

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

И.Н. ШИЛО, докт. техн. наук, Е.Г. РОДОВ, канд. техн. наук,  
ГП "БелНИИМСХ"

В разработке системы машин в основном можно выделить два основных этапа:

1) формирование машинных технологий на основе имеющихся и разрабатываемых технических средств;

2) выбор перспективных направлений механизации и прогнозирование дальнейшего совершенствования системы машин.

В методическом плане обе эти задачи требуют примерно одинакового научного обеспечения, но выполнение второго этапа сопряжено с необходимостью принятия решений в условиях информационного дефицита.

В то же время система машин свою функцию основополагающего документа по механизации сельского хозяйства может выполнить только в том случае, когда она направлена не только на выбор лучших вариантов из имеющихся и уже известных (хотя, может, и не реализованных) технологий и технических средств, но и подсказывает правильное направление поиска технических решений.

Глубокая предварительная проработка возможных вариантов механизации производственных процессов, их моделирование особенно важны в условиях ограниченности бюджетного финансирования создания новых машин. При этом в разработке вариантов конструкции, по сути, и нет необходимости, когда речь идет о модернизации и изменении параметров существующих средств механизации (ширины захвата, грузоподъемности, пропускной способности и т.п.).

Анализ показывает, что с достаточной для практической цели точностью большинство технико-эксплуатационных показателей (производительность, расход горючего, масса машин и др.) может быть (в пределах известных значений и с небольшим отклонением в сторону меньших и больших величин) аппроксимировано зависимостями, от-

ражающими характер изменения этих показателей. Конечно, при этом должна быть обеспечена максимальная однотипность агрегатов и условий их работы. Необходимо учитывать тип трактора (колесный или гусеничный), назначение машины (например, плуги для вспашки почв, засоренных или не засоренных камнями, загонной или гладкой пахоты) и т.п. Значения показателей должны приниматься при одинаковой длине гона, глубине обработки, норме внесения и т.д.

При этом показатели агрегатов могут устанавливаться в зависимости от мощности тракторов, а машин — от основного технического параметра, годовая загрузка — от площади землепользования, а срок службы — от годовой загрузки, эксплуатационные издержки — от производительности.

Для аппроксимации технико-эксплуатационных показателей нами использовался набор раз-

**Таблица 1**  
**Эксплуатационные показатели возможных агрегатов с колесными тракторами (фрагмент)**

Вид работы	Мощность тракторного двигателя		Эксплуатационные показатели			
	л.с.	количество градаций	Производительность		Расход горючего	
			диапазон изменения, га/ч	уравнение регрессии	диапазон изменения, кг/га	уравнение регрессии
Отвальная вспашка	50-400	9	0,54-3,38	$a+bx+cx^2$ $a=0,369$ $b=0,0028$ $c=0,000119$	18,84-21,14	$a+b/x+c/x^2$ $a=22,28$ $b=-4,97,1$ $c=16244$
Сплошная культивация	25-400	7	1,26-7,15	$x/(ax+b)$ $a=0,96$ $b=17,36$	3,42-7,17	$ax^b e^{cx}$ $a=3,10$ $b=0,016$ $c=0,0019$
Дискование зяби	50-300	7	1,19-4,45	$a-bx$ $a=0,544$ $b=0,013$	6,25-7,18	$a+blnx$ $a=4,23$ $b=0,517$
Предпосевная обработка почвы комбинированными агрегатами	50-200	6	2,41-6,54	$a+bx$ $a=1,03$ $b=0,028$	4,90-5,51	$a+b/x+c/x^2$ $a=6,48$ $b=-238,6$ $c=8977$
Посев зерновых	50-300	7	2,25-6,29	$a+bx+cx^2$ $a=0,27$ $b=0,049$ $c=-0,0000941$	3,31-4,49	$ax^b e^{cx}$ $a=0,268$ $b=0,702$ $c=0,0047$
Кошение трав	10-75	5	0,48-1,53	$a+bx$ $a=0,314$ $b=0,016$	3,58-4,20	$a-b/x+c/x^2$ $a=4,71$ $b=-42,70$ $c=359,55$

личных аналитических зависимостей, значимость уравнений регрессии определялась по критерию Фишера.

Фрагмент результатов аппроксимации производительности и расхода горючего агрегатов с колесными тракторами при работе на почвах, не засоренных камнями, длине гона 400—600 м и удельном сопротивлении 48—53 кПа приведен в табл.1. Аналогичные зависимости получены для других видов работ и условий эксплуатации.

