

## ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ОТ ПРОСТОЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ПРИЧИНАМ

Кондрашова Е. В., Скрыпников А. В.

*ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия (394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8), e-mail: [rivelenasoul@mail.ru](mailto:rivelenasoul@mail.ru)*

Проведен анализ показателей технической эксплуатации сельскохозяйственных машин. Превентивные ремонтно-обслуживающие работы, замены деталей, узлов, машин составляют основу существующей ремонтной политики, которая сформировалась в дорыночных условиях при действовавших в тот период соотношениях цен на сырьевые ресурсы и машины для их добычи (выращивания, уборки, заготовки). Проведен анализ показателей технической эксплуатации сельхозмашин. Создана и апробирована методика оценки потерь от простоя сельхозмашин в связи с её отказом с учётом двух подходов: прямой учёт потерь продукции в единицу времени и косвенная оценка потерь, основанная на учёте содержания резервной машины. Рассмотрена динамика изменения таких показателей как число сельхозмашин, стоимость машины, число смен за 10–20 лет. Одним из важнейших, на наш взгляд, выводов является вывод о том, что наблюдается устойчивая тенденция, характерная для всех стран с рыночной экономикой: возникновение и увеличение диспаритета цен на возобновляемые сырьевые ресурсы и продукции более монополизированных высокотехнологичных отраслей.

Ключевые слова: сельскохозяйственная машина, ремонт, отказ и простой оборудования, техническое состояние.

## EVALUATION OF LOSSES FROM AGRICULTURAL MACHINE DOWNTIME FOR TECHNICAL REASONS

Kondrashova E. V., Skrypnikov A. V.

*Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, Russia (394087, Voronezh, street Timiryazeva, 8), e-mail: [rivelenasoul@mail.ru](mailto:rivelenasoul@mail.ru)*

The analysis of the performance of technical operation of farm machinery. Preventive maintenance and servicing work, replacement parts, components, machines are the basis of the existing maintenance policy, which was formed in pre-market conditions in force at the time ratio of prices for raw materials and machinery for their production (growing, harvesting, harvesting). The analysis of the performance of technical operation of farm machinery. Created and tested method of estimation of losses from idle farm machinery in connection with its denial based on two approaches: direct recording of loss of production per unit time and indirect estimates of losses based on the registered content of the backup machine. The dynamics of changes in such indicators as the number of farm machinery, the cost of the machine, the number of shifts for 10–20 years. One of the most important, in our opinion, the conclusion is that there is a steady trend that is characteristic for all countries with a market economy: the rise and increasing disparity in prices for renewable raw materials and products over high-tech monopoly.

Keywords: agricultural machine repair failure and downtime, technical condition.

**Введение.** При проектировании и изготовлении машин формируется определенный ресурс или запас их потенциальных возможностей, который расходуется по мере эксплуатации и возобновляется при обслуживании или ремонте. Показатели технической эксплуатации большинства типов машин весьма чувствительны к экономическим реалиям той среды, в которой они используются по назначению. Во многих случаях это обстоятельство объясняется технико-экономической природой надежности машины и реакцией ее показателей, таких как: «предельное состояние», «отказ», «ресурс», «срок службы» и пр. на условия, в которых используется ремонтпригодная техника.

Превентивные ремонтно-обслуживающие работы, замены деталей, узлов, машин составляют основу существующей ремонтной политики, которая сформировалась в дорыночных

условиях при действовавших в тот период соотношениях цен на сырьевые ресурсы и машины для их добычи (выращивания, уборки, заготовки). Именно для тех условий была создана концепция планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта машин: упреждающие допуски, нормативы и регламенты.

В нынешних экономических условиях требуются новые подходы к формированию методологии технической эксплуатации и ремонта машин.

Техническое сопровождение эксплуатации сельскохозяйственных машин можно рассматривать как инструмент управления запасом их потенциальных возможностей, заложенных при изготовлении и пополняемых (восстанавливаемых) при обслуживании и ремонте. Определение момента для проведения работ по восстановлению технического состояния машины зависит от различных факторов, часто противоречащих друг другу. Эта противоречивость является исходной предпосылкой для поиска оптимальных решений среди множества возможных.

Достаточно ясно, что потребность в техническом сопровождении, включая ремонт одной и той же машины, будет оценена различными субъектами по-разному. Эти различия связаны: с инвариантностью режимов использования и обслуживания машины, от качества технического обслуживания и ремонта, и других причин.

