

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Представництво Польської академії наук в Києві
Польська академія наук Відділення в Любліні
Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів

Міністерство
освіти і науки
України



121 річниці НУБіП України присвячується

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНІЦІ»
з нагоди 88-ї річниці від дня народження
МОМОТЕНКА
Миколи Петровича
(1931-1981)

TechEnergy 2019



TECH 2018
ENERGY

19-22 травня 2019 року
м. Київ

УДК 631.2.007

ПРОСТОИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НО ТЕХНИЧЕСКИМ НЕИСПРАВНОСТЯМ

Бенашвили Мамука, к.т.н., профессор

Грузинский сельскохозяйственный институт, г. Тбилиси, Грузия

Снизить простои машин по техническим неисправностям, видимо, можно до технологически возможного значения, если обслуживающую систему выбрать как угодно большой и сложной. Но тогда эффект от снижения простоев машин может быть отрицательным ввиду чрезмерно больших затрат на обслуживающую систему. Наверное, существуют такие размеры системы, с помощью которой простои обслуживаемых машин можно снизить на столько, что получаемый эффект будет положительным.

Одной из задач проводимого исследования является определение именно таких, оптимальных, размеров системы (набора обслуживающих средств).

При выборе обслуживающих средств возникают следующие вопросы. Например, хозяйство имеет парк в 50 тракторов. Существующие проекты аппаратов Н рассчитаны на 10, 20, 30 и 40 тракторов. Для этого хозяйству можно выбрать 5 аппаратов Н мощностью по 10 тракторов, или 2 (на 20 и 30), или 2 (на 40 и 10) и т.д. Как при этом влияет количество аппаратов А на набор стационарных средств?

Когда средства уже подобраны, необходимо так организовать их использование, чтобы в каждом конкретном случае они были максимально загружены и в то же время обслуживаемая ими машина как можно скорее вернулась в строй. А этого не всегда удастся достигнуть. Например, диспетчеру при поступлении сигнала о неисправности какой-либо машины нужно решить, где выгоднее обслуживать эту неисправность – в поле или на стационаре.

Здесь нужно учесть расстояние от неисправной машины до аппарата Н, характер неисправности, время, которое затратит при этом тот или иной аппарат, где в данный момент находится аппарат А, свободен ли он, а если свободен, исправлен или нет, свободен или занят аппарат Н. Чтобы правильно оценить обстановку, необходимы какие-то количественные критерии, оценивая значения которых, можно принимать оптимальные решения. Набор таких критериев будем называть политикой обслуживания.

Таким образом, задача состоит в выборе для конкретного парка оптимального набора обслуживающих средств и выработке политики их использования.

Очевидно, что набор средств в системе и политика их использования будут оптимальны тогда, когда сумма потерь от простоев машин и затрат на обслуживающую систему будут минимальны. В соответствии с этим функционал (функции цели, критерий оптимальности) можно записать в виде:

$$A = \sum_{i=1}^n \Pi_{Mi} \cdot C_{Mi} + \sum_{j=1}^A \Pi_{Aj} \cdot C_a' + \left(AT - \sum_{j=1}^A \Pi_{Aj} \right) C_a + \\ + \sum_{k=1}^{\Pi} \Pi_{\Pi k} \cdot C_{\Pi}' + \left(\Pi T - \sum_{k=1}^{\Pi} \Pi_{\Pi k} \right) C_{\Pi, руб.} \quad (1)$$

здесь Π_{Mi} – простои i -ой машины за время T , час,

T – продолжительность рассматриваемого периода, час

n – количество обслуживаемых машин, штук

Π_{Aj} – стоимость одного часа простоя i -ой машины, руб.

C_a' – удельные приведенные затраты на создание простаивающей передвижной мастерской, руб./час.

A – количество передвижных мастерских, штук

C_a – удельные приведенные затраты на содержание работающей автопередвижной мастерской, руб./час

$\Pi_{\Pi k}$ – простои k -го ПТО за время T , час.

C_{Π}' – удельные приведенные затраты на содержание простаивающего ПТО, руб./час.

Π – количество ПТО, штук

C_{Π} – удельные приведенные затраты на содержание работающего ПТО, руб./час.

Первое слагаемое в функционале представляет собой потери хозяйства, связанные с простоями МТП. Второе слагаемое – это приведенные затраты хозяйства на содержание автопередвижных мастерских при их простоях. Третье слагаемое – приведенные затраты хозяйства на содержание автопередвижных мастерских при их работе (скобка представляет собой чистое рабочее время A мастерских за период T).