Оценив требуемую для выполнения работы мощность трактора и зная тип его двигателя, соответствующие показатели можно получить для машины любой ширины захвата или грузоподъемности.

Производительность и расход горючего являются основными исходными данными для расчета других эксплуатационных показателей, которые получают в результате оптимизации состава парка для конкретных или модельных хозяйств. Однако зачастую еще до решения таких задач требуется укрупненно оценить эффективность предполагаемого технического средства. С этой целью нами выполнены и аппроксимации затрат труда, материалоемкости, эксплуатационных издержек, годовой загрузки и наработки в зависимости от определяющих их факторов. Для установления, например, материалоемкости технических средств и технологий необходимо знать массу машин. Фрагмент результатов аппроксимации по машинам для внесения ТОУ приведен в табл.2.

Одним из основных недостатков существующих методик оптимизации МТП является то, что они базируются на использовании нормативных величин годовой загрузки машин. В результате полученный состав парка, вообще говоря, является оптимальным только в том частном случае, для которого эти нормативы были рассчитаны.

В зависимости от размеров хозяйств годовая загрузка тракторов и сельскохозяйственных машин может изменяться в 2—3 раза и более. Соответственно будут меняться и основные эксплуа-

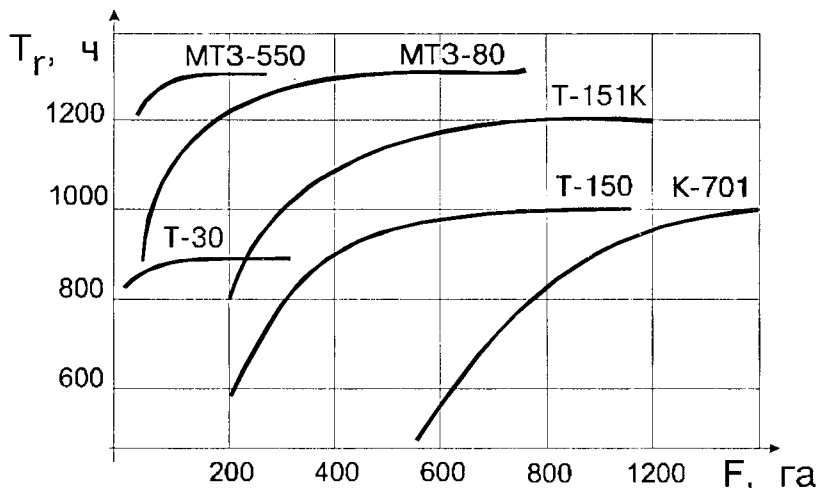


Рис. 1. Годовая загрузка тракторов в зависимости от площади землепользования.

тационные показатели машин (прямые издержки, материалоемкость и др.).

Значительное сокращение годовой загрузки машин является, в частности, одним из факторов, сдерживающих развитие мелкотоварного (крестьянского и фермерского) производства. Это вызвано тем, что годовая загрузка сельскохозяйственной техники сокращается в большей степени, чем возрастает срок ее службы, так как износ имеет место и при неиспользовании. Известно, например, что при сокращении годовой загрузки машин в 3—5 раз, срок их службы увеличивается не более чем в 1,5—2,0 раза. А это означает, что мелкотоварное производство в сельском хозяйстве усугубляет дефицит материальных ресурсов. Не может оно не сказаться и на себестоимости работ.

Изменение годовой загрузки тракторов в зависимости от площади землепользования показано на рис.1.

Как видно из графиков, загрузка трактора К-701 изменяется от 425ч (при площади землепользования 500 га) до 1000 ч (при площади 1500 га), для тракторов типа МТЗ-550/552 она достигает максимума (1300 ч) уже при площади землепользования менее 200 га, а вот для Т-30 — 900 ч — практически во всем диапазоне площадей землепользования.

Аналогичные зависимости получены нами для всех основных технических средств, применяемых в растениеводстве.

Влияние срока службы на эффективность машин проявляется через величину амортизационных отчислений. Для учета их изменения нами выполнена аппроксимация зарубежных данных о влиянии годовой загрузки на срок службы. Результаты приведены в табл.3.

