

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження параметрів при перевезенні вантажів з використанням
різних видів транспорту

Виконав: студент 4 курсу, групи МНс

спеціальності _____

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Паламар І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабій М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ляшук О.Л.
(прізвище та ініціали)
« » 20__ р.
(підпис)

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю **275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)**
(шифр і назва спеціальності)
студенту **Паламару Ігорю Васильовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Дослідження параметрів при перевезенні вантажів з використанням різних видів транспорту**

Керівник роботи **Бабій Марія Василівна, к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 01 2022 року № 4/7-34

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____
3. Вихідні дані до роботи *Результати експериментальних спостережень; технічні характеристики збиральних машин, перевалочно-транспортуючих механізмів; часовий коефіцієнт використання автомобіля; технічні характеристики автомобіля.*

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Реферат. Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження (умови забезпечення ефективності функціонування збиральної техніки; пропускна здатність ланок ЗТК із урахуванням; детермінованого підходу; дослідження роботи збиральних комплексів при прямій перевалці врожаю). 2. Заходи із вдосконалення транспортного процесу (обґрунтування кількості транспортних засобів для вивезення врожаю; обґрунтування технологічних характеристик навантажувальних пристроїв; обґрунтування варіантів перевезень при взаємодії залізничного транспорту з автомобільним).

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел із найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить сторінки, рисунків і таблиць.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи: - використовуючи різні підходи, розрахувати необхідну кількість машин при їх взаємодії для збору та транспортування урожаю.

Задачі, які було вирішено для досягнення мети:

- проаналізовано умови забезпечення ефективності функціонування збиральної техніки;
- виконано дослідження роботи збиральних комплексів при прямій перевалці врожаю;
- обґрунтовано кількості транспортних засобів для вивезення урожаю;
- виконано обґрунтування технологічних характеристик навантажувальних пристроїв;
- обґрунтовано варіанти перевезення при взаємодії залізничного транспорту з автомобільним.

Об'єкт дослідження – транспортний процес накопичення, перевантаження та перевезення вантажу.

Предмет дослідження – техніко-експлуатаційні показники технологічних та транспортних машин.

Методи дослідження.

В кваліфікаційній роботі використано основні засади базових спеціальних дисциплін освітньої програми "Транспортні технології".

Ключові слова:

транспорт, вантаж, перевалка, навантаження, продуктивність, збиральна техніка.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. Аналіз об'єкту дослідження.....	6
1.1 Умови забезпечення ефективності функціонування збиральної техніки.....	6
1.2 Пропускна здатність ланок ЗТК із урахуванням детермінованого підходу.....	16
1.3 Дослідження роботи збиральних комплексів при прямій перевалці врожаю.....	25
2. Заходи із вдосконалення транспортного процесу.....	30
2.1 Обґрунтування кількості транспортних засобів для вивезення врожаю.....	30
2.2 Обґрунтування технологічних характеристик навантажувальних пристроїв.....	34
2.3 Обґрунтування варіантів перевезень при взаємодії залізничного транспорту з автомобільним.....	40
3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	45
3.1 Конституційні засади охорони праці в Україні. Законодавство України про охорону праці.....	45
3.2 Вимоги безпеки під час перевезення вантажів.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

ВСТУП

Транспортні технології та виробництво сільськогосподарської продукції досить тісно пов'язані між собою. Таке виробництво супроводжується дуже багатьма факторами, серед яких транспортування готової продукції до місця переробки чи зберігання.

Можна собі уявити, що було вирощено високий урожай, наприклад зернових культур, а відтранспортувати з поля його не вдалося. Це означатиме, що урожай пропав. Тому, щоб таких президентів не траплялося потрібно узгоджувати роботу збиральних машин та транспортних засобів, які цей урожай транспортують до місця зберігання. Крім того, має бути чітко узгодженої пропускні здатності чи в продуктивності машин, які працюють на полі та машин, які транспортують цей урожай. Тут маємо на увазі, що першою ланкою повинно виступати урожайність культури у тандемі з технічною продуктивністю збиральної машини – це буде перша ланка. Друга ланка може застосовуватись або не застосовувався. До такої ланки віднесемо додаткові транспортуючі або можна їх класифікувати як перевалочні транспортні засоби, в які перевозять зібраний урожай, вони відтранспортують його недалеко за межі поля та завантажують автомобільний транспорт, який перевозить цей вантаж на більшій відстані до місць зберігання чи переробки. Такий підхід, тобто використання другої ланки, застосовують в тих випадках якщо збиральної машини бункерного типу, тобто вони, проходячи загінку накопичують зібраний урожай у бункери і перевантажують його на транспортні засоби. Невикористання другої ланки пов'язано з технологічним процесом, коли урожайність культури є досить високою і недоцільно урожай збирати спочатку у бункер, а потім перевантажувати у транспортуючі пристрої. Прикладом може бути збирання зеленої маси силосу збиральними комбайнами. Тоді ланка 2 виключається і транспортування вантажу здійснюється безпосередньо на засоби ланки 3, тобто завантажуються у транспортні засоби і транспортується з поля відповідним чином.

Виходячи з цього метою роботи є розробити транспортний процес перевезення зібраної продукції від збиральної машини до місць зберігання чи переробки. Задача інженера-транспортника полягає в тому, щоб підібрати необхідну мінімальну кількість одиниць автомобільного транспорту, які були б здатними без затримок вивозити зібраний урожай з поля аби не допустити зупинки технологічної збиральної машини.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Умови забезпечення ефективності функціонування збиральної техніки

Використання бункерної сільськогосподарської техніки в агровиробництві зараз є пріоритетним. Це означає, що, розглядаючи бункерні зернозбиральні комбайни чи бурякозбиральні комбайни, маємо той випадок, коли машина, збираючи урожай, накопичує його у своєму бункері та виникає потреба наступного перевантаження вантажу та доставки на перевалочні пункти чи місця призначення.

Щоби цей механізм транспортування зібраної продукції мав високу ефективність, потрібно правильно розрахувати об'єм вантажу, що збирається, та можливості транспортних засобів, враховуючи час транспортування та об'єми транспортування, з метою недопущення простою технологічних машини, тобто збиральних комбайнів. На цей процес мають вплив багато чинників, які ми будемо надалі розглядати.

Для того, щоб налагодити ефективну роботу збирально-транспортуючого комплексу потрібно, щоб продуктивності обох комплексів були однаковими або транспортуються ланка мала більшу продуктивність, ніж збиральна ланка. Така логіка викликана тим, що, розраховуючи комплекс машин, ми повинні враховувати те, що транспортувати урожай потрібно в повній мірі не зупиняючи технологічну машину, яка цей урожай збирає. Тобто ми повинні розуміти, що транспортних засобів, які відводять з поля урожай повинно бути рівно або більше за своєю пропускнуою здатністю, ніж може зібрати машина цей урожай на полі.

Точніше можна підсумувати цей процес наступним чином: на першому етапі розглядаємо пропускну здатність, яка виникає при певній урожайності поля та збиральної машини N_1 , тобто тут потрібно поєднувати урожайність культури і технічну продуктивність збиральної машини, тоді на 2 місце потрібно ставити продуктивність транспортуючого механізму чи машини N_2 , яка переважає з технологічної машини урожай на транспортний засіб та продуктивність чи пропускну здатність самого автотранспортного засобу N_3 . Формулярно це буде виглядати наступним чином:

$$N_1 \leq N_2 \quad (1.1)$$

$$N_2 \leq N_3 . \quad (2.2)$$

Якщо говорити про пропускну здатність збиральної машини, то її кінцева пропускну здатність буде залежати також від пропускну здатностей кожного із вузлів, який приймає участь в загальному технологічному процесі. Наприклад, якщо розглядати зернозбиральний комбайн, то від роботи його різального апарату, який виконує технологічний зріз на початку всього технологічного процесу, залежить в кінцевому результаті продуктивність машини в цілому. Це означає, щоб збільшити продуктивність такої технологічної машини, перш за все, потрібно збільшувати робочі відносні швидкості роботи самого різального апарату. Питання теоретичного обґрунтування підвищення продуктивності різальних апаратів з підпорним зрізом рослин розглянуті в ряді робіт.

Якщо злагодити таким чином пропускну здатності кожної з ланок, то процес буде протікати задовільно. Але всі ми розуміємо, плануючи роботу по відвантаженню сільськогосподарської продукції з поля до місця

призначення, можуть виникати різні обставини, які в розрахунку ми не враховували. Всі обставини можуть значною мірою змінити графік доставки вантажу. А найгірше вони – можуть зупинити технологічну машину, яка збирає урожай на полі. Тому, щоб врахувати ці ризики використовують різного роду детерміновані розрахункові моделі. Такі моделі можуть базуватися на основі теоретичних залежностей, які виведені з практичного досвіду або ж ці моделі можуть базуватися на застосуванні ймовірнісного та статистичного підходів. Якщо застосовувати ймовірнісний метод, то практика показує, що розподіл величин, наприклад пропускної здатності, підкоряється закону нормального розподілу. Тільки невелика частина випадків можуть бути за межами цього закону.

$$N_{\text{ПБП}}(P) = N_{\text{ПБ}} - t_{\beta} \sigma_{\text{ПКП}} = \frac{m_K T_P}{t_{\text{ЦП}}} - t_{\beta} \sigma_{\text{ПКП}}, \quad (1.3)$$

тоді

$$N_{\text{ПБП}}(P) = \frac{6 \cdot 9,6}{0,63} - 2,04 \cdot 0,057 = 91,31 \text{ бунк./р.д.},$$

Тут T_P - час роботи, який становить

$$T_P = \tau \cdot T_{\text{ЗМ}} \cdot K_{\text{ЗМ}}, \quad (1.4)$$

$$T_P = 0,8 \cdot 8 \cdot 1,5 = 9,6 \text{ год.}$$

Приймаємо, що час зміни становитиме ($T_{\text{ЗМ}} = 8$ год).

