

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОГО РІВНЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ МАШИН В ТВАРИННИЦТВІ

Болтянська Н. І.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Сьогодні багато керівників господарств зайнято пошуком можливостей для економічного зростання підприємств. Безумовно, одним з резервів служить зниження собівартості продукції. Особливість функціонального призначення та експлуатації засобів механізації і електрифікації полягає у забезпеченні безперервності біотехнічного зв'язку у тваринництві: оператор — машина — тварина — навколишнє середовище. Це є можливим лише за умови постійного підтримання вказаних засобів у працездатному стані, за якого коефіцієнт готовності кожної одиниці повинен бути на рівні 0,95...0,98. Результати досліджень показали, що розподіл строків служби машин не суперечить закону Вейбулла. Встановлено, що недостатнє забезпечення окремих споживачів запасними частинами, викликане не стільки фактичними витратами, скільки проблемами в плануванні і їхньому розподіленні. Через відсутність прийнятних для машинобудівників науково обґрунтованих методичних матеріалів, надто бідної й розрізної інформації про фактичні ресурси та доцільну рівномірність розподілу ресурсів елементів тваринницької техніки в умовах рядової експлуатації номенклатура й норми витрат запасних частин на практиці встановлюються, як правило, на основі інженерної інтуїції працівників конструкторських організацій та досвіду фахівців ремонтних підприємств.

У статті розглянуто розроблену математичну залежність для визначення потреби тваринницької техніки в запасних частинах із змінними факторами: кількість однакових деталей на одній машині; кількість однакових машин; закон розподілу ресурсу деталей та його параметри; точність визначення параметрів розподілу, яка включає розмір статистичної вибірки і довірчу ймовірність; час прогнозу, яка дозволить забезпечити споживачів достатньою кількістю запасних частин задля підтримання техніки в працездатному стані і якісному виконанню усіх агрозоотехнічних операцій відповідно до вимог технологічного процесу. У тих випадках, коли кількість запасних частин розраховується для тієї ж самої вибірки, за якою визначені параметри розподілу, використовується точкова оцінка середнього ресурсу. При розрахунку потреби в запасних частинах для всієї генеральної сукупності при умові визначення параметрів розподілу ресурсу за окремими статистичними вибірками використовується нижня двобічна оцінка середнього ресурсу, що відповідає найгіршому варіанту експлуатації машин і гарантує з певною ймовірністю достатність запасних частин.

Ключові слова: виробництво продукції тваринництва, технологічний процес, надійність, запасні частини, розподіл Вейбулла, параметри розподілу, ймовірність, час прогнозу, середній ресурс.

Актуальність проблеми

Агропромисловий комплекс України переживає кризу, обумовлену загальним соціально-економічним станом країни, зростанням специфічних галузевих проблем: низька рентабельність виробництва, різке скорочення основних виробничих фондів, фінансові проблеми та ін. Економічна криза негативно вплинула на стан технічного

забезпечення аграрного сектору. Основними видами техніки сільськогосподарської виробничі забезпечені на 40...50% від нормативного рівня. Машинно-тракторний парк постійно скорочується. За останні 15 років кількість техніки скоротилася майже вдвічі і не відповідає технологічній потребі. В результаті цього значно зросло навантаження на техніку, через що порушуються вимоги агротехніки щодо термінів та якості виконання робіт [1-3].

Аналіз останніх досліджень

Наявний в аграрних підприємствах машинно-тракторний парк кількісно зменшився, морально застарів, фізично зношений. У структурі тракторів менше 20 % таких, що експлуатуються в межах амортизаційного терміну, а понад 30% знаходяться в експлуатації більше 20 років. Економічний стан підприємств аграрного сектору такий, що найближчим часом докорінне оновлення їх матеріально-технічної бази є досить проблематичним, тому пріоритетною задачею технічної політики наразі є зупинка процесу катастрофічного зменшення кількісного складу наявного машинно-тракторного парку та відновлення матеріально-технічної бази його сервісного забезпечення [5-7].

