

УДК 630.383

**ВАРИАНТЫ СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ
СОСТОЯНИЕМ ЛЕСНЫХ МАШИН НА УРОВНЕ ЭЛЕМЕНТА****К.А. Яковлев**

Составные части механических систем, к которым принадлежат машины лесопромышленного комплекса, относятся в своем большинстве к элементам стареющего типа, т.е. таким, у которых интенсивность отказов является монотонно возрастающей функцией наработки [1]

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \quad (1)$$

Здесь $f(t)$ – плотность распределения времени безотказной работы; $F(t)$ – функция распределения времени работы до отказа;

Одним из немногих способов управления этим естественным процессом старения, наряду с резервированием, является профилактика, тем более, что резервирование, предусматривающее дублирование в конструкции машин их наиболее ответственных элементов, в лесной технике используется редко, в основном в устройствах, ответственных за безопасность эксплуатации. Что касается профилактики, то эта, достаточно дорогостоящая и обременительная для эксплуатационников процедура, весьма чувствительна к экономическим показателям. И не только того конкретного предприятия, где используется машина, но и к более общим рыночным факторам. Именно эта чувствительность и определяет наш интерес к проблеме.

Принято различать три стратегии управления [1]. При стратегии S_I управленческие мероприятия осуществляются после достижения элементом предельного (неработоспособного или экономически неприемлемого) состояния. При стратегии S_{II} предусматривается замена деталей при достижении определённой наработки. А стратегия S_{III} основана на принятии решения, предупреждающего отказ. Это решение принимается после предварительного определения параметров технического состояния элемента и сравнения их с пре-

дельными или допустимыми значениями.

В стратегии C_{II} дисциплина принятия решений носит жесткий регламентный характер и основана на учете априорной для данной ситуации статистической информации о надежности аналогичных элементов в прошлом в зависимости от наработки ими соответствующего числа часов, или моточасов, или иных показателей выполненной работы, или затрат энергоресурсов.

Стратегия C_{III} опирается, в значительной степени, на апостериорный учет старения данного экземпляра изделия. В этой стратегии используется большой объем информации о ходе управляемого процесса, поэтому достаточно ожидаема её оценка как более экономной в использовании ресурса превентивно заменяемых элементов, чем стратегия C_{II} . Более экономной и эффективной, но, тем не менее, также предупредительной. Особенностью стратегии C_{III} является то, что характеристика состояния элемента (машины) Z_i , оценивается как правило, через диагностические параметры Y_i , связанные зависимостью $Z_i = f(Y_i)$.

Графически этот процесс можно представить кривой изменения диагностического параметра Y_i , от характеристики состояния Z_i . В зависимости от вида $Z=f(Y)$, удобства измерения и других факторов в качестве Y могут быть использованы различные показатели процесса в заданном интервале или моменте времени: минимальное, максимальное, мгновенное, среднее, среднеквадратическое значение физической величины.

Для измерения выбранного диагностического параметра Y применяют различные первичные измерительные преобразователи, на которые воздействует какая-то физическая величина. Эта величина преобразуется в выходной сигнал ε . Выходной сигнал, являясь отображением характеристики состояния, содержит необходимую информацию для управления.

Заметим, что в большинстве случаев управленческие решения принимаются не на основе анализа характеристик состояния, а путем сопоставления значений диагностических параметров с их критическими значениями. В даль-

нейшем мы вообще не будем отличать Z от Y , полагая зависимость между ними функциональной и однозначной во всем интервале их измерений. На рисунке 1 приведена модель определения технического состояния для стратегии C_{III} . Зависимость $Y(Z)$ мы, как было сказано, считаем детерминированной. А вот зависимость $Z(t)$ является случайной функцией. В этом и состоит меньшая информативность стратегии управления техническим состоянием по наработке – стратегии C_{II} . Что касается функции $\varepsilon(Y)$, то здесь возможен упрощенный анализ погрешности, сводящийся к анализу результатов измерения δ как случайной величины при $Y = \text{const}$.