Четвертое пятое слагаемое (аналогичны второму и третьему) есть приведенные затраты на содержание ПТО.

Задача заключается в минимизации указанного функционала. Рассмотрим возможности определения элементов, составляющих функционал.

Для определения стоимости 1-го часа простоя сельскохозяйственной машины в настоящее время нет общепринятых методов. Она зависит от типа машины, от вида работы, в процессе которой случился простой, и от влияния

этого простоя на судьбу урожая и т.д. однако получение достоверной информации такого рода практически неосуществимо.

Если считать, что как только основная машина выйдет из строя, ее работу будут выполнять резервная машина, то это будет равносильно отсутствию простоя, следовательно, первым приближением к стоимости простоя можно считать приведенные затраты на работу резервной машины.

Эти затраты подсчитываются по выражению:

$$C = C_a + C_{zn} + C_{гсм} + C_{тр} + C_{нр} + E \cdot K, \quad (2)$$

где C_a – общая амортизация (на капитальный ремонт и реновацию),

C_{zn} – заработная плата тракториста-машиниста,

$C_{гсм}$ – стоимость горюче-смазочных материалов,

$C_{то}$ – затраты на техническое обслуживание,

$C_{тр}$ – затраты на текущий ремонт,

$C_{нр}$ – накладные расходы,

E – отраслевой коэффициент экономической эффективности,

K – удельные капиталовложения (на рассматриваемый период)

Рассмотрим каждый элемент в отдельности.

C_a – этот элемент войдет в стоимость простоя, так как одно только наличие резервной машины уже предопределяет амортизационные отчисления

C_{zn} – при замене основной машины на резервную требуется дополнительный механизм, так как механизм основной машины по сложившейся практике обслуживает машину сам или участвует в ее обслуживании системой. Поэтому этот элемент включает в стоимость простоя.

$C_{гсм}$ – этот элемент следует принимать равным 0, так как горюче-смазочные материалы расходовались бы и при выполнении работ основной машиной.

$C_{то}$ и $C_{тр}$ также принимаются равными 0, поскольку отчисления на техническое обслуживание и текущий ремонт производится по нормативам в зависимости от объема выполняемых полевых работ. При работе основных и резервных машин затраты по указанным элементам как бы перераспределяются между этими машинами.

$C_{нр}$ – принимаются в долях от заработной платы.

K – удельные капитальные вложения связаны с необходимостью наличия резервной машины.

Следовательно, выражение для определения потерь от простоя сводится к виду

$$C_i = C_{Ai} + C_{zn} + C_{нр} + EK_i \quad (3)$$

Здесь слагаемые C_{zn} и $C_{нр}$ есть величины, не зависящие ни от типа машины, ни от вида выполняемой работы, определяемые лишь квалификацией

механизатора и процентом накладных расходов, принятым в данном хозяйстве. Составляющие C_{Ai} и EK_i зависят лишь от стоимости машины, поэтому при принятом методе расчета можно говорить о пропорциональности стоимости простоя машины к стоимости машины.

Разрабатываемая статистическая модель есть модель обслуживания парка в целом. Но, как видно из выражения (3), стоимость простоя пропорциональна стоимости простаивающей машины (агрегаты). Поэтому одним из требований к разрабатываемой политике обслуживания должно быть требование учета стоимости. Например, для более дорогих машин эта политика должна снижать допустимое время, для менее дорогих – повышать (при условии минимума Φ).

Поэтому, чтобы конкретизировать модель относительно марки машины, приведем весь МТП хозяйства к какой-либо одной машине. Так как стоимость простоя машины пропорциональна стоимости машины, в качестве коэффициента приведения можно принять коэффициент:

$$K_{mi} = \frac{C_{mmi}}{C_{mnp}}$$

где числитель - стоимость машины, руб., знаменатель – то же для машины, принятой за единицу приведения. Выберем в качестве такой машины трактор.

Тогда функционал (1) можно преобразовать в виде

$$\begin{aligned} \Phi = & C_{mm-74} \cdot \sum_{i=1}^n K_{mi} P_{mi} + \sum_{j=1}^A P_{aj} C_a' + \left(AT - \sum_{j=1}^A P_{aj} \right) C_a + \\ & + \sum_{k=1}^n P_{nk} \cdot C_n' + \left(P \cdot T \cdot \sum_{k=1}^n P_{nk} \right) C_n, \text{ руб.}, \end{aligned} \quad (4)$$

где C_{mm-74} – стоимость 1-го часа простоя трактора.