Збереження кількісного складу машинно-тракторного парку може бути досягнуто за рахунок відновлювальних ремонтів з одночасною модернізацією основних видів сільськогосподарської техніки. Це дозволить на 30–40% зменшити вибуття техніки з експлуатації і використовувати її в аграрному секторі ще впродовж 5–6 років. Підтримувати сільськогосподарську техніку в робочому стані та ефективно її використовувати можна лише відповідно організувавши технічний сервіс. Він повинен охоплювати всі етапи від придбання машин, передпродажної підготовки, експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і аж до списання та утилізації [8-10]. Питанням технічного сервісу машинно-тракторного парку та підтримання сільськогосподарської техніки в робочому стані та ефективного її використання приділяли увагу як вітчизняні, так і закордонні науковці. Але на даний час залишається невирішеними ще дуже багато питань [11,12].

Формулювання мети дослідження

Метою цього дослідження є розробка математичної залежності для визначення потреби тваринницької техніки в запасних частинах що дозволить забезпечити споживачів достатньою кількістю запасних частин задля підтримання техніки в працездатному стані і якісного виконання усіх агрозоотехнічних операцій відповідно до вимог технологічного процесу.

Методичний підхід в проведенні досліджень

При дослідженні питання забезпечення високого рівня експлуатації та ремонту машин в тваринництві було використано методи групування, системного аналізу, синтезу, наукових узагальнень та метод аргументації.

Результати досліджень

Сьогодні багато керівників господарств зайнято пошуком можливостей для економічного зростання підприємств. Безумовно, одним з резервів служить зниження собівартості продукції. Проте, як правило, передусім сільськогосподарської виробничі звертають увагу на скорочення витрат по таких чутливих позиціях, як повнорационні корми, енергетичні і людські ресурси, що нерідко йде в збиток задоволенню фізіологічних потреб тварин. При цьому інвестуються, іноді без особливого рахунку, величезні засоби в інфраструктуру.

виробничі потужності, в закупівлю племінних тварин. Але сучасні генетичні лінії, використовувані в племінному тваринництві, методи розведення, у тому числі гібридизація, дозволяють отримати високопродуктивну худобу, властивості якої будуть повністю розкриті тільки за допомогою максимального задоволення усіх фізіологічних потреб тварин в утриманні, мікрокліматі, годівлі, напуванні і так далі. Істотне збільшення обсягів виробництва продукції тваринництва - навіть при нинішній чисельності поголів'я худоби в Україні можливо завдяки якісному виконанню усіх агрозоотехнічних операцій відповідно до вимог технологічного процесу. Саме підвищення якості обслуговування тварин здатне дати адекватну реакцію, що впливає на їх продуктивність [13,14].

Багатопрофільність галузей тваринництва та технології трудомістких процесів обумовлюють потребу у великій гамі засобів механізації і електрифікації. Так, якщо системою машин для сільського господарства передбачається більше 2000 найменувань машин і обладнання, то із них більше 350 припадає лише на засоби для механізації виробничих процесів у тваринництві. Ще більше розширює цю гаму електротехнічне і енергетичне обладнання та інженерні комунікації, необхідні для виконання процесів. У цілому на тваринницьких фермах України налічується близько 13 млн. одиниць різних засобів механізації [15,16].

Особливість функціонального призначення та експлуатації засобів механізації і електрифікації полягає у забезпеченні безперервності біотехнічного зв'язку у тваринництві: оператор — машина — тварина — навколишнє середовище. Це є можливим лише за умов постійного підтримання вказаних засобів у працездатному стані, за якого коефіцієнт готовності кожної одиниці повинен бути на рівні 0,95–0,98. Високий рівень готовності є досяжним за умови своєчасного та належного виконання комплексу робіт із технічного обслуговування і ремонту цих засобів [17,18].

Шоста частина фактичних витрат запасних частин обумовлена виробничими причинами. Недостатньо високий рівень експлуатації та низька якість ремонту машин залишаються основними причинами підвищених витрат запасних частин. Первинно середній термін служби елементів, відновлених при ремонті, в основному на 30...50% нижче від базових. Результати досліджень показали, що розподіл строків служби машин не суперечить закону Вейбулла. У зв'язку з цим функція інтенсивності заміни деталей $\lambda(t)$ за період спостережень t має вигляд:

$$\lambda(t) = abt^{b-1}, \quad (1)$$

де a і b - параметри розподілу за законом Вейбулла.

