

туры и структуры управления предприятием. В случае возможности взаимозаменяемости работников различных категорий повышается степень маневра этим видом ресурсов. Обязательным является моделирование использования трудовых ресурсов в пиковые периоды.

При моделировании использования основных средств особое внимание надлежит уделить их структуре, учету различного воздействия на процесс производства активной и пассивной части, наличию узкоспециализированных видов основных средств. Наряду с этим, необходимо учитывать следующие моменты. Во-первых, использование стоимостной оценки основных средств не позволяет судить ни об их количестве, ни о структуре, ни о техническом состоянии, что объективно обуславливает использование натуральных показателей для определения производственных мощностей зданий и сооружений по их функциональному назначению, установления наличия и оценки технического состояния машин и оборудования, качества основного стада и т.д. Во-вторых, современное состояние практически всех видов основных средств требует значительных затрат на доведение уровня их функциональных возможностей до нормативного. В ряде случаев эти затраты сопоставимы со стоимостью вновь приобретаемых основных средств. В-третьих, в связи с сильной изношенностью активной части основных средств необходимо использовать коэффициенты технической готовности, отражающие процент отклонения проектируемой годовой выработки от нормативной.

При определении оптимальных параметров крупных предприятий традиционно используется обычный симплексный метод, при котором все переменные вещественны. Такой подход обусловлен тем, что принято считать, что, поскольку при больших масштабах производства единица каждой переменной является лишь малой частью общего значения, округление полученных значений до целых единиц не искажает смысла реализуемой задачи. Но данный подход не всегда оправдан. Так, например, при нахождении потребности в специализированной технике, производственных помещениях, перерабатывающих мощностях такое округление может привести к результатам, далеким от оптимальных. Последнее особенно нежелательно при высокой стоимости основных средств.

В таких случаях более правильно использовать методы целочисленного программирования, предусматривающие соблюдение дополнительного требования, которое состоит в том, что значения определенных переменных, составляющих оптимальное решение, должны быть целыми неотрицательными числами.

На практике для решения задач целочисленного программирования долгое время использовался метод, предложенный Гомори. С помощью его вначале находят оптимальный план без соблюдения условия целочисленности. Если оптимальный план оказывается целочисленным, то на этом вычисления заканчиваются; если же оптимальный план содержит хотя бы одну дробную компоненту, то накладывают дополнительное ограничение, учитывающее целочисленность компонент плана, и вычисления симплексным методом продолжают до получения нового оптимального плана. Процесс присоединения дополнительных ограничений повторяется до тех пор, пока либо будет найден целочисленный оптимальный план, либо будет доказано, что задача не имеет целочисленного оптимального плана.

Потребность в оборотных средствах определяется в ходе решения оптимизационной задачи, исходя из их выбранных технологий, переходящих запасов, наличия свободных денежных средств и готовой продукции.

СТРАТЕГИИ СЕРВИСНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.П. Миклуш, канд. техн. наук, проф.,

В.М. Колончук,

Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)

М.В. Колончук, инженер

РУП «Минскэнерго» (г. Минск)

УДК 631.173 631.22.01

Совокупность взаимосвязанных средств, нормативной документации и исполнителей услуг и работ по обеспечению эффективного использования по назначению и поддержанию

оборудования в исправном состоянии в течение всего периода эксплуатации образует систему технического сервиса. Его все возрастающее значение обуславливается:

- ростом сложности оборудования, требующей квалифицированного эксплуатационно-ремонтного персонала;
- ускорением темпов морального старения оборудования, связанным с ускорением научно-технического прогресса;
- ужесточением нормативных требований к качеству и уровню надежности оборудования;
- возрастанием роли вторичного рынка, вызванным увеличением стоимости оборудования, опережающим рост цен на продукцию животноводства, а также наличием различных по экономическим возможностям потребителей.

Настоятельная необходимость ускоренного развития технического сервиса в Республике Беларусь объясняется также тем, что животноводческое оборудование во многих случаях отслужило 2–3 нормативных срока (5–7 лет) и требует незамедлительной полной замены. Хотя бы уже только потому, что эксплуатация физически и морально устаревшего оборудования увеличивает затраты труда и потери животноводческой продукции, приводя к нерентабельной работе фермы.