Значение C_a и C_{Π} - удельные приведенные затраты на содержание работающих соответственно автопередвижной мастерской и ПТО.

Как видно из пояснений к таблицам, составляющими этих затрат являются заработная плата, затраты на материалы, на технический уход и текущий ремонт оборудования, амортизационные отчисления на реновацию и капитальный ремонт и затраты на приобретение этих средств.

Значения C_a' и C_{Π}' - удельные приведенные затраты на простаивающие средства. Они, очевидно, кроме затрат на приобретение состоят лишь из амортизационных отчислений и зарплаты для автопередвижной мастерской – и только отчислений – на ПТО, т.к. при отсутствии неисправностей персонал ПТО переключается на другие работы.

Входящие в функционал случайные значения – простоев МТП и обслуживающей системы зависят от конкретных условий хозяйства, которые могут меняться случайным образом, от параметров системы и политики ее использования, от состава МТП и его загрузки и т.д. Минимизировать функцию можно выбором таких факторов (управляющих воздействий), которые объективно могут зависеть от нашего вмешательства, отысканием методов

вариации этих воздействий, подсчетом соответствующих значений функционала и сравнением этих значений.

Очевидно, от нас зависит набор аппаратов в системе, поэтому одними из управляющих воздействий можно считать значения А и П.

Как видно ни один из указанных элементов процесса объективно не зависит от внешнего вмешательства. Например, при существующих реальных условиях случайная величина $\tau_{не}$ зависит от расстояния между неисправной машиной и диспетчером, от состояния дороги, от способа определения характера неисправности и доставки вызова и т.д. Время обслуживания каким-либо аппаратом зависит лишь от вида неисправностей и технических данных аппаратов и т.д. Однако, процессом обслуживания можно управлять в том смысле, чтобы, исходя из конкретной ситуации, направлять его по тому или иному каналу. В тех случаях, когда расстояние до неисправной машины достаточно велико, а характер дороги, состояние неисправной машины и ее габариты таковы, что скорость доставки будет достаточно мала и время $\tau_{дост.}$ доставки неисправной машины к аппарату П будет превышать некоторое допустимое значение, очевидно, выгоднее послать к машине аппарат А, который прибудет к ней значительно быстрее. Если даже время обслуживания будет гораздо больше, простой неисправной машины в целом может оказаться меньше. Определить это допустимое значение с учетом названных характеристик конкретной ситуации является следующей задачей исследования. Обозначим это значение через C_1 .

Таким образом, аппарат А направляется в поле когда: $\tau_{дост.} \geq C_1$.

Когда принято решение об использовании аппарата А, следует учесть, что, кроме того, что он может оказаться занятым, он может не быть готовым к проведению предстоящего обслуживания. Может случиться так, что его придется ждать настолько долго, что лучше было бы доставить неисправную машину а аппарату П, несмотря на то, что $\tau_{дост.} \geq C_1$. Здесь, видимо, также существует некоторый предел времени ожидания, свыше которого использование аппарата А невыгодно. Обозначим эту величину через C_2 . Это условие запишется в виде:

$$\tau_{ож.} = \tau_{ож.осв} + \tau_{зв.},$$

где $\tau_{ож.осв.}$ – время ожидания освобождения аппарата А, если он занят в момент поступления вызова. Естественно, $\tau_{ож.осв.} + 0_1$ когда аппарат свободен,

$\tau_{зв.}$ – время задержки выезда аппарата А, необходимое для подготовки к проведению обслуживания

Резюмируя изложенное, постановку задачи можно формировать следующим образом. Определить зависимость:

$$\Phi = f(A, П, C_1, C_2) \quad (5)$$

и такие значения ее переменных, при которых эта зависимость имеет минимум. Первая часть этой задачи – определение зависимости – состоит в разработке

алгоритма функционирования системы. Определение оптимальных значений переменных будет заключаться в их вариации на модели по определенному правилу, в сравнении значений функционала и в выборе минимального из них.

За показатели работы системы приняты коэффициенты использования K_A , K_{II} и K_M – соответственно аппаратов А и II и обслуживаемых машин – равные отношению времени их полезной работы в течение исследуемого (моделируемого) периода к длине этого периода.