Встановлено, що недостатнє забезпечення окремих споживачів запасними частинами, викликане не стільки фактичними витратами, скільки проблемами в плануванні і їхньому розподіленні. Через відсутність прийнятних для машинобудівників науково обґрунтованих методичних матеріалів, надто бідної й розрізненої інформації про фактичні ресурси та доцільну рівномірність розподілу ресурсів елементів сільськогосподарських машин в умовах рядової експлуатації номенклатура й норми витрат запасних частин на практиці встановлюються, як правило, на основі інженерної інтуїції працівників конструкторських організацій та досвіду фахівців ремонтних підприємств.

У зв'язку з цим накопичення інформації про ресурси машин, потоки замін елементів з урахуванням ремонтних впливів і розробка на цій основі прийнятних для практики методичних матеріалів по обґрунтуванню доцільної рівномірності деталей і складальних одиниць, а також організації номенклатури й норм витрат запасних частин - одне з найважливіших завдань, яке стоїть перед ученими, машинобудівниками й

експлуатаційниками.

Запропонована математична залежність для визначення потреби в запасних частинах має вигляд:

$$N_3 = f_1(n_0; n_M; x; y; P(t); t_n) \quad (2)$$

де N_3 – потреба в запасних частинах, шт.; n_0 – число однакових деталей, встановлених на одній машині, шт.; n_M – число однакових машин, шт.; x, y – параметри розподілу ресурсу вузлів і деталей для двопараметричних розподілів; $P(t)$ – ймовірність, що гарантує достатність запасних частин для усієї генеральної сукупності виробів, %; t_n – час прогнозу в одиницях напрацювання, год.

Для спрощення застосування залежності (2) об'єднаємо усі змінні фактори крім n_0 та n_M у коефіцієнт потреби в запасних частинах K_3 :

$$K_3 = f_2(x; y; P(t); t_n) \quad (3)$$

З урахуванням залежності (3) функція (2) набуде вигляду

$$N_3 = f_1(K_3 n_0 n_M) \quad (4)$$

Аналіз виразу (3) показує, що коефіцієнт K_3 містить чотири змінні величини, дві з яких x і y – параметри форми і масштабу двопараметричних розподілів. Наявність кількох параметрів у розглянутих двопараметричних розподілах значно розширює межі їх застосування, але ускладнює використання в розрахунках, пов'язаних із визначенням коефіцієнта K_3 . Це зумовлено обмеженням числа змінних величин у кінцевому рівнянні визначення коефіцієнта K_3 до двох, одне з яких є параметром форми розподілу, а друге – параметром часу, що дає змогу зображати залежність коефіцієнта K_3 від основних змінних величин на площині (рис. 1). Збільшення числа змінних величин понад, призводить до необхідності заміни площинного зображення коефіцієнта K_3 на об'ємне, що небажано у зв'язку зі складністю практичного використання багатовимірною зображення.

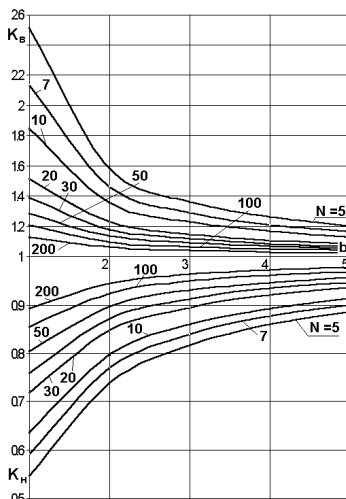


Рис. 1. Залежність коефіцієнтів K_n і K_e двобічних довірчих меж від параметра форми b розподілу Вейбулла, обсягу вибірки N при довірчій ймовірності $\square = 0.9$

З метою одержання кінцевих рішень і можливості інтерпретації одержаних результатів у вигляді графічних залежностей, двопараметричні розподіли треба нормувати, тобто привести до однопараметричного виду. Приведення двопараметричних розподілів до однопараметричного виду полягає в штучному способі передачі параметра масштабу через параметр форми розподілу, а потокового часу напрацювання – через середнє значення ресурсу, яке для розподілу Вейбулла прийнято рівним 1.