Развитие технического обслуживания и ремонта животноводческого оборудования во многом предопределяется принятой стратегией его сервисного сопровождения. Различают три стратегии технического обслуживания и ремонта:

1. Восстановление работоспособности после отказа.
2. Планово-предупредительные ремонтно-обслуживающие работы, проводимые по жесткому графику, привязанному либо к календарному времени, либо к тем или иным измерителям наработки.
3. Техническое обслуживание и ремонт, осуществляемые после оценки технического состояния составных частей машины средствами инструментального диагностирования.

Восстановление работоспособности после отказа какой-либо из составных частей позволяет обеспечить полное использование ресурса машин (оборудования) и составляющих их элементов. Однако это приводит к увеличению простоев по техническим причинам и, соответственно, к потерям продукции. Применение данной стратегии для технических систем с низким уровнем надежности может привести к тому, что цепочка отказов парализует работу. Также неприемлемо использование первой стратегии для большинства операций технического обслуживания, носящих, по смыслу, превентивный характер (замена сосковой резины, масла, текстолитовых лопаток вакуумных насосов, фильтрующих элементов).

При применении второй стратегии наработка машины, оборудования T_p (или ее составной части) до экономически оправданного ремонта (замены), т.е. до технико-экономического предельного состояния, может быть определена с использованием следующей математической модели:

$$\lambda(T_p) \sum_0^{T_p} [1 - F(t)] dt - F(T_p) = C / \Delta C, \quad (1)$$

где $\lambda(T_p)$ – интенсивность отказов $\lambda(t)$ при $t = T_p$;

$f(t)$ и $F(t)$ – плотность и функция распределения наработки до отказа соответственно;

C – затраты на предупредительную замену (ремонт);

ΔC – потери при отказе.

Помимо оптимальной периодичности ремонта, в стратегии 2 учитывается и степень восстановления исходного ресурса, то есть отношение межремонтного ресурса к доремонтному.

Регламентная стратегия технического обслуживания и ремонта стала постепенно вытесняться из практики другой, которая базируется на контроле технического состояния машины или оборудования с использованием диагностических средств. Это обуславливается ее недостатками, которые очевидны из анализа уравнения (1). Так функции $f(t)$ и $F(t)$ описывают надежность не конкретной машины, по отношению которой подготавливается управленческое решение, а надежность всего парка таких машин в прошлом. Кроме того, что для интересующего нас в данный момент конкретного экземпляра машины, исходная информация является априорной, она справедлива только в виде распределения и выводы, сделанные на ее основе, справедливы только «в среднем» для всей совокупности ремонтни-

руемой техники данного вида. По отношению же к индивидуальному объекту рекомендации, определенные по уравнению (1), могут быть далеки от оптимальных.

Стратегия назначения ремонтно-обслуживающих работ в соответствии с результатами оценки технического состояния конкретной составной части машины или машины в целом опирается на апостериорную информацию, что позволяет осуществить профилактические ремонтно-обслуживающие операции с наибольшей эффективностью, уменьшать «плату» за безотказность эксплуатации за счет более полного использования остаточного ресурса предупредительно заменяемых узлов и деталей. Основными управляющими переменными этой стратегии являются допускаемое значение контролируемого параметра $U(D_0)$ и межконтрольная наработка (t_m). Их оптимизацию осуществляют путем определения показателей динамики контролируемого параметра, установления вероятности отказа Q , фактического назначения используемого ресурса или используемой наработки до отказа T_ϕ , числа проверок K_n , и непрерывных издержек S , связанных с ухудшением работы основной части, в зависимости от D_0 и t_m (обычно в долях их предельных значений). Целевая функция имеет вид:

$$G = 0 \leq D_0 \leq 1 \frac{AQ + C(1-Q) + BK_n}{T_\phi}, \quad (2)$$

где Q, K_n, T_ϕ – функции от D_0 и t_m ;

A и C – средние дискретные издержки, связанные с устранением последствий отказа и предупредительным восстановлением элемента по данному параметру соответственно;

B – издержки, связанные с диагностированием;

Q – вероятность отказа.

Динамику параметра $U(t)$, значение которой необходимо для определения вероятности Q , обычно аппроксимируют степенной случайной функцией:

$$U(t) = U_1(t) - \Delta\Pi = Vt^\alpha + Z(t), \quad (3)$$

где V – показатель скорости измерения параметра под влиянием внутренних конструктивных факторов;

t – наработка;

α – показатель степени, определяющий характер изменения параметра;

$Z(t)$ – случайная стационарная гауссовская функция, учитывающая внешние эксплуатационные факторы;

$\Delta\Pi$ – показатель, характеризующий приработку.

