

УДК 631.17:621.7.014:338.984.2

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С. А. МАЛЕИНОВ

(Кафедра тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных двигателей)

Для обоснованных расчетов потребности сельского хозяйства в средствах механизации, а также для объективной оценки уровня использования техники необходимы научно обоснованные нормативы производительности и годовой загрузки машин. Однако до последнего времени разработке таких нормативов не уделялось должного внимания. Существующие работы, посвященные техническому нормированию [2], экономическому обоснованию применения машин [1] и потребности сельскохозяйственных предприятий в технике [6], не позволяют комплексно подойти к разработке методики определения нормативов производительности машин для целей планирования, поскольку в них не решен целый ряд вопросов. Так, в этих публикациях нет научно обоснованных методов учета факторов, вызывающих перерывы в работе машин по техническим, метеорологическим, организационным и другим причинам, которые нельзя игнорировать при планировании; отсутствуют расчетные формулы для определения производительности с учетом действия этих факторов; недостаточно освещены вопросы формирования исходной информации для расчета нормативов производительности; нет рекомендаций по выбору способов агрегирования укрупненных нормативов для разных уровней планирования.

Методика установления нормативов должна базироваться на основных положениях планирования производительности машин в сельском хозяйстве. При этом предполагается решение комплекса задач: определение структуры факторов, влияющих на производительность; изучение их изменения в планируемом периоде; выявление формы зависимости между этими факторами и производительностью техники; расчет производительности машин на перспективу для разных уровней планирования.

При планировании необходимо учитывать изменение производительности машин не только во времени под действием таких факторов, как совершенствование конструкций машин, рост уровня организации сельскохозяйственного производства, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и др., но и в пространстве — под действием природно-климатических условий.

Для целей планирования предлагается рассматривать 4 вида производительности, различающихся по полноте учета действующих факторов: техническую, технологическую, рабочую и эксплуатационную. Такая классификация позволяет проводить последовательный анализ влияния упомянутых выше факторов на производительность машин.

При определении технической производительности учитывается действие только тех факторов, которые обуславливают интенсивность использования машин, т. е. степень использования их конструктивных параметров. Время работы считается непрерывным. Технологическая

производительность предполагает также учет факторов, влияющих на структуру и организацию технологического процесса. Они проявляются в наличии соответствующих перерывов в работе машины.

Однако на производительности машины будут сказываться еще и факторы, обуславливающие наличие перерывов в ее работе, необходимых для поддержания машины в рабочем состоянии и сохранения работоспособности обслуживающего персонала. Учитывая действие всех перечисленных выше факторов при условии рациональной организации труда, получим рабочую производительность машин. Этот показатель выражает количество продукции (или объем работы), производимое с их помощью в единицу рабочего времени. Рабочую производительность предлагается считать основной характеристикой производительности машины, так как непосредственно с ее помощью определяется производительность труда. Кроме того, в экономических расчетах к часу рабочего времени принято приводить многие эксплуатационные затраты: оплату труда, затраты на горючее, ремонт, техобслуживание машин и пр.

Поскольку при использовании машин возникают перерывы рабочего времени, обусловленные биологическими, организационными, метеорологическими, социально-экономическими и другими неучтенными факторами, при планировании предлагается определять эксплуатационную производительность машин, которая учитывает все факторы, все условия их эксплуатации. Этот показатель характеризует выработку машины в единицу календарного времени, и метод его расчета предлагается основывать на анализе баланса времени использования машины в году.

Для специфических условий сельскохозяйственного производства этот баланс можно представить как сумму периодов проведения работ (рабочих периодов) и перерывов в работе, обусловленных самой природой продукта. В свою очередь, фонд времени каждого рабочего периода определяется продолжительностью рабочего дня на выполняемой работе и количеством рабочих дней. Полезно используемое рабочее время в рабочем периоде зависит от наличия и величины перерывов в работе машины. Эти перерывы могут быть трех категорий: пропорциональные времени работы машины (затраты времени на техническое обслуживание машин, ремонт, перебазировки, простои по метеорологическим условиям, организационные причины), ежедневные (переезды с машинного двора на объекты и обратно) и не зависящие от времени работы машины в рабочем периоде (комплектование и переналадка агрегатов). Перерывы в работе машины могут быть также вызваны недостаточным объемом работ в рабочем периоде.

Выразив перерывы в работе с помощью удельных величин, или коэффициентов пропорциональности, получим формулы для расчета нормативной загрузки машин в году  $T^z$  и ее сменной  $\omega_{см}^k$ , суточной (дневной)  $\omega^k$  и годовой  $W^z$  эксплуатационной производительности:

$$T^z = \sum \frac{(P^k - A^k)(D^k - B^k) - \sum H_{\delta}^k - T_o^k}{1 + \sum \frac{f_{\epsilon}^k}{\epsilon}}; \quad W^z = \omega^k T^z;$$

$$\omega_{см}^k = \omega^k \frac{C}{1 + \sum \frac{f_{\epsilon}^k}{\epsilon}}; \quad \omega^k = \omega^k \frac{P^k - A^k}{1 + \sum \frac{f_{\epsilon}^k}{\epsilon}},$$

где  $f_{\epsilon}^k$  — перерывы рабочего времени  $\epsilon$ -го вида, пропорциональные продолжительности работы машины в  $k$ -м периоде, ч/ч;  $H_{\delta}^k$  — перерывы  $\delta$ -го вида, не зависящие от продолжительности использования машины в  $k$ -м рабочем периоде, ч;  $A