Час прогнозу t_n передається у частках середнього ресурсу вузлів і деталей t_{cp} у разі повного інформаційного забезпечення, і у частках нижньої двобічної межі середнього ресурсу t_{cpn} при неповному інформаційному забезпеченні і позначається t_o . Обсяг вибірки N , за якою визначено параметри розподілу, і довірчу ймовірність β приймають фіксованими. Порядок визначення часу прогнозу t_o для розподілу Вейбулла подано в табл.1.

Таблиця 1

Порядок визначення часу прогнозу t_o	
Показник	Розподіл Вейбулла
Параметр форми	α
Параметр масштабу	b
Середній ресурс	$\alpha^{1/b}\Gamma(1+1/b)$
Варіант А	
Коефіцієнт нижньої двобічної межі середнього $K_l; K_n$	$[2N/\chi^2(1+\beta)/2; 2N]^{1/b}$
Нижня двобічна межа середнього ресурсу t_{cpn}	$K_n t_{cp}$
Час прогнозу t_o	t_n/t_{cpn}
Варіант Б	
Час прогнозу t_o	t_n/t_{cp}

По-перше, при відомому розподілі, та його параметрах визначається середній ресурс. Графічну залежність середнього ресурсу від параметрів масштабу \square і форми b при розподілі Вейбулла наведено на рис. 2.

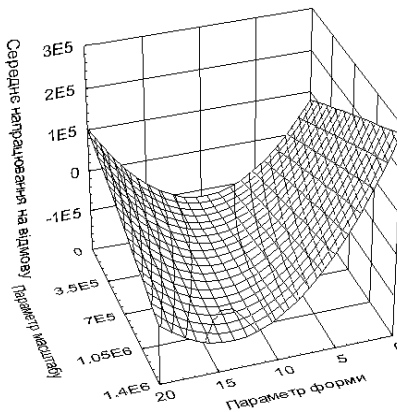


Рис.1. Залежність середнього ресурсу від параметрів масштабу \square і форми b при розподілі Вейбулла.

При визначенні часу прогнозу t_0 розглянуто 2 варіанти.

Варіант А. Параметри розподілу визначені за окремою статистичною вибіркою, а розрахунок потреби в запасних частинах виконується для усїєї генеральної сукупності виробів, при цьому використано нижню двобічну інтервальну оцінку середнього $t_{срн}$. Визначається коефіцієнт нижньої двобічної межі, нижня двобічна межа середнього ресурсу $t_{срн}$ (табл.1). Довірна ймовірність β в цьому разі приймається 0.9.

Задається потоковий час прогнозу t_n , на який визначається потреба в запасних частинах. Він може прийматися як строк експлуатації машини, наведений у годинах напрацювання, чи довільно в межах

$$0 < t_n \leq T_M \square T_{сл}$$

де T_M - середньорічне напрацювання машини, год.; $T_{сл}$ - строк служби машини, рік. Після цього час прогнозу t_n передається у частках нижньої двобічної інтервальної оцінки середнього значення ресурсу (табл. 2).

Варіант Б. Параметри розподілу визначено за окремою статистичною вибіркою, а потреба в запасних частинах визначається для того ж самого об'єкта, де експлуатуються підконтрольні машини. Розрахунки виконуються за точковою оцінкою середнього ресурсу $t_{ср}$. Час прогнозу t_n передається в частках точкової оцінки середнього ресурсу (табл. 2).

Таблиця 2

Співвідношення для розрахунку функції відмов при умові приведення двопараметричних розподілів до однопараметричного виду

Розподіл	Параметр		Середнє значення ресурсу, $t_{ср}$	Функція відмов, $F(t_0)$	t_0
	форми	масштабу			
Вейбулла	b	$\alpha_0 = [1/\Gamma(1+1/b)]^b$	1	$1 - \exp[-(t_0^b / \alpha_0)]$	$t/t_{ср}$

У літературі по надійності прийняті різні позначення параметру масштабу для розподілу Вейбулла: α , α_0 , a . Вираз для переведення з одного позначення параметру масштабу в інші має вигляд:

$$\alpha = a^b = \alpha_0 t_{ср}^b.$$

Це дозволяє використовувати результати досліджень при будь-якому значенні параметра форми. Графічно це подано на рисунку 3.

