Отже, важливою складовою логістики поле-зерновоз є використання перевантажувальних бункерів-накопичувачів. Це дозволяє ефективно та безперервно переміщувати зерно від комбайна до вантажівки чи причепа, що очікує. Завдяки цьому тривалість проведення робіт скорочуються від 20 до 80 %.

Проте одночасно збільшується витрата палива в середньому на 15 %.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація умов та заходів з охорони праці при збиранні врожаю зернових. Важливим нормативно-правовим актом, який регламентує безпечне виконання робіт у сільськогосподарському виробництві, є Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 29 червня 2018 р. № 1240 [24].

Умови праці у сільськогосподарському виробництві мають певні особливості. Здебільшого польові роботи виконуються на значній відстані від центральної садиби, місця концентрації техніки, ремонтної бази. У таких умовах підвищується особиста відповідальність самих працівників за безпеку проведення робіт, а контроль за дотриманням правил безпеки праці робітників з боку адміністрації господарства, як правило, не є таким якісним, як з працівниками, що працюють безпосередньо на базі.

Це об'єктивно збільшує вірогідність травматизму, особливо при недотриманні правил техніки безпеки та охорони праці та неналежній організації робіт.

Шкідливими та небезпечними факторами під час проведення польових робіт є:

- технічна несправність с-г машин, які залучені в усьому ланцюгу робіт;
- виконання робіт в охоронних зонах ліній електропередач;
- виконання робіт на відкритому повітрі, при підвищеній температурі повітря та високого ультрафіолетового випромінювання (УФ-індексу);
- підвищений рівень шуму та вібрацій;
- підвищена забрудненість повітря органічним і мінеральним пилом;
- схили полів, наявність перешкод у вигляді ям (незакриті ями, колодязі, зрошувачі тощо);
- рухомі агрегати: причіпні (навісні) пристрої, робочі органи, пружини, механізми передачі руху, колеса тощо;
- пожежна небезпека;

- нервово-психічні перевантаження;
- організація місць відпочинку і харчування працівників у полі.

З метою збереження життя і здоров'я працівників під час проведення збирання зернових та інших культур, запобігання порушенням, які можуть призвести до нещасних випадків та інших надзвичайних ситуацій необхідно:

- призначити відповідальних осіб за організацію безпечної експлуатації обладнання та виконання робіт в структурних підрозділах;
- затвердити безпечні маршрути руху по території, визначити місця відпочинку, довести зазначену інформацію до виконавців робіт під підпис;
- до виконання технологічних процесів не допускати машини й обладнання, які мають технічні несправності;
- до роботи на тракторах та комбайнах допускати механізаторів віком не молодше 18 років, які пройшли медогляд, навчання та інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки та мають посвідчення на право управління даною сільськогосподарською технікою;
- зернозбиральні комбайни та інша техніка, яка залучається до роботи має бути зареєстрована та пройти відповідний обов'язковий технічний контроль з боку відповідних служб;
- пересування агрегатів до місця роботи та виконання робіт повинні виконуватися відповідно до заздалегідь розробленими маршрутами й технологією, затвердженими керівником або відповідним головним спеціалістом господарства (підприємства), з якими повинні бути ознайомлені при проведенні інструктажу всі механізатори, які будуть брати участь у виконанні певних робіт;
- забезпечити працівників спецодягом та засобами індивідуального захисту;
- укомплектувати автотракторну і збиральну техніку, господарські об'єкти первинними засобами пожежогасіння відповідно до рекомендацій Правил пожежної безпеки України [25].

При груповій роботі машин з-поміж працівників призначається старший:

- на машинно-тракторному агрегаті старший тракторист-машиніст;

– на самохідних комбайнах – комбайнер;

Розробка логічно-імітаційної моделі травм. Проведення моделювання потенційних аварій, травм, хвороб надає можливість вдосконалювати систему управління безпекою життєдіяльності виробництва.

Під час моделювання необхідно вибирати випадкові події виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва може виникнути [26]. Слід мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів.

Розглянемо травмонебезпечну ситуацію, що можлива виникнути за умови роботи машино тракторного агрегату на значних ухилах поля, близько ярів чи при їх об'їзді, котра може призвести до його перекидання (рис. 3.1).