τ - зазвичай коефіцієнт використання зміни приймають, $\tau = 0,8$;

$\overline{N_{\text{ПБ}}}$ - числове значення пропускної здатності, визначене як середньоарифметичне. Визначимо його за залежністю

$$\overline{N_{ПБ}} = \frac{m_K T_P}{t_{ЦП}} - t_{\beta} \sigma_{ПКП} = \frac{6 \cdot 9,6}{0,63} = 91,31, \quad (1.5)$$

m_K - кількість збиральних машин

$$m_K = \frac{S \cdot U}{W_K \cdot T_{3М} \cdot K_{3М} \cdot D_P}, \quad (1.6)$$

де S – площа поля;

U – урожайність;

W_K – продуктивність комбайна.

Тоді необхідна кількість одиниць техніки

$$m_K = \frac{2350 \cdot 6}{17,6 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 12} = 5,56.$$

Приймаємо

$m_K = 6$ бод.

Продуктивність комбайна

$$W_K = W_{KP} \cdot \tau, \quad (1.7)$$

Визначаємо продуктивність

$$W_K = 17,6 \cdot 0,8 = 14,08 \text{ т/год},$$

W_{KP} - паспортна характеристика продуктивності,

$\overline{t_{цп}}$ - тривалість робочого циклу збирання.

Визначимо цей параметр

$$\overline{t_{цп}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i n_i}{N} \quad (1.8)$$

Таблиця 1 - Результати експериментальних спостережень величини $t_{цп}$, ГОД.

Характеристики	Значення характеристик						
Середини інтервалу, t_i	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66
Кількість значень в інтервалі, n_i	1	5	6	10	7	3	2

Встановимо значення

$$\overline{t_{цп}} = \frac{(0,60 \cdot 1) + (0,61 \cdot 5) + (0,62 \cdot 6) + (0,63 \cdot 10) + (0,64 \cdot 7) + (0,65 \cdot 3) + (0,66 \cdot 2)}{34} = 0,63$$

де t_i - медіана i -того інтервалу;

n_i - кількість значень, що попадають в цей інтервал;

n - кількість інтервалів, на який поділено час;

t_{β} - критерій розподілу.

Об'єм вибірки

$$N = \sum_{i=1}^n n_i \quad (1.9)$$

Встановимо значення об'єму вибірки

$$N = 1 + 5 + 6 + 10 + 7 + 3 + 2 = 34$$

$\sigma_{ПКП}$ - середньоквадратичне відхилення

$$\sigma_{ПКП} = \frac{\sigma_K \sqrt{(4T_p t_{ЦП} + 9\sigma_K^2)} - 3\sigma_K}{2t_{ЦП}} \quad (1.10)$$

Тоді

$$\sigma_{ПКП} = \frac{0,0145 \sqrt{(4 \cdot 9,6 \cdot 0,63 + 9 \cdot 0,0145^2)} - 3 \cdot 0,0145}{2 \cdot 0,63} = 0,57$$

σ_K - те саме за тривалістю часу

$$\sigma_K = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_{ЦП} + t_i)^2 \frac{n_i}{N}} \quad (1.11)$$

Розрахуємо значення

$$\sigma_K = \sqrt{\begin{aligned} & (0,63 - 0,60) \cdot \frac{1}{34} + (0,63 - 0,61) \cdot \frac{5}{34} + (0,63 - 0,62) \cdot \frac{6}{34} + \\ & + (0,63 - 0,63) \cdot \frac{10}{34} + (0,63 - 0,64) \cdot \frac{7}{34} + (0,63 - 0,65) \cdot \frac{3}{34} + \\ & + (0,63 - 0,66) \cdot \frac{2}{34} \end{aligned}} = 0,0145 \text{ год,}$$

Таблиця 2 - Значення t_β залежності від довірчої імовірності P ($P = \beta$) та $N-1$

N-1	β				
	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
1	3,08	6,31	12,7	31,8	63,7
2	1,89	2,92	4,30	6,96	9,92
3	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84
4	1,53	2,13	2,77	3,75	4,60
5	1,48	2,02	2,57	3,36	4,03
6	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71
8	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36
10	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17
12	1,36	1,78	2,18	2,68	3,06
14	1,35	1,76	2,14	2,62	2,98
16	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92
18	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88
20	1,33	1,77	2,09	2,53	2,84
25	1,32	1,71	2,06	2,48	2,79
30	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75
40	1,30	1,68	2,02	2,42	2,70
60	1,30	1,67	2,00	2,39	2,66
∞	1,28	1,65	1,96	2,33	2,58

Визначимо теоретичну щільність розподілу тривалості робочого циклу

$$P_{Ti} = \frac{1}{\sigma_K \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(t_{цп} - t_i)^2}{2\sigma_K^2} \right] = \frac{1}{\sigma_K \sqrt{2\pi}} e \quad (1.12)$$

$$P_{T1} = \frac{1}{0,0145 \sqrt{2\pi}} 2,718 \left[-\frac{(0,63 - 0,60)^2}{2 \cdot 0,0145^2} \right] = 3,24$$

$$P_{T2} = \frac{1}{0,0145\sqrt{2\pi}} 2,718 \left[-\frac{(0,63 - 0,61)^2}{2 \cdot 0,0145^2} \right] = 10,6$$

$$P_{T3} = \frac{1}{0,0145\sqrt{2\pi}} 2,718 \left[-\frac{(0,63 - 0,62)^2}{2 \cdot 0,0145^2} \right] = 21,7$$

$$P_{T4} = \frac{1}{0,0145\sqrt{2\pi}} 2,718 \left[-\frac{(0,63 - 0,63)^2}{2 \cdot 0,0145^2} \right] = 27,5$$

$$P_{T5} = \frac{1}{0,0145\sqrt{2\pi}} 2,718 \left[-\frac{(0,63 - 0,64)^2}{2 \cdot 0,0145^2} \right] = 21,7$$

$$P_{T6} = \frac{1}{0,0145\sqrt{2\pi}} 2,718 \left[-\frac{(0,63 - 0,65)^2}{2 \cdot 0,0145^2} \right] = 10,6$$

$$P_{T7} = \frac{1}{0,0145\sqrt{2\pi}} 2,718 \left[-\frac{(0,63 - 0,66)^2}{2 \cdot 0,0145^2} \right] = 3,24$$

Чи правильно застосовано закон нормального розподілу відповідь дасть критерій Пірсона, яки визначатимемо за залежністю

$$\chi^2 = N \left(\sum_{i=1}^n \frac{(P_{ei} - P_{Ti})^2}{P_{Ti}} \right), \quad (1.13)$$

Розрахуємо значення

$$\chi^2 = 34 \left(\frac{(2,94 - 3,24)^2}{3,24} + \frac{(14,7 - 10,6)^2}{10,6} + \frac{(17,65 - 21,7)^2}{21,7} + \frac{(29,41 - 27,5)^2}{27,5} + \frac{(20,59 - 21,7)^2}{21,7} + \frac{(8,82 - 10,6)^2}{10,6} + \frac{(5,88 - 3,24)^2}{3,24} \right) = 169,98$$

Емпіричний розподіл

$$P_{ei} = \frac{n_i}{N \cdot h_i}. \quad (1.14)$$

На кожному з інтервалів:

$$P_{e1} = \frac{1}{34 \cdot 0,01} = 2,94$$

$$P_{e2} = \frac{5}{34 \cdot 0,01} = 14,7$$

$$P_{e3} = \frac{6}{34 \cdot 0,01} = 17,65$$

$$P_{e4} = \frac{10}{34 \cdot 0,01} = 29,41$$

$$P_{e5} = \frac{7}{34 \cdot 0,01} = 20,59$$

$$P_{e6} = \frac{3}{34 \cdot 0,01} = 8,82$$

$$P_{e7} = \frac{2}{34 \cdot 0,01} = 5,88$$

Встановимо ширину інтервалу

$$h_i = t_{i+1} - t_i, \quad (1.15)$$

$$h_i = 0,61 - 0,60 = 0,01$$

P_{Ti} - теоретична ймовірність очікуваної величини

Таблиця 3 - Статистична обробка результатів спостережень

Середина інтервалу t_i	Кількість значень n_i	Ширину інтервалу h_i	Емпірична щільність P_{ei}	Теоретична щільність P_{Ti}
0,60	1	0,01	2,94	3,24
0,61	5	0,01	14,7	10,86
0,62	6	0,01	17,65	21,7
0,63	10	0,01	29,41	27,5
0,64	7	0,01	20,59	21,7
0,65	3	0,01	8,82	10,6
0,66	2	0,01	5,88	3,24

