

параметры их работы – скорость движения агрегата и круговая скорость щетки, которые также зависят от способа размещения ворса, сделан графический анализ, как составляющих, так и общего значения мощности, необходимой для привода щетки. Также, проведен анализ баланса мощности в зависимости от типа почвы, а именно его плотности, которым укрывается корневая система маточных растений.

Ключевые слова: ворс, пруток, пучок, мощность, грунт, производительность

BALANCE OF POWER CLINDAMICINA BRUSH IN INTERACTION WITH SOIL

A. V. Voytik, V. V. Kravchenko, O. S. Pushka

Abstract. *This paper considers the balance of power of cylindrical brush with vertical axis of rotation during the disclosure of the mother plants root system. Analyzed two variants of brushes with different ways of placing the pile on the surface – singly or in bunches. Determined the efficiency of brushes according to the way of pile placement. It is established that the power during work of the brush is spent on the brush friction, pile deformation, separation of the soil particles and their rejection. The graphic analysis of both components and the overall value of power, required to drive the brush, is made, considering the options of pile placement on the brush surface and kinematic parameters of their work - the speed of the unit and the circular speed of the brush, which also depends on the way of pile placement. The analysis of balance of the power according to the soil type is done as well, especially its density, which covers the root system of mother plants.*

Key words: *pile, rod, beam, power, ground, performance*

УДК 631.354.2

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАТРАТ НА ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМБАЙНІВ

О. В. Надточій, кандидат технічних наук

Л. Л. Тімова, магістр

e-mail: lyginu@mail.ru

Анотація. *В статті представлено аналіз сумарних затрат експлуатації зернозбиральних комбайнів при використанні оптимальної кількості обслуговуючих ланок визначених за допомогою системи масового обслуговування. Мінімальні сумарні*

© О. В. Надточій, Л. Л. Тімова, 2016

витрати на обслуговування групи комбайнів можливі при використанні оптимальної кількості обслуговуючих ланок визначені за допомогою системи масового обслуговування.

Сумарні витрати незначно залежать від року експлуатації комбайнів та річного їх завантаження. Ці витрати зменшується відповідно у межах від 13,63% до 3,12%. Більший вплив на величину витрат здійснює кількість цих комбайнів у групі.

Формування неоптимальної кількості обслуговуючих ланок дає втрати коштів від 3187 до 1881 гривень (1 і 7 роки експлуатації). Виробникам на період жнив варто залучати додаткових фахівців обслуговування, для необхідної оптимальної кількості ланок, що дасть змогу нівелювати додаткові втрати і знизити собівартість, в тому числі і за рахунок якості зерна через дотримання строків жнив.

Ключові слова: *система, масове обслуговування, оптимізація, затрати, комбайни*

Постановка проблеми. В сучасній Україні нині склалася така цінова політика на сільськогосподарську техніку, запасні частини до неї і, не дивлячись на падіння цін на чорне золото, ціни на паливо-мастильні матеріали, що сільгоспвиробники, реалізуючи отриману продукцію, не в змозі в повному об'ємі оновити застарілі машини на нові, що призводить до ще більшого старіння парку і підвищення затрат на його утримання.

Загалом же середнє навантаження на 1 комбайн [1] за 2012 рік склало 285 га чи 822 т (при урожайності 3,03), а враховуючи технічний стан (79% справних) відповідно 358 га чи 1035 т. При цьому з кожним роком незмінною залишається тенденція до зниження кількості комбайнів (рис. 1).

Прийнявши за основу 1815 комбайнів за 3 роки Україна втратила майже 5400 комбайнів. Це, в свою чергу, призводить до збільшення навантаження на комбайн. У розвинутих країнах світу по мірі старіння техніки сезонне навантаження на техніку знижується.

В Україні навпаки – техніка, в тому числі комбайни, спрацьовується, старіє, а сезонне навантаження постійно збільшується.

Утворене замкнене коло, вихід з якого може бути лише шляхом зміни або ж політики, або ж пошуку різних оптимізаційних підходів до експлуатації і сервісу того, що лишилося.

Зважаючи, що перше навряд чи варто очікувати ближчих 5, а то й 10 років, оптимізація складу служби сервісу зернозбиральних комбайнів при різному їх річному завантаженні є актуальним завданням.