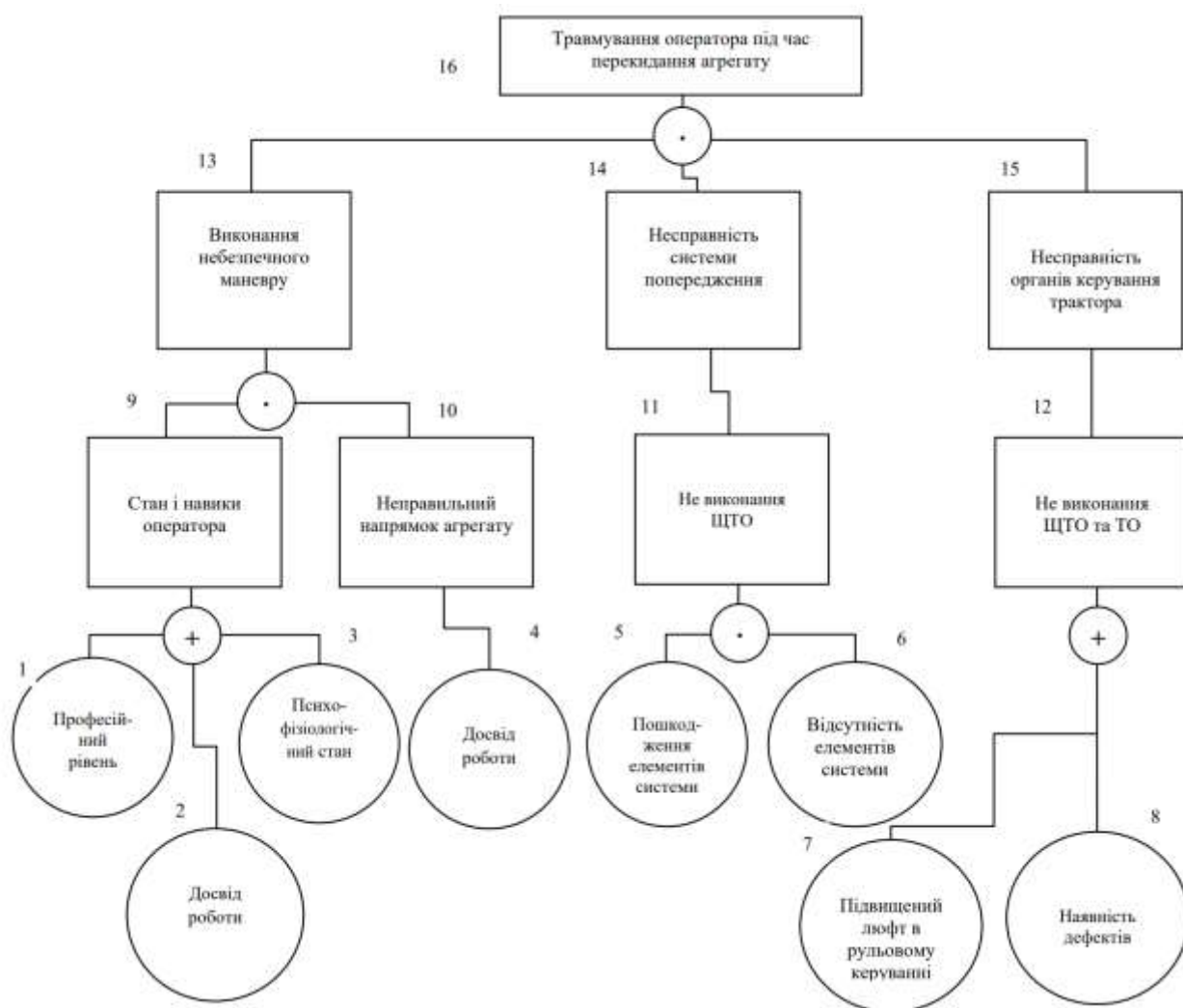


Рисунок 3.1 – Модель логічних взаємозв'язків між окремими подіями
травмонебезпечної ситуації.

Для підвищення рівня охорони праці, пропоную проводити заходи:

1. усі працівники повинні вчасно проходити чергові інструктажі відповідно до своїх професій;
2. працівники повинні виконувати лише доручену їм роботу та не передоручати її іншим;
3. створювати заходи які запобігають загоряння поля;
4. перевірка наявності на місцях інструкцій роботи з обладнанням;
5. не допускати до роботи працівників у стані алкогольного, наркотичного сп'яніння, хворих, а також тих, хто не відпочив протягом встановленого законодавством часу.

Висновки до розділу

Перед початком збиральних робіт керівниками господарств, фермерами повинні бути проведені певні організаційні профілактичні заходи, які можуть вплинути на стан здоров'я виконавця робіт. А саме, в першу чергу необхідно забезпечити: проведення інструктажів з охорони праці та пожежної безпеки, кваліфікація і вік працівника, експлуатаційний стан робочого пристрою (трактора, комбайна).

РОЗДІЛ 4

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЯГНУТИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

В розділі 2 були представлені розроблені графіки (схеми) можливих комбінацій роботи комбайнів (John Deere T550) і різних за об'ємом перевантажувальних бункерів-накопичувачів (16, 20 і 30 м³). Були підібрані трактори для ПБН за потужності згідно з рекомендаціями у відповідних інструкціях

Також, визначено розрахунковим методом тривалість робіт по збиранню врожаю з площі 130 га. У варіанти з найменшою тривалістю роботи та витратою палива. Проте їх використання обмежуються труднощами по синхронізації робіт: складні форми полів, під'їзди до них, значні розміри, нерівномірність продуктивності поля, техніки. Ці чинники зумовлюють пошуку оптимальної схеми роботи між тривалістю збору врожаю, та питомими експлуатаційними витратами.

Проведенні розрахунків роботи по визначенню питомих експлуатаційних витрат в грошовому еквіваленті, а саме витрати на паливо (дод. 3), на оплату праці персоналу (дод. 4) і відрахування на амортизацію складових елементів МТА (комбайна, трактора, ПБН), технічне обслуговування та ремонт за різних схем роботи комбайнів та ПБН (дод. 5).

Вартість палива обраховували враховуючи середньої вартості палива (дизеля) весною 2023 р. в розмірі 47 грн/л.

Оплату праці калькулювали виходячи з погодинної оплати праці (40,46 грн/год) згідно з мінімальною зарплатою в Україні на 01.01.2023 р. [27]. Дану оплату збільшили до 65,16 грн/год, оскільки залучені працівники мають бути високого розряду (шостого). Проте не враховували можливі додаткові виплати за стаж, якість, швидкість чи за понаднормову роботу. Сума податкових відрахувань становила 41,5 % на 2023 р.: ЄСВ – 22 %, ПДФО – 18 % та військовий збір – 1,5 %. Під час розрахунку не враховували надбавки за стаж, за високу якість виконаної роботи, або інші можливі надбавки. Такий підхід дає коректну

інформацію для порівняння, зменшуючи кількість перемінних чинників.