Визначимо показник ступеня вільності

$$r = k - s - 1. \quad (1.16)$$

Значення

$$r = 7 - 3 = 4$$

1.2 Пропускна здатність ланок ЗТК із урахуванням детермінованого підходу

Якщо проаналізувати пропускну спроможність першої ланки, а саме врожайності та технічної спроможності збиральної машини, то кількість зібраних бункерів протягом зміни за детермінованою моделлю буде становити

$$N_1 = \frac{m_K T_P}{t_{\text{ц}}} = \frac{m_K T_P}{t_B + t_X} \quad (1.17)$$

Розрахуємо числове значення

$$N_1 = \frac{7 \cdot 9,6}{0,59 + 0,065} = 102,6$$

Кількість комбайнів

$$m_K = \frac{S \cdot U}{W_K \cdot T_{3M} \cdot K_{3M} \cdot D_P}, \quad (1.18)$$

тоді

$$m_K = \frac{2350 \cdot 6}{14,08 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 12} = 6,95.$$

Округлимо значення до цілого числа

$$m_K = 7 \text{ од.}$$

Продуктивність будемо визначати за залежністю

$$W_K = W_{KP} \cdot \tau, \quad (1.19)$$

тоді

$$W_K = 17,6 \cdot 0,8 = 14,08 \text{ т/год},$$

Відрізок часу, який потрібний для заповнення бункера

$$t_B = \frac{\omega_K \cdot d_B}{W_{KP}}. \quad (1.20)$$

Розрахуємо значення

$$t_B = \frac{11 \cdot 0,75}{14,08} = 0,59 \text{ год.}$$

ω_K - місткість бункера комбайна, м³;

$d_B = 0,75$ - об'ємна маса зерна (0,75), т/м³.

Коефіцієнт приведення

$$\varphi = \frac{t_B}{t_B + t_X}. \quad (1.21)$$

Розрахуємо значення за умови однаковості швидкостей на поворотах і робочої

$$\varphi = \frac{0,59}{0,59 + 0,065} = 0,9$$

Час холостих ходів

$$t_X = \frac{t_B(1-\varphi)}{\varphi}, \quad (1.22)$$

тоді

$$t_X = \frac{0,59(1-0,9)}{0,9} = 0,065 \text{ год.}$$

Або за спрощеною залежністю

$$t_X = 0,11 \cdot t_B, \quad (1.23)$$

значення

$$t_X = 0,11 \cdot 0,59 = 0,065$$

Тоді встановимо час робочого дня

$$T_P = \tau \cdot T_{3M} \cdot K_{3M}. \quad (1.24)$$

Результат

$$T_P = 0,8 \cdot 8 \cdot 1,5 = 9,6 \text{ год.}$$

Час циклу

$$t_{ц} = t_{Б} + t_{Х}. \quad (1.25)$$

Тоді

$$t_{ц} = 0,59 + 0,065 = 0,655 \text{ год.}$$

Пропускна спроможність другої ланки - завантажувальних (перевантажувальних) пристроїв.

$$N_2 = \frac{n_{II} T_P \rho_{II}}{T_{цII}}. \quad (1.26)$$

Розрахуємо значення

$$N_2 = \frac{4 \cdot 9,6 \cdot 2}{0,42} = 182,85$$

Встановимо необхідну кількість бункерів для завантаження в перевалочний причеп

$$\rho_{II} = INT \frac{\omega_K d_B \left(\frac{1}{W_{KP} \varphi} + \frac{1}{W_{цК}} \right) - 0,08}{0,12 + \frac{K_M \omega_K d_B}{W_{цК}}}. \quad (1.27)$$

Підставимо значення

$$\rho_{II} = INT \frac{11 \cdot 0,75 \left(\frac{1}{17,6 \cdot 0,9} + \frac{1}{160} \right) - 0,08}{0,12 + \frac{1,5 \cdot 11 \cdot 0,75}{240}} = 2,72$$

Округлюємо до меншого цілого числа

$$\rho_{II} = 2 \text{ од.}$$

Час робочого циклу

$$T_{III} = 0,08 + 0,12 \rho_{II} + \frac{K_M \omega_K d_B \rho_{II}}{W_{III}}. \quad (1.28)$$

Тоді

$$T_{III} = 0,08 + 0,12 \cdot 2 + \frac{1,5 \cdot 11 \cdot 0,75 \cdot 2}{160} = 0,42 \text{ год};$$

$K_M = 1,5$ - поправки на маневрування

W_{III} - продуктивність системи вивантаження збиральної машини, табличне значення.

W_{III} - те саме перевалочного причепа, приймаємо $W_{III} = 1,5$.

Тоді

$$W_{III} = 1,5 \cdot 160 = 240 \text{ т/год.}$$

Встановимо кількість обслуговуючих причепів для ланки комбайнів

$$n_{\Pi} = \frac{m_K}{\rho_{\Pi}}, \quad (1.29)$$

$$n_{\Pi} = \frac{7}{2} = 3,5$$

Округлюємо до більшого цілого числа

$$n_{\Pi} = 4 \text{ од.}$$

Вантажність причепа

$$q_{\Pi} = \omega_K d_B \rho_{\Pi}, \quad (1.30)$$

$$q_{\Pi} = 11 \cdot 0,75 \cdot 2 = 16,5 \text{ т.}$$

Пропускна спроможність автотранспорту, що в парі працює з перевалочними причепами

$$N_3 = \frac{n_A T_{PC} \rho_{\Pi}}{T_{CA}} = \frac{n_A T_{PC} \rho_{\Pi}}{1,23 \left(\frac{K_M q_{\Pi}}{W_{III}} + \frac{2l_{ij}}{V_T} + t_{ABIB} \right)}. \quad (1.31)$$

Розрахуємо значення

$$N_3 = \frac{13 \cdot 10,8 \cdot 2}{1,23 \left(\frac{1,5 \cdot 16,5}{240} + \frac{2 \cdot 18}{25} + 0,1 \right)} = 208,5.$$

T_{PC} - цикловий час робочого дня.

$$T_{PC} = \delta_{3M} T_{3M} K_{3M}. \quad (1.32)$$

Тоді

$$T_{PC} = 0,9 \cdot 8 \cdot 1,5 = 10,8 \text{ год.}$$

Поправка

$$\delta_{3M} = \frac{T_P}{T_{3M}}. \quad (1.33)$$

Приймається

$$\delta_{3M} = 0,90$$

$T_{ЦА}$ - робочий цикл для автомобілів, який розрачуємо

$$T_{ЦА} = 1,23 \left(\frac{K_M q_{II}}{W_{III}} + \frac{2l_{ij}}{V_T} + t_{АВІВ} \right). \quad (1.34)$$

Підставимо значення.

Час розвантаження.

$$T_{ЦА} = 1,23 \left(\frac{1,5 \cdot 16,5}{240} + \frac{2 \cdot 18}{25} + 0,1 \right) = 2,02 \text{ год}$$

$t_{АВІВ}$ - час розвантаження АТЗ;

l_{ij} - довжина вантажної їздки;

V_T - швидкість АТЗ;

Необхідність автомобілів:

$$n_A = \frac{m_K W_{KT}}{W_A}. \quad (1.35)$$

Розрахуємо

$$n_A = \frac{7 \cdot 15,84}{8,9} = 12,46.$$

Заокруглимо до більшого числа

$$n_A = 13 \text{ од.}$$

Технологічна продуктивність збирального комбайна

$$W_{KT} = W_{KP} \delta_{3M}. \quad (1.36)$$

Розрахуємо значення

$$W_{KT} = 17,6 \cdot 0,9 = 15,84 \text{ т/год,}$$

W_A - продуктивність автомобіля, встановимо

$$W_A = \frac{q_A}{T_{ЦА}}, \quad (1.37)$$

$$W_A = \frac{18}{2,02} = 8,9 \text{ т/год.}$$

Перевіримо чи виконується умова по вантажності

$$q_A \geq \rho_{\Pi} \omega_K d_B, \quad (1.38)$$

$$18 \geq 2 \cdot 11 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ т.}$$

Умова виконується

Проаналізуємо роботу системи при умові, що пропускні здатності другої та третьої ланок рівні

$$N_3 = N_2$$

За зменшеною кількістю автомобілів зміниться цикл

$$T_{\text{цА1}} = \frac{n_{\text{А1}} T_{\text{рЦ}} \rho_{\Pi}}{N_2}. \quad (1.39)$$

Тоді

$$T_{\text{цА1}} = \frac{12 \cdot 10,8 \cdot 2}{185,85} = 1,39 \text{ год.}$$

Тоді відповідними чином має зменшитися ча одного оберту

$$\Delta t = T_{\text{цА}} - T_{\text{цА1}}. \quad (1.40)$$

Ця різниця

$$\Delta t = 2,02 - 1,39 = 0,63 \text{ год.}$$

Її компенсація має відбутися за рахунок зміни швидкості руху, яку визначаємо

$$V_{T1} = \frac{2l_{ij}}{2l_{ij}/V_T - \Delta t}. \quad (1.41)$$

Значення

$$V_{T1} = \frac{2 \cdot 18}{2 \cdot 18 / 25 - 0,63} = 44,4 \text{ км/год.}$$

1.3. Дослідження роботи збиральних комплексів при прямій перевалці врожаю

Такий варіант потрібно розглядати в тих випадках, де велика врожайність зібраної культури і немає необхідності робити проміжне її накопичення в бункерах. Наприклад при заготівлі силосу. Тут відбувається завантаження транспортуючих засобі напряму від комбайна.