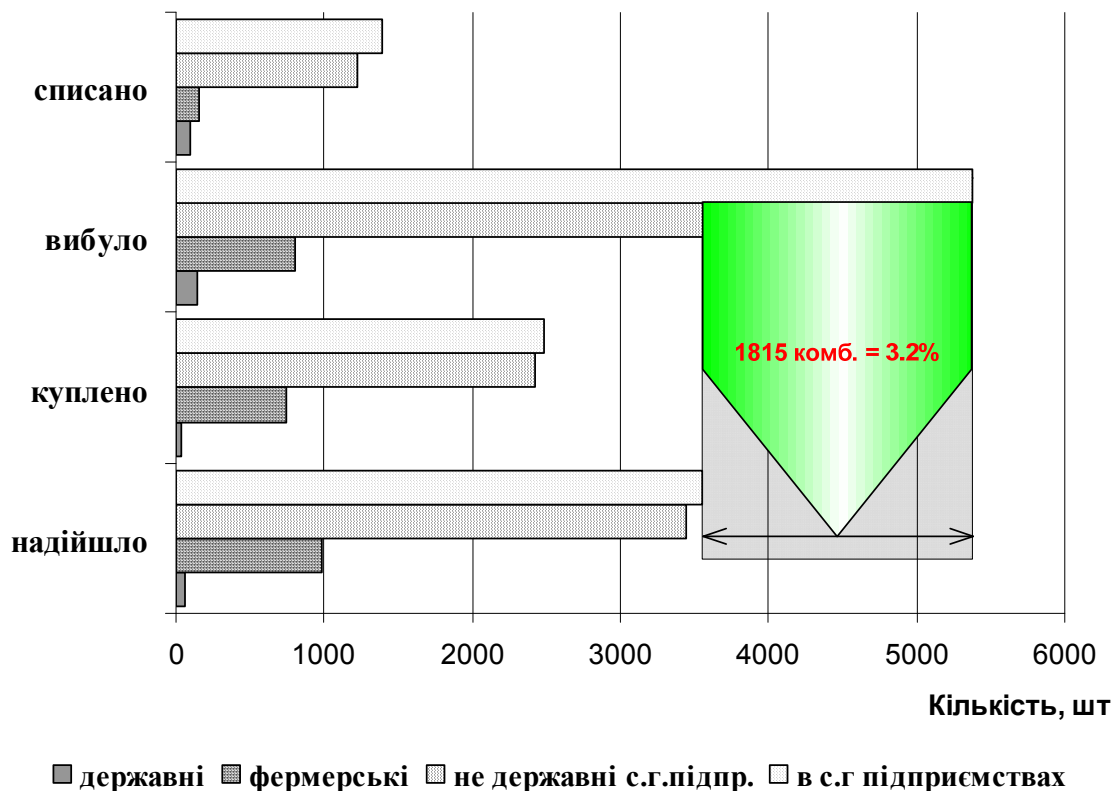


Рис. 1. Рух зернозбиральних комбайнів у сільськогосподарських підприємствах протягом 2015 року.

Мета досліджень. Оптимізувати склад служби сервісу зернозбиральних комбайнів при різному їх річному завантаженні на основі теорії масового обслуговування, з використанням даних, отриманих за результатами збору і математичного обробітку статистичної інформації.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні фермерські господарства практично не мають власної ремонтної обслуговуючої бази. За літературними даними [2–5] кількість тих хто має складає від 15–23%.

Недостатня забезпеченість господарств високопродуктивними зернозбиральними комбайнами, низька їх поновлюваність, а також незадовільний якісний стан (близько 70% машин має термін служби більше 8–10 років) призвели до непосильного навантаження на комбайн. За цих умов це сприяє затягуванню строків виконання збиральних робіт, порушенню вимог агротехніки і, як наслідок, значного недобору урожаю. За наявного парку комбайнів 70% виробництва країн СНГ з нижчим коефіцієнтом надійності (близько 0,6) таке навантаження призводить до затягування строків збирання на 25 і більше діб. Затягування строків збирання пояснюється і слабкою наявністю і організацією роботи ремонтно-обслуговуючої бази. При цьому при раціональній організації роботи сервісної

служби час на сервіс скорочується на 8–12%, ремонт – на 20–25%. Виникає потреба в новому підході до організації технічного сервісу машин в АПК, в тому числі і зернозбиральних комбайнів. При цьому варто використати досвід як наш так і закордонний.

Результати досліджень. Ефективність використання зернозбиральних комбайнів суттєво залежить від організації системи технічного обслуговування. Потребу в технічному сервісі зернозбиральних комбайнів залежить від багатьох обставин: вони потребують в періодичній заправці паливом та мастильними матеріалами; в процесі експлуатації вони втрачають свою роботу здатність, а для її відновлення потребують ремонту за заявкою; вони потребують періодичного технічного обслуговування для попередження відмов і неполадок, що забезпечується такими видами робіт, як оглядових, очисно-мийних, змащувальних, регулювальних та діагностичних і кріпильних. Технічне обслуговування зернозбиральних комбайнів здійснюється службою технічного обслуговування. З метою ефективного функціонування цієї служби необхідно оптимізувати кількість основних системоутворюючих об'єктів до яких слід віднести агрегати технічного обслуговування (АТО), заправники та машини для польового ремонту.

Для визначення кількості заправників необхідно мати дані по витраті палива зернозбиральними комбайнами на гектар зібраної площі $Q_{га}$. Знаючи максимальну змінну продуктивність $W_{зм}^{max}$ за період жнив, місткість заправника V_3 , кількість рейсів заправника за зміну n_p , можна визначити кількість заправних агрегатів на один комбайн за формулою:

$$N_{за} = \frac{Q_{га} \cdot W_{зм}^{max}}{V_3 \cdot n_p \cdot \Delta V}, \quad (1)$$

де ΔV – коефіцієнт використання об'єм заправника (приймаємо 0,95).

В результаті обробки зібраних статистичних даних по господарствах Київської та Черкаської областей була визначена середня витрата палива на гектар зібраної площі. При цьому господарства мали різне навантаження на один зернозбиральний комбайн. Варто зазначити, що витрата палива визначалася із врахуванням витрати на холості переїзди, повороти та роботу на зупинках і проведення ТО чи ремонту.