**Теоретический анализ.** Отношение значений издержек при отказе элемента к затратам на его предупредительную замену – ключевой параметр технического обслуживания. Особенно велико влияние на стратегию технического обслуживания и ремонта значений потерь от простоя машины, а точнее, тех дополнительных издержек, с которыми связан отказ, в том числе и недобор продукции [1].

На этих дополнительных издержках сильнее всего сказывается специфика производственного использования машины: ценность продукции, которую можно потерять при простое, степень резервирования парка, совершенство сервисных служб, их территориальное размещение, наличие дорог и многое другое.

Прямой учет этих потерь практически невозможен. Они, конечно, могут быть вычислены при отказе конкретной машины, в конкретных условиях ее хозяйственного использования. Но в данном случае речь идет о неких нормативных оценках, предназначенных для использования в будущем. Для этого используются разнообразные и часто достаточно изощренные диагностические средства. На такой контроль тратится время и деньги, теряется продукция, требуется квалифицированный персонал.

С другой стороны, учет важнейшей характеристики, сильнее всего влияющей на принимаемые решения, ведется в среднем, по совокупности весьма различных по экономическим последствиям ситуаций [2].

Здесь возможные ошибки определения будущих издержек из-за простоя машины в связи с ее отказом столь велики, что делает, на наш взгляд, бессмысленным чрезмерное увеличение точности прогнозирования самого технического состояния элементов.

Именно поэтому мы пессимистически оцениваем эффективность прогнозирования технического состояния элемента «по реализации» взамен ориентации на среднестатистические оценки. При том первородном несовершенстве стратегий профилактики, когда они используются с экономическими критериями, точности такой вариант расчета управляющих параметров не прибавляет, а сложность увеличивает.

**Методика.** Рассмотрим теперь, на какой основе могут быть созданы методики оценки потерь от простоя машины в связи с ее отказом.

Здесь возможны два подхода:

а) прямой учет потерь продукции в единицу времени, например, часа, при выполнении работ определенного вида;

б) косвенная оценка таких потерь, основанная на учете содержания резервной машины, постоянно участвующей в работе и компенсирующей своей производительностью возможные отказы в парке аналогичных машин («горячий» резерв), или включающейся только на период отказа какой-либо штатной машины парка («холодный» резерв) [1].

Первый путь может дать определенные результаты для машин, используемых на однородных работах. Хотя и для этой техники прямая оценка потерь от простоя машин носит преимущественно качественный характер.

Ко второму приходится прибегать для машин, имеющих широкий спектр использования: тракторы, автомобили, погрузочные средства и другие машины общего назначения [3].

Используем первый путь как соответствующий рассматриваемой технике.

Введем обозначения:

$V$  – число машин в парке;

$\mu$  – стоимость машины;

$\gamma$  – число смен работы.

Рассмотрим динамику этих показателей за последние 10–20 лет и попытаемся оценить, как эти изменения сказались на: нормированной величине потерь от простоя машин по техническим причинам  $C_{np}^0$ ; общих нормированных издержках, вызванных отказом  $C^0$ .

Имея в виду, что нормированные потери от простоя машины, связанные:

$$C_{np}^0 = \frac{C_{npi}}{C_{si}} \quad (1)$$

где  $C_{npi}$  – те же потери, но в рублях,  $C_{si}$  – стоимость замены (ремонта) элемента, руб., можно

записать:

$$C_{npi} = t_{npi} Q_{np} p \chi^1 \quad (2)$$

отказом  $i$ -го элемента, составляют:

Здесь  $t_{npi}$  – время простоя машины в связи с отказом элемента  $i$ , час;

$Q_{np}$  – потеря продукции за час простоя машины, руб./час;

$p$  – рентабельность продукции, полученной с использованием данной машины;  $X < 1$  – коэффициент, учитывающий долю прибыли, которая может быть отнесена на счет использования машины.

Потерю продукции  $Q_{np}$  оценим по следующему выражению:

$$Q_{np} = \pi C_{л}, \quad (3)$$

где  $\pi$  – производительность машины в единицах продукции, м<sup>3</sup>/час;  $C_{л}$  – средняя цена лесоматериалов, руб./м<sup>3</sup>.