Тоді по аналогії , для першої ланки

$$N_1 = INT \frac{m_K T_P}{T_{цк}} = INT \frac{m_K T_P}{t_K + t_X} \quad (1.42)$$

Робочий цикл

$$T_{\text{ЦК}} = t_K + t_X, \quad (1.43)$$

t_K - тривалість заповнення кузова транспортуючої машини

$$t_K = \frac{\omega_K d_B}{W_{KP}} = \frac{q \cdot \gamma}{W_{KP}}. \quad (1.44)$$

Розрахуємо

$$t_K = \frac{18 \cdot 0,74}{52} = 0,26 \text{ год};$$

поправка

$$\varphi = \frac{t_K}{t_K + t_X}. \quad (1.45)$$

Тривалість холостих переїздів

$$t_X = \frac{t_K(1-\varphi)}{\varphi} \text{ год}. \quad (1.46)$$

Або

$$t_X = 0,11 \cdot t_K, \quad (1.47)$$

$$t_X = 0,11 \cdot 0,26 = 0,0286 \text{ год}.$$

Пропускна здатність першої ланки

$$N_1 = \frac{m_K T_{3M} K_{3M} \tau}{t_K + t_X} = \frac{m_K T_{3M} K_{3M} \tau W_{KP}}{1,11 \cdot q \cdot \gamma}, \quad (1.48)$$

$$N_1 = \frac{1 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 0,81 \cdot 52}{1,11 \cdot 18 \cdot 0,74} = 34,18 = 34.$$

Встановимо значення коефіцієнта використання часу зміни

$$\tau = \delta_{3M} \tau_{Ц}. \quad (1.49)$$

Розрахуємо

$$\tau = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81,$$

$$\tau_{Ц} = \varphi = 0,9.$$

Пропускна спроможність другої ланки

$$N_2 = \frac{n_{T3} T_{PЦ}}{T_{ЦГЗ}} = \frac{n_{T3} T_{3M} K_{3M} \delta_{3M}}{1,23 \left(\frac{q\gamma}{W_{KP}} + \frac{2l_{ij}}{V_T} + t_{T.ВИБ} \right)}. \quad (1.50)$$

Розрахуємо значення

$$N_2 = \frac{4 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 0,9}{1,23 \left(\frac{18 \cdot 0,74}{52} + \frac{2 \cdot 7}{31,2} + 0,1 \right)} = 43,6 \approx 43$$

Тоді цикловий час

$$T_{PЦ} = \delta_{3M} T_{3M} K_{3M}, \quad (1.51)$$

γ - використання вантажності транспорту;

$T_{\text{ЦГЗ}}$ - час циклу.

$$T_{\text{ЦГЗ}} = 1,23 \left(\frac{q\gamma}{W_{\text{КР}}} + \frac{2l_{ij}}{V_T} + t_{\text{Т.ВИБ}} \right), \quad (1.52)$$

$$T_{\text{ЦГЗ}} = 1,23 \left(\frac{18 \cdot 0,74}{52} + \frac{2 \cdot 7}{31,2} + 0,1 \right) = 0,99 \text{ год};$$

$t_{\text{Т.ВИБ}}$ - час розвантаження;

l_{ij} - довжина їздки;

V_T - швидкість.

Кількість транспортуючих засобів

$$n_{\text{ТЗ}} = \frac{m_{\text{К}} T_{\text{ЦГЗ}}}{T_{\text{ЦК}}}. \quad (1.53)$$

Розрахуємо та округлимо до більшого значення

$$n_{\text{ТЗ}} = \frac{1 \cdot 0,99}{0,2886} = 3,4 \approx 4 \text{ од.}$$

Умова роботи послідовних ланок

$$N_1 \leq N_2.$$

Умова при зменшенні кількості транспортуючих засобів, тобто при округленні в меншу сторону

$$N_2' \leq N_1, \quad (1.54)$$

N_2' - пропускна спроможність 2-го ланки зі зменшеною кількістю транспортних засобів

$$T_{цтз1} = \frac{n_{ТЗ1} T_{ПЦ}}{N_1}, \quad (1.55)$$

тоді

$$T_{цтз1} = \frac{3 \cdot 10,8}{34} = 0,95 \text{ год.}$$

Встановимо різницю

$$\Delta t = T_{цтз} - T_{цтз1}, \quad (1.56)$$

$$\Delta t = 0,99 - 0,95 = 0,04 \text{ год.}$$

Значення скорегованої швидкості

$$V_{Т1} = \frac{2l_{ij}}{2l_{ij}/V_T - \Delta t}, \quad (1.57)$$

$$V_{Т1} = \frac{2 \cdot 7}{2 \cdot 7 / 31,2 - 0,04} = 35 \text{ км/год.}$$

Таким чином, щоб виконувалася умова за пропускною здатністю. Потрібно збільшити швидкість транспортного засобу з 31,2 км/год до 35 км/год.

2. ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Обґрунтування кількості транспортних засобів для вивезення урожаю

Для визначення кількості транспортних засобів. Якими можна вивезти вантаж з перевалочних пунктів, потрібно спочатку знати технічні можливості конкретного автомобіля. Цей середній показник визначимо за залежністю

$$П = k_A T_{3M} q_A \gamma / T, \quad (2.1)$$

де k_A - часовий коефіцієнт використання автомобіля. Його приймають, здебільшого $k_A = 0,95$;

T_{3M} - час в наряді для автомобіля $T_{3M} = 8$ год.;

T - час оборту, який будемо визначати як

$$T = \bar{t}_{oc} + \bar{t}_n + \bar{t}_{pyx} + \bar{t}_B, \quad (2.2)$$

\bar{t}_{oc} - час очікування.

Середнє значення цього показника

$$\bar{t}_{oc} = \frac{\rho t_0 (\gamma_{BX}^2 + \gamma_0^2)}{2(1 - \rho)}, \quad (2.3)$$

де γ_0 - зміна часу очікування, її встановимо

$$\gamma_0 = \sigma / \bar{t}. \quad (2.4)$$

Встановимо межі часу при очікуванні автомобілів при його обслуговуванні

$$\gamma_0^H = \frac{0,11}{0,7} = 0,157;$$

$$\gamma_0^B = \frac{0,14}{0,9} = 0,156;$$

$$t_{Ix}^{-H} = \frac{0,64 \cdot 0,7(0,4^2 + 0,157^2)}{2(1 - 0,64)} = 0,11 \text{ год};$$

$$t_{Ix}^{-B} = \frac{0,64 \cdot 0,9(0,4^2 + 0,156^2)}{2(1 - 0,64)} = 0,15 \text{ год}.$$

Зрозумілим є те, що при зміні час обертів зміниться кількість їздок.

Користуючись статистичними методами, відхилення часу становитиме

$$\sigma_{OA} = \frac{0,5\sqrt{\sigma_{TO}^2 + \sigma_{Oч}^2} \cdot \left(\sqrt{4k_A T_{3M} (t_{TO} + t_{Oч}) + 9(\sigma_{TO}^2 + \sigma_{Oч}^2)} - 3\sqrt{\sigma_{TO}^2 + \sigma_{Oч}^2} \right)}{(t_{TO} + t_{Oч})^2}, \quad (2.5)$$

де:

$$t_{TO} = \bar{t}_n + \bar{t}_{пух} + \bar{t}_B, \quad (2.6)$$

$$\sigma_{TO}^2 = \sum_j^n \sigma_{TOj}^2, \quad (2.7)$$

$$\sigma_{Oч}^2 = \sum_{s=1}^n \sigma_{Oчs}^2, \quad (2.8)$$

$$\bar{t}_{Oч} = \bar{t}_{Oч}^{-H} + \bar{t}_{Oч}^{-B}. \quad (2.9)$$

Межі розсіювання часу очікування при обслуговуванні

$$\sigma_{OчI} = \frac{t_{0i}}{1-\rho} \sqrt{\frac{\rho}{3} - \frac{\rho^2}{12}} (1 + \gamma_0^2). \quad (2.10)$$

Розрахуємо числові значення:

$$\sigma_{Oч}^H = \frac{0,7}{1-0,64} \sqrt{\frac{0,64}{3} - \frac{0,64^2}{12}} \cdot (1 + 0,157^2) = 0,83,$$

$$\sigma_{Oч}^B = \frac{0,9}{1-0,64} \sqrt{\frac{0,64}{3} - \frac{0,64^2}{12}} \cdot (1 + 0,156^2) = 1,07.$$

Тоді середньоквадратичні відхилення

$$\sigma_{Oч}^2 = 0,83^2 + 1,07^2 = 1,83,$$

$$t_{TO} = 0,7 + 1,4 + 0,9 = 3 \text{ год},$$

$$\bar{t}_{Oч} = 0,11 + 0,15 = 0,26 \text{ год},$$

$$\sigma_{TO} = \sqrt{0,11^2 + 0,16^2 + 0,14^2} = 0,24 \text{ год},$$

$$\sigma_{OA} = \frac{0,5\sqrt{0,24^2 + 1,83^2} \cdot \left(\sqrt{4 \cdot 0,95 \cdot 8(3 + 0,26) + 9(0,24^2 + 1,83^2)} - 3\sqrt{0,24^2 + 1,83^2} \right)}{(3 + 0,26)^2} = 0,52 \text{ об.}$$

Тоді за отриманими додатковими даними визначаємо необхідну кількість автомобілів за їх пропускну спроможністю

$$Q_c = \Pi \cdot n_A + t_\beta \sigma_{OA} q_A \gamma, \quad (2.11)$$

де n_A - розрахункова кількість автомобілів для перевезення.

