

1. **ТРАНСПОРТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЛУГАНЩИНИ**

1.1. Особливості транспорту в сільському господарстві

В сучасних умовах сільськогосподарські підприємства не тільки виробляють продукцію, але й здійснюють функції постачання ресурсів та збуту виробленої продукції, тому рух матеріальних ресурсів від місця виробництва до кінцевого споживача слід розглядати як єдиний матеріальний потік, який забезпечується транспортними засобами. Матеріалопотік в свою чергу є головним елементом, на якому ґрунтується транспортна логістика. Без транспортного процесу виробничий процес сільськогосподарських підприємств є неможливим.

Транспорт в свою чергу має ряд особливостей, які відрізняють його від інших галузей виробництва, такі як:

Транспорт не є виробником продукції;

Транспортна продукція не носить матеріального характеру;

У структурі транспортних витрат витрати на пально-мастильні матеріали та амортизацію складають більше 50-60%;

Використовується в усіх галузях народного господарства; [2]

Накопичені за останні десятиріччя проблеми в АПК країни вимагають системного, комплексного підходу до їхнього розв'язання та повинні ґрунтуватися на відповідній науково-технічній, соціальній та екологічній політиці держави. Окрім традиційних методів та засобів, що застосовуються для підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції і відповідно ефективності роботи виробників, зростає значення такого відносно нового для української економіки інструменту господарювання, як логістика.

Транспортна логістика розглядає такі фактори, як обсяги перевезень, напрями та номенклатуру транспортованих вантажів. Ключова роль транспортування у логістиці пояснюється не тільки великою питомою вагою транспортних витрат у загальному складі логістичних витрат, але і тим, що без транспортування неможливе саме існування матеріального потоку.

Мета транспортної логістики – це зниження витрат, пов'язаних із транспортуванням та зумовленої транспортом шкоди для навколишнього середовища при доставці вантажів «точно в строк» і максимальному задоволенні всіх вимог отримувача вантажів. Серед основних завдань транспортної логістики можна виділити скорочення запасів матеріальних ресурсів у обігу та часу доставки товарів, в чому зацікавлені як постачальники так і споживачі.

Транспортна логістика вирішує комплекс завдань, пов'язаних з організацією переміщення вантажів транспортом загального користування. Основними з них є:

- вибір виду транспортного засобу;
- вибір типу транспортного засобу;
- оптимізація транспортного процесу під час змішаних перевезень;
- визначення раціональних маршрутів доставки;
- забезпечення технологічної єдності транспортно–складського процесу;
- координація транспортного і виробничого процесу [3]

Суттєво ускладнюється ситуація через деструктивні процеси економіки, які за останні півтора десятиліття призвели до призупинення процесів відтворення матеріально-технічної бази сільськогосподарських підприємств. Парк сільськогосподарських підприємств не має достатню кількість вантажних автомобілів, при цьому необхідно зазначити, що під час обліку техніки та визначення її продуктивності не враховуються чинники фізичного і морального зносу. Переважна більшість (понад 70 %) вантажних перевезень в сільському господарстві реалізується автомобільним транспортом [4]. .

Транспортна логістика аграрних підприємств має і свої специфічні проблеми, пов'язані з особливостями агропромислового виробництва:

1) значна кількість дрібних товаровиробників, що ускладнює процес формування крупних партій продукції та сировини;

2) сезонний характер виробництва та розбіжності по строкам при завезенні сировини та матеріалів до підприємства і вивезенні продукції з підприємства;

3) специфіка об'єкта транспортування: деякі види продукції швидко псується та вимагають спеціальних умов перевезення

4) низька якість транспортної інфраструктури, що є наслідком економічної слабкості суб'єктів господарювання та територіальної їх розосередженості;

5) залежність виробництва від погодних умов (особливо продукції рослинництва), та природних біологічних процесів, що ускладнює планування та збільшує невизначеність і ризик;

6) недостатня кількість кваліфікованих кадрів з логістики, викликані об'єктивними розходженнями в способі та умовах життя в місті і селі;

7) недостатньо розвинута співпраця між товаровиробниками, що ускладнює процеси інтеграції та кооперації.

Узагальнення проблеми транспортного забезпечення сільськогосподарських товаровиробників свідчить, що недоліки в організації перевезення різних вантажів негативно впливають на ведення рослинницької і тваринницької галузей. Порівняння досвіду управління перевезеннями до реформування з сучасними умовами свідчить, що в той період, хоча і з певними недоліками, існувала диспетчеризація, особливо під час заготівлі сільськогосподарської продукції, здійснювалися централізовані перевезення вантажів. Тепер цими вантажопотоками ніхто не керує, а перевезення забезпечують, як правило, самі товаровиробники малотоннажними транспортними засобами із значними затратами праці, коштів і нафтопродуктів. Продуктивність автотранспорту за рахунок збільшення простоїв у черзі під розвантаженням зменшується в середньому на 25-30 %.

Поряд із диспетчеруванням перевезення сільськогосподарських вантажів слід враховувати і маркетингові функції, для забезпечення дослідження ринку транспортних послуг, прогнозування попиту, реклами супутніх автоперевезенням послуг, стратегічного маркетингового планування.

Одним із шляхів виживання в складних умовах для сільськогосподарських підприємств, що мають автотранспортні підрозділи, може бути співпраця, а саме – розвиток міжгосподарських форм використання рухомого складу. Дослідженнями встановлено, що економічно сильні підприємства з великими площами сільськогосподарських угідь можуть і повинні формувати власні транспортні підрозділи, комплектувати їх технікою та поновлювати в разі потреби. Невеликим за розміром сільськогосподарським підприємствам і тим, що знаходяться в скрутному економічному стані, доцільніше використовувати техніку на міжгосподарській основі. Отже, врахувавши накопичений у світі досвід, дослідження вітчизняних науковців і сучасний стан автотранспортного обслуговування сільськогосподарського виробництва України, вважаємо, що доцільним є розвиток таких форм використання транспорту:

- 1) автотранспортні формування, метою створення яких є надання транспортних послуг за винагороду;
- 2) безприбуткові міжгосподарські формування зі спільного використання автотранспорту;
- 3) автотранспортні підрозділи сільськогосподарських підприємств.

Така сукупність автотранспортних формувань забезпечить стабільне обслуговування сільськогосподарських товаровиробників по здійсненню усіх видів перевезення необхідних вантажів з найбільшою ефективністю. При недостатньому забезпеченні сільськогосподарських товаровиробників засобами транспорту, та суттєвій частці транспортної складової в структурі собівартості виробництва та реалізації сільськогосподарської продукції, ситуацію ускладнюють і організаційні проблеми використання транспорту які можна вирішити за допомогою використання методів транспортної логістики.

1.2. Стан сільського господарства в Луганській області

Агропромисловий комплекс Луганщини відрізняється певними особливостями, які обумовлені розташуванням області у різних природно-кліматичних зонах і є найменш сприятливим для ведення галузі рослинництва.

Клімат регіону теплий, помірно посушливий з жарким літом, характерним є довгострокові бездощові періоди з високим рівнем температури повітря.

Відмінні особливості ґрунтів і кліматичних характеристик області свідчать про те, що за рівними умовами вирощування сільськогосподарських культур, їх врожайність формується нижче, ніж у сусідніх областях (Донецькій, Дніпропетровській та Кіровоградській). За бонітетом ґрунтів, тобто за показником продуктивності, область займає останні місця в Україні. [пас. Обл.]

У 2015 році в Україні було засіяно 10710,2 тис. га зерновими культурами, а на території Луганської області – 329,34 тис. га, тобто 3,08% від загальної площі посівів країни. В 2016 році це значення зменшилося до 2,93% (305,3 тис. га з 10410 тис. га), а в 2017 складало 2,97% (313,6 тис. га з 10556,7 тис. га) Посівні площі по районах Луганської області за 2015, 2016 та 2017 зазначені на рис.1.1., 1.2. та 1.3.

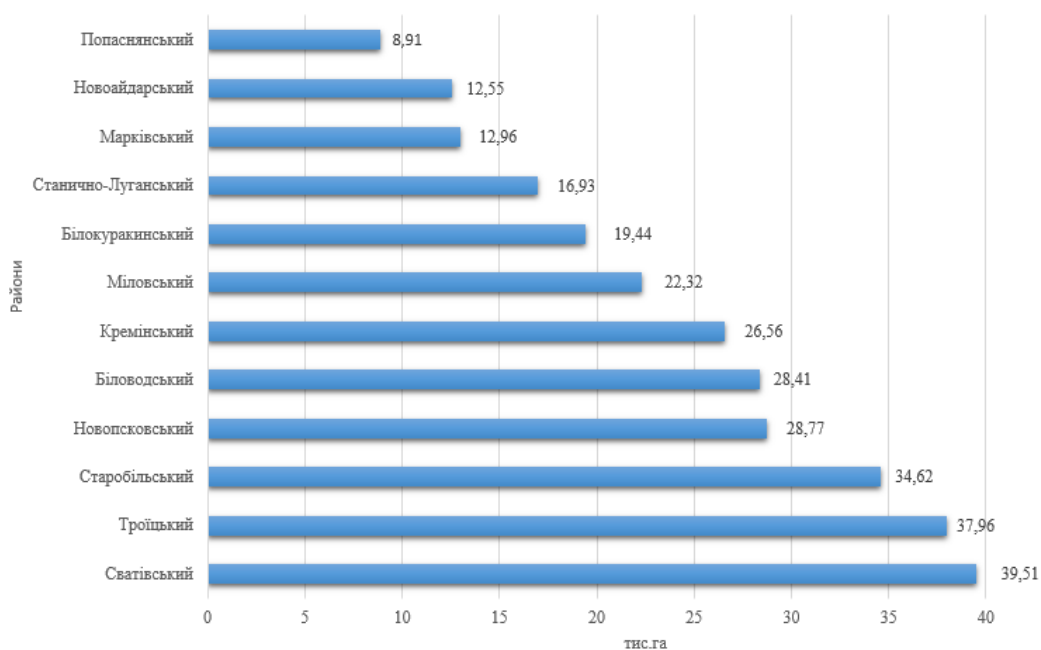


Рис.1.1. Посівні площі під урожай 2015 року по районах області

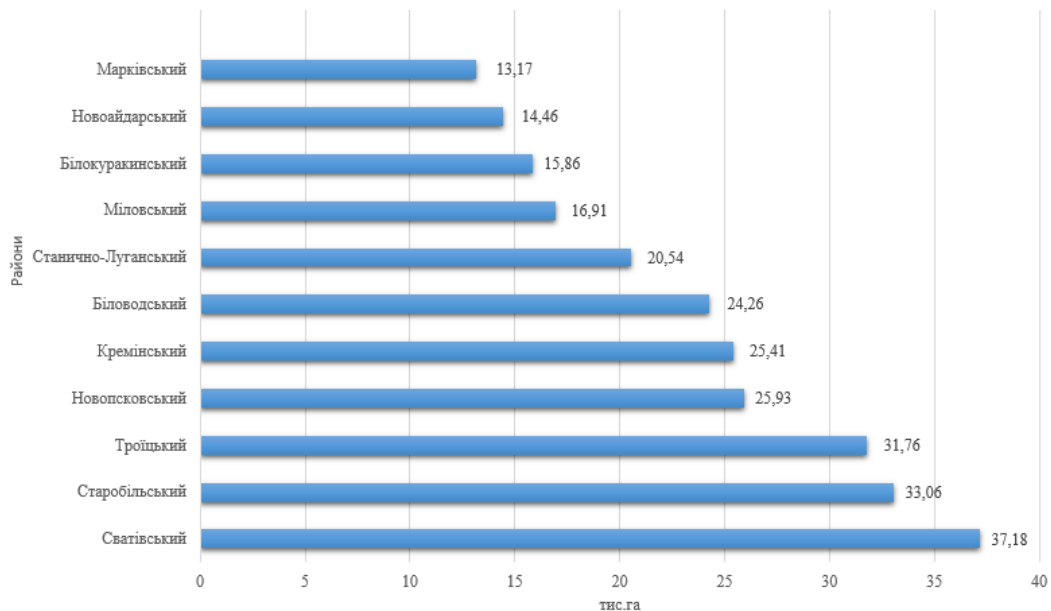


Рис.1.2. Посівні площі під урожай 2016 року по районах області

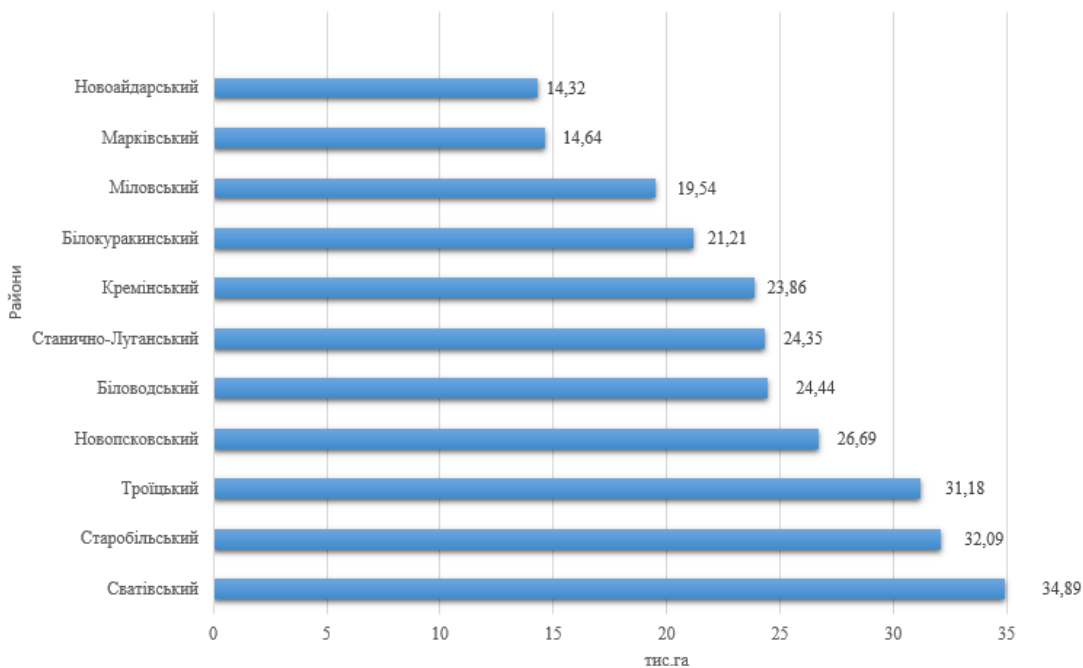


Рис.1.2. Посівні площі під урожай 2017 року по районах області

Як видно з діаграм, найбільшу площу земель в Луганській області в середньому засівають в Сватівському, Старобільському та Троїцькому районах. З цих посівів в 2015 році аграрні підприємства області отримали 672,88 тисяч тон, а в 2016 та 2017 відповідно 842,52 і 890,93 тисяч тон врожаю, з чого можна зробити висновок про те, що в період з 2015 по 2017 рік кількість зібраного в

області збільшилась на 32,4%. В діаграмах на рис 1.4.,1.6.,1.7. відображені дані щодо зібраного врожаю в Луганській області, по районах.

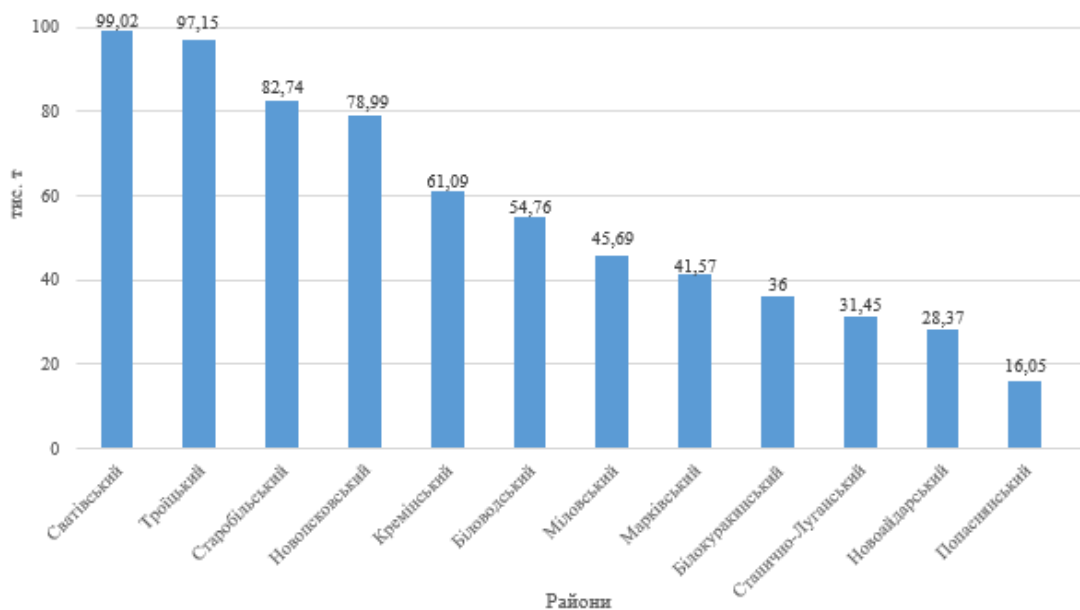


Рис. 1.4. Валові збори по районах Луганської області за 2015 рік

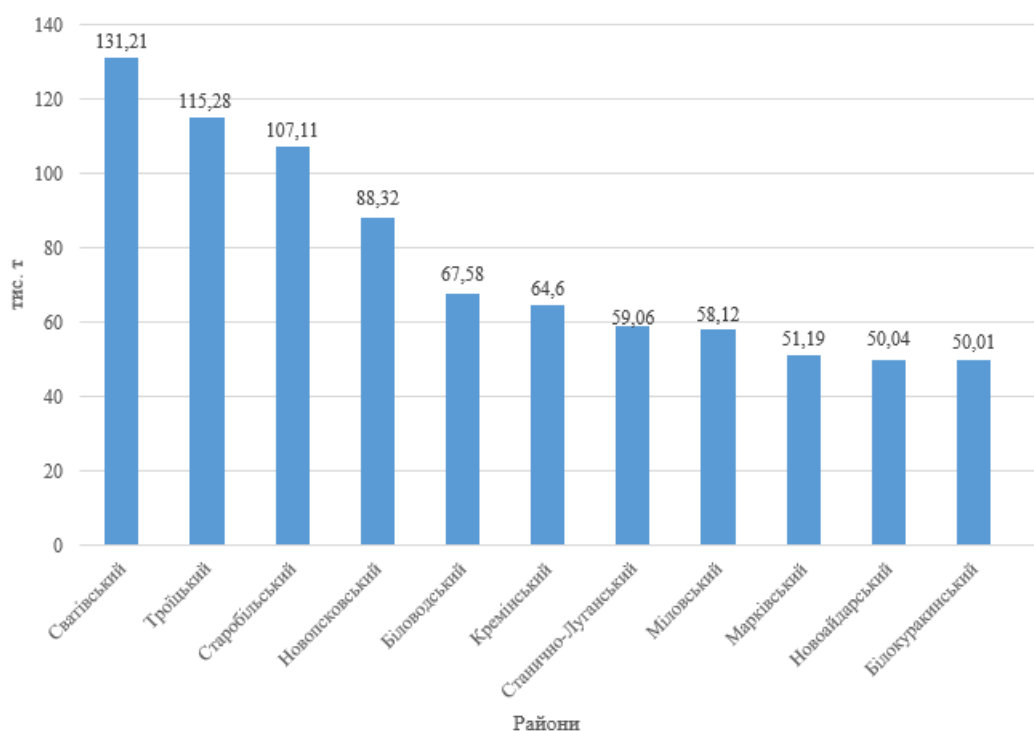


Рис. 1.5. Валові збори по районах Луганської області за 2016 рік

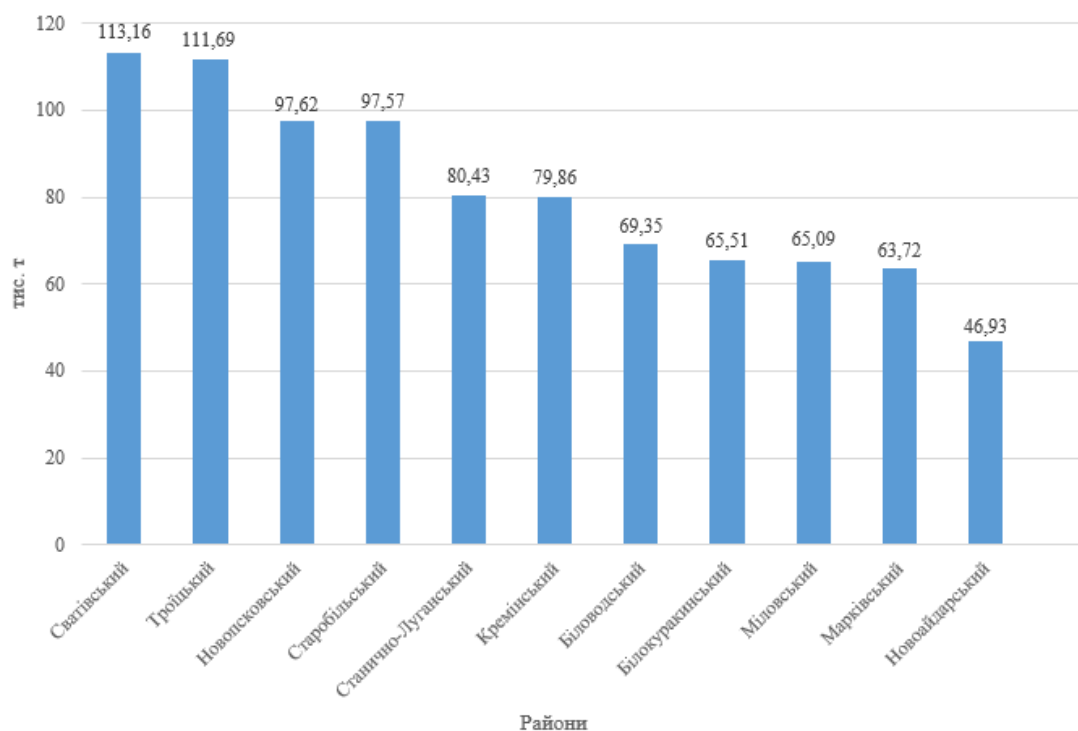


Рис. 1.6. Валові збори по районах Луганської області за 2017 рік

У зв'язку з підвищенням зібраного врожаю в області, постає питання про необхідність збільшення парку сільськогосподарської техніки для збирання та перевезення врожаю зернових. Станом на 2014 рік в аграрних підприємствах Луганщини нараховувалось 12045 одиниць сільськогосподарської техніки, та було закуплено 135 одиниць, а саме були закуплені трактори потужністю від 40 до 60 кВт, трактори потужністю від 60 до 100 кВт, трактори потужністю понад 100 кВт, комбайни зернозбиральні, вантажні та вантажно-пасажирські автомобілі а також причепи та напівпричепи. В 2015 та 2016 роках було куплено відповідно 239 та 405 одиниць. А в 2017 році на балансі в сільськогосподарських підприємствах нараховувалось 12824 одиниць техніки. Статистичні дані, щодо придбаних в 2014, 2015 та 2016 роках одиниць техніки за видами зазначені в діаграмах на рис. 1.7, 1.8. та 1.9. відповідно.

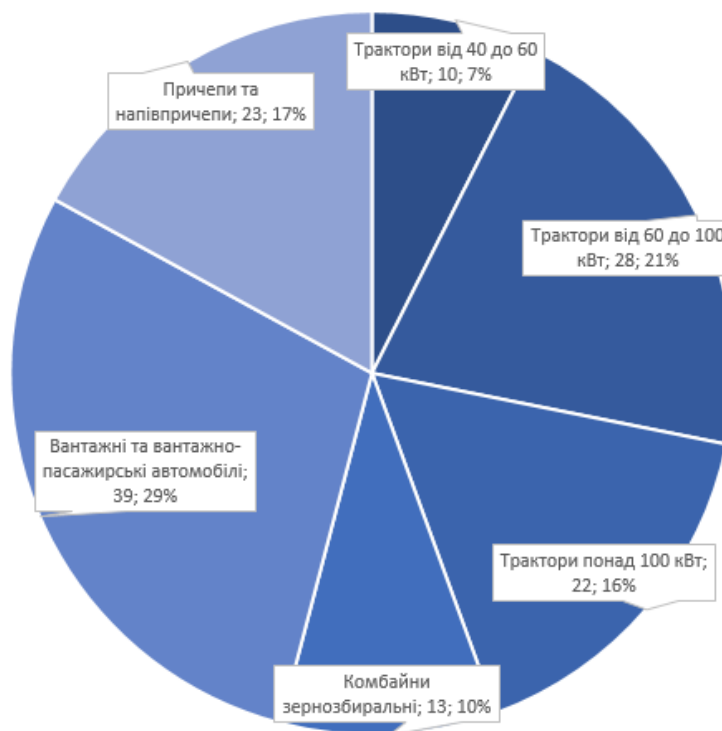


Рис. 1.7. Куплена техніка в 2014 році за видами

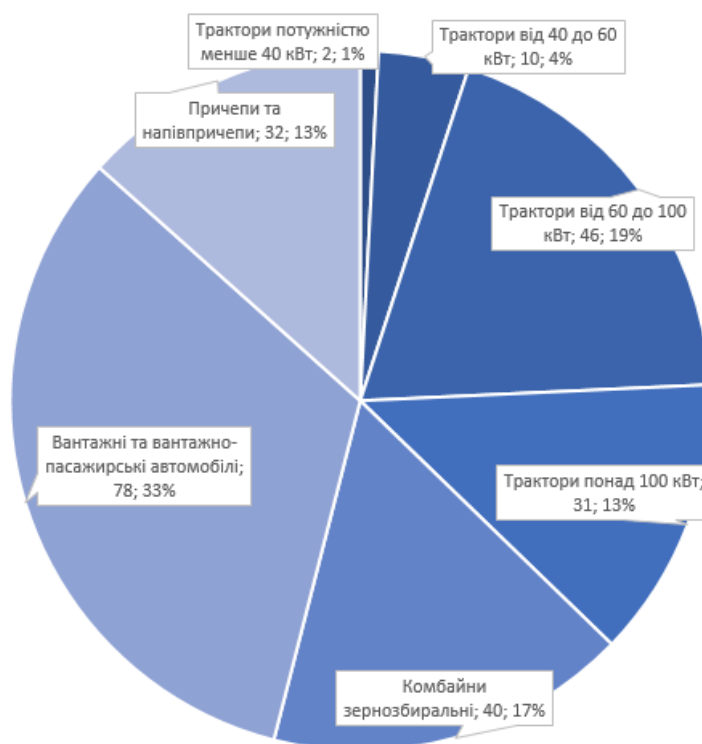


Рис. 1.8. Куплена техніка в 2015 році за видами

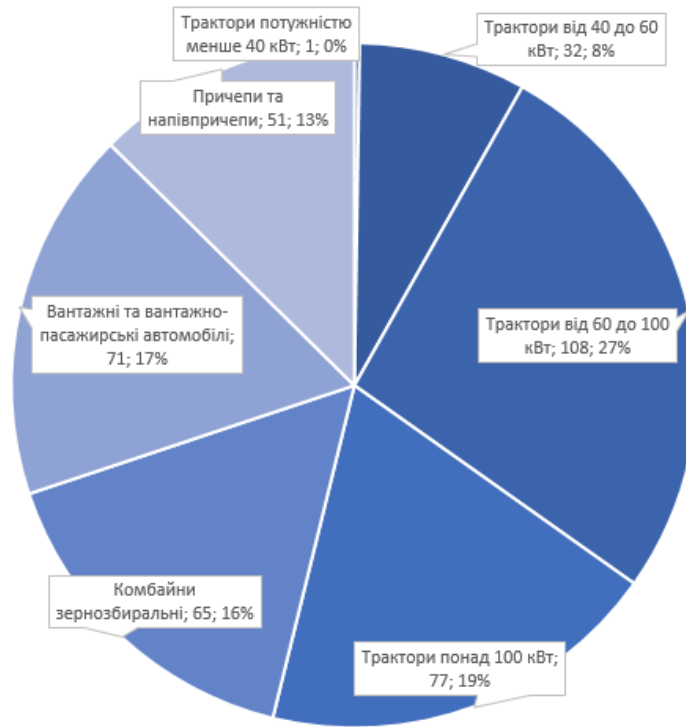


Рис. 1.9. Куплена техніка в 2014 році за видами

На рис. 1.10.,1.11. та 1.12. відображені дані, щодо наявності техніки в сільськогосподарських підприємствах відносно за 2014, 2015 та 2016 роки

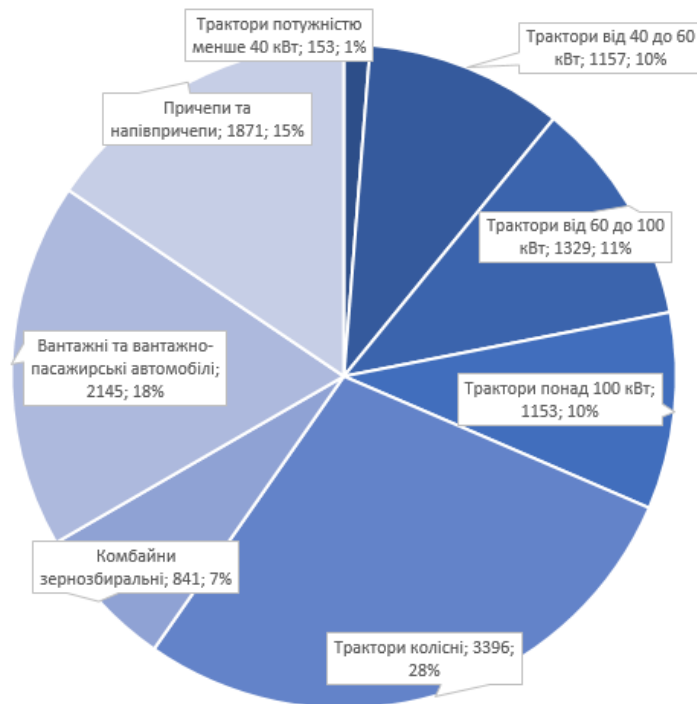


Рис.1.10 Наявність техніки в 2014 році за видами

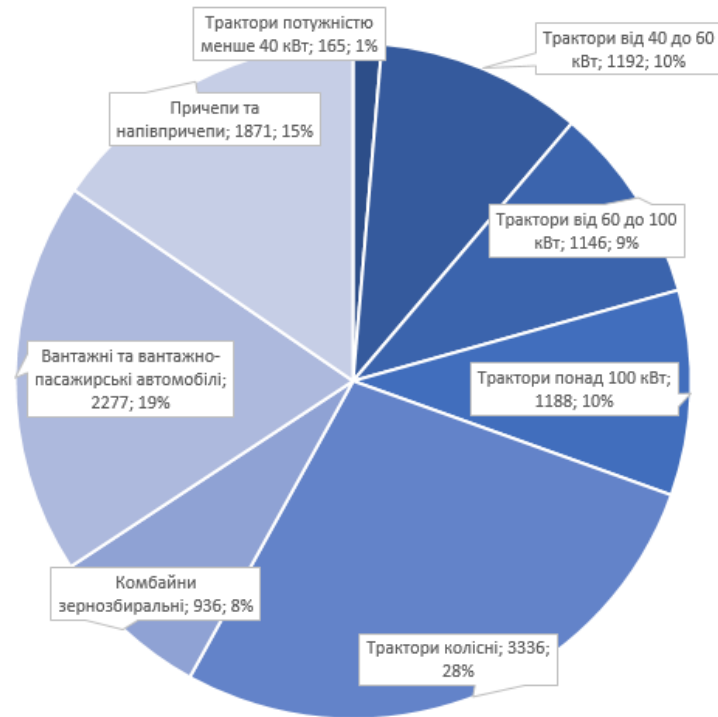


Рис.1.11. Наявність техніки в 2015 році за видами

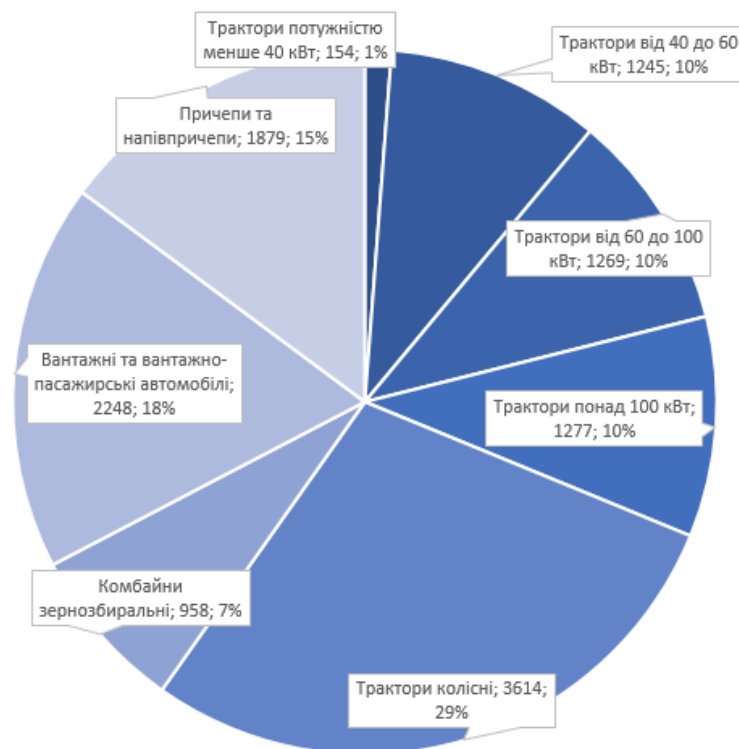


Рис.1.12 Наявність техніки в 2016 році за видами

Необхідно зазначити, що для того, аби зменшити втрати, та зберегти якість зерна збирання врожаю бажано завершити за 10-12 днів. Втрати зерна сортів озимої пшениці при досяганні повної сплості зберігаються

мінімальними протягом 5 днів. При запізнюванні зі збиранням виникають втрати від осипання та погіршення якості зерна. Розтягування строків прибирання пшениці від оптимального до 17-20 днів приводить до недобору врожаю до 15-30%. При цьому різко погіршується і якість отриманої продукції, особливо при вологій погоді – із зерна вимиваються вуглеводи, знижується енергія проростання, виникає зараження хворобами.

З оглядом на вище сказане, можна зауважити, що для зберігання якості збирає мого врожаю, зменшення втрат через невчасний збір, зменшення транспортних витрат необхідно відповідально ставитись до організації транспортного забезпечення. Слід ретельно планувати організацію транспортного забезпечення, зокрема обирати кількість та вид вантажних транспортних засобів а також іншої сільськогосподарської техніки.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ АВТОМОБІЛІВ

При взаємодії збирально-транспортних машин виникають прості комбайнів при очікуванні автомобілів, або автомобілів при очікуванні наповнення бункерів зерном.

Економічно доцільним є мати в збирально-транспортному комплексі таку кількість комбайнів і обслуговуючих їх автомобілів, при якій забезпечується мінімум цільової функції (S), яка представляє собою суму збитків (S_1), обумовлених простоями комбайнів і втрат (S_2) від простоїв автомобілів:

$$S = S_1 + S_2 \rightarrow \min \quad (2.1)$$

Збитки, обумовлені простоями комбайнів:

$$S_1 = C_{зб} \cdot \lambda \cdot t_{оч} \quad (2.2)$$

де $C_{зб}$ – збитки за 1 годину простою комбайна при очікуванні обслуговування (початку розвантаження бункера в кузов автомобіля), грн.;

λ – середня кількість бункерів, наповнених зерном (заявок на обслуговування) за годину;

$t_{оч}$ – середня тривалість очікування кожною заявкою початку обслуговування, год.;

Втрати від простоїв автомобілів:

$$S_2 = C_a \cdot (N - \psi) \quad (2.3)$$

де C_a – втрати від простою одного автомобіля, грн./год;

N – кількість автомобілів в комплексі;

ψ – середня кількість автомобілів, постійно зайнятих обслуговуванням;

$N - \psi$ – середня кількість автомобілів, простоюючих в очікуванні наповнення бункера зерном.

Систему “комбайни-автомобілі” можна розглядати як *систему масового обслуговування з очікуванням*.

Як показують дослідження, наповнення зерном бункерів групи комбайнів може бути ототожнено з “*простим*” потоком заявок, тобто з потоком, який характеризується *ординарністю, стаціонарністю і відсутністю післядії*.

В цьому випадку ймовірність стану системи описується залежностями 2.6, 2.7:

Ймовірність того, що всі канали обслуговування (автомобілі) простоюють, тобто в системі відсутні заявки на обслуговування (ні один з комбайнів не готовий до розвантаження зерна) можна розрахувати за наступною формулою:

$$P_o = \frac{1}{\sum_{K=0}^N \frac{\psi^K}{K!} + \frac{\psi^{N+1}}{N!(N-\psi)}} \quad (2.4)$$

Ймовірність того, що обслуговуванням зайняті рівно “К” каналів, причому $0 \leq K \leq N$:

$$P_K = \frac{\psi^K}{K!} \cdot P_o \quad (2.5)$$

де N – кількість наявних каналів обслуговування в системі (число автомобілів, включених до складу збирально-транспортного комплексу);

ψ – приведена щільність потоку заявок, або коефіцієнт завантаження системи, який визначається відношенням середнього числа заявок, поступаючих за одиницю часу, до середнього числа заявок, які система в змозі обслуговувати за той же проміжок часу:

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.6)$$

де λ – інтенсивність потоку заявок, яка дорівнює:

$$\lambda = \frac{1}{t} \quad (2.7)$$

де t – математичне сподівання тривалості часу між двома сусідніми заявками, годин;

μ – пропускна здатність каналу обслуговування:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обс}}} \quad (2.8)$$

де $t_{\text{обс}}$ – середня тривалість обслуговування однієї заявки, годин.

Величина ψ в формулі (3) дорівнює середньому числу каналів, постійно зайнятих обслуговуванням, а різниця $N - \psi$ відповідає середньому числу простоючих каналів обслуговування.

Величина ψ не може бути довільною. Сталий режим діє тільки в разі $\psi < N$, в протилежному випадку ($\psi > N$) система не забезпечить обслуговування і черга буде необмежено зростати.

Ймовірність наявності черги:

$$P_{\text{чер}} = 1 - \sum_{K=0}^N P_K \quad (2.9)$$

де $\sum_{K=0}^N P_K$ – сума ймовірностей того, що зайнято нуль каналів (в системі відсутні заявки на обслуговування), 1,2 ... N каналів. Тобто $K = 0,1,2 \dots N$ каналів.

Середня довжина черги (число заявок, очікуючих обслуговування) визначається за формулою:

$$m_s = \frac{\frac{\psi^{N+1}}{N!N\left(1 - \frac{\psi}{N}\right)^2}}{\sum_{K=0}^N \frac{\psi^K}{K!} + \frac{\psi^{N+1}}{N!(N-\psi)}} \quad (2.10)$$

Середня тривалість часу очікування заявкою початку обслуговування:

$$t_{оч} = \frac{m_s}{\lambda} \quad (2.11)$$

Розглянемо таку виробничу ситуацію. Розміри і конфігурація полів в господарстві вимагає збиральну ланку у кількості 4 комбайнів Дон-1500Б. Урожайність зернових – 40 ц/га. Зерно від комбайнів на тік перевозять автомобілями КамАЗ-5320 по дорогах з твердим покриттям.

Середня швидкість руху автомобіля з вантажем – 30 км/год, без вантажу – 50 км/год. Середня відстань транспортування – 6 км.

Необхідно визначити розмір транспортної ланки в збирально-транспортному комплексі при мінімальній сумі збитків від вимушених простоїв комбайнів і втрат, обумовлених простоями автомобілів.

Визначимо кількість автомобілів, яка потрібна для обслуговування групи комбайнів за традиційною методикою, тобто без врахування ймовірного характеру взаємодії системи “комбайни-автомобілі”.

В цьому випадку необхідна кількість автомобілів визначається за наступною формулою:

$$N = \frac{m \cdot T_p}{(t_{\sigma} + t_{p\sigma}) \cdot q} \quad (2.12)$$

де m – кількість комбайнів, водночас працюючих на полі;

T_p – тривалість одного рейсу автомобіля, хв.;

t_p – тривалість наповнення бункера комбайна зерном, хв.;

$t_{p\sigma}$ – тривалість розвантаження бункера в кузов автомобіля, хв.;

q – місткість кузова автомобіля, яка виражена у кількості бункерів зерна.

Визначимо тривалість наповнення бункера комбайна зерном:

$$t_{\sigma} = 6000 \cdot \frac{Q \cdot \gamma \cdot \beta}{Y \cdot B_p \cdot V_{\kappa}} \quad (2.13)$$

де Q – об’єм бункера комбайна. Для комбайна Acros 530 $Q = 9\text{м}^3$;

U – урожайність зернових, $U=40,64$ ц/га;

B_p – робоча ширина захвату жатки комбайна, $B_p = 9$ м;

γ – об'ємна маса зерна. В середньому $\gamma = 0,8$ т/м³;

V_k – середня швидкість руху комбайна, яка дорівнює 3,8 км/год;

β – коефіцієнт використання об'єму бункера, $\beta = 0,95$.

Підставляючи у формулу (13) числові значення, одержимо:

$$t_{\delta} = 6000 \cdot \frac{9 \cdot 0,8 \cdot 0,95}{40,64 \cdot 9 \cdot 3,8} = 29,5 \text{ хв}$$

Розрахуємо q – місткість кузова автомобіля, яка виражена у кількості повних бункерів зерна:

$$q = \frac{P \cdot \delta}{Q \cdot \gamma \cdot \beta} \quad (2.14)$$

де P – номінальна вантажопідйомність автомобіля. Для КамАЗ-5320 $P = 8$ т;

δ – коефіцієнт використання вантажопідйомності. Для автомобіля КамАЗ-5320 з надставленими бортами $\delta = 1,15$;

Q , γ , β – відповідно об'єм бункера, середня об'ємна маса зерна і коефіцієнт використання об'єму бункера.

Таким чином, місткість кузова автомобіля КамАЗ-5320 складає:

$$q = \frac{8 \cdot 1,15}{9 \cdot 0,8 \cdot 0,95} = 1,35$$

тобто кузов автомобіля КамАЗ-5320 вміщує 1 повний бункер зерна від комбайна Асрос 530.

Тривалість одного рейсу автомобіля визначається за наступною формулою:

$$T_p = t_n + t_{pa} + 60 \frac{2h}{V_{авт}} \quad (2.15)$$

де t_{pa} – тривалість зважування і розвантаження автомобіля на току, $t_{pa} = 5$ хв.;

h – середня відстань від поля до току, яка дорівнює 8 км;

$V_{авт}$ – середня швидкість руху автомобіля, $V_{авт.} = 40$ км/год.

t_n – тривалість повного навантаження зерном кузова автомобіля.

Враховуючи те, що автомобілі закріплені за групою комбайнів, а не за окремими комбайнами, то кожний автомобіль, прийнявши в кузов зерно від одного комбайна, переміщується до другого. Причому, припускаємо, що тривалість розвантаження одного бункера в кузов автомобіля дорівнює трьом хвилинам, тобто $t_{pб} = 3$ хв., тривалість переїзду автомобіля від одного комбайна до другого і виїзд навантаженого автомобіля із загінки $t_z = 10$ хв. Тоді тривалість повного навантаження зерном автомобіля буде[7]:

$$t_n = q \cdot t_{pб} + t_z \quad (2.16)$$

$$t_n = 1 \cdot 3 + 10 = 13$$

Таким чином, тривалість рейсу автомобіля буде дорівнювати:

$$T_p = 13 + 5 + 60 \frac{2 \cdot 6}{40} = 36 \text{ хв.}, \text{ або } 0,60 \text{ год} \quad (2.17)$$

3. РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ АВТОМОБІЛІВ

Підставляючи в формулу (2.12) одержані числові значення, визначаємо потрібну кількість автомобілів для обслуговування групи із 2 комбайнів:

$$N = \frac{m \cdot T_p}{(t_{\sigma} + t_{pб}) \cdot q}$$

$$N = \frac{2 \cdot 36}{(29,5 + 3) \cdot 1} = 2,2$$

Дослідимо ефективність даної системи “комбайни-автомобілі” при допомозі методів теорії масового обслуговування.

Розрахуємо тривалість часу між появою заявок на обслуговування (t). На наповнення і розвантаження бункера одного комбайну витрачається 33 хв ($t_6 = 29,5$ хв і $t_{р6} = 3$ хв), тобто 0,54 години ($32,5/60$). У полі одночасно працюють 2 комбайни.

Тому тривалість між появою заявок на обслуговування буде:

$$t = \frac{0,54}{2} = 0,27$$

Інтенсивність потоку заявок дорівнюватиме:

$$\lambda = \frac{1}{0,27} = 3,7$$

Отже, на обслуговування поступають 3,7 заявок за годину, тобто протягом години зерном наповнюються 3,7 бункерів комбайнів.

Кузов автомобіля уміщає 1 бункер зерна, отже за час одного рейсу один автомобіль задовольнить 1 заявку на обслуговування.

Пропускна здатність одного каналу обслуговування за формулою (2.8) дорівнює:

$$\mu = \frac{1}{0,6} \cdot 1 = 1,67$$

Тобто за годину один канал обслуговування (автомобіль) задовольнить 1,67 заявки.

Визначимо приведену щільність потоку заявок. Для цього скористаємось формулою (2.6):

$$\psi = \frac{3,7}{1,67} = 2,22$$

Розглянемо збирально-транспортний комплекс, до складу якого входять 2 комбайни і 3 автомобілі. Визначимо ймовірний стан системи масового обслуговування.

Так як $\psi = 2,22 \cdot N = 3$, можемо констатувати, що сталий режим функціонування системи масового обслуговування існує.

Ймовірність того, що в системі немає заявок на обслуговування, тобто всі автомобілі простоюють, чекаючи наповнення бункерів зерном, визначимо за формулою (2.4):

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{K=0}^N \frac{\psi^K}{K!} + \frac{\psi^{N+1}}{N!(N-\psi)}} = \frac{1}{\sum_{K=0}^3 \frac{2,22^K}{K!} + \frac{2,22^{3+1}}{3!(3-2,22)}} = 0,078$$

Аналогічно за формулою (2.5) визначимо ймовірність того, що обслуговуванням зайняті 1,2,3 автомобілі:

$$P_1 = \frac{2,22^1}{1!} \cdot 0,078 = 0,173$$

$$P_2 = \frac{2,22^2}{2!} \cdot 0,078 = 0,192$$

$$P_3 = \frac{2,22^3}{3!} \cdot 0,078 = 0,142$$

Ймовірність наявності черги комбайнів розраховуємо за формулою (2.9):

$$P_{\text{чер}} = 1 - (0,078 + 0,192 + 0,142) = 0,588$$

Середня довжина черги на обслуговування (кількість комбайнів, очікуючих початку розвантаження бункерів):

$$m_s = \frac{\frac{\psi^{N+1}}{N!N\left(1-\frac{\psi}{N}\right)^2}}{\sum_{K=0}^N \frac{\psi^K}{K!} + \frac{\psi^{N+1}}{N!(N-\psi)}} = \frac{\frac{2,22^{3+1}}{3!3\left(1-\frac{2,22}{3}\right)^2}}{\sum_{K=0}^3 \frac{2,22^K}{K!} + \frac{2,22^{3+1}}{3!(3-2,22)}} = 1,57$$

Середня тривалість часу очікування комбайном, який став в чергу, початку обслуговування (початку розвантаження бункера) розрахуємо за формулою (11):

$$t_{оч} = \frac{1,57}{3,7} = 0,42$$

Суму збитків, обумовлених простоями комбайнів (S_1) і втрат від простоїв автомобілів (S_2) розрахуємо за формулами (2) і (3). Матимемо на увазі, що збитки від простою комбайна з урахуванням середньозважених втрат врожаю внаслідок простою комбайна протягом однієї години, недоодержаного прибутку, експлуатаційних витрат на виробництво тієї частини зерна, яка втрачена, та відрахувань на реновацію і зберігання комбайна складають для зернозбирального комбайна Acros 530 1095 грн./год. [8]. Втрати від простою автомобіля КамАЗ-5320 протягом однієї години складають 59,1 грн.

Таким чином, збитки від вимушеного простою комбайнів збирально-транспортного комплексу:

$$S_1 = 1095 \cdot 3,7 \cdot 0,42 = 1701,63$$

Втрати від простоїв автомобілів:

$$S_2 = 59,1 \cdot (3 - 2,22) = 105,19$$

Цільова функція, яка представляє собою суму збитків, обумовлених простоями комбайнів, і втрат від простоїв автомобілів, при такому співвідношенні кількості комбайнів і автомобілів дорівнюватиме:

$$S = 1701,63 + 46,098 = 1747,73$$

Аналіз результатів розрахунку показує, що при такому співвідношенні комбайнів Acros 530 (2 шт.) і автомобілів КамАЗ-5320 (3 шт.) в збирально-транспортному комплексі ймовірність простоїв комбайнів при очікуванні автомобілів складає близько 60 % робочого часу ($P_{чер} = 0,588$).

При цьому кількість комбайнів в черзі на обслуговування дорівнює 2,2 шт, а середня тривалість очікування кожним комбайном розвантаження наповненого зерном бункера дорівнює 0,27 годин, або 16 хвилин. Тому і збитки, обумовлені простоями чотирьох комбайнів через нестачу автомобілів, перевищують 1747 грн./год.

Середня кількість автомобілів, які простоюють, складає:

$$(N - \psi) = 3 - 2,22 = 0,78$$

Втрати, обумовлені простоями автомобілів при очікуванні наповнення бункерів зерном, в цьому випадку дорівнюють 46,098 грн./год.

Виходячи з того, що втрати від простою одного автомобіля за годину (46,098 грн.) значно менші від збитків за 1 годину простою комбайна (1701,63 грн.), то можна підвищити ефективність системи за рахунок збільшення пропускної спроможності обслуговуючої ланки.

Розглянемо комплекс, який включає 2 комбайни Acros 530 і 4 автомобілі КамАЗ-5320.

В цьому випадку:

$$P_{\text{чер}} = 0,149$$

$$m_s = 0,289$$

$$t_{\text{оч}} = 0,078 \text{ год}$$

$$S_1 = 316,017 \text{ грн./год}$$

$$S_2 = 234,2 \text{ грн./год}$$

$$S = 550,217 \text{ грн./год}$$

Із збільшенням автомобілів до чотирьох ймовірність наявності черги на обслуговування скоротиться з 0,42 до 0,149 годин, а тривалість часу очікування комбайном початку обслуговування зменшиться до 0,078 год, або до 4,68 хвилин. Довжина черги зменшиться від 1,57 до 0,289 комбайнів.

Це дозволить скоротити збитки від простою комбайнів на 1197,57 грн./год ($1701,63 - 316,017 = 1385,56$), тобто на 81,4 %.

Хоча втрати від простою автомобілів зросли на 59,1 грн./год ($105,19 - 46,098 = 59,1$), сума збитків і втрат в цілому по збирально-транспортному комплексу зменшилась від 1747,73 до 316,017 грн./год, тобто на 81,92 %.

В таблиці 1 наведено результати розрахунків для різної кількості автомобілів КамАЗ-5320 в складі збирально-транспортного комплексу, який включає 2 комбайни Acros 530.

При збільшенні кількості автомобілів сума збитків і втрат від простоїв комбайнів і автомобілів спочатку зменшується, а потім зростає (див. рис. 1) у зв'язку з тим, що втрати від простоїв автомобілів починають перевищувати зниження збитків від простоїв комбайнів.

Таблиця 3.1

Результати розрахунків

Показники	Кількість автомобілів					
	3	4	5	6	7	8
Ймовірність наявності черги комбайнів ($P_{\text{чер}}$)	0,588	0,149	0,06	0,023	0,016	0,014
Середня кількість комбайнів, очікуючих обслуговування (m_s)	1,57	0,289	0,069	0,017	0,004	0,001
Середня тривалість очікування ($t_{\text{оч}}$), год	0,42	0,078	0,018	0,0046	0,001	0,0003
Збитки від простоїв комбайнів (S_1), грн./год.	1701,63	316,017	72,927	18,637	4,0515	1,215
Втрати від простоїв автомобілів (S_2), грн./год	46,098	105,198	164,298	223,398	282,498	341,598
Сума збитків і втрат (S),	1747,73	421,215	237,225	242,035	286,549	342,813

грн./год						
----------	--	--	--	--	--	--

При збільшенні кількості автомобілів сума збитків і втрат від простоїв комбайнів і автомобілів спочатку зменшується, а потім зростає (див. рис. 1) у зв'язку з тим, що втрати від простоїв автомобілів починають перевищувати зниження збитків від простоїв комбайнів.

Для розглянутого збирально-транспортного комплексу, включаючого 2 комбайни ACROS 530, при даних умовах оптимальним є наявність 5 автомобілів.

Порівнюючи оптимальний варіант (5 автомобілів) з варіантом комплексу, який включає 3 автомобілі, можна зробити висновок, що сума збитків і втрат зменшилась на 1510,51 грн./год (1747,73 – 237,22), тобто на 86,43 %. При роботі в період збирання зернових по 12 годин за добу, економія на 1 збирально-транспортний комплекс за 12-денний період з урахуванням не доодержаного прибутку від втрат врожаю внаслідок простоїв комбайнів, експлуатаційних витрат на виробництво тієї частини зерна, яка втрачена, та відрахувань на амортизацію і зберігання комбайнів становитиме більше ніж двісті тисяч гривень $(1510,51 * 12 * 12) = 217\,513,44$ грн

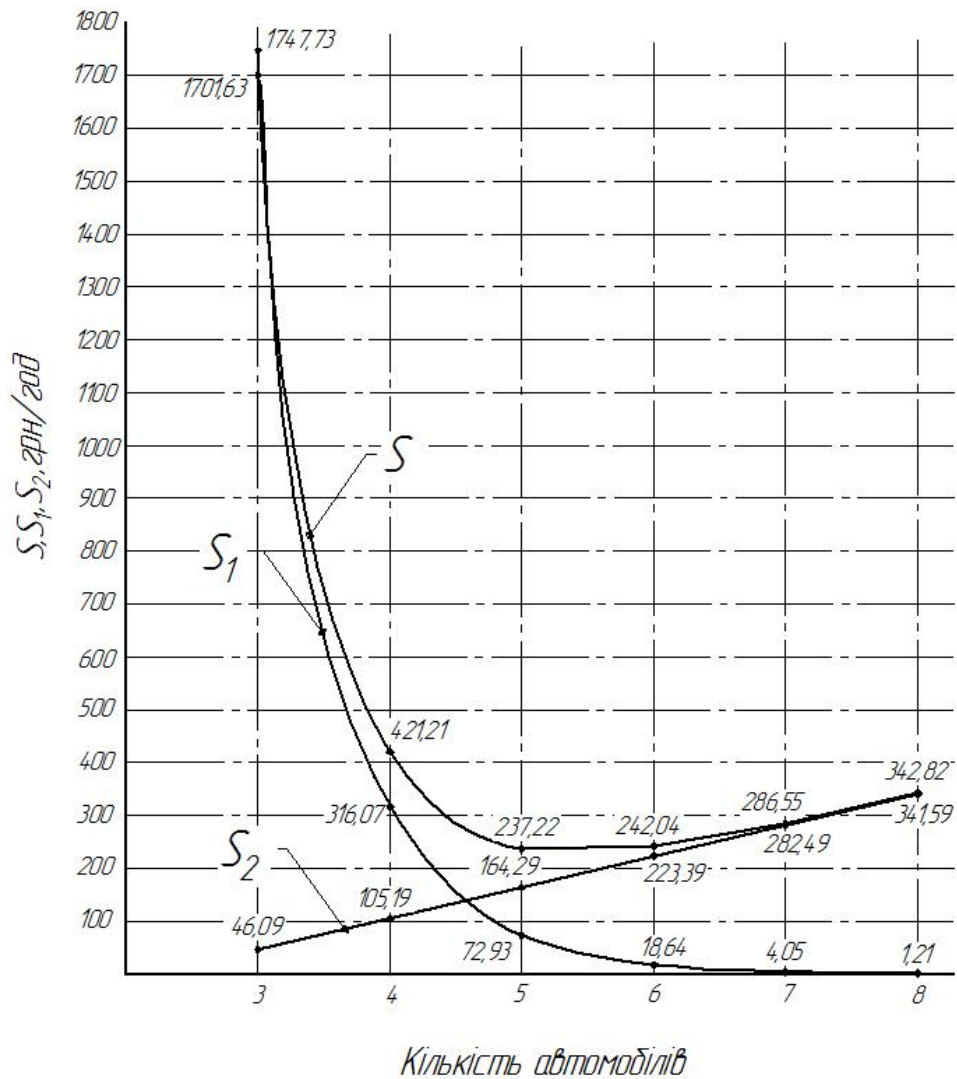


Рис. 3.1 – Вплив кількості автомобілів у збирально-транспортному комплексі на величину збитків від простоїв двох комбайнів і втрат від простоїв автомобілів

Розрахуємо показники для комплексів, в яких використовують 4, 6, 8 та 10 комбайнів.

Таблиця 3.2

Результати розрахунків для комплексу з чотирма комбайнами

Показники	Кількість автомобілів					
	5	6	7	8	9	10
Ймовірність наявності черги	0,652	0,443	0,153	0,113	0,094	0,085

комбайнів ($P_{\text{чep}}$)						
Середня кількість комбайнів, очікуючих обслуговування (m_s)	5,68	1,13	0,352	0,119	0,041	0,014
Середня тривалість очікування ($t_{\text{оч}}$), год	0,7676	0,1527	0,0476	0,0161	0,0055	0,0019
Збитки від простоїв комбайнів (S_1), грн./год.	6219,86	1237,33	385,70	130,46	44,57	15,39
Втрати від простоїв автомобілів (S_2), грн./год	33,69	92,79	151,89	210,99	270,09	329,19
Сума збитків і втрат (S), грн./год	6253,55	1330,12	537,59	341,45	314,66	344,58

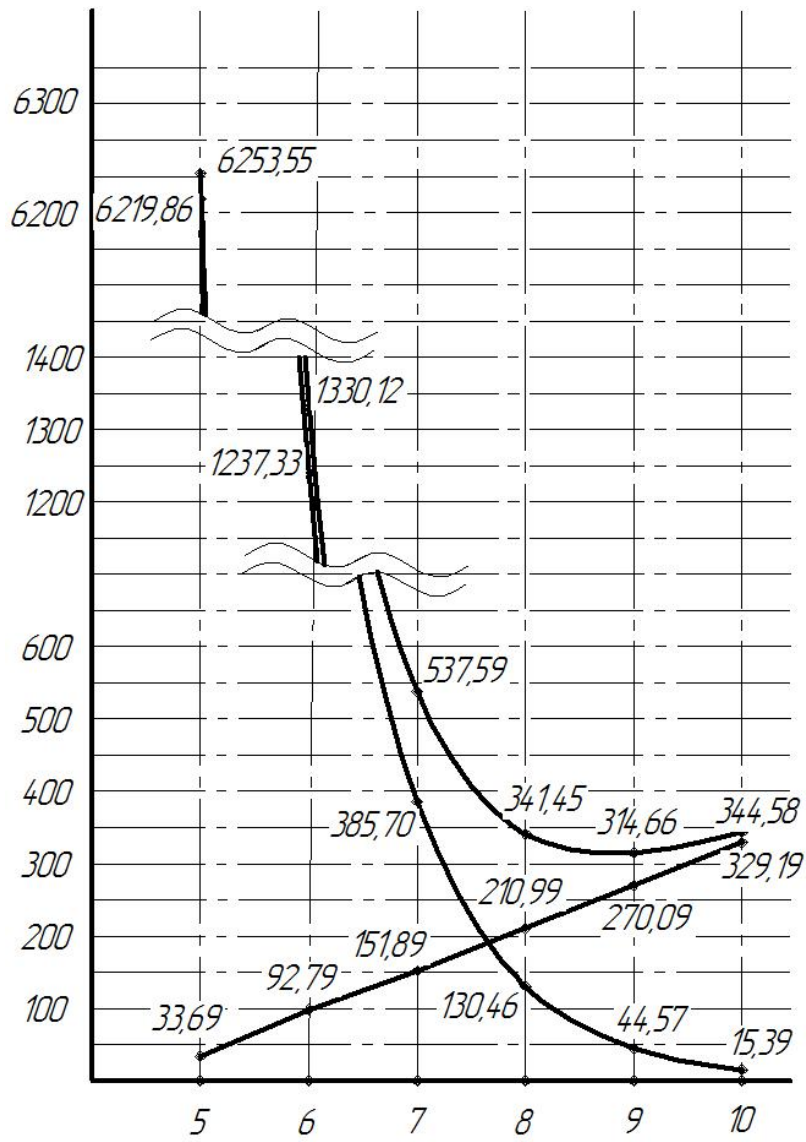


Рис. 3.2 – Графік впливу кількості автомобілів у збирально-транспортному комплексі на величину збитків від простоїв чотирьох комбайнів і втрат від простоїв автомобілів

Результати розрахунків для комплексу з шістьма комбайнами

Показники	Кількість автомобілів						
	7	8	9	10	11	12	13
Ймовірність наявності черги комбайнів ($P_{\text{чер}}$)	0,81397	0,44414	0,23203	0,11414	0,05691	0,02193	0,01163
Середня кількість комбайнів, очікуючих обслуговування (m_s)	16.2345 9	2.59996	0,87695	0,34226	0.13863	0.05598	0,02211
Середня тривалість очікування ($t_{\text{оч}}$), год	1,46126	0,23402	0,07893	0,03081	0,01248	0,00504	0,00199
Збитки від простоїв комбайнів (S_1), грн./год.	17787,8 3	2846,96	960,22	374,82	151,82	61,31	24,21
Втрати від простоїв автомобілів (S_2), грн./год	20,69	79,79	138,89	197,99	257,09	316,19	375,29
Сума збитків і втрат (S), грн./год	17808,5 2	2926,75	1099,11	572,81	408,91	377,5	399,5

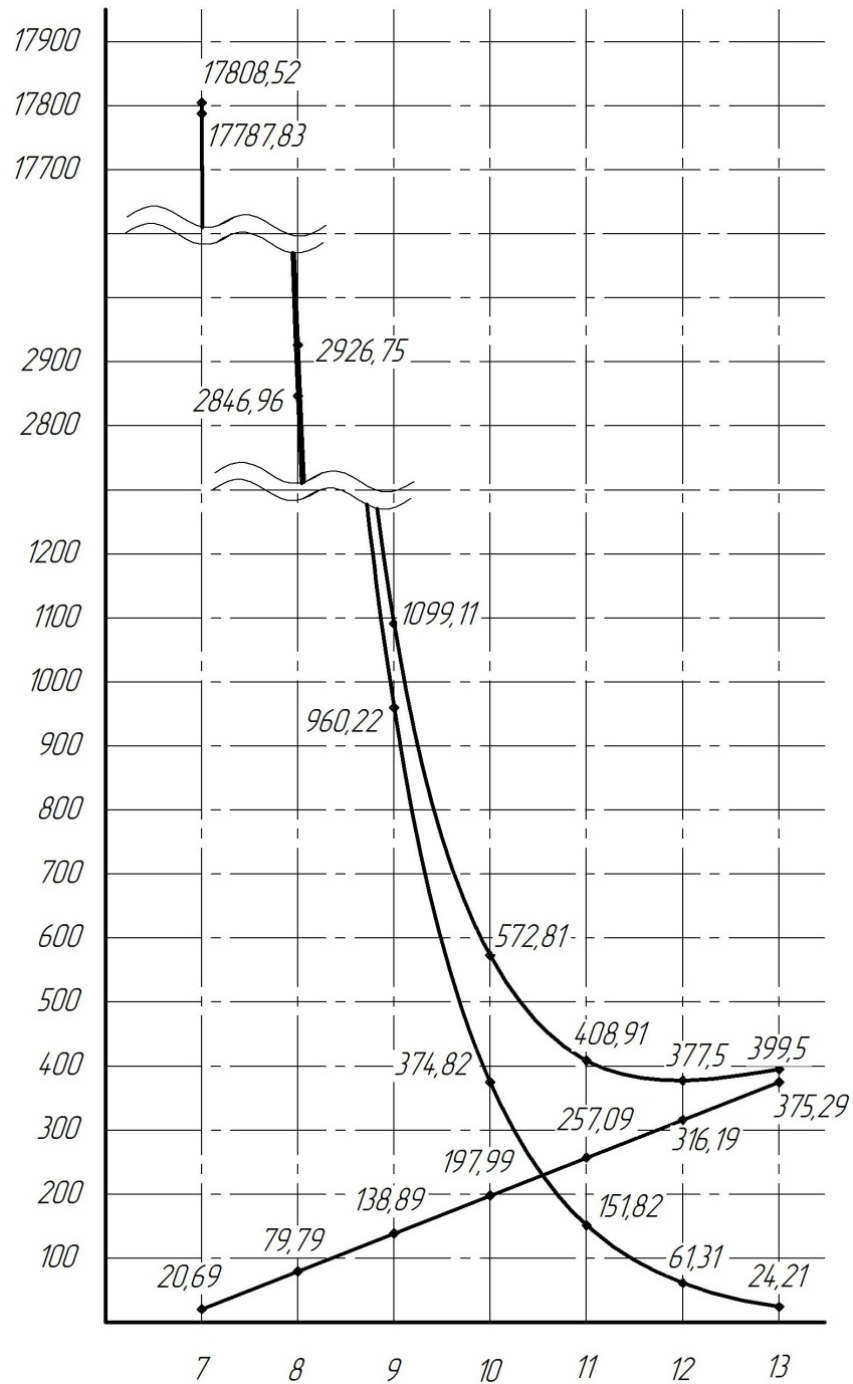


Рис.3.3 – Графік впливу кількості автомобілів у збирально-транспортному комплексі на величину збитків від простоїв шести комбайнів і втрат від простоїв автомобілів

Результати розрахунків для комплексу з вісьмома комбайнами

Показники	Кількість автомобілів						
	9	10	11	12	13	14	15
Ймовірність наявності черги комбайнів ($P_{\text{чер}}$)	0,957	0,58945	0,30375	0,18138	0,13746	0,10964	0,10799
Середня кількість комбайнів, очікуючих обслуговування (m_s)	64,8647 1	4,95215	1,6768	0,69863	0,31029	0,13991	0,0626
Середня тривалість очікування ($t_{\text{оч}}$), год	4,37979	0,33437	0,11322	0,04717	0,02095	0,00944	0,00422
Збитки від простоїв комбайнів (S_1), грн./год.	42539,3 8	3247,62	1099,67	458,15	203,48	91,69	40,99
Втрати від простоїв автомобілів (S_2), грн./год	7,68	66,78	125,88	184,98	244,08	303,18	362,28
Сума збитків і втрат (S), грн./год	42547,0 5	3314,4	1225,55	643,13	447,56	394,87	403,27

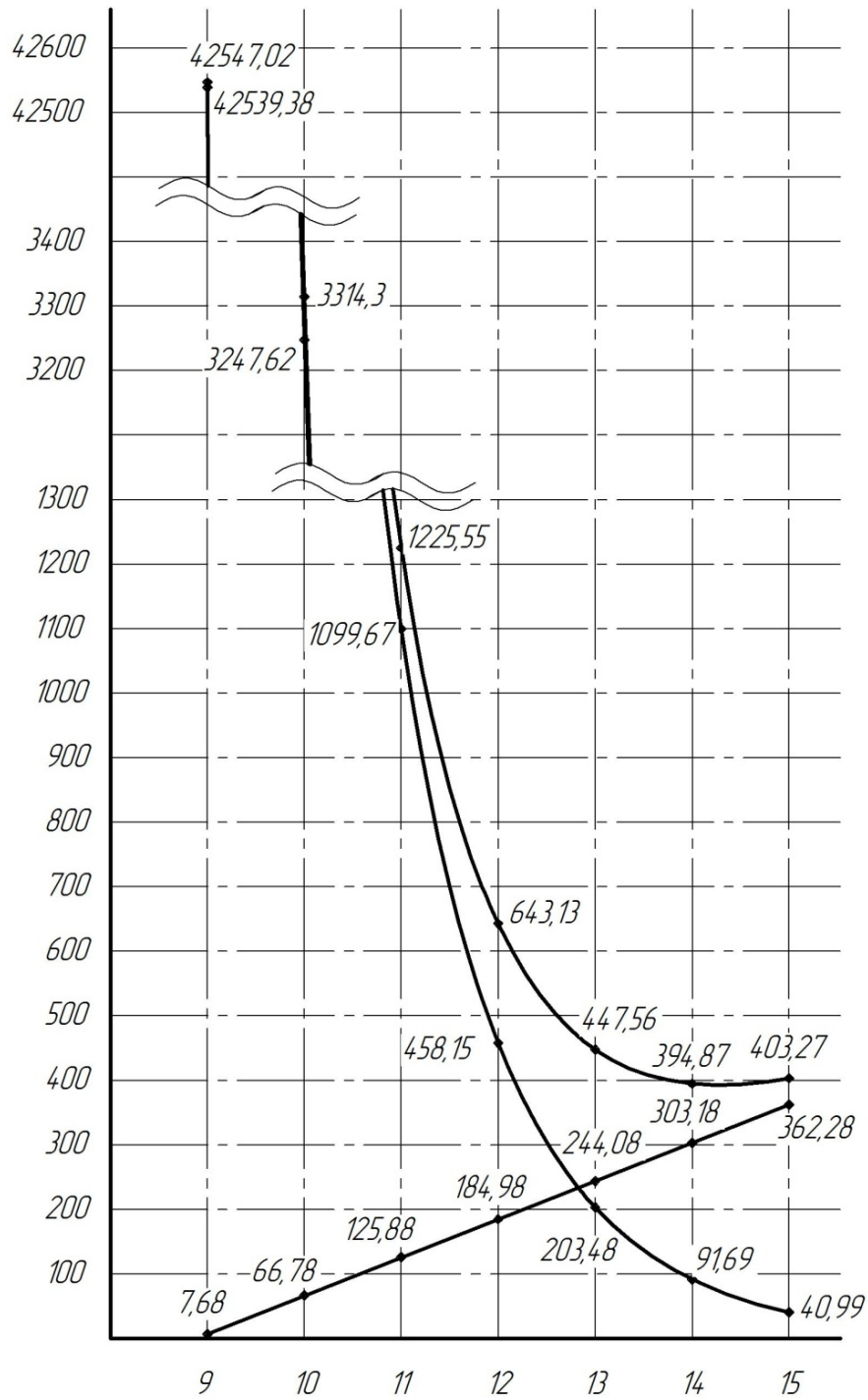


Рис. 4 – Графік впливу кількості автомобілів у збирально-транспортному комплексі на величину збитків від простоїв восьми комбайнів і втрат від простоїв автомобілів

Результати розрахунків для комплексу за десятима комбайнами

Показники	Кількість автомобілів							
	12	13	14	15	16	17	18	19
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ймовірність наявності черги комбайнів ($P_{\text{чер}}$)	0,5553 1	0,4936 8	0,4486	0,4087 7	0,3837 5	0,3674 3	0,3573 7	0,3515
Середня кількість комбайнів, очікуючих обслуговування (m_s)	8,7616 6	2,8184 9	1,2076 8	0,5662 5	0,2737 1	0,1328 3	0,0638 1	0,0301
Середня тривалість очікування ($t_{\text{оч}}$), год	0,4730 9	0,1521 9	0,0652 1	0,0305 8	0,0147 8	0,0071 7	0,0034 4	0,0016 2
Збитки від простоїв комбайнів (S_1), грн./год.	9593,9 8	3086,3 2	1322,4 2	620,14	299,71	145,40	69,76	32,85
Втрати від простоїв автомобілів (S_2), грн./год	53,78	112,88	172,57	231,08	290,18	349,28	408,38	467,48
Сума збитків і втрат (S), грн./год	9647,7 6	3199,2	1494,9 9	851,22	589,89	494,68	478,14	500,33

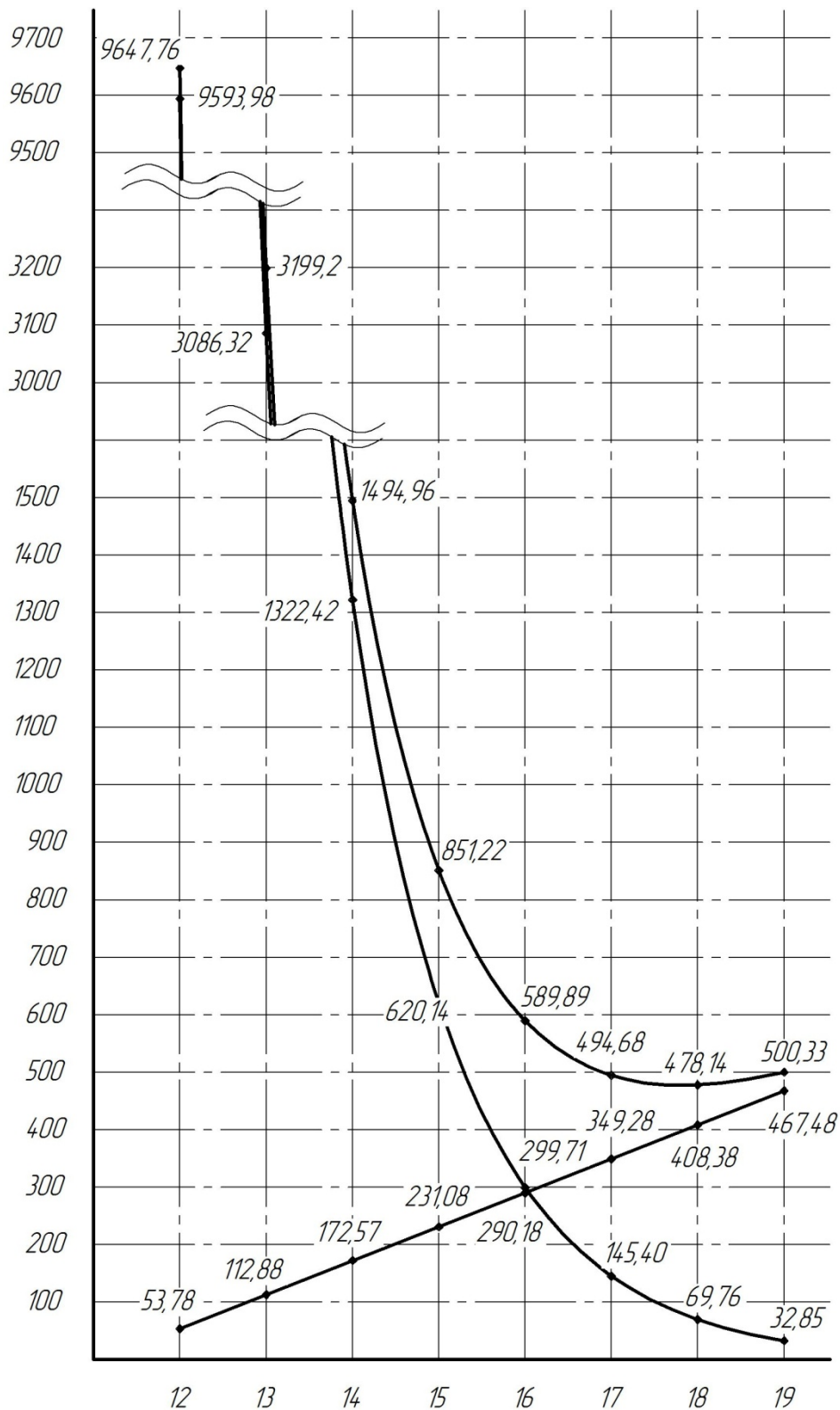


Рис. 3.5 – Графік впливу кількості автомобілів у збирально-транспортному комплексі на величину збитків від простоїв десяти комбайнів і втрат від простоїв автомобілів

В результаті аналізу розрахунків та графіків можна зробити висновки, щодо оптимальної кількості автомобілів, при використанні яких загальна сума

витрат буде мінімальною. Оптимальна кількість автомобілів для кожного з варіантів комплексу «комбайни-автомобілі» визначена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Оптимальна кількість автомобілів для кожного варіанту

Кількість комбайнів	Оптимальна кількість автомобілів	Витрати (S), (грн.)
2	5	237,225
4	9	314,66
6	12	377,5
8	14	394,87
10	18	478,14

4. ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЗБОРУ ВРОЖАЮ

4.1 Загальні положення

Необхідно проводити інструктажі з охорони праці та пожежної безпеки з усіма працівниками, які будуть брати участь у збиранні врожаю. Такі інструктажі проводяться інженерно-технічні працівники, які пройшли відповідне навчання (1 раз на три роки) та мають відповідне посвідчення. Проведення інструктажів фіксується в журналах з охорони праці.

До роботи на тракторах та комбайнах допускаються механізатори віком старше 18 років, які пройшли медогляд, навчання та інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки і мають посвідчення на право керування сільськогосподарською технікою відповідної категорії.

Зернозбиральні комбайни та інші технічні засоби, що залучаються до роботи, повинні бути зареєстрованими та мають пройти відповідний обов'язковий технічний контроль.

Схеми руху транспорту по території та на полях господарства розроблюються з визначенням дозволених та заборонених напрямків руху. Всі водії та механізатори ознайомлюються під розписку із безпечними маршрутами руху транспортних засобів.

Необхідно обладнати місця короткочасного відпочинку та вживання їжі, а також майданчики для зберігання техніки та паливно-мастильних матеріалів. Всі робочі місця, зернозбиральні комбайни та інші технічні засоби мають бути укомплектовані медичними аптечками першої допомоги, знаками аварійної зупинки, шанцевим інструментом та первинними засобами пожежогасіння.

Всі обертові частини сільськогосподарських машин і механізмів, в тому числі зерноочисних машин, мають бути огорожені. Необхідно підготувати земельні ділянки для роботи машинно-тракторних агрегатів, перевірити наявність провисання проводів ліній електропередач.

Всіх працівників, які будуть зайняті на жнивях, необхідно забезпечити спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту згідно з

існуючими нормами. Робочий одяг не повинен бути надто вільним, щоб запобігти попаданню в рухомі частини комбайну

Особам, які працюють на скиртуванні соломи необхідно провести медогляд та спеціальне навчання і перевірку знань з охорони праці, а також забезпечити їх справними вилами, страхувальним знаряддям, засобами індивідуального захисту та сигналізації. Колісні трактори, які зайняті на транспортних роботах під час скиртування, перевести на максимальну ширину колії коліс.

Для забезпечення безпеки дорожнього руху необхідно забезпечити обов'язкове проведення медичних перед- та післярейсових оглядів водіїв та механізаторів, окремих осіб технічного персоналу, а також впевнитися у наявності посвідчення на право керування транспортом відповідної категорії, дорожнього листа, товарно-транспортних документів. Необхідно підвищити контроль за своєчасністю повернення транспорту та сільськогосподарської техніки на місце зберігання та здачу її під охорону, заборонити залишати сільськогосподарську техніку вдома у водія чи механізатора.

Необхідно на зернотоках та зерноскладах провести лабораторну перевірку опору ізоляції заземлювальних пристроїв, опору петлі фаза-нуль, а також при вході встановити плакати: «Вхід стороннім особам заборонено». Всі бункери для зерна повинні мати решітки або кришки на лазових і завантажувальних люках і мають бути обов'язково замкнені.

Роботи з очищення, ремонту та обслуговування необхідно проводити при заглушеному двигуні, виключеною трансмісією і «масі» акумуляторної батареї. Проводити роботи необхідно спеціальним інструментом. При щоденних оглядах необхідно обов'язково перевіряти стан пристроїв комбайна, які рухаються і обертаються з великою швидкістю. Особливу увагу слід звертати на трансмісію і подрібнювач. Не допускається робота під жаткою без установки її на спеціальні підставки. Забороняється залазити в бункер комбайна під час вивантаження зерна, перебувати на комбайні під час грози, працювати на схилах понад 15°.

Під час виконання ремонтних і обслуговуючих робіт потрібно вимикати електричну напругу на рубильниках та пускових пристроях вивішувати таблички: «Не вмикати, працюють люди!» та виконувати інші вимоги електробезпеки.

З метою забезпечення безпеки праці, профілактики травматизму під час експлуатації сільськогосподарської техніки в період проведення зернозбиральної кампанії, рекомендуємо сільськогосподарським товаровиробникам:

- забезпечити проходження періодичного технічного огляду сільськогосподарської техніки в установлені терміни, які зазначено в інструкціях з експлуатації;

- забезпечити виконання ремонту і технічного обслуговування у спеціально призначених для цього місцях із застосуванням знарядь, пристроїв та інструментів, передбачених технологіями ремонтних робіт і технічного обслуговування;

- огородити захисними кожухами рухомі, обертові частини машин (карданні, ланцюгові, пасові, зубчасті та інші передачі), які забезпечують безпеку працівників;

- розробити у кожному підрозділі сільськогосподарського підприємства необхідну нормативно-технічну документацію з питань забезпечення охорони праці;

- впровадити організаційно-технічні та інші заходи щодо запобігання впливу несприятливих умов праці на працівників;

- інформувати працівників про можливі причини та обставини виникнення нещасних випадків на виробництві та про їх наслідки [8].

4.2. Рекомендації щодо запобігання травматизму під час жнив.

1. Безпечна робота на комбайнах та тракторах при збиранні сільськогосподарських культур забезпечується правильною організацією

роботи збиральних агрегатів, транспортних засобів і робіт щодо доробляння і складування зібраного продукту, а також належним технічним станом машин і наявністю допоміжних засобів для їх регулювання, обслуговування і очищення робочих органів.

2. Перед виїздом у поле випробовують роботу комбайнів, тракторів на всіх режимах роботи і усувають виявлені несправності тільки після зупинення двигуна трактора або самохідної сільськогосподарської машини.

3. Ножі косарок і жаток замінюються та заточуються у рукавицях і залежно від умов і використовуваних пристроїв – у захисних окулярах.

4. Робочі органи очищають від рослинних залишків спеціальними чистиками і щітками, при вимкнених робочих органів та з зупиненим двигуном.

5. Для забезпечення пожежної безпеки трактори і самохідні сільськогосподарські машини обладнують іскрогасниками (якщо їх немає у самій конструкції труби), зернові самохідні комбайни – вогнегасниками, двома штиковими лопатами і двома мітлами; трактори на збиральних роботах – вогнегасником і штиковою лопатою.

6. Швидкість руху машин під час розвертання не повинна перевищувати 3-4 км/год., а на схилах – 2-3 км/год.

7. Перед запуском двигуна перемикач передач має бути встановленим у нейтральне положення.

8. Перед рушанням з місця потрібно оглянути зону навколо комбайна і забезпечити достатню видимість. Для надійності обов'язково вмикають звуковий попереджувальний сигнал.

9. Перед тим як покинути кабінку потрібно вимкнути двигун.

10. Не можна підніматися на комбайн і сходити з нього під час руху.

11. Перед початком руху комбайна по дорогах загального користування потрібно увімкнути пробліскові маячки.

12. Рухатися по дорогах дозволено лише з опорожненим зерновим бункером і демонтованою жаткою.

13. Як причіп на тягово-зчіпному пристрої дозволено перевозити тільки візок для транспортування жатки.

14. Щоразу перед початком руху потрібно проконтролювати надійність блокування вивантажувального шнека.

15. Буксирувати комбайн можна тільки за допомогою буксирувальної штанги.

16. Швидкість під час буксирування не повинна перевищувати 10 км/год.

17. Необхідно перевірити функціонування ліхтарів показчиків повороту, ліхтарів сигналу гальмування і задніх габаритних ліхтарів на візку для транспортування жатки.

18. Не дозволяється рух комбайна заднім ходом з причіпленим візком для транспортування жатки.

19. Не дозволяється підніматися на комбайн вище площини кабіни комбайнера в районі високовольтних ліній електропередач.

20. Під час роботи на схилах допустима максимальна швидкість комбайна має становити 5 км/год.

21. Необхідно встановлювати комбайн на стоянку поза дорогами загального користування тільки у відведених місцях.

4.3. Рекомендації щодо запобігання пожежам під час польових механізованих робіт.

1. До початку збирання врожаю необхідно відрегулювати системи живлення, змащування, охолодження та запалювання на всій зернозбиральній техніці та агрегатах.

2. Уся зернозбиральна техніка має бути оснащена справними іскрогасниками та обладнана первинними засобами пожежогасіння (комбайни – комплектом справних вогнегасників (2 шт.) та іншими засобами пожежогасіння (лопата – 2 шт., хлопавка – 2 шт., кошма 2х2 м – 1 шт., брезент – 1 шт., мішкovina – 1 шт.). На автомобілях і тракторах повинні бути: вогнегасник – 1 шт., лопата – 1 шт.).

3. Трактористи, комбайнери, їхні помічники та інші особи, залучені до збирання врожаю, повинні пройти протипожежний інструктаж.

4. Корпуси комбайнів мають бути оснащені заземлювальним металевим ланцюгом.

5. Збиральну техніку потрібно регулярно перевіряти на щільність з'єднання вихлопної труби з патрубком випускного колектора та колектора з блоком двигуна.

6. Під час роботи комбайна з підбирачем потрібно пильнувати, щоб пружинні зубці підбирача не потрапляли всередину кожуха барабана.

7. Трактори, комбайни та інші самохідні машини, обладнані електричним пуском двигуна, повинні мати вимикач для від'єднання акумулятора від споживача струму.

8. Клеми акумулятора, стартера дистанційного електромагнітного пускача та генератора мають бути захищені від потрапляння на них струмопровідних предметів.

9. Радіатори двигунів, вали бітерів, соломонабивачів, транспортерів, підбирачів, шнеки та інші вузли і деталі збиральних машин необхідно очищати від пилу, соломи та зерна.

10. Заправляти збиральну техніку паливом у польових умовах потрібно за межами поля (не ближче 30 метрів), попередньо заглушивши всі двигуни.

11. У разі тимчасового зберігання (на стоянках) тракторів, комбайнів та інших самохідних сільськогосподарських машин у польових умовах необхідно розміщувати їх на очищених від стерні та сухої трави майданчиках, що віддалені від скірт соломи, сіна, токів, хлібних масивів не менше як на 100 метрів, від будинків – не менше як на 50 метрів. Ці майданчики мають бути оборані смугою не вужче 4 метрів.

12. Ремонтувати збиральні машини і агрегати (за потреби) можна не ближче як за 30 м від хлібних масивів та інших посівів.

13. Під час збирання врожаю не допускається робота тракторів, самохідних шасі, автомобілів та іншої збиральної техніки без капотів або з відкритими капотами. Заборонено застосовувати паяльні лампи для випалювання пилу в радіаторах двигунів, а також заправлення паливом

збиральної техніки на хлібних масивах та заправлення автотранспорту паливом у польових умовах.

14. Необхідно регулярно очищати комбайн від пилу, товстий шар якої підвищує пожежонебезпечність, не допускати течі масла і палива, перегріву двигуна. [10]

ВИСНОВОК

Сільське господарство – одна з найважливіших галузей народного господарства, адже воно забезпечує харчову промисловість сировиною. Збір врожаю зернових необхідно проводити в певний проміжок часу, для збереження якості зерна та зменшення втрат, це означає що необхідно ретельно планувати організацію транспортного забезпечення. Слід раціонально обирати кількість сільськогосподарської техніки, зокрема комбайнів та вантажних автомобілів.

В роботі представлена методика розрахунку оптимальної кількості вантажних автомобілів, а саме як систему масового обслуговування з очікуванням. При збільшенні кількості залучених вантажних автомобілів, зменшується вартість витрат через простій комбайну, але при цьому збільшується вартість витрат на залучення автомобілів. Оптимальна кількість автомобілів визначається за мінімальною загальною вартістю на транспортні витрати, тобто сумою витрат через простій комбайну та витрат на залучення вантажних транспортних засобів.

В результаті розрахунків в роботі було визначено оптимальну кількість вантажних автомобілів для роботи з двома, чотирма, шістьома, вісьмома та десятьма комбайнами. Для варіанту системи «комбайни-автомобілі» з двома комбайнами – це п'ять автомобілів, з чотирма – дев'ять, з шістьома – дванадцять, з вісьмома – чотирнадцять а з десятьма – 18.

При цьому сума витрат на транспортні засоби – є мінімальною. За результатами розрахунків для варіанту системи, в якій працюють два комбайни – це 237,22 гривні, чотири – 314,66 гривні, шість – 377,5 гривень, вісім – 394,87 гривень, десять – 478,14 гривень.