**Таблица 2**

**Масса машин для внесения ТОУ в зависимости от вместимости технологической емкости**

Вместимость, м <sup>3</sup>	10,0	9,0	8,5	7,0	6,0	5,5	5,0	4,0	3,5
Масса машины, т $y = a + b/x$ $a=5,06; b=-10,75$	4,0	3,9	3,8	3,5	3,3	3,1	2,9	2,4	2,0

**Таблица 3**  
**Срок службы сельскохозяйственной техники в зависимости от ее годовой загрузки (аппроксимация зарубежных данных)**

Годовая загрузка машин, ч	Срок службы, лет				
	Плуги, культиваторы, катки $T = a \cdot e^{b \cdot T_r} \cdot e^{c \cdot T_r}$ a=15,1 b=-0,198 c=0,0024	Дисковые бороны, сеялки $T = a \cdot T_r^b \cdot e^{c \cdot T_r}$ a=15,9 b=-0,0056 c=-0,0011	Машины для внесения удобрений $T = a \cdot e^{b \cdot T_r^c}$ a=15,4 b=-0,157 c=0,2823	Пресс-подборщики $T = a \cdot T_r^b \cdot e^{c \cdot T_r}$ a=16,0 b=-0,055 c=-0,0015	Косилки, кормоуборочные комбайны $T = a \cdot T_r^b \cdot e^{c \cdot T_r}$ a=18,7 b=0,100 c=-0,0017
25	12,2	12,9	10,4	12,9	13,0
50	12,1	12,1	9,6	12,0	11,6
100	11,7	11,0	8,7	10,7	10,0
200	11,0	9,5	7,6	8,7	7,8
300	10,0	8,3	7,0	7,5	6,4
400	9,0	7,3	6,6	6,3	5,2
Нормативный срок службы (по отчислениям на реновацию)	7-8	7-8	4-5	6	6-8

Как видно из приведенных данных, изменение годовой загрузки по-разному влияет на срок службы различных технических средств. Так, если при увеличении годовой загрузки в 8 раз, срок службы плугов, культиваторов и катков уменьшается всего на 30%, то кормоуборочных комбайнов — в 2,5 раза. При этом установленный у нас нормативный срок службы почвообрабатывающей техники значительно меньше, чем за рубежом, а кормоуборочной — приближается к соответствующим показателям.

Основное влияние на эффективность применения тех или иных средств механизации оказывает их цена. Однако учет этого фактора в последние годы также затруднен в связи с инфляцией, которая искажает ценовой эквивалент потребительской стоимости машин. При этом не только сами цены, но и их соотношение носят достаточно случайный характер, что снижает достоверность оцениваемых вариантов механизации. Поэтому в своих прогнозах и расчетах мы вынуждены оперировать показателями удельной (в расчете на 1 кг массы) стоимости машин.

Выделив шесть групп по категории сложности машин, начиная с простейших (зубовые бороны, катки — I группа) и заканчивая наиболее сложными (тракторы, са-

моходные комбайны, автомобили — VI), получили показатели удельной стоимости для каждой из этих групп (табл.4).

На наш взгляд, такой подход к определению стоимости новых машин позволяет избежать приведенных ошибок и обеспечивает достаточную, с методических позиций, достоверность сравнения их эффективности.

#### Выводы

1. Прогнозирование эксплуатационных показателей новых технических средств позволит более объективно подходить к

выбору перспективных направлений механизации сельского хозяйства на этапе формирования системы машин.

2. Адекватные значения основных эксплуатационных показателей (производительность, расход горючего, масса, затраты труда, эксплуатационные издержки, годовая загрузка, срок службы) могут быть получены в результате аппроксимации зависимостями, отражающими характер их изменения от определяющих факторов (мощность двигателя, ширина захвата, грузоподъемность, пропускная способность, площадь землепользования).

3. Для получения достоверных значений эксплуатационных показателей новых средств механизации должна быть обеспечена однотипность агрегатов по применяемым тракторам и назначению машин, схожесть условий их работы.

**Таблица 4**  
**Удельная стоимость машин по категориям сложности**

Категория сложности	Типы машин	Стоимость 1 кг массы	
		долларов	тыс.руб. (белор.)
I	Бороны зубовые, выравниватели, планировщики, катки	1,01	27,6
II	Плуги, культиваторы, бороны дисковые, луцильники, машины для внесения органических удобрений, прицепы тракторные	1,35	36,9
III	Сеялки, сажалки, картофелекопатели, косилки, грабли, оборачиватели, комбинированные агрегаты	1,91	52,2
IV	Машины для химизации, пневматические сеялки, пресс-подборщики	2,43	66,5
V	Прицепные комбайны, косилки-подборщики, зерносушилки, дождевальные машины	3,06	83,7
VI	Тракторы, самоходные комбайны, автомобили	3,68	100,6