Виконаємо процедуру обчислення.

Введемо деякі позначення:

$$\frac{2\Pi Q_c + t_\beta^2 \sigma_{OA}^2 q_A^2 \gamma^2}{\Pi^2} = a,$$

$$\frac{Q_c^2}{\Pi^2} = b.$$

Після перетворень встановимо вираз для визначення кількості автомобілів

$$n_A = \frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} - b}. \quad (2.12)$$

Встановимо числове значення при: $t_\beta = 1,64$, при ймовірності $P = 0,95$:

$$T = 0,11 + 0,15 + 0,7 + 1,4 + 0,9 = 3,26 \text{ год};$$

$$П = \frac{0,95 \cdot 8 \cdot 5,8 \cdot 0,7}{3,26} = 9,46 \text{ т};$$

$$a = \frac{2 \cdot 9,46 \cdot 264 + 1,64^2 \cdot 0,52^2 \cdot 5,8^2 \cdot 0,7^2}{9,46^2} = 55,9;$$

$$b = \frac{264^2}{9,46^2} = 778,8;$$

$$n_A = \frac{55,9}{2} + \sqrt{\frac{55,9^2}{4} - 778,8} = 29,5 \approx 30 \text{ авто.}$$

Таким чином, розрахунок вказує на те, що для перевезення заданої кількості урожаю нам необхідно буде використати 30 автомобілів.

2.2 Обґрунтування технологічних характеристик навантажувальних пристроїв

Окреслимо вихідні дані для розрахунку.

Цукровий буряк перевозять 5 автомобілями КАМАЗ з господарства на приймальний пункт. Відстань перевезення - 18 км. Завантаження буряка здійснюється з кагатів буряконавантажувачі. Середній час завантаження 12 т в один автомобіль - 0,1 години. Технічна швидкість автомобіля – 25 км / год. Час перебування автомобіля на приймальному пункті - 0,3 години. Визначити коефіцієнти простоїв навантажувача і автомобілів, їх продуктивність.

Розрахуємо інтенсивність надходження автомобілі λ , а також їх обслуговування μ .

Перший параметр розрахуємо за залежністю

$$\lambda = \frac{1}{t_{пyx} + t_{роз}}. \quad (2.13)$$

Встановимо числове значення

$$\lambda = \frac{1}{1,44 + 0,3} = 0,57 \text{ авт/год};$$

де $t_{пyx}, t_{роз}$ - час, який затрачається на поїздку, а також розвантажувальні операції;

$$t_{пyx} = \frac{2l_{ij}}{V_T}, \quad (2.14)$$

тоді

$$t_{пyx} = \frac{2 \cdot 18}{25} = 1,44, \text{ год.}$$

Так само встановимо значення інтенсивності обслуговування за залежністю

$$\mu = \frac{1}{t_{роз}}. \quad (2.15)$$

Розрахуємо

$$\mu = \frac{1}{0,3} = 3,3 \approx 3 \text{ авт/год.}$$

Коефіцієнт, що визначає завантаженість системи

$$\rho_1 = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (2.16)$$

Підставимо значення, отримаємо

$$\rho_1 = \frac{0,57}{3} = 0,19.$$

В силу різних обставин навантажувач може простоювати. Це фактор можна розрахувати за залежністю

$$P_{01} = \frac{1}{1 + n_A \cdot \rho_1 + n_A \cdot (n_A - 1) \rho_1^2 + \dots + n_A (n_A - 1) 1 \cdot \rho_1^{n_A}}. \quad (2.17)$$

У числовому вираженні це буде становити

$$P_{01} = \frac{1}{1 + 5 \cdot 0,19 + 5 \cdot (5 - 1) 0,19^2 + 5 \cdot (5 - 1)(5 - 2)(5 - 3) 1 \cdot 0,19^4 + \dots + \frac{1}{5 \cdot (5 - 1)(5 - 2)(5 - 3)(5 - 4) 1 \cdot 0,19^5}} = 0,3$$

де n_A - згрупована кількість автомобілів, що утворює ланку ($n_A = 5$).

Ймовірність виконання операції навантаження

$$P_1 = 1 - P_{01}. \quad (2.18)$$

Розрахуємо значення

$$P_1 = 1 - 0,3 = 0,7$$

Як проміжний висновок – завантаженість навантажувача приблизно 0,515 часу зміни.

Якщо так проходитиме процес, то кількість автомобілів, що перебувають в очікуванні буде складати

$$\omega = n_A - \frac{1 - P_0}{\rho}. \quad (2.19)$$

Цей параметр в числовому вираженні

$$\omega = 5 - \frac{1 - 0,3}{0,19} = 1,3 \text{ авт.}$$

З іншого боку, черга автомобілів

$$r = n_A - (1 - P_0) \left(1 + \frac{1}{\rho} \right). \quad (2.20)$$

Прорахуємо значення

$$r = 5 - (1 - 0,3) \left(1 + \frac{1}{0,19} \right) = 0,62 \text{ авт.}$$

Встановимо продуктивність автомобіля, де врахований його простій.

- без простоїв

$$W_T^A = \frac{q}{t_i}, \quad (2.21)$$

числове вираження

$$W_T^A = \frac{12}{1,74} = 6,89 \text{ т/год.}$$

За таких значень коефіцієнт використання часу зміни

$$\eta_A = \frac{n_A - r}{n_A}, \quad (2.22)$$

тоді

$$\eta_A = \frac{5 - 0,62}{5} = 0,88$$

Продуктивність автомобіля з врахуванням простоїв

$$W_{3M}^A = W_T^A \eta_A, \quad (2.23)$$

розрахуємо

$$W_{3M}^A = 6,89 \cdot 0,88 = 6,06 \text{ т/год.}$$

Загальна продуктивність автомобілів

$$W_{GP}^A = W_{3M}^A n_A, \quad (2.24)$$

$$W_{GP}^A = 6,06 \cdot 5 = 30,3 \text{ т/год.}$$

Для навантажувачів годинна продуктивність

$$W_{3M}^{\Pi} = W_{TP}^A = 30,3 \text{ т/год.} \quad (2.25)$$

Перевіримо отримані значення.

Паспортна продуктивність навантажувача

$$W_T^{\Pi} = \frac{q}{t_{3AB}}. \quad (2.26)$$

При конкретних значеннях

$$W_T^{\Pi} = \frac{12}{0,1} = 120 \text{ т/год.}$$

Фактична годинна продуктивність навантажувача

$$W_{3M}^{\Pi} = W_T^{\Pi} (1 - P_0), \quad (2.27)$$

тоді

$$W_{3M}^{\Pi} = 120 \cdot (1 - 0,3) = 84 \text{ т/год.}$$

Таким чином, розраховано числові значення технологічних показників

2.3. Обґрунтування варіантів перевезень при взаємодії залізничного транспорту з автомобільним

Подальше перевезення вантажу передбачає взаємодію залізничного та автомобільного транспорту. Задача моделюється таким чином, що на станцію підвозять вагони вантажу. Які автомобільний транспорт повинен доставити до місця призначення.

Кількість вантажу, що підводиться на станцію $Q = 250$ т. Вантажність автомобілів $q = 5$ тонн. Залізничний транспорту працює цілодобова, автомобільний $TA = 14$ год.

Переробна здатність вантажного фронту щодо зв'язків 1-3, 1-2, 2-3 графу, рис. 2.1 розраховується:

$$P'_{1-3} = P_{1-3} \cdot TA \quad (2.28)$$

$$P'_{1-2} = P_{1-2} \cdot TA \quad (2.29)$$

$$P'_{2-3} = P_{2-3} \cdot TA \quad (2.30)$$

$$P'_{1-3} = 67 \cdot 14 = 938\text{т} = 0,938 \text{ тис.т};$$

$$P'_{1-2} = 72 \cdot 14 = 1008\text{т} = 1,008 \text{ тис.т};$$

$$P'_{2-3} = 57 \cdot 14 = 798\text{т} = 0,798 \text{ тис.т}.$$

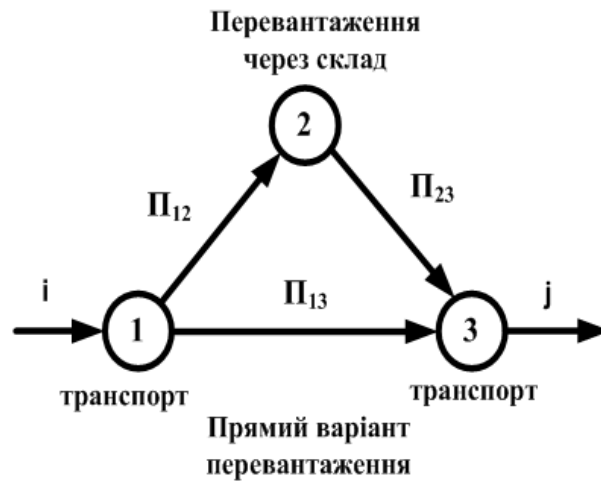


Рисунок. 2.1 - Поточковий граф перевантаження із залізничного транспорту на автомобільний: 1 – залізничний транспорт, 2 – склад, 3 – автомобільний транспорт

Кількість вантажу на вантажному фронті протягом часу TA

$$Q' = \frac{Q \cdot TA}{T}, \quad (2.31)$$

$$Q' = \frac{1,14 \cdot 14}{24} = 0,665 \text{ тис.т.}$$

Маса перевантаженого вантажу з вагона у автомобіль

$$Q_{1-3} = \eta' \cdot Q', \quad (2.32)$$

де η' – частка такого вантажу.