Питомі відрахування на амортизацію, технічне обслуговування та ремонт комбайна, трактора та ПБН визначали згідно з рекомендаціями. При цьому враховували, що амортизація має покрити повну вартість за певну тривалість роботи. Так, для комбайна встановили 10 тис. год, для тракторів і ПБН – 20 тис. год. Відрахування на ТО і ремонт – 20 % первинної вартості на 500 год роботи.

Питомі експлуатаційні витрати на вагу зібраного врожаю і на гектар на ведені на рис. 4.1.

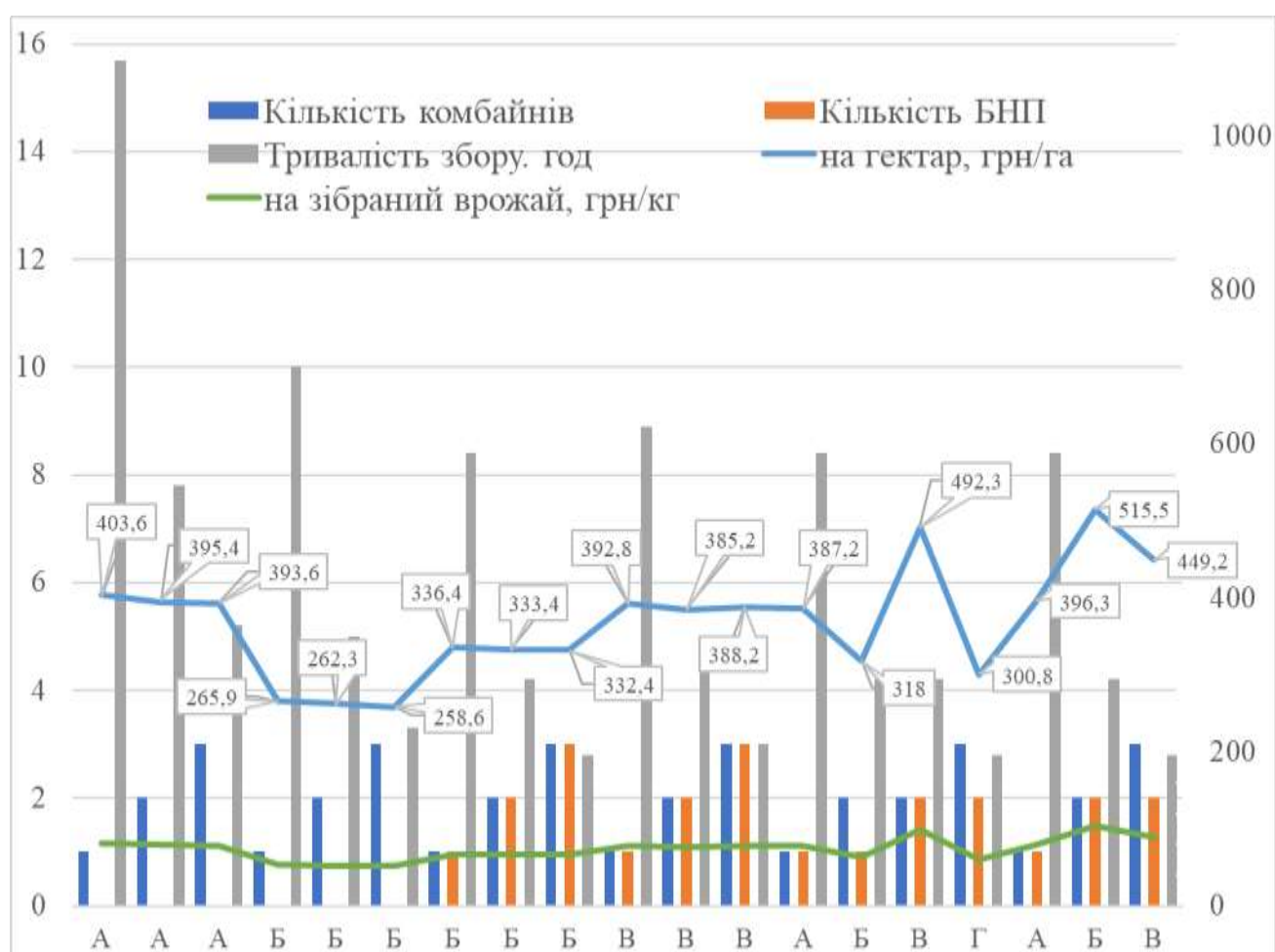


Рисунок 4.1. Питомі експлуатаційні витрати на зібраний врожай в порівнянні з витратами на гектар, грн/т і грн/га (ліва вісь вказує тривалість робіт, год.; права вісь – вартість робіт, грн)

Аналізуючи діаграму видно, що питомі витрати більш виражені з огляду витрат на площу в порівнянні з витратами на масу зерна (грн/т).

Сумарні витрати часу та коштів для проведення збору врожаю поля площею 130 га на ведені на рис. 4.2.