Время простоя запишем в функции трудоемкости  $\theta$  замены или ремонта  $i$ -го элемента и вероятности наличия резервной машины, способной подменить отказавшую. Эта вероятность, в свою очередь, зависит от загруженности парка, которую мы оцениваем параметром  $\nu$ . Тогда:

$$t_{npi} = t_{np}(\Theta_i, \nu). \quad (4)$$

Учитывая (2), (3) и (4), получим выражение для определения нормированных потерь от простоя машины из-за отказа  $i$ -го элемента:

$$C_{npi}^0 = \frac{t_{npi}(\Theta_i, \nu) \pi p \chi_i}{\mu}. \quad (5)$$

Входящие в выражение (5) параметры делятся на две группы.

Параметры  $\pi$ ,  $p$ ,  $X_1$ ,  $C_{л}$  характеризуют машину и процессы, в которой она используется. Они одинаковы для всех элементов. Причем производительность машины ( $\pi$ ), рентабельность производства, в которой она используется ( $p$ ), и стоимость продукции ( $\Theta$ ) являются отчетными данными, по которым имеется или, по крайней мере, имелась обширная статистика.

Что касается трудоемкости  $\Theta$  и стоимости замены (ремонта)  $i$ -го элемента  $C_{si}$ , то эти величины являются неперенными характеристиками ремонтной документации и прейскурантов на запасные части. Наименее определенным является коэффициент  $X_1$ , но его определять нет необходимости, поскольку во всех случаях нас интересуют не сами указанные величины, а их динамика за последние годы. Зная динамику, можно пересчитать управляющие

параметры с учетом изменений, которые произошли в отрасли за это время.

Трудоемкость замены  $\Theta$  зависит в основном от ремонтпригодности машин, оснащенности сервисных предприятий и квалификации ремонтно-обслуживающего персонала. В первом приближении эту величину для действующего парка машин можно считать постоянной.

Если говорить о машинах одной марки, например тракторе, то из входящих в (5) величин за последние 10 лет претерпели заметные изменения только  $p$  и  $\mu$ .

Несмотря на весьма значительное уменьшение числа машин в нынешнем парке, нагрузка на один списочный трактор ( $v$ ) практически не изменилась, т.е. доля машин, которые можно рассматривать как «горячий» резерв, осталась прежней [3].

**Экспериментальная часть.** Производительность трактора за эти годы осталась практически неизменной, а вот показатель  $\mu$  вырос к 2012 году в 4,33 раза. Рентабельность сельскохозяйственного производства уменьшилась в среднем за эти годы в 1,2 раза.

Другими словами относительные потери от простоя трактора из-за отказа в работе, выраженные в долях затрат на восстановление ее работоспособности, уменьшились с 2008 года более чем в 5 раз, а к 2012 г. по некоторым видам техники – даже в 15 раз.

Можно считать, что величина  $C_p^o$  состоит из двух частей. Одна, большая часть, пропорциональна времени простоя и поэтому зависит от всех тех факторов, которые были рассмотрены выше. Эта часть  $C_{np}^o$  действительно уменьшилась за последнее десятилетие в 5 и более раз. Однако вторая часть потерь зависит не от времени простоя, а от самого факта экстренности устранения последствий отказа (затраты на транспортировку отказавшей машины или ее составной части, оплата некоторых дополнительных попутных разборочно-сборочных работ, отличающихся по трудоемкости от аналогичных операций планово-предупредительного характера и т.п.).

Анализ источников [2–5] позволяет утверждать, что эта часть потерь составляет не менее трети общих потерь при отказе.

$$\bar{C}_{np}^0 = 0,67 \cdot 0,2\bar{C}_{np}^0 + 0,33\bar{C}_{np}^0 = 0,46\bar{C}_{np}^0 \quad (6)$$

Для определения  $C_p^o$ , соответствующих нынешним условиям на основе уравнений (4), может быть использована номограмма, графически отображающая зависимость

$$\bar{C}_{np}^0 = C_{np}^0 \cdot \frac{\tilde{\pi} \cdot \tilde{\rho} \cdot \tilde{\mu}}{\pi \cdot \rho \cdot \mu} \quad (\text{рис. 1}).$$

**Вывод.** Одним из важнейших, на наш взгляд, выводов является вывод о том, что наблюдается устойчивая тенденция, характерная для всех стран с рыночной экономикой:

возникновение и увеличение диспаритета цен на возобновляемые сырьевые ресурсы и продукции более монополизированных высокотехнологичных отраслей.

Величина простоев сельскохозяйственных машин состоит из двух частей. Одна, большая часть, пропорциональна времени простоя и поэтому зависит от всех тех факторов, которые были рассмотрены выше. Однако вторая часть потерь зависит не от времени простоя, а от самого факта экстренности устранения последствий отказа (затраты на транспортировку отказавшей машины или ее составной части, оплата некоторых дополнительных попутных разборочно-сборочных работ, отличающихся по трудоемкости от аналогичных операций планово-предупредительного характера и т.п.).