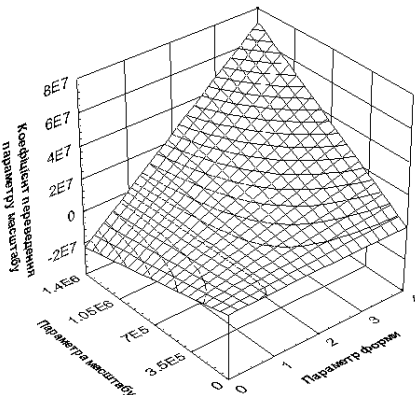


Рис.3. Приведення масштабу форми розподілу Вейбулла до різних позначень.

Висновки

Для визначення потреби в запасних частинах розроблено математичну залежність із змінними факторами: кількість однакових деталей на одній машині; кількість однакових машин; закон розподілу ресурсу деталей та його параметри; точність визначення параметрів розподілу, яка включає розмір статистичної вибірки і довірчу ймовірність; час прогнозу.

У тих випадках, коли кількість запасних частин розраховується для тієї ж самої вибірки, за якою визначені параметри розподілу, використовується точкова оцінка середнього ресурсу. При розрахунку потреби в запасних частинах для всієї генеральної сукупності при умові визначення параметрів розподілу ресурсу за окремими статистичними вибірками використовується нижня двобічна оцінка середнього ресурсу, що відповідає найгіршому варіанту експлуатації машин і гарантує з певною ймовірністю достатність запасних частин.

Список використаних джерел

1. Болтянська Н.І. Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу приготування і роздавання кормів у тваринництві. Науковий вісник ТДАТУ. Вип. 4. Т.1, С. 16-22.
2. Болтянський О.В. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання». 2015. С. 54–55.
3. Rogovskii I.L. Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Науковий вісник НУБіП України. Серія: «Техніка та енергетика АПК». 2017. Вип 262. С. 38.
4. Болтянська Н.І. Роль технічного сервісу при забезпеченні високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва. Науковий вісник ТДАТУ. 2013. Вип. 3. Т.1, С. 103-110.
5. Болтянський О.В. Аналіз шляхів підвищення ефективності використання машино-тракторного парку. Праці ТДАТУ. Мелітополь. Вип. 14. Т.4, 2014. С. 204–209.
6. Boltianska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.
7. Болтянський О.В. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2015 Вип.212, ч.1. С. 275–283.
8. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник [Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Б.В. Болтянський, та ін.]. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.
9. Болтянська Н.І. Сучасний стан машинно-тракторного парку підприємств агропромислового комплексу. Праці ТДАТУ. 2008. Вип. 36. С. 3–7.
10. Бойко А.І. Напрями забезпечення надійності складної сільськогосподарської техніки. 36. наукових праць ХНТУСГ. 2009. Вип. № 80. С. 13-16.
11. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.
12. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2014. Вип.196, ч.1. С. 239-245.
13. Болтянський О.В. Аналіз шляхів підвищення ефективності використання машино-тракторного парку. Праці ТДАТУ. 2014. Вип. 14. Т.4. С. 204–209.

14. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник. Мелітополь: Колор Принт, 2012. 720 с.
15. Болтянська Н.І. Забезпечення високоєфективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом підвищення рівня надійності техніки. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2018 Вип.282, ч.1. С. 181-192.
16. Некрасов С.С. Экономические критерии предельного состояния сложных машин. Механизация и электрификация сельского хозяйства. №4. 1999. С. 20–23.
17. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2009. Вип.89. С. 106-111.
18. Болтянський О.В. Використання різних критеріїв при визначенні кількості запасних частин. Праці ТДАТА. Мелітополь, 2006. Вип.36. С. 3–7.

Аннотация

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА МАШИН В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Болтянская Н.И.