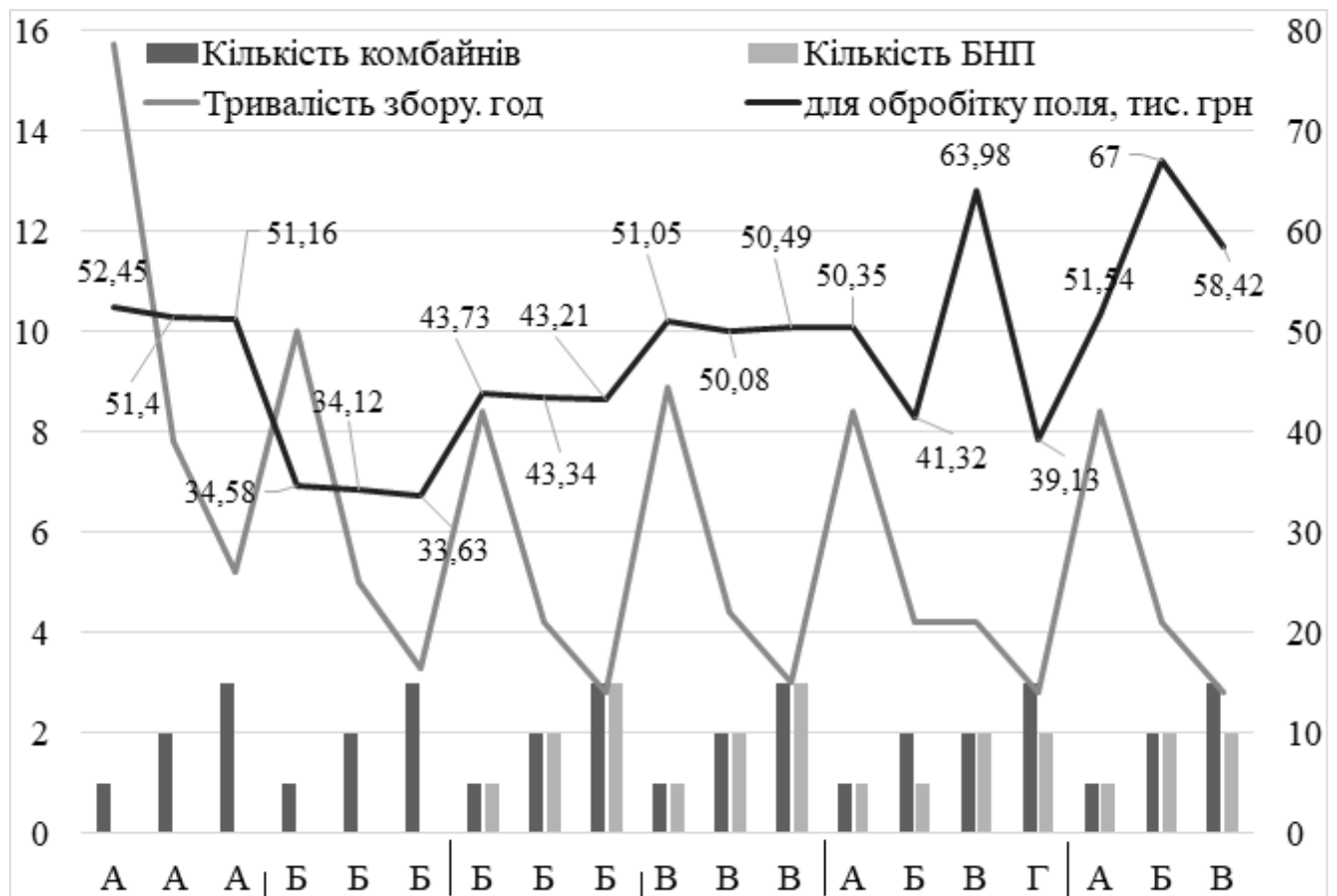


Рисунок 4.2. Сумарні витрати часу та коштів для проведення збору врожаю (ліва вісь вказує тривалість робіт, год.; права вісь – сумарні питомі експлуатаційні витратами для обробітку 130 га, тис. грн)

Аналізуючи діаграму (рис. 4.2) видно, що тривалість збирання зерна зменшується від збільшення кількості комбайнів, оптимальніших маршрутів пересування техніки та використання бункерів-перевантажувачів. Слід зазначити, що використання ПБН з різною вантажопідйомністю менш істотно впливає на час роботи.

Проводячи загальні підсумки слід зазначити, що за можливості організації роботи коли під'їзд комбайна до зерновозів збігається з наповненням його бункера (85–100 %) слід дотримуватися саме такої схеми. Такий варіант можна назвати “ідеальним”.

Якщо, таку умову неможливо досягти через деякі чинники (наприклад

внаслідок величини поля) слід застосовувати перевантажувальні бункери-накопичувачі.

Найпростішим варіантом (в розрізі синхронізації роботи) буде використання для 1/1 комбайна і ПБН. За цього варіанта питомі грошові витрати зростають в на 24–26 %.

Складнішим варіантом є застосування ПБН який спроможний вмістити зерно з двох комбайнів одночасно. Питомі грошові витрати збирання врожаю зростають в порівнянні з “ідеальним” варіантом на 18–21 %, що є дещо менше в порівнянні з використанням 1 до 1 комбайна і ПБН. Варіант застосування двох ПБН для обслуговування трьох комбайнів слід застосовувати в крайніх випадках.

Для переміщення великооб’ємних бункерів перевантажувачів необхідно застосовувати потужні силові агрегати. Вони своєю чергою характеризується значними витратами палива. Ефективність їх використання зростає зі збільшенням розмірів полів та кількості комбайнів.

З огляду на вихідні дані до проекту (ТТХ залучених машин, характеристик поля, врожайності культури, можливість організації місця завантаження автозерновозів по одній довшій стороні поля) рекомендуємо наступну схему використання МТП для перевезення зерна з поля до автозерновозів – поле розділити на дві зони (загінки). Також необхідно провести обкошування межі поля, з прокосами на поворотній смузі й між загінками. За потреби додатково проводять кутові прокоси або транспортні магістралі.