Ця частка вантажу за прямим варіантом

$$\eta' = \frac{(B - \sqrt{B^2 - 4AC})}{2A}, \quad (2.33)$$

$$\eta' = \frac{(0,63 - \sqrt{0,3969 + 0,0228})}{2 \cdot (-0,008)} = 1,115,$$

де А, В і С – розрахункові коефіцієнти:

$$A = P \cdot Q(\Pi'_{1-2} \cdot \Pi'_{2-3} - \Pi'_{1-3} \cdot \Pi'_{2-3} - \Pi'_{1-3} \cdot \Pi'_{1-2} + (\Pi'_{1-3})^2), \quad (2.34)$$

$$B = P \cdot Q(\Pi'_{1-3} \cdot \Pi'_{2-3} + \Pi'_{1-3} \cdot \Pi'_{1-2} - 2(\Pi'_{1-3})^2) - (\Pi'_{1-3}) \cdot 2\Pi'_{1-2} \cdot \Pi'_{2-3}, \quad (2.35)$$

$$C = P \cdot Q(\Pi'_{1-3})^2. \quad (2.36)$$

$$A = 0,7 \cdot 1,14(1,008 \cdot 0,798 - 0,938 \cdot 0,798 - 0,938 \cdot 1,008 + 0,9382) = -0,008$$

$$B = 0,7 \cdot 1,14(0,938 \cdot 0,798 + 0,938 \cdot 1,008 - 2 \cdot 0,9382) - 0,9382 \cdot 1,008 \cdot 0,798 = -0,63$$

$$C = 0,7 \cdot 1,14 \cdot 0,9382 = 0,712$$

Як окремий випадок ($A = 0$), тоді

$$\eta' = \frac{(P \cdot Q)}{(\Pi'_{1-2} \cdot \Pi'_{1-3})}. \quad (2.37)$$

Визначимо коефіцієнт Р:

$$P = (1 - P_{0B})(1 - P_{0A})P_C P_M \Pi'_{1-3}, \quad (2.38)$$

$$P = (1 - 0,07)(1 - 0)0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,938 = 0,71,$$

де P_{0B} , P_{0A} – для випадку не подачі або вагонів, або автомобілів:

$$P_{0B} = e - \lambda_B \cdot T_A, \quad (2.39)$$

$$P_{0A} = e - \lambda_A \cdot T_A, \quad (2.40)$$

$$P_{0B} = e - 0,19 \cdot 14 = 0,7,$$

$$P_{0A} = e - 16,28 \cdot 14 \approx 0.$$

Середнє значення інтенсивності потоку подач вагонів

$$\lambda_B = \frac{Q}{Q_B \cdot T_A}, \quad (2.41)$$

$$\lambda_B = \frac{1140}{250 \cdot 24} = 0,19 \text{ подач/год.}$$

Те саме для автомобілів

$$\lambda_A = \frac{Q}{q \cdot T_A}, \quad (2.42)$$

$$\lambda_A = \frac{1140}{5 \cdot 14} = 16,28 \text{ авт./год.}$$

Тому при прямому варіанті може бути перевантажено

$$Q_{1-3} = Q' \cdot \eta', \quad (2.43)$$

$$Q_{1-3} = 665 \cdot 1,115 = 742 \text{ т.}$$

Визначимо при цьому частку вантажу:

$$\eta = \frac{Q_{1-3}}{Q}, \quad (2.44)$$

$$\eta = \frac{742}{1140} = 0,651.$$

Обсяг вантажопереробки

$$Q_n = Q(\eta + (1 - \eta)K_n + (1 - \eta)\varphi_c), \quad (2.45)$$

$$Q_n = 1140(1,115 + (1 - 1,115)2 + (1 - 1,115)0,03) = 1245 \text{ т,}$$

де Q_n – теоретична вантажопереробка, т;

K_n - повторна переробка вантаж, якщо перевантаження піде через склад ($K_n = 2$);

$$\varphi_c = 3\%.$$

Таким чином, було віднайдено основні показники, що характеризують перевалку вантажу при взаємодії залізничного та автомобільного транспорту.

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Конституційні засади охорони праці в Україні. Законодавство України про охорону праці

Законодавство про охорону праці ґрунтується на положеннях, які відповідають Конституції України. Окремі статті (43, 45, 46, 49, 50, 53, 56, 64) Конституції України гарантують право громадян України на працю, відпочинок, охорону здоров'я, медичну допомогу та страхування, а також у випадку повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, у старості та інших випадках.

Законодавчі документи та положення з охорони праці затверджені і видані в різний час Верховною Радою України, Кабінетом Міністрів України.

Загальне законодавство про охорону праці визначається Конституцією України, Законом України "Про охорону праці", "Кодексом законів про працю", Законами України "Про підприємства в Україні" (ст. 25), "Про колективні договори і угоди" (ст.7) та ін. Сюди належать:

– міжгалузеві і галузеві нормативні акти: (Правила побудови та безпечної експлуатації ліфтів, Правила побудови та безпечної експлуатації вантажних кранів, Правила побудови та безпечної експлуатації посудин, які працюють під тиском, Правила побудови та безпечної експлуатації парових і водо нагрівних котлів, Правила пожежної безпеки, Правила охорони праці на підприємствах роздрібної торгівлі тощо);

– міждержавні стандарти, системи стандартів безпеки праці (ГОСТ 120.003-74, ССБП "Опасные и вредные производственные факторы");

– ГОСТ 12.1.001-84 СБТ "Электрополя промышленной частоты: шум, Пожарная безопасность";

– Державні стандарта України (ДСТУ 2156-93, ССБП Безпека промислового підприємства, ДСТУ 2272-93 ССБП Пожарна безпека, Охорона праці);

– правила, норми, положення, інструкції керівників або вказівки, вимоги, рекомендації, технічні умови безпеки.

Закон України "Про охорону праці" прийнятий 14 жовтня 1992 року Верховною Радою України, розповсюджується на всі підприємства, організації та установи незалежно від форм власності та видів їх діяльності.

Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим органом (далі – власник) і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. У Закон внесені наступні зміни:

- впровадження економічних методів управління охороною праці на зміну адміністративно-командним;

- застосування ряду додаткових штрафних санкцій, а також пільг щодо оподаткування;

- створення чіткої системи органів державного управління в нагляді за охороною праці та системи організації цієї роботи безпосередньо на підприємствах, організаціях і установах незалежно від форм власності;

- суттєве розширення прав і соціальних гарантій працівників, насамперед осіб, які потерпіли від нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання, та сімей загиблих;

- визначення місця і ролі колективного договору підприємства у виконанні завдань щодо поліпшення умов і безпеки праці, забезпечення

встановлених законом прав і соціальних гарантій працівників, у тому числі на пільги і компенсації;

- визначення правового статусу служб з охорони праці на підприємствах і в органах державного управління всіх рівнів;
- забезпечення навчання населення з питань охорони праці;
- запровадження спеціального курсу "Охорона праці" в усіх навчальних закладах системи освіти України, започаткування підготовки фахівців з охорони праці у вищих технічних навчальних закладах України;
- забезпечення активної участі профспілок та інших громадських формувань, широких кіл трудящих у вирішенні проблем охорони праці;
- створення необхідних передумов для започаткування нових громадських інститутів і можливості обрання комісій з охорони праці підприємства та уповноважених трудового колективу з цих питань тощо.

В Законі враховано основні вимоги конвенцій і рекомендацій Міжнародної Організації Праці щодо безпеки і гігієни праці та виробничого середовища, регулювання відносин охорони праці в передових країнах, досвід охорони праці України в попередні роки.

3.2. Вимоги безпеки під час перевезення вантажів

Вантажі, що перевозяться транспортними засобами, за масою підрозділяються на три категорії, а за ступенем небезпеки при навантаженні, розвантаженні та транспортуванні – на чотири групи.

Вагові категорії вантажів:

1 категорія – масою (одного місця) менше 30 кг, а також сипучі, дрібноштучні, що перевозяться навалом, тощо;

2 категорія – масою від 30 до 500 кг;

3 категорія – масою більше 500 кг.

Групи вантажів:

1 – малонебезпечні (будівельні матеріали, харчові продукти тощо);

2 – небезпечні за своїми розмірами (негабаритні);

3 – пильні або гарячі (цемент, мінеральні добрива, асфальт, бітум тощо);

4 – небезпечні вантажі згідно з ДСТУ 4500-3:2008 «Вантажі небезпечні. Класифікація».

Під час постановки транспортних засобів під вантажно-розвантажувальні роботи вживаються заходи, що попереджують самовільний їх рух.

Переміщення вантажів 1-ї категорії від складу до місця навантаження або від місця розвантаження до складу може бути організоване вручну, якщо відстань по горизонталі не перевищує 25 м.

При більшій відстані такі вантажі повинні транспортуватися механізмами і пристроями.