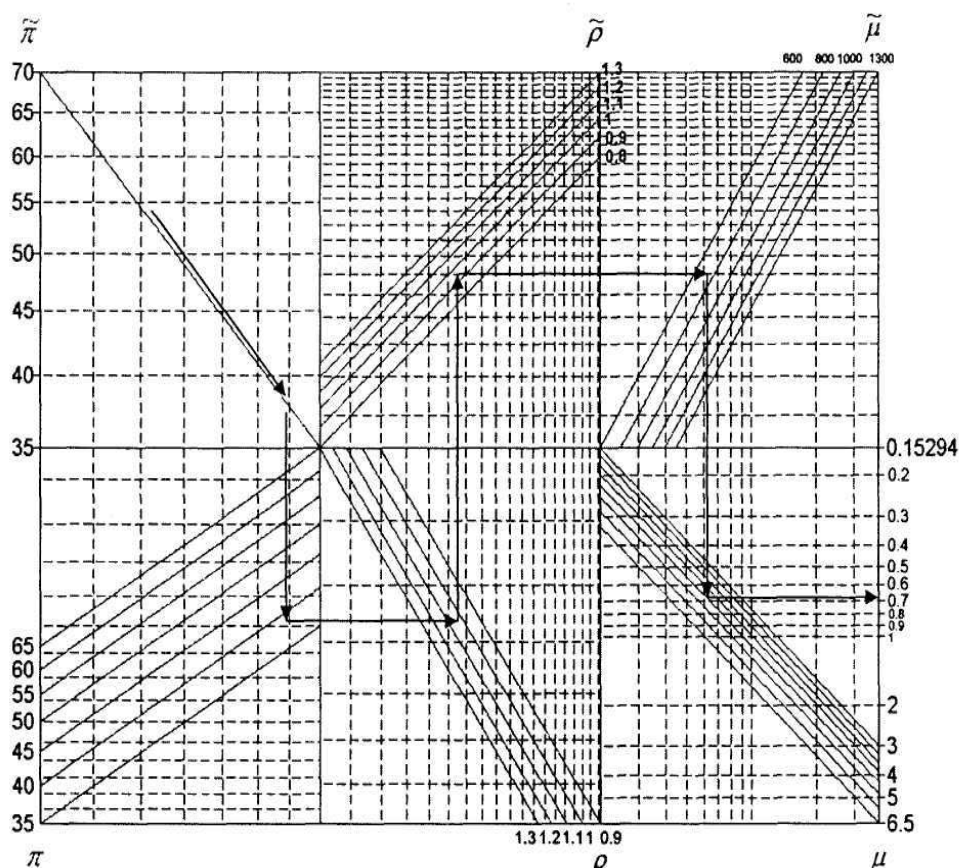


Рис. 1. Номограмма зависимости нормированных относительных потерь при простое сельхозмашины от экономических условий производства

#### Список литературы

1. Информационные технологии для решения задач управления в условиях рационального лесопользования [Текст]: монография / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, А. И. Вакулин, В. Н. Логачев. – Воронеж, 2011. – 127 с. – Деп. в ВИНТИ 26.09.2011, № 420-2011.
2. Скрыпников, А. В. Алгоритм поиска оптимального транспортного плана с оптимизацией вывозки лесопродукции [Текст] / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова //

Вестник КрасГАУ. Красноярск. 2011. – № 9. – С. 34-41.

3. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации [Текст]: монография / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, А. И. Вакулин, В. Н. Логачев. – М.: Издательство ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.

4. Повышение надёжности функционирования системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» в лесном комплексе / В. К. Курьянов, А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, А. Ю. Чувенков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 6: материалы V общероссийской научной конференции «Актуальные вопросы науки и образования». М., 11–13 мая 2010. – С. 86-87.

5. Скрыпников, А. В. К вопросу повышения безопасности движения на лесных автомобильных дорогах и дорогах общего пользования [Текст]: монография // А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, В. Ю. Губарев, А. Б. Киреев. – М.: Издательство ФЛИНТА: Наука, 2012. – 121 с.

Рецензенты:

Подольский Владислав Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации автомобильных дорог ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», г. Воронеж.

Устинов Юрий Фёдорович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры инженерной механики и строительной техники ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», г. Воронеж.