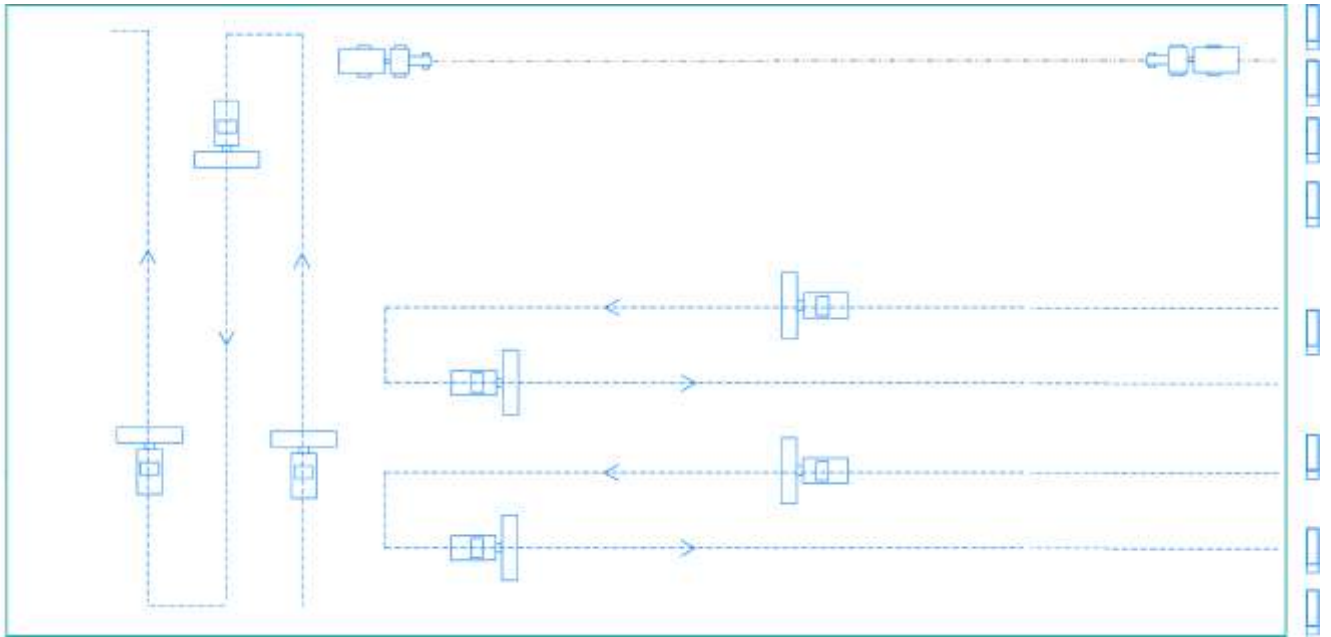


Рисунок 4.3. Оптимізована схема логістики зерна

Оскільки для наповнення бункера комбайна, йому необхідно проїхати відстань у 2500 м, а прийнята довжина поля становить 1625 м, то перша зона має бути довжиною 1100–1200 м. Проїхавши таку відстань комбайн повернеться на місце очікування автозерновозів із наповненням бункера в 90–96 %.

Під час обробітку решти поля слід застосовувати комбінацію комбайна та бункера перевантажувача на вибір

- один до одного за використання ПБН-16 з вивантаження під час зупинок;
- за використання одного комбайна допустиме залучення одного ПБН-20;
- за використання двох або трьох зернозбиральних машин слід долучити два перевантажувальних бункера-накопичувача марок ПБН-20 або ПБН-30.

Як результат використовуючи лише один комбайн John Deere T550 із жаткою 6,1 м та долучення трактора з бункером перевантажувачем ПБН-16 термін збору всієї площі поля складе 9,4 год (за умови безперервної роботи), що на 6 % менше від можливого “ідеального” виконання. За цих умов загальні експлуатаційні витрати становитимуть 41 тис. грн при питомих витрат – 313 грн/га. Ці значення перевищують результати можливої “ідеальної” схеми на 15 %.

Підсумовуючи, слід пам’ятати, що вибираючи місткість ПБН для роботи в полі буде змінюватися не лише сумарні та питомі витрати, а також можливі

простої комбайна або перевантажувача.

Висновок

“Ідеальний” варіантом збирання зернових є використання комбайнів за умови наповнення бункера з одночасним під’їздом до місця стоянки зерновозів.

Під час обробітку невеликих за площею полів перспективними варіантами є застосування ПБН спроможність якого вмістити зерно з двох працюючих одночасно комбайнів або використанням 1 до 1 комбайна і ПБН з однаковим об’ємом бункера.

Рекомендована схема роботи МТП для перевезення зерна з поля до автозерновозів полягає у розбиття поля на зони (загінки) для роботи комбайн–зерновоз та комбайн–ПБН–зерновоз.

Висновки

1. На основі аналізу літературних джерел встановлено, що впровадження використання бункерів перевантажувачів набуває все більшої популярності в наслідок їх “гнучкості” у застосуванні.

2. Продемонстровано, як графічний метод дає змогу встановити структуру, склад МТП залежно від продуктивності застосовуваних машин.

3. Перспективні комбінації комбайна та бункера перевантажувача (згідно з вихідними і прийняти даних, поле 130 га)

– коли при під’їзді до місця стоянки зерновозів відбувається наповнення бункера на 90–100 % – “ідеальний” варіант роботи. Тривалість збору врожаю становить від 3,3 до 10 год, тоді як сумарні експлуатаційні витрати від 33,6 до 34,6 тис. грн залежно від кількості одночасно працюючих комбайнів;

– один до одного за використання однакових за місткістю машин з вивантаження під час зупинок. Тривалість збору врожаю 2,8–8,4 год, сумарні витрати – 43,2–43,7 тис. грн;

– двох комбайнів та одного ПБН-20, за умови що часові затрати на переїзди і вивантаження не перевищують час завантаження комбайнів. Тривалість збору врожаю 4,2 год, сумарні витрати – 41,3 тис. грн;

– для обслуговування трьох зернозбиральних машин слід долучити два перевантажувальні бункери-накопичувача марок ПБН-20 або ПБН-30. Тривалість збору врожаю 2,8 і 4,2 год при сумарних витратах 39,1 і 58,4 тис. грн відповідно.