У виняткових випадках на місцях непостійного навантаження і розвантаження допускається проводити навантаження і розвантаження вантажів масою до 55 кг (одного місця) вручну двома вантажниками.

Транспортування, навантаження та розвантаження вантажів 2-ї та 3-ї категорій на усіх постійних та тимчасових вантажно-розвантажувальних площадках (пунктах) повинно бути механізовано.

Під час завантаження кузова автомобіля навалочним вантажем він не повинен підійматися над бортами кузова (стандартними або нарощеними) і повинен розміщуватися рівномірно по усій площині кузова.

Штучні вантажі, що підіймаються над бортами кузова, необхідно ув'язувати міцним справним такелажем (канатами, мотузками). Забороняється користуватися металевими канатами та дротом.

Ящиковий та інший штучний вантаж повинен бути укладений так, щоб під час руху (зрушенні з місця і крутих поворотах, різкому

гальмуванні) він не міг переміщуватися по підлозі кузова. За наявності зазорів між окремими місцями вантажу слід вставляти між ними міцні дерев'яні прокладки і розпірки.

Бочки з рідким вантажем установлюють пробкою догори.

Скляна тара з рідинами приймається до перевезення тільки в спеціальній упаковці. Її необхідно установлювати вертикально (пробкою догори).

Забороняється установлювати вантаж у скляній тарі один на другий (у два ряди) без відповідних прокладок (дощок), що захищають нижній шар від розбивання під час руху.

Пильні вантажі допускається перевозити на автомобілях (відкритих кузовах), які обладнані пологами і ущільнювачами, при цьому повинні бути вжиті заходи, що виключають їх розпилювання під час руху.

Водії та працівники, які зайняті на перевезенні, навантаженні та розвантаженні пильних вантажів або отруйних речовин, повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту.

Під час установлення вантажів неправильної форми та складної конфігурації на транспортні засоби, крім вантажів, які не допускається кантувати, їх слід розташовувати таким чином, щоб центр ваги знаходився найнижче.

Вантажі, що перевищують габарити транспортного засобу по довжині на 2 м і більше (довгомірні вантажі), перевозять на автомобілях з причепами-розпусками, до яких вантажі повинні надійно кріпитися.

При одночасному перевезенні довгомірних вантажів різної довжини коротші вантажі повинні розміщуватися зверху.

Забороняється:

перевозити вантажі, що виступають за бокові габарити автомобіля;

загороджувати вантажем двері кабіни водія;

навантажувати довгомірні вантажі вище стояків причепа.

Під час навантаження довгомірних вантажів (труб, рейок, деревини

тощо) на автомобіль з причепом-розпуском необхідно залишати зазор між щитом, який установлений за кабіною автомобіля, і торцями вантажу для того, щоб на поворотах та розворотах вантаж не чіпляв за щит. Для запобігання переміщення вантажу при гальмуванні та під час руху під уклон вантаж повинен бути надійно закріплений.

Навантаження і розвантаження напівпричепів-панелевозів повинно проводитися шляхом плавного опускання (підймання) панелей без ривків і поштовхів.

Напівпричепи повинні завантажуватися, починаючи з передньої частини (щоб уникнути перекидання), а розвантажуватися – із задньої частини.

Вантажно-розвантажувальні роботи в охоронних зонах повітряних ліній електропередач допускається виконувати тільки після проведення цільового інструктажу і оформлення наряду-допуску, що видається організацією, відповідальною за виконання робіт.

Під час здійснення механізованого розвантаження зерна, буряків тощо на приймальних пунктах (або в інших місцях) перекидачами, буртоукладачами водій зобов'язаний установити автомобіль (автопоїзд) на перекидач, буртоукладач, загальмувати його, включити нижчу передачу, вийти з кабіни і знаходитися в безпечній зоні в межах видимості оператора.

Забороняється водію зачищати кузов від залишків буряків, зерна тощо.

Під час навантажування транспортних засобів екскаваторами повинні виконуватись такі вимоги:

транспортні засоби, що очікують навантаження, повинні знаходитися за межами радіусу дії екскаваторного ковша і ставати під навантаження тільки після дозвільного сигналу машиніста екскаватора;

транспортні засоби, які знаходяться під навантаженням, повинні бути загальмовані;

навантаження в кузов транспортних засобів повинно проводитися тільки збоку чи ззаду;

перенесення екскаваторного ковша над кабіною автомобіля забороняється;

навантажений транспортний засіб повинен слідувати до пункту розвантаження тільки після дозвільного сигналу машиніста екскаватора;

транспортний засіб, який знаходиться під навантаженням, повинен бути в межах видимості машиніста.

Розвантаження транспортних засобів біля відкосів, силосних ям, ярів тощо допускається за наявності колесовідбійного бруса.

За відсутності колесовідбійного бруса забороняється під'їжджати до брівки розвантажувальної площадки ближче ніж на 3 м.

Небезпечні вантажі і порожня тара з-під них приймаються до перевезення і перевозяться відповідно до вимог Правил дорожнього перевезення небезпечних вантажів, затверджених наказом Міністерства внутрішніх справ України від 26 липня 2004 року № 822, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 20 серпня 2004 року за № 1040/9639.

На усіх вантажних місцях, що містять небезпечні речовини, повинні бути ярлики, що позначають: вид небезпечного вантажу, верх упаковки, наявність крихких посудин в упаковці.

Не допускається виконувати вантажно-розвантажувальні роботи з небезпечним вантажем при виявленні невідповідності тари вимогам нормативно-технічної документації, несправності тари, а також за відсутності маркування і попереджувальних написів на ній.

Навантаження небезпечного вантажу на автомобіль та розвантаження його з автомобіля повинно проводитися при виключеному двигуні, за винятком випадків наливання та зливання нафтопродуктів в автоцистерну, що робиться за допомогою насоса, який установлений на автомобілі і приводиться в дію двигуном автомобіля. Водій в такому разі знаходиться біля пульта керування насосом.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Після проведених розрахунків було встановлено наступні параметри та показники.

Розрахункова пропускна здатність першої ланки становить за статистичними методом – 91,43 бункерів протягом робочого дня;

кількість комбайнів, що експлуатується на розглядуваній площі – 6 шт.;

тривалості робочого циклу – 0,63 год.

За детермінованим підходом:

пропускна здатність першої ланки становить – 102,6 бункерів протягом робочого дня;

пропускна здатність другої ланки – 182,85 бункерів /робочий день;

третьої ланки – 208,5 85 бункерів /робочий день;

необхідна кількість автомобілів для відвезення продукції (зерна)–

$$n_A = 13 \text{од.}$$

При зменшенні кількості автомобілів, тобто при заокругленні їх кількості в меншу сторону на одну одиницю – потрібно збільшити швидкість їх руху. Розрахунок вказує, що потрібно 25 км/год до 44,4 км/год для зменшення часу одного оберту на 0,63 год.

При перевезенні буряків отримано аналогічні результати:

для першої ланки – 34 бун./роб. дн.;

другої ланки – 43 бун./роб. дн.;

третьої ланки – потрібно 4 одиниці автомобілів;

Якщо кількість автомобілів заокруглити до меншого значення 3 автомобілі, то потрібно зменшити час оберту на 0,04 год, а для недопущення простою 6 комбайнів – збільшити швидкість транспортування врожаю з 31,2 км/год до 35 км/год.

При розрахунку необхідної кількості автомобілів, яка потрібна для вивезення урожаю було встановлено: тривалість одного оберту – $T = 3,26 \text{ год.}$; кількість автомобілів $n_A = 30$ одиниць.

Крім того, прораховані фактичні продуктивності автомобілів з врахуванням простоїв та непередбачуваних ситуацій:

При врахуванні простоїв – $W_T^A = 6,89$ т/год; фактична продуктивність – $W_{3M}^A = 6,06$ т/год.

Для навантажувача: необхідна продуктивність повинна складати $W_{3M}^H = W_{TP}^A = 30,3$ т/год, його паспортна продуктивність $W_T^H = 60$ т/год;

Ефективність використання часу зміни автомобілями складає $\eta_A = 0,88$

При взаємодії автомобільного транспорту із залізничним переробна здатність складає:

$\Pi 1-3 = 0,938$ тис.т; $\Pi 1-2 = 1,008$ тис.т; $\Pi 2'-3 = 0,798$ тис.т. Маса вантажу, яка надійде на вантажний фронт за час $Q' = 0,665$ тис.т

Розрахунковий обсяг вантажопереробки вантажного фронту в пункті взаємодії залізничного та автомобільного транспорту $Q_n = 1245$ т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про транспорт: Закон України, 10 листопада 1994 року // *Голос України*-1995, 11 січня №5.
2. Про автомобільний транспорт: Закон України, 5 квітня 2001 року // *Голос України*-2001.- 15 травня №5.
3. Про охорону праці: Закон України 21 листопада 2002 року.
4. Бабій М.В. Шляхи вирішення логістичних проблем агропромислового комплексу України. Матеріали XX наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2017. С. 55.
5. Збірник законодавчих та нормативних документів, що регламентують діяльність автомобільного транспорту з питань безпечних перевезень пасажирів і вантажів-К.:Основа 2001.-345с.
6. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. (2021). Підвищення ефективності організації дорожнього руху на нерегульованому перехресті. *Розвиток транспорту*, (1(8), 125-134. <https://doi.org/10.33082/td.2021.1-8.12>.
7. Збірник законодавчих та нормативних документів, що регламентують діяльність підприємств автомобільного транспорту всіх форм власності. К.:Юмана;-М.:Транспорт 1998.-127с.
8. Babii A. (2020) Study of the efficiency of working mixture application in chemical crop protection / Andrii Babii // *Scientific Journal of TNTU*. Tern. : TNTU, 2020. Vol 98. No 2. P. 99–109.
9. Бабій М.В. Проблеми транспортної логістики в аграрному секторі України / М.В. Бабій // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства*. Випуск 184 “Технічний сервіс машин для рослинництва”, Харків, 2017. – с.130–135.
10. Babii A. (2020) Important aspects of the experimental research methodology / Andrii Babii // *Scientific Journal of TNTU*. Tern. : TNTU, 2020. Vol 97. No 1. P. 77–87.