Сегодня многие руководители хозяйств заняты поиском возможностей для экономического роста предприятий. Безусловно, одним из резервов служит снижение себестоимости продукции. Особенность функционального назначения и эксплуатации средств механизации и электрификации состоит в обеспечении непрерывности биотехнической связи в животноводстве: оператор - машина - животное - окружающая среда. Это возможно только при условии постоянного поддержания указанных средств в работоспособном состоянии, при котором коэффициент готовности каждой единицы должен быть на уровне 0,95...0,98. Результаты исследований показали, что распределение сроков службы машин не противоречит закону Вейбулла. Установлено, что недостаточное обеспечение отдельных потребителей запасными частями, вызвано не столько фактическим расходом, сколько проблемами в планировании и их распределении. Из-за отсутствия приемлемых для машиностроителей научно обоснованных методических материалов, слишком бедной и разрозненной информации о фактических ресурсах и целесообразную равномерность распределения ресурсов элементов животноводческой техники в условиях рядовой эксплуатации номенклатура и нормы расхода запасных частей на практике устанавливаются, как правило, на основе инженерной интуиции работников конструкторских организаций и опыта специалистов ремонтных предприятий.

В статье рассмотрены разработанную математическую зависимость для определения потребности животноводческой техники в запасных частях с переменными факторами: количество одинаковых деталей на одной машине; количество одинаковых машин; закон распределения ресурса деталей и их параметры; точность определения параметров распределения, которая включает размер статистической выборки и доверительную вероятность; время прогноза, которая позволит обеспечить потребителей достаточным количеством запасных частей для поддержания техники в работоспособном состоянии и качественному выполнению всех агротехнических операций в соответствии с требованиями технологического процесса. В тех случаях, когда количество запасных частей рассчитывается для той же выборки, по которой определены параметры распределения, используется точечная оценка среднего ресурса. При расчете потребности в запасных частях для всей генеральной совокупности при

условии определения параметров распределения ресурса по отдельным статистическим выборкам используется нижняя двусторонняя оценка среднего ресурса соответствует худшему варианту эксплуатации машин и гарантирует с определенной вероятностью достаточность запасных частей.

Ключевые слова: производство продукции животноводства, технологический процесс, надежность, запасные части, распределение Вейбулла, параметры распределения, вероятность, время прогноза, средний ресурс.

Abstract

ENSURING A HIGH LEVEL OF OPERATION AND REPAIR OF MACHINERY IN ANIMAL HUSBANDRY

Boltianska, N.I.

Today, many farm managers are busy looking for opportunities for business growth. Of course, one of the reserves is to reduce the cost of production. The peculiarity of the functional and operation of mechanization and electrification means is to ensure the continuity of biotechnical communication in animal husbandry: operator - machine - animal - environment. This is possible only on condition that these facilities are maintained in a working condition at which the readiness factor of each unit should be at the level of 0.95...0.98. A high level of readiness is achievable provided timely and proper execution of a complex of maintenance and repair works of these facilities. A sixth of the actual cost of spare parts is due to production reasons. Insufficient operation and poor repair quality remain the main reasons for the increased cost of spare parts. Initially, the average life of the items restored during repair is generally 30...50% below baseline. Research has shown that the distribution of machine life does not contradict Weibull's law. It was found that insufficient provision of spare parts for individual consumers, caused not only by the actual costs, but by the problems in planning and their distribution. Due to the lack of scientifically grounded methodological materials for machine-builders, too poor and disparate information on actual resources and the appropriate uniformity of resource allocation of agricultural machine elements in the conditions of ordinary operation, the nomenclature and norms of spare parts costs are usually established on the basis of labor organizations and experience of repair companies.

The article deals with the mathematical dependence developed to determine the need for livestock machinery in spare parts with variable factors: the number of identical parts on one machine; the number of identical machines; the law of distribution of a resource of details and its parameters; the accuracy of determining the distribution parameters, which includes the size of the statistical sample and the confidence probability; forecasting time, which will provide consumers with sufficient spare parts to maintain the equipment in a working condition and quality performance of all agricultural operations in accordance with the requirements of the technological process. In cases where the number of spare parts is calculated for the same sample for which the distribution parameters are determined, a point estimate of the average resource is used. When calculating the need for spare parts for the whole population, subject to determining the parameters of the distribution of the resource for individual statistical samples, a lower two-sided estimate of the average resource is used, which corresponds to the worst case of machine operation and guarantees with certainty the sufficiency of the spare parts.

Keywords - livestock production, technological process, reliability, spare parts, Weibull distribution, distribution parameters, probability, forecast time, average resource.