4. Оптимізація схеми роботи МТП для перевезення зерна з поля до автозерновозів полягає у розбитті поля на зони (загінки) для роботи комбайн–зерновоз та комбайн–ПБН–зерновоз. Термін збору при застосуванні одного комбайна та одного ПБН-16 буде 9,4 год при сумарних витратах 41 тис. грн

Список використаних джерел

1. Нетіс І. Озима пшениця: Шляхи підвищення економічної ефективності вирощування. *Пропозиція*. 1999. №12. С. 38 – 39.
2. Технологія вирощування озимої пшениці: етапи, нюанси та відмінності залежно від регіону. *SuperAgronom.com*. URL: <https://superagronom.com/articles/290tehnologiya-viroschuvannya-ozimoyi-pshenitsi-etapi-nyuansi-ta-vidminnosti-zalejno-vid-regionu>. (дата звернення: 11.04.2023).
3. Технологія вирощування озимої пшениці. *УМАНСЬКИЙ НУС*. URL: <https://agrochem.udau.edu.ua/ua/navchannya/cikavo.html>. (дата звернення: 11.04.2023).
4. Культура пшениця (особливості вирощування та зберігання). *Інформаційно-аналітична система "АГРАРІЇ РАЗОМ" - особливості та можливості*. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/pshenicya>. (дата звернення: 11.04.2023).
5. Кругліцька О. Проблеми та перспективи розвитку зернової логістики в Україні. *Конкурентоспроможність вітчизняних підприємств-надавачів послуг громадського транспорту: актуальні проблеми та європейський досвід їх вирішення*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. студ., аспір. та молодих вчен. з міжнар. участю, м. Тернопіль, 19 квіт. 2018 р. / ТНЕУ, Тернопіль, 2018. С. 53–55
6. Гамаюнова В. В. та ін. Вирощування пшениці озимої на зрошенні на засадах біологізації: науково-практичні рекомендації. Миколаїв: МНАУ, 2019. 40 с.
7. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. За ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. – [3-є вид., виправл., допов.] – Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
8. Збирання врожаю зернових: як мінімізувати втрати. *SuperAgronom.com*. URL: <https://superagronom.com/articles/382-zbirannya-vrojaju-zernovih-yak-minimizuvati-vtrati> (дата звернення: 11.04.2023).
9. Шуліка С. А., Дяченко Л. А. та ін. Експлуатація машин і обладнання. Електронний підручник. ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти». Відп. за випуск Борхаленко Ю.О., Борхаленко Ю.О. 2020

URL: https://evgivanov.github.io/expl_html_book/index.html (дата звернення: 11.04.2023).

10. Вінюков О. О. Методичні рекомендації щодо збирання зернових культур в умовах воєнного стану та обмеженого ресурсного забезпечення. Національна академія аграрних наук України Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція. Покровськ, 2022. 21 с.

11. Логістика як додатковий бізнес чи постійна проблема аграріїв? *AgroPortal.ua*. URL: <https://agroportal.ua/blogs/logistika-kak-dopolnitelnyi-biznes-ili-postoyannaya-problema-agrariyev> (дата звернення: 11.04.2023).

12. Бережна Н.Г., Біляєва О.С., Войтов В.А., Горяїнов О.М., Кравцов А.Г., Карнаух М.В., Кутя О.В., Музильов Д.О., Шраменко Н.Ю. Технологічні особливості перевезення зернових. *Проблеми транспортно-логістичного забезпечення в аграрній галузі*. 2019. С. 35–71

13. Киш Л. М. Системні характеристики логістичного забезпечення аграрного сектору економіки. *ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ: актуальні питання науки і практики*. 2018. № 9. С. 59–70.

14. Домущі Д. П., Пожар О. Я., Ліпін А. П. Теоретичні та експериментальні дослідження по визначенню виробничих умов збирання зернових культур технологічними комплексами. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Вип. 90. 2018р.

15. Домущі Д. П., Новаковский М. А. Особливості організації технологічного процесу збирання зернових культур. *Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки*. 2013. Вип. 67. С. 157-161.

16. Тіунчик В. К., Дорожовський Є. С. Оптимізація складу машино-тракторного парку. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2006. 16.2. С. 69–72.

17. Петриченко Є.А., Лещенко І.А. Експлуатація машин і обладнання. Методичні вказівки для здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія» освітньої програми «Агроінженерія». Умань: Уманський НУС, 2022. 118 с.

18. Петриченко Є.А. Методичні вказівки до курсового проектування з

дисципліни «Експлуатація машин і обладнання» для здобувачів вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» освітньої програми «Агроінженерія». Умань: Уманський НУС, 2020. 98 с

19. Вітвіцький В.В. та ін. Норми продуктивності та витрати палива на вантажно-розвантажувальні роботи. – К.: НДІ „Укראгропромпродуктивність”, 2008. 468 с.

20. Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М., Бурлака В.М., Івашина М.Б. Експлуатація машин і обладнання. – К.: Аграрна освіта, 2011. 617 с.

21. Алімов Д.М., Білоножко М.А., Бобро М.А та ін. Рослинництво: Лабораторно-практичні заняття: навч.посіб. за ред.М.А. Боброта ін. К.: Урожай, 2001. 392 с.

22. John Deere. URL: <https://www.deere.ua/uk/index.html> (дата звернення: 11.04.2023).

23. Непочатенко А. В., Непочатенко В. А. Економіко-математичне моделювання величини витрат під час збору врожаю залежно від потужності двигуна зернозбирального комбайну. *Збірник наукових праць «Економіка та управління АПК»*. 2013. 11 (106). С. 130–136.

24. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. Набрання чинності від 12.10.2018.

25. Правила пожежної безпеки України. Міністерство внутрішніх справ України. Наказ від 30.12.2014 № 1417. Остання редакція від 07.04.2023.

26. ТОВ “АСТАРТА Т” . URL: <https://astartat.com.ua/ua/tehnika/Pritsepy> (дата звернення: 11.04.2023).

27. Про оплату праці. Закон України від 20.04.95 р. № 144/95-ВР. (Із змінами, внесеними згідно із Законами № 2888-IX від 12.01.2023). *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 1995, № 17, ст.121.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Вихідні дані (згідно завдання та інструкцій техніки)

Зернозбиральний комбайн			
Серія	Т	-	-
Модель	Т550	-	-
Вага (без зерна)	15200	кг	-
Номінальна маса	148,96	кН	-
Номінальна потужність	202	кВт	-
Максимальна потужність	224	кВт	-
Об'єм бункера (8 або 10 м ³)	10	м ³	-
Розвантаження	88	л/с	-
	5,28	м ³ /хв	-
	125	л/с	-
	7,5	м ³ /хв	-
Продуктивність	55	т/год	-
Висота вивантаження	4,1	м	-
Жатка модель	620R	-	-
Ширина	6,1	м	-
Робоча ширина жатки	5,9	м	-
			-
Поле			
культура	пшениця	-	-
площа	130	га	-
довжина	1,625	км	-
ширина	0,8	км	-
врожайність	5	т/га	-
натура пшениці	0,75	кг/л	-
Теоретична кількість зерна з поля	650	т	-
			-
Перевантажувальний бункер перевантажувальний			
Марка	ПБН-16	ПБН-20	ПБН-30
Об'єм, м ³	16	20	30
Швидкість пересування, км/год			
пустий	25	25	25
завантажений	20	20	20

Додаток 2

Питомі витрати палива за різних схем роботи, л

№ Рис.	Схема роботи	Кількість комбайнів	Кількість БНП	Тривалість збору. год	Загальна витрата палива для обробітку поля, л	Витрата палива на гектар, л/га	Витрата палива на зібраний врожай, л/кг	Витрата палива за 8 год зміну, л/год
2.1	А	1	-	15,7	994,17	7,65	1,53	506,58
	А	2	-	7,8	987,83	7,60	1,52	1013,16
	А	3	-	5,2	987,83	7,60	1,52	1519,74
	Б	1	-	10	658,22	5,06	1,01	526,57
	Б	2	-	5	658,22	5,06	1,01	1053,15
	Б	3	-	3,3	651,64	5,01	1,00	1579,72
2.2 (БН П- 16)	Б	1	1	8,4	779,84	6	1,2	742,7
	Б	2	2	4,2	779,84	6	1,2	1485,41
	Б	3	3	2,8	779,84	6	1,2	2228,14
	В	1	1	8,9	926,82	7,13	1,43	833,1
	В	2	2	4,4	916,41	7,05	1,41	1666,2
	В	3	3	3	924,74	7,11	1,42	2499,3
2.3 (БН П- 20)	А	1	1	8,4	914,24	7,03	1,41	870,71
	Б	2	1	4,2	760,03	5,85	1,17	1447,68
	В	2	2	4,2	1212,48	9,33	1,87	2309,49
					934,79	7,19	1,44	1780,56
	Г	3	2	2,8	706,41	5,43	1,09	2018,31
2.4 (БН П- 30)	А	1	1	8,4	928,73	7,14	1,43	884,51
					745,01	5,73	1,15	709,54
	Б	2	2	4,2	1265,88	9,74	1,95	2411,2
					935,6	7,2	1,44	1782,1
	В	3	2	2,8	1109,52	8,53	1,71	2113,38
					1043,26	8,03	1,61	1987,16

Примітка: виділені значення – за умови вимикання двигуна трактора будучи під час простою.

Додаток 3

Питомі витратами коштів на паливо за різних схем роботи комбайнів та ПБН

№ Рис.	Схема роботи	Кількість комбайнів	Кількість БНП	Тривалість збору. год	Питомі експлуатаційними витратами			
					для обробітку поля, тис. грн	на гектар, грн/га	на зібраний врожай, грн/кг	за 8 год зміну, тис. грн/зміна
2.1	А	1	-	15,7	46,73	359,5 5	71,91	23,81
	А	2	-	7,8	46,43	357,2	71,44	47,62
	А	3	-	5,2	46,43	357,2	71,44	71,43
	Б	1	-	10	30,94	237,8 2	47,47	24,75
	Б	2	-	5	30,94	237,8 2	47,47	49,5
	Б	3	-	3,3	30,63	235,4 7	47	74,25
2.2 (БНП -16)	Б	1	1	8,4	36,65	282	56,4	34,91
	Б	2	2	4,2	36,65	282	56,4	69,81
	Б	3	3	2,8	36,65	282	56,4	104,72
	В	1	1	8,9	43,56	335,1 1	67,21	39,16
	В	2	2	4,4	43,07	331,3 5	66,27	78,31
	В	3	3	3	43,46	334,1 7	66,74	117,47
2.3 (БНП -20)	А	1	1	8,4	42,97	330,4 1	66,27	40,92
	Б	2	1	4,2	35,72	274,9 5	54,99	68,04
	В	2	2	4,2	56,99	438,5 1	87,89	108,55
	Г	3	2	2,8	33,2	255,2 1	51,23	94,86
2.4 (БНП -30)	А	1	1	8,4	43,65	335,5 8	67,21	41,57
	Б	2	2	4,2	59,5	457,7 8	91,65	113,33
	В	3	2	2,8	52,15	400,9 1	80,37	99,33