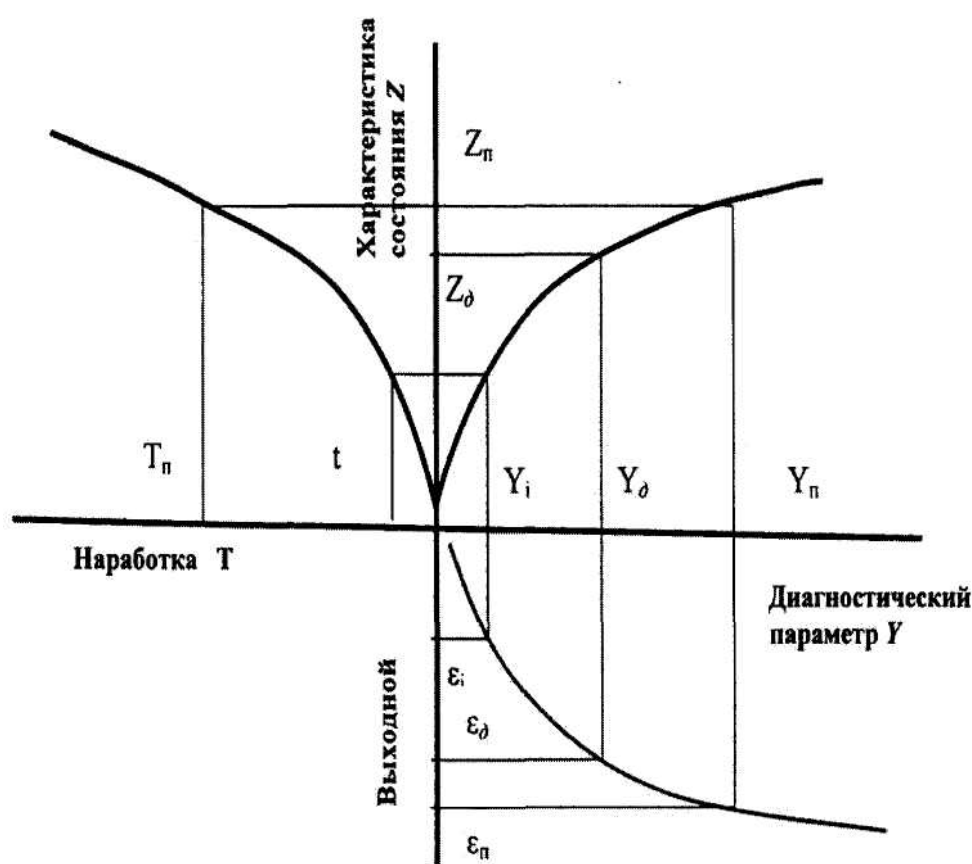


Рисунок 1 – Модель определения технического состояния для стратегии C_{III}

Техническое состояние машины может быть определено путем анализа большого количества диагностических параметров, число которых достигает 100 и более. Такое многообразие показателей состояния при достаточно широком спектре конструктивного исполнения лесных машин привело к необходи-

мости разработки и применения большой номенклатуры диагностических средств, перечень и описание которых достаточно полно приведено в литературе, например в [1]. Использование стратегии S_{III} предполагает проведение предупредительных работ диагностического плана. Эти работы направлены на определение фактического состояния $Z_i(Y_i)$ и сравнения их с допустимыми значениями $Y_d(Z_d)$. Цель проведения этих работ – прогнозирование момента проведения ремонта и предотвращения отказов машины.

Объемы и периодичность проведения контроля могут изменяться в широких пределах, включая непрерывное диагностирование выходных параметров элемента машин.

Мы будем различать в стратегии S_{III} два ее подвида. Первый, обозначим его S_{III}^1 , характеризуется одним значением параметра Y – предельным допускаемым значением контролируемой характеристики состояния Y_{n-d} . Выход Y за границу Y_{n-d} можно рассматривать и как параметрический (постепенный) отказ, при котором изделие не всегда теряет свою работоспособность, но становится менее экономичным. Такой отказ также подлежит устранению, а значение Y_{n-d} – расчётному определению.

Второй подвид стратегии S_{III}^2 характеризуется двумя значениями управляющего параметра. Здесь, кроме экономически допускаемого Y_d , присутствует такое значение контролируемой характеристики состояния, которое определяется физическим отказом машины и препятствует ее дальнейшему использованию. Обозначим этот параметр Y_n .

В этом варианте стратегии Y_d имеет упреждающий характер и обозначает такое значение контролируемой характеристики, при которой осуществляется превентивное ремонтное вмешательство, предупреждающее физический отказ, а Y_n – параметр, определяемый по неэкономическим соображениям, например, вероятностью потери самоходности. Сказанное не означает, что последствия физического отказа лишены экономической оценки. Просто эта

оценка априорна по отношению к поиску оптимального Y_d и не связана с установлением Y_n . Соотношение между Y_d и Y_n выясняется в ходе минимизации издержек, связанных как с неполным использованием ресурса заменяемых элементов, потерями продукции из-за возможных отказов, так и с затратами на необходимые контрольные и ремонтные операции.

На наш взгляд современные рыночные механизмы, изменив соотношения стоимости машин и производимой ими продукции в пользу первых, уменьшили в значительной степени эффективность профилактических ремонтных воздействий, связанных с недоиспользованием годности и ресурса превентивно заменяемых составных частей. Эти обстоятельства создали предпосылки для естественного вырождения стратегии.

При этом приходится иметь в виду, что в годы повсеместного увлечения стратегией S_{III}^2 основные научные усилия прилагались к оптимизации величины упреждающего допуска на предельное значение параметра состояния. Само предельное состояние адекватным образом не формализовывалось, а его количественные характеристики в большинстве случаев назначались экспертно. За исключением тех немногих элементов, для которых предельное состояние – суть разрушение или иное явление, приводящее к мгновенному физическому отказу.

При постепенном изменении контролируемого параметра стратегия S_{III}^2 трансформируется в стратегию S_{III}^1 с одним параметром управления. При внезапных отказах – в стратегию S_I , которая лишена возможностей влиять на процесс старения машины, а лишь отражает его результат. Стратегия S_I в такой интерпретации, естественно, не может иметь применений в случаях, связанных с обеспечением безопасности, а иногда и самоходности.

Список литературы:

1. Конкин, Ю. А. Методика проектирования фонда ремонта машино-тракторного парка / Ю. А. Конкин, Н. Е. Зимин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1990. – № 5. – С. 3–9.