11. Бабин Л.В. Техничко-экономические изыскания и проектирование автотранспортных предприятий: Учебник. - К.: Выщ. школа, 1979-168с.
12. Leshchak R.L., Babii A.V., Barna R.A., and Syrotyuk A.M. Corrosion resistance of steel of the frames of boom sprayers. *Materials Science*. Vol. 56. No. 3. November, 2020. P. 425–431.
13. Бучин Е.Д. Взаимодействие внутреннего водного транспорта с морским, железнодорожным и автомобильным: Учебное пособие. -М.: Транспорт, 1971.-192с.
14. Бабій А.В. Аналіз причин травмування зернового матеріалу при збиранні та транспортуванні / Бабій А.В., Бабій М.В., Кучвара І.М. // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів», Харків. № 11. 2018. С. 27-34.
15. В.В. Аулін, М.Є. Кристопчук, О.П. Цьонь, М.Я. Сташків, М.В. Бабій, Ю.Д. Бодоря. Глобальна криза від пандемії Covid-19 та її вплив на мобільність населення. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, 2021, вип. 4(35). С. 247-253.
16. Ванчукевич В.Ф. и др. Грузовые автомобильные перевозки. -Минск: Выш. Шк., 1989.-271с.
17. Бабій М.В. Дослідження раціональної тривалості робочого часу водія. *Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*. Тернопіль : ТНТУ, 2016. Том 1. С. 105.
18. Andreikiv O.E., Babii A.V., Dolinska I.Ya., and Matviiv Yu.Ya. Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Materials Science*. Vol. 56. No. 1, July, 2020. P. 112–118.
19. Воркут А.И. Автомобильные перевозки партионных грузов.-К.:Вища школа, 1974.-184 с.
20. Rybak, T.I., Babii, A.V., Bortnyk, I.M. et al. Evaluation of the Service Life of the Frames of Sections of Boom Field Sprayers. *Mater Sci* 55, 374–380 (2019).
21. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки 2-е изд. Перераб. И

доп. К: Вища школа. Головное изд-во, 1986.-447 с.

22. Andreikiv O.E., Babii A.V. & Dolinska, I.Ya. Influence of the Working Media and Maneuvering Loading Mode on the Service Life of Spraying Booms of Field Sprinklers. *Materials Science*. Vol. 56. December, 2020. P.166–173.

23. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы и планирование на автомобильном транспорте: Учебник. М.: Транспорт. 1982.-192с.

24. Громов Н.Н. Управление на транспорте, М.: Транспорт, 1990.

25. Бабій М.В., Кучвара І.М. Ключові проблеми безпеки дорожнього руху в Україні. Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти : матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції. Кривий Ріг, 2017. С. 14–16.

26. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Konstantin Sharai, Andriy Babiy, Mykola Stashkiv. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4. No. 1 (100) (2019) Engineering Technological Systems. P. 33 – 45.

27. Зінь Е.А. Теорія управління соціально-економічними процесами: Навчальний посібник-Рівне: УДУВГП, 1996.-53с.

28. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / Бабій М.В., Бабій А.В., Матвіїшин А.Й. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу”, Харків, 2016. – С. 232–236.

29. Зінь Е.А. Керівник у системі управління //Водне господарство. Методи активного навчання. Навч. посібник /за ред. С.Т. Вознюка і Е.А. Зіня.-К.:ІЗМН, 1997.-368с.

30. Андрейків О.Є., Лисак А.Р., Штаюра Н.С., Бабій А.В. Оцінювання залишкового ресурсу тонкостінних елементів конструкцій з короткими корозійно-втом-ними тріщинами // Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2017, №4. С. 84-90.

31. Зінь Е.А., Турченко М.О. Планування діяльності підприємства: Підручник.- К.: „Професіонал”, 2004-320с.
32. Babii A., Babii M.(2019) Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.
33. О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, В.О. Дзюра, М.В. Бабій, М.Є. Кристопчук, С.В. Лисенко, Ю.Д. Бодоря. Дослідження безпеки дорожнього руху на автошляхах. Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2022, вип. 5(36)_1. С. 311-317.
34. Иванов В.Н., Киселев С.Е., Тюрин Н.Г. Перевозки опасных грузов автомобильным транспортом. -М.: Транспорт. 1983.-269с.
35. Бабій А., Бабій М. (2019) «Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (3(13)), с. 87-91. doi: 10.37700/enm.2019.3(13).87-91. (Фахове видання України).
36. Канарчук. В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2 Організація планування й управління: Підручник.- К.: Вища школа., 1994.-383 с.
37. Бабій М. В. Дослідження роботи енергозберігаючого приводного механізму косарки / Марія Василівна Бабій, Андрій Васильович Бабій // Вісник ТНТУ — Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 77. – № 1. – С. 149-161. – (Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки).
38. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок: Учебное пособие / Под ред. Л.А. Александрова, М.: Высш. шк., 1986-336с.
39. Oleksandr Andreykiv, Andrii Babii, Iryna Dolinska, Nataliya Yadzhak, Mariia Babii. Residual lifetime prediction of field sprayer booms under the action of manoeuvre loading and corrosive environment. Procedia Structural Integrity. Volume 36, 2022, P. 36-42.
40. Организация междугородных контейнерных перевозок автомобильным транспортом / Под ред. А.И. Воркута.-К.:Техника, М.: 1987.

41. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Бабій А.В. Закономірності впливу високомодульних наповнювачів на розподіл полів напружень в поверхневих шарах деталей машин, виготовлених з полімерних композитних матеріалів. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2022. Вип. 5(36)_I. С. 55-70.
42. Andreikiv O.E, Lysyk A.R., Shtayura N. S., Babii A. V. Evaluation of the Residual Service Life of Thin-Walled Structural Elements with Short Corrosion-Fatigue Cracks // Materials Science. 2017. 53, No 4. P. 514-521.
43. Панов С.А. Совершенствование перевозок на автомобильном транспорте.- М.: Наука. 1973.150с.
44. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Цепенюк М.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель 140142 А01В 59/06 (2006.01). Заявлено 24.06.2019, u201907015 опубліковано 10.02.2020, бюл. № 3/2020.
45. Романенко И.А. Техничко-экономические основы проектирования сетей автомобильных дорог: Учебник . М. Высш.шк., 1975.-267с.
46. Babii A. (2019) Parameters investigation for independent pendular suspension of sprayer boom. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 96, no 4, pp. 90–100.
47. Справочник по организации и планированию грузовых автомобильных перевозок / Под ред. И.Г. Крамаренко.-К.:Техника, 1991.-206с.
48. Бабій А.В., Рибак Т.І., Бабій М.В Обґрунтування конструктивних особливостей енергозберігаючого приводного механізму косарки. Вісник ХНТУСГ. – Випуск 134 “Технічний сервіс машин для рослинництва”. Харків, 2013. С.116–122.
49. Сиякин А.Д. Грузовые и пассажирские автоперевозки: Пособие по курсовому и дипломному проектированию .-М.; Транспорт. 1985.-256с.
50. Бабій М.В. Дослідження параметрів стрічкового конвеєра для транспортування сипучих матеріалів. Матеріали наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2019. С. 37-38.

51. Тихомиров Н.Н. Техничко-економические изыскания и проектирование автотранспортных предприятий: Учебник. - К.: Выщ. школа, 1977-240с.
52. Бабій А.В., Бабій М.В. Дослідження впливу конструкторсько-технологічних факторів на запас міцності спинки ножа косарки. Вісник ХНТУСГ. Випуск 139. “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. Харків, 2013. С.187–192.
53. Шафиркин Б.И. Единая транспортная сеть и взаимодействие различных видов транспорта. -М.; Транспорт. 1976.-112с.
54. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Хомик Н.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель 138418 А01В 59/06 (2006.01). Заявлено 22.05.2019, u201905538 опубліковано 25.11.2019, бюл. № 22.
55. Зязев В.А., Петров В.И. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом. -М.; Транспорт. 1976.-253с.
56. Babii A., Babii M.(2019) Taking impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.
57. Шитков В.А. Планирование автомобильных перевозок грузов мелкими партиями. -М.; Транспорт. 1976.-112с.
58. Бабій А.В., Бабій М.В. Динамічна модель енергозберігаючого приводного механізму косарки. Вісник ХНТУСГ. Випуск 145. “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. Харків, 2014. С.112–118.
59. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я.І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.
60. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / За ред. Е. П. Желібо і В. М. Пічі. – Київ: «Каравела», Львів: «Новий Світ – 2000», 2001. – 320 с.