Додаток 4

Питомі витратами на оплату праці за різних схем роботи комбайнів та ПБН

№ Рис.	Схема роботи	Кількість комбайнів	Кількість БНП	Тривалість збору. год	Питомі експлуатаційними витратами			
					для обробітку поля, грн	на гектар, грн/га	на зібраний врожай, грн/кг	за 8 год зміну, грн/зміна
2.1	А	1	-	15,7	2895,2	22,3	4,5	1475,3
	А	2	-	7,8	2157,6	16,6	3,3	2212,9
	А	3	-	5,2	1917,8	14,8	3	2950,5
	Б	1	-	10	1844,1	14,2	2,8	1475,3
	Б	2	-	5	1383	10,6	2,1	2212,9
	Б	3	-	3,3	1217,1	9,4	1,9	2950,5
2.2 (БНП -16)	Б	1	1	8,4	2323,5	17,9	3,6	2212,9
	Б	2	2	4,2	1936,3	14,9	3	3688,1
	Б	3	3	2,8	1807,2	13,9	2,8	5163,4
	В	1	1	8,9	2461,8	18,9	3,8	2212,9
	В	2	2	4,4	2028,5	15,6	3,1	3688,1
	В	3	3	3	1936,3	14,9	3	5163,4
2.3 (БНП -20)	А	1	1	8,4	2323,5	17,9	3,6	2212,9
	Б	2	1	4,2	1549	11,9	2,4	2950,5
	В	2	2	4,2	1936,3	14,9	3	3688,1
	Г	3	2	2,8	1549	11,9	2,4	4425,8
2.4 (БНП -30)	А	1	1	8,4	2323,5	17,9	3,6	2212,9
	Б	2	2	4,2	1936,3	14,9	3	3688,1
	В	3	2	2,8	1549	11,9	2,4	4425,8

Додаток 5

Питомі відрахування на амортизацію складових елементів МТА і технічне обслуговування та ремонт за різних схем роботи комбайнів та ПБН

№ Рис.	Схема роботи	Кількість комбайнів	Кількість БНП	Тривалість збору. год	Питомі експлуатаційними витратами			
					для обробітку поля, грн	на гектар, грн/га	на зібраний врожай, грн/кг	за 8 год зміну, грн/зміна
2.1	А	1	-	15,7	2831,3	21,8	4,4	1442,7
	А	2	-	7,8	2813,3	21,6	4,3	2885,4
	А	3	-	5,2	2813,3	21,6	4,3	4328,2
	Б	1	-	10	1803,4	13,9	2,8	1442,7
	Б	2	-	5	1803,4	13,9	2,8	2885,4
	Б	3	-	3,3	1785,4	13,7	2,7	4328,2
2.2 (БНП -16)	Б	1	1	8,4	4749,3	36,5	7,3	4523,2
	Б	2	2	4,2	4749,3	36,5	7,3	9046,4
	Б	3	3	2,8	4749,3	36,5	7,3	13569,5
	В	1	1	8,9	5032,0	38,7	7,7	4523,2
	В	2	2	4,4	4975,5	38,3	7,7	9046,4
	В	3	3	3	5088,6	39,1	7,8	13569,5
2.3 (БНП -20)	А	1	1	8,4	5055,9	38,9	7,8	4815,1
	Б	2	1	4,2	4047,0	31,1	6,2	7708,6
	В	2	2	4,2	5055,9	38,9	7,8	9630,3
	Г	3	2	2,8	4383,3	33,7	6,7	12523,8
2.4 (БНП -30)	А	1	1	8,4	5569,2	42,8	8,6	5304,0
	Б	2	2	4,2	5569,2	42,8	8,6	10608,1
	В	3	2	2,8	4728,2	36,4	7,3	13509,2

Додаток 6

Сумарні питомі експлуатаційні витратами за різних схем роботи комбайнів
та ПБН

№ Рис.	Схема роботи	Кількість комбайнів	Кількість БНП	Тривалість збору. год	Питомі експлуатаційними витратами			
					для обробітку поля, тис. грн	на гектар, грн/га	на зібраний врожай, грн/кг	за 8 год зміну, тис. грн/зміна
2.1	А	1	-	15,7	8244	844,6	91,3	2152,2
	А	2	-	7,8	6116,3	716,4	85,8	6432,7
	А	3	-	5,2	5441,9	676,5	84,2	12841,7
	Б	1	-	10	3356,5	434,6	55,3	2153,1
	Б	2	-	5	2525,1	385,4	53,4	6434,6
	Б	3	-	3,3	2203,6	364	52,1	12844,5
2.2 (БНП -16)	Б	1	1	8,4	11071,8	935	82,5	10044,1
	Б	2	2	4,2	9232,6	826,1	78,2	33433,9
	Б	3	3	2,8	8619,6	789,9	76,7	70169,4
	В	1	1	8,9	12431,6	1068,1	96,5	10048,4
	В	2	2	4,4	10135,7	928,5	90,2	33442,4
	В	3	3	3	9896,3	917,2	90,1	70182,1
2.3 (БНП -20)	А	1	1	8,4	11790,5	1025,5	94,1	10696,2
	Б	2	1	4,2	6304,6	645,9	69,8	22812,3
	В	2	2	4,2	9846,6	1017,8	111,1	35626,3
	Г	3	2	2,8	6823	657	67,3	55521,9
2.4 (БНП -30)	А	1	1	8,4	12983,9	1101,3	97,8	11778,7
	Б	2	2	4,2	10843	1095,9	117,2	39237,2
	В	3	2	2,8	7376,2	834,3	97,7	59887,8