Эффективная стратегия технического обслуживания и ремонта животноводческого оборудования может быть обеспечена на основе адаптированного к конкретным условиям технического регламента. Существующая система периодических планово-предупредительных ремонтов и технических обслуживаний оборудования животноводства (ППРТОЖ) заключается в исключении отказов оборудования и непредвиденных расходов путем планирования проведения технического обслуживания ранее момента вероятного среднестатистического отказа. Традиционно считалось, что ППРТОЖ способствует снижению темпов выхода оборудования из строя и уменьшению потерь из-за аварийных остановок. Однако такое предположение не совсем верно, так как не учитывает вносимую ремонтом дополнительную вероятность отказов оборудования. Поэтому более целесообразным представляется, при условии периодического контроля безразборными методами технического состояния оборудования (диагностики), вести его эксплуатацию до вероятности отказа, не превышающей вероятность отказа после ремонта. Характер протекания процесса старения узлов и деталей доильного и холодильного оборудования, как практически и всех технических систем, зависит от времени. Эта зависимость характеризуется тремя основными периодами.

Первый из них называется периодом приработки. Именно в этот период наиболее отчетливо проявляются дефекты деталей, допущенные в результате ошибок на этапах конструирования, производства и эксплуатации. Основная доля дефектов, как правило, связана с производственными ошибками: несоблюдением технологического процесса, износом оборудования, неудовлетворительным качеством материалов и комплектующих. Ошибки конструирования могут быть вызваны недостаточным учетом реальных условий работы деталей

и механизмов. Для начала эксплуатации весьма важно правильно выбрать режим работы (приработки), при котором обеспечивается минимальный первичный износ деталей.

Второй соответствует периоду установившихся режимов эксплуатации и характеризуется стабилизацией интенсивности отказов. По мере накопления остаточных деформаций и износа несущих поверхностей деталей, нарушается нормальная работа триботехнических сопряжений, увеличивается коэффициент трения. Затем оборудование вступает в третью зону эксплуатации — ускоренного старения, при котором интенсивность отказов возрастает и наступает предельное состояние.

Адаптивная система ремонта животноводческого оборудования на основе применения стратегии 3 позволяет согласовать периодичность выполнения ремонтно-обслуживающих работ с закономерностями изменения технико-экономических и эксплуатационных показателей машин. Система ремонта будет полностью соответствовать реальному состоянию парка оборудования при ведении постоянного сбора, учета и обработки информации о надежности, тем самым, отражая динамику изменения технического состояния оборудования в процессе эксплуатации. В результате каждый ремонтный цикл будет базироваться на собственной уточненной модели предельного состояния по критерию минимизации затрат на технический сервис.

На основе анализа изменений измеренных диагностических параметров можно предсказывать необходимость и планировать сроки проведения ремонта, то есть ремонтировать не все подряд, а только действительно нуждающиеся в этом составные части. Для решения этих задач должна быть подготовлена соответствующая методология управления надежностью оборудования на всех стадиях его жизненного цикла на основе мониторинга технического состояния.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

И.А. Оганезов, канд. техн. наук, доцент

*Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)
УДК 631.171*

При обосновании экономической целесообразности создания и эксплуатации автоматической или автоматизированной производственной системы необходимо исходить из общепринятых положений теории экономической эффективности капитальных вложений:

1. Экономический эффект от использования средств автоматизации - это экономия общественного труда при производстве каких-либо видов продукции.
2. Целесообразность использования средств автоматизации в конкретной сельскохозяйственной организации обосновывается соотношением экономического эффекта и затрат по каждому варианту.
3. В качестве критерия сравнения вариантов могут приниматься показатели экономической эффективности инвестиций — чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма доходности (ВНД), индекс доходности (ИД), срок окупаемости с учетом дисконтирования и т.д., отражающие текущие затраты и капитальные вложения (инвестиции).

Формулы чистого дисконтированного дохода позволяют соизмерять разнородные по своему характеру величины — текущие (себестоимость продукции) и единовременные затраты (капитальные вложения в средства автоматизации) — путем отнесения их на весь срок работы средств автоматизации производства при использовании коэффициентов дисконтирования, в течение которого стоимость должна окупиться за счет снижения текущих затрат (себестоимости продукции).

Положительное значение ЧДД говорит об экономической целесообразности внедрения системы автоматизированного производства. Кроме того, определяются вспомогательные показатели с учетом особенностей производства: такт (ритм) потока, часовая производительность, производственная мощность, численность обслуживающего персонала, трудоемкость обработки, выработка на одного работающего, продолжительность производственного