Загалом дані показали, що мінімальна експлуатаційна витрата пального зернозбиральних комбайнів характерна для тих господарств, які мали навантаження на один комбайн від 600-800 га

за жнива. Саме в таких господарствах максимально використовується одна із складових часу зміни, час на холості переїзди. Для малих (фермерських) господарств суттєві затрати часу на усунення технологічних відмов (забивання), більшість з яких усуваються при працюючому двигуні. Ці причини і спричинили суттєвий вплив на характер зміни експлуатаційної витрати палива.

Іншою статистичною зібраною інформацією був аналіз витрат палива зернозбиральних комбайнів враховуючи при цьому рік експлуатації. Виходячи з цього аналізу можна відмітити, що для комбайнів з пропускною здатністю від 7 до 9 кг/с витрата палива знижується лише у перші три роки експлуатації. При цьому найбільша витрата становила саме в перший рік експлуатації. Скоріш за все на це вплинула при роботка деталей двигуна і та кількість відмов та поломок, що вплинуло загалом на продуктивність та наробіток комбайна.

Результати розрахунків показують, що для господарств з малою кількістю комбайнів до 3 неефективно мати механізовані заправники типу МЗ-3905Т чи інші. І навпаки при кількості комбайнів 20 і більше достатньо мати 2 таких заправника при навантаженнях на комбайн від 150...800 га.

З метою виявлення найбільш ефективної системи ТО були виконані розрахунки сумарних витрат на ТО зернозбиральних комбайнів. При цьому моделювалися варіанти різної інтенсивності використання комбайнів (наробіток за жнива) при варіації в моделі кількості каналів обслуговування системою.

Для цього розглядався граф стану системи (зернозбиральні комбайни) (рис. 2).

У відповідності з рис. 2. розраховані щільності потоку вимог λ та інтенсивність обслуговування μ для господарств з різним річним навантаженням на один комбайн і різною кількістю комбайнів в господарстві (табл. 1).

Для реалізації даної моделі був розроблений алгоритм (рис. 3), в якому розраховувалися по кожному з років експлуатації та річному наробітку: середня довжина черги; середнє число вимог, які очікують обслуговування; середнє число вільних від обслуговування каналів; коефіцієнт простою замовлень в черзі; коефіцієнт використання замовлень; коефіцієнт простою обслуговуючих ланок; повні середні втрати від простою вимог у черзі і не завантаженості каналів; час очікування в черзі. За оптимальну кількість каналів приймалося число при мінімальних повних середніх втратах від простою вимог у черзі і не завантаженості каналів. Для розрахунку щільності потоку вимог λ та інтенсивності обслуговування μ враховували що: $\lambda = \frac{1}{t_{\text{нар}}}$.

1. Щільність потоку вимог λ та інтенсивність обслуговування за роками експлуатації та річним наробітком

Роки експл. комбайнів	Кількість, од.	Річний наробіток, га (інтервали і їх середини)						μ , 1/год.
		150-180	470-500	630-660	780-810	840-870	1000-1030	
		165	485	645	795	855	1015	
λ , 1/год.								
1 рік	3	0,218	0,179	0,181	0,175	0,179	0,157	0,612
	5	0,364	0,298	0,3025	0,291	0,298	0,262	
	10	0,727	0,596	0,604	0,582	0,596	0,524	
	15	1,091	0,894	0,906	0,873	0,894	0,785	
	20	1,454	1,193	1,208	1,164	1,193	1,047	
2 рік	3	0,455	0,373	0,378	0,364	0,373	0,327	0,3138
	5	0,757	0,621	0,629	0,606	0,621	0,545	
	10	1,515	1,242	1,259	1,212	1,242	1,090	
	15	2,273	1,864	1,889	1,818	1,864	1,636	
	20	3,03	2,485	2,518	2,424	2,484	2,182	
3 рік	3	0,4	0,328	0,332	0,32	0,328	0,288	0,4
	5	0,667	0,547	0,554	0,533	0,547	0,48	
	10	1,333	1,093	1,108	1,066	1,093	0,96	
	15	2	1,64	1,662	1,6	1,64	1,44	
	20	2,667	2,187	2,216	2,133	2,187	1,92	
4 рік	3	0,291	0,238	0,242	0,233	0,238	0,209	0,4464
	5	0,484	0,397	0,402	0,387	0,397	0,349	
	10	0,969	0,795	0,805	0,775	0,795	0,698	
	15	1,454	1,192	1,208	1,163	1,192	1,047	
	20	1,939	1,590	1,611	1,551	1,590	1,396	
5 рік	3	0,236	0,193	0,196	0,189	0,193	0,170	0,4256
	5	0,393	0,323	0,327	0,315	0,323	0,283	
	10	0,787	0,646	0,654	0,630	0,646	0,567	
	15	1,181	0,969	0,982	0,945	0,969	0,850	
	20	1,575	1,292	1,309	1,260	1,292	1,134	
6 рік	3	0,227	0,186	0,188	0,181	0,186	0,163	0,46
	5	0,378	0,310	0,314	0,303	0,310	0,272	
	10	0,757	0,621	0,629	0,606	0,621	0,545	
	15	1,136	0,931	0,944	0,909	0,931	0,818	
	20	1,515	1,242	1,259	1,212	1,242	1,090	
7 рік	3	0,2	0,164	0,166	0,16	0,164	0,144	0,4488
	5	0,333	0,273	0,277	0,266	0,273	0,24	
	10	0,666	0,546	0,554	0,533	0,546	0,48	
	15	1	0,82	0,831	0,8	0,82	0,72	
	20	1,333	1,093	1,108	1,066	1,093	0,96	

Наробіток на відмову за 7 років склав відповідно: 12, 25, 22, 16, 13, 12.5 та 11 год.

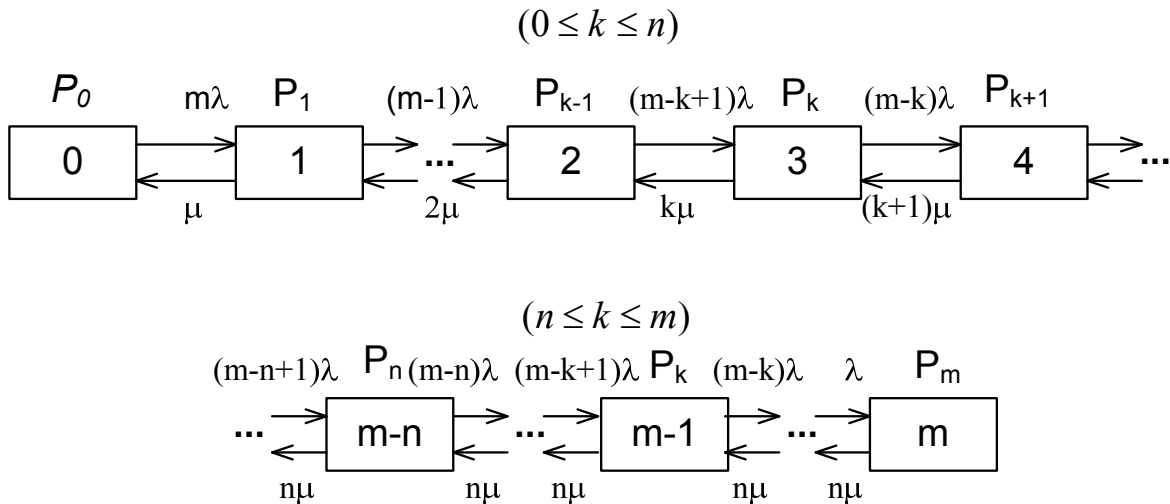


Рис. 2. Граф можливих станів одно каналної системи масового обслуговування по усуненню відмов зернозбиральних комбайнів: 0 – всі комбайни справні і ланка майстрів простоює; 1 – комбайн відмовив, йде усунення відмови; 2 – один комбайн обслуговується, ще один очікує обслуговування; m – відмовили всі комбайни один на обслуговуванні.

Усі відмови були розподілені за групами складності на 1, 2 та 3 групу. Перша група складності це відмови, що усуваються ремонтом або заміною деталей, розміщених зовні збірних одиниць і агрегатів без розбирання останніх, а також відмови, усунення яких вимагає позачергового проведення операцій технічного обслуговування. Друга група складності – це відмови, які усуваються ремонтом або заміною легкодоступних збірних одиниць, усунення яких потребує розкриття внутрішніх порожнин основних агрегатів без їх розбирання або позачергового проведення операцій ТО. Третя група складності - відмови, для усунення яких необхідне розбирання або розчленування основних агрегатів. В розрахунках було прийнято, що до 70% відмов 1 і 2 груп складності усуваються виїзними ланками.

Розв'язок основних рівнянь системи масового обслуговування за алгоритмом (рис. 3) реалізовувався за допомогою математичного пакету Mathcad 15 шляхом розробки програми. За результатами розрахунків були побудовані поверхні (рис. 5 та рис. 6) які встановлюють залежності оптимальних (мінімальних) сумарних затрат та оптимальної, при цих затратах, кількості обслуговувань від кількості комбайнів в господарстві і їх річного завантаження.

Із графіків та розрахунків слідує, що використання системи масового обслуговування для розрахунку необхідної кількості ланок обслуговування є доцільним і економічно виправданим. При цьому аналізуючи отримані результати можна побачити, що залежність

сумарних витрат від року експлуатації комбайнів зменшується у межах від 13,63% до 3,12%, або (11,81-1,12 грн.) для наробітку 150-180 га та відповідно на 6,5% і 3,98. Тобто із збільшенням кількості комбайнів і їх річного завантаження зміна сумарних затрат майже нівелюється. При цьому кількість каналів обслуговування коливається від 1 (для 3 комбайнів) до 11 (для 20 комбайнів). Коливання ж сумарних затрат залежно від річного наробітку одного комбайна має менше коливання і становить 13,62% (150-180 га) і 6,5% (1000-1030 га).

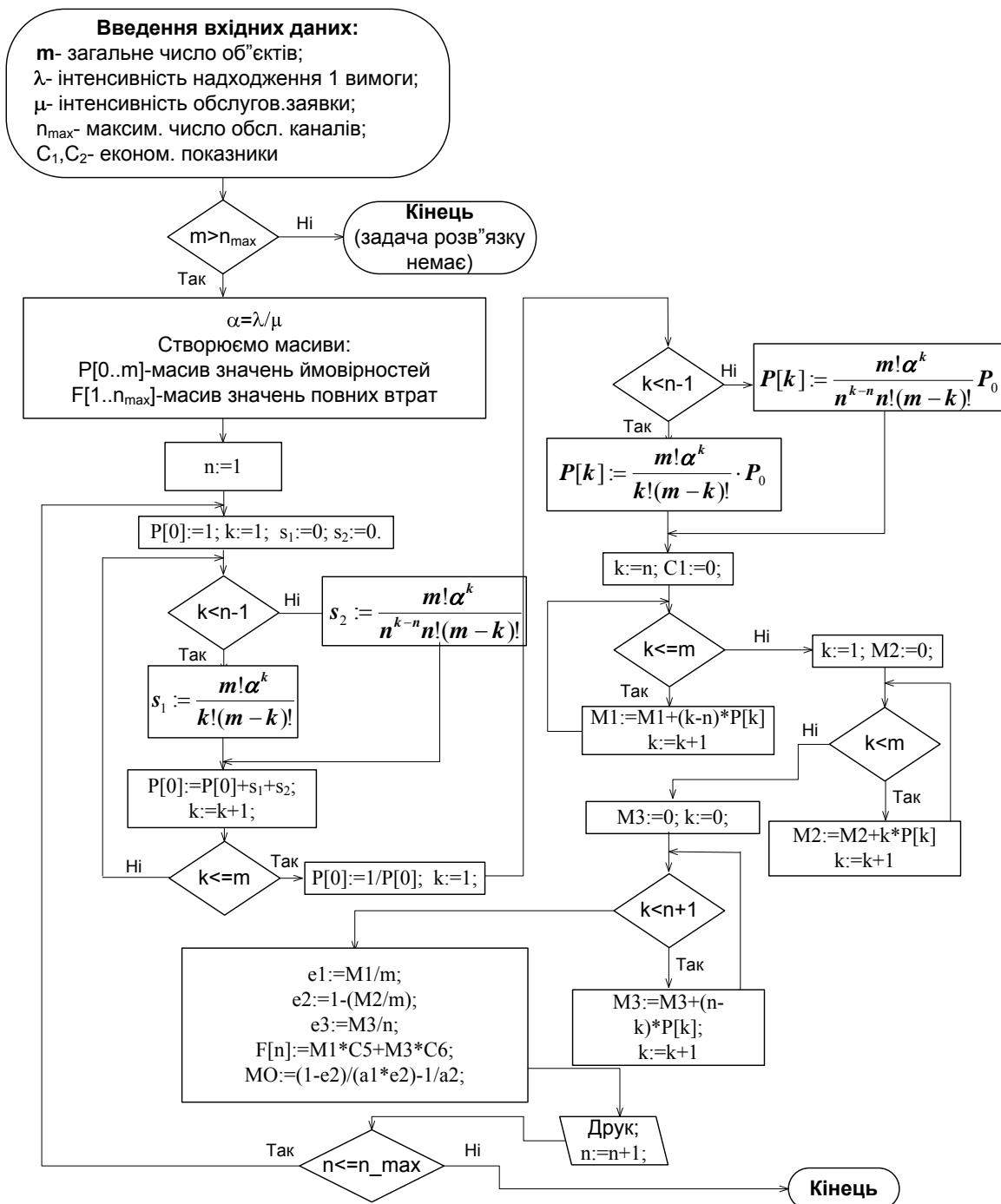


Рис. 3. Алгоритм розв'язку системи масового обслуговування.

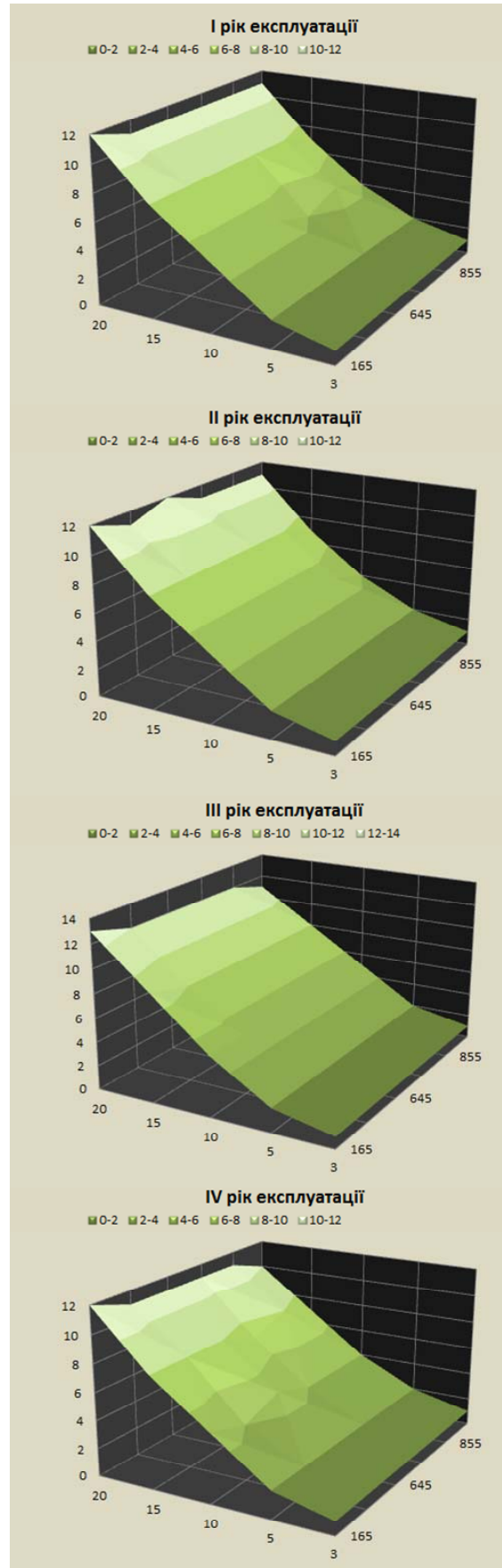
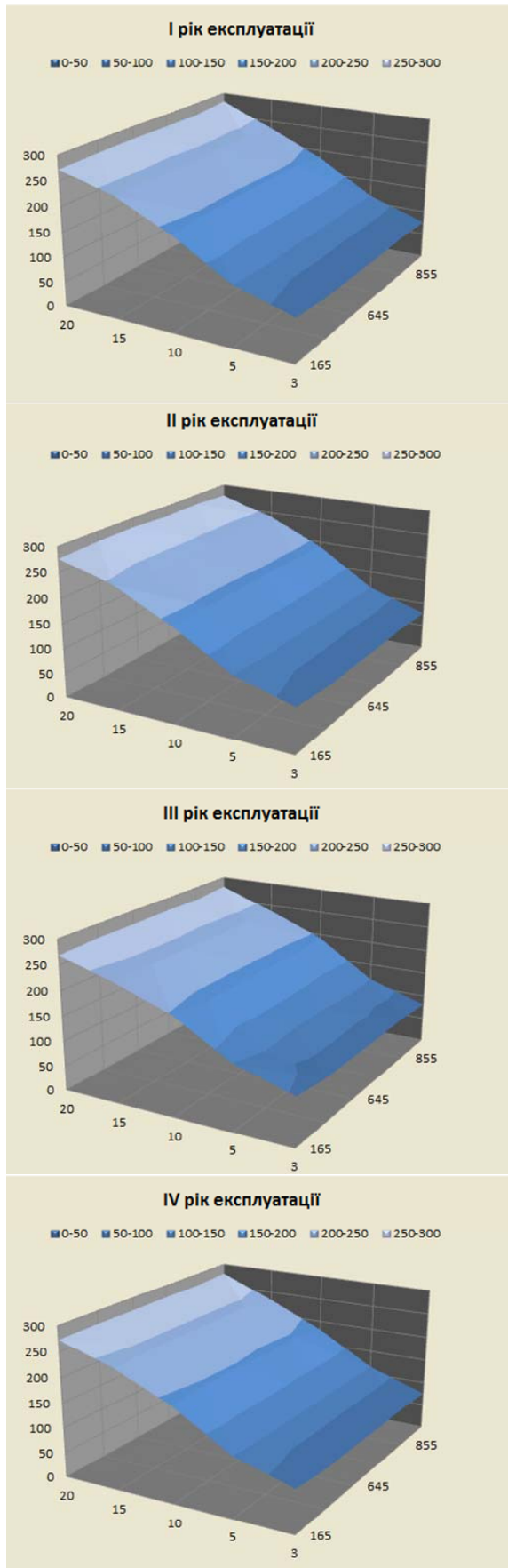


Рис. 5. Залежність сумарних затрат та оптимальної кількості обслуговувань від кількості комбайнів та річного завантаження.

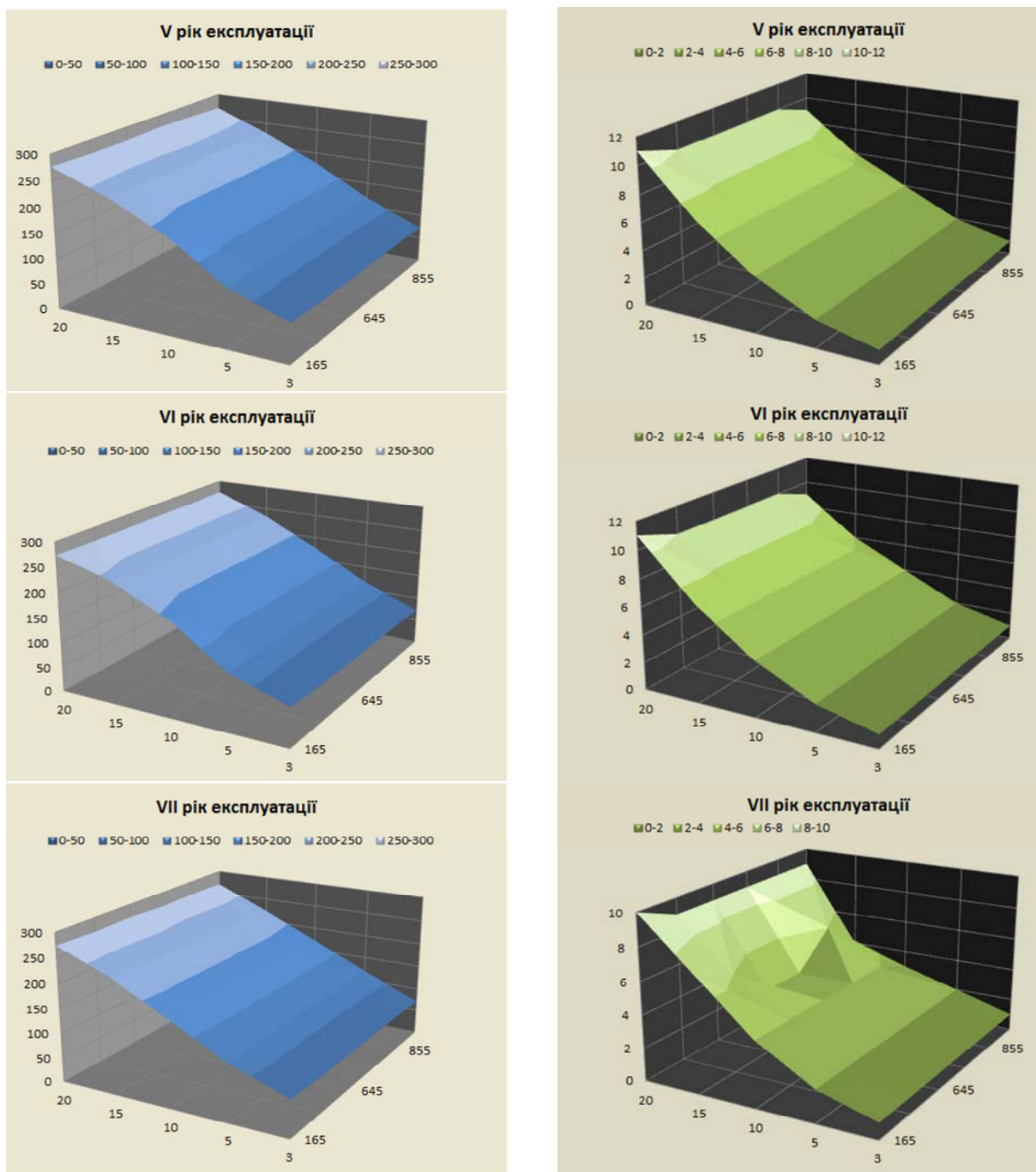


Рис. 6. Залежність сумарних затрат та оптимальної кількості обслуговувань від кількості комбайнів та річного завантаження.

Доказом необхідності використання системи масового обслуговування для розрахунку кількості обслуговуючих ланок в господарствах може бути моделювання розрахунків не за оптимальною кількістю каналів обслуговування, а за здоровим глуздом. Зокрема моделювалися наступні дані: для 3 комбайнів – 1 канал обслуговування, 5 комбайнів – 2 канали, 10 комбайнів – 3 канали, 15 комбайнів – 4 канали і відповідно 20 – 5 каналів. (рис. 7).

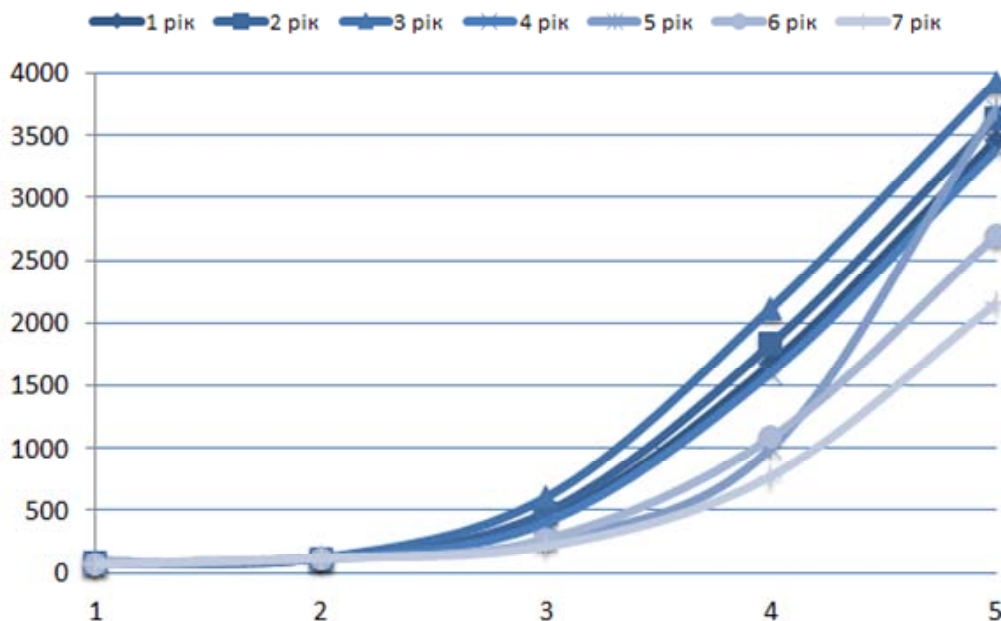


Рис. 7. Сумарні затрати від неоптимальної кількості обслуговуючих каналів для групи комбайнів з різним роком експлуатації.

Аналіз даних розрахунків показує, що найбільші втрати від неоптимальної кількості характерні для найбільшої групи комбайнів 20. При цьому втрати для 1 року експлуатації складають 3187 грн. (в 11,57 рази), а для 7 року експлуатації відповідно 1881 грн. (6,87 разів).

Висновки

1. Мінімальні сумарні витрати на обслуговування групи комбайнів можливі при використанні оптимальної кількості обслуговуючих ланок визначені за допомогою системи масового обслуговування.

2. Сумарні витрати незначно залежать від року експлуатації комбайнів та річного їх завантаження. Ці витрати зменшується відповідно у межах від 13,63% до 3,12%. Більший вплив на величину витрат здійснює кількість цих комбайнів у групі.

3. Формування неоптимальної кількості обслуговуючих ланок дає втрати коштів від 3187 до 1881 грн. (1 і 7 роки експлуатації). Виробникам на період жнив варто залучати додаткових фахівців обслуговування, для необхідної оптимальної кількості ланок, що дасть змогу нівелювати додаткові втрати і знизити собівартість, в тому числі і за рахунок якості зерна через дотримання строків жнив.

Список літератури

1. Надточій О. В. Моніторинг комбайнового ринку України / Надточій О. В., Войтюк Д. Г., Демко А. А. // Науковий вісник НУБіП України. – К., 2010. – Вип. 144, ч. 2. – С. 322–328.

2. Драгайцев В. И. Опыт использования зерноуборочных комбайнов ДОН-1500Б в машинно-технологической станции "Башкирская" / В. И. Драгайцев, А. А. Долженков, К. И. Алексеев // Республики Башкарстан. – М., 2001. – 42 с.
3. Ермолов Л. С. Основы надежности сельскохозяйственной техники / Л. С. Ермолов, В. М. Кряжков, В. Е. Черкун. – М.: Колос, 1982. – 267 с.
4. Прибытков П. Р. Безотказность уборочных агрегатов и комплексов / П. Р. Прибытков, В. Р. Скобач. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 205 с.
5. Табачников А. Г. Оптимизация уборки зерновых комбайновыми агрегатами / А. Г. Табачников. – М.: Агропромиздат, 1985. – 158 с.

References

1. Nadtochiy, O. V., Voytyuk, D. H, Demko, A. A. (2010). Monitorynh kombaynovoho rynku Ukrayiny [Monitoring of a combine market of Ukraine]. Naukovyy visnyk NUBiP Ukrayiny. K., Vyp. 144, ch. 2, 322–328.
2. Draghaytsev, V. Y., Dolzhenkov, A. A., Alekseev, K. Y. (2001). Opyt yspol'zovaniya zernouborochnykh kombaynov DON-1500B v mashynno-tekhnologicheskoy stantsyy "Bashkyrskaya" [Experience of using combine harvesters DON-1500B in mashin-technological station of the Bashkir]. Respublyky Bashkarstan. M., 42.
3. Ermolov, L. S., Kryazhkov, V. M., Cherkun, V. E. (1982). Osnovy nadezhnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Bases of reliability of agricultural machinery]. M.: Kolos, 267.
4. Prybytkov, P. R., Skobach, V. R. (1987). Bezotkaznost' uborochnykh ahrehatov y kompleksov [The reliability of harvesting machines and complexes]. L.: Ahropromyzdat, 205.
5. Tabachnykov, A. H. (1985). Optymyzatsyya uborky zernovykh kombaynovymy ahrehatamy [Optimization of grain harvesting combine units]. M.: Ahropromyzdat, 158.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМБАЙНОВ

А. В. Надточий, Л. Л. Титова

Аннотация. В статье представлен анализ суммарных затрат эксплуатации зерноуборочных комбайнов при использовании оптимального количества обслуживающих звеньев определенных с помощью системы массового обслуживания. Минимальные суммарные затраты на обслуживание группы комбайнов возможны при использовании оптимального количества обслуживающих звеньев определены с помощью системы массового обслуживания.

Суммарные затраты незначительно зависят от года эксплуатации комбайнов и летнего их загрузки. Эти расходы уменьшается соответственно в пределах от 13,63% до 3,12%. Больше влияние на величину затрат осуществляет их количество комбайнов в группе. Формирование неоптимальной количества обслуживающих звеньев дает потери средств от 3187 до 1881 гривен (1 и 7 года эксплуатации). Производителям на период жатвы стоит привлечь дополнительных специалистов

обслуговування, необхідної для оптимального количества звеньев, что даст возможность нивелировать дополнительные потери и снизить себестоимость, в том числе и за счет качества зерна за соблюдение сроков жатвы.

Ключевые слова: система, массовое обслуживание, оптимизация, затраты, комбайны

USE OF QUEUING SYSTEMS FOR OPTIMIZATION OF MAINTENANCE OF COMBINES

O. V. Nadtochiy, L. L. Titova

Abstract. *The paper presents the analysis of the total cost of operation of combine harvesters when using the optimal number of service units defined using the Queuing system. Minimum total costs of the facilities group combines possible when using the optimal number of service units is determined using a Queuing system.*

Total cost is slightly dependent on the year of operation of the combines and summer download. These expenses decreased accordingly in the range from 13.63% to 3,12%. Greater impact on the value of the cost of implementing them the number of harvesters in the group.

The formation noptimal the number of service units gives a loss of funds from 3187 until 1881 hryvnia (1 and 7 years of operation). Producers at the period of harvest is to attract additional professionals services required for the optimal number of links that will give you the opportunity to offset the additional losses and reduce costs, including at the expense of grain quality for compliance with the terms of the harvest.

Key words: *system of mass service, optimization, costs, harvesters*

УДК 631.171.075.4

ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГУМОВОГО ПОКРИТТЯ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНИХ ФЕРМАХ

**Н. І. Болтянська, О. В. Болтянський, кандидати технічних наук
Таврійський державний агротехнологічний університет,
e-mail: natali.28@inbox.ru**

Анотація. *У статті розглянуто переваги і недоліки використання різних матеріалів для облаштування проходів в корівниках та доцільність застосування гумового покриття для*

© Н. І. Болтянська, О. В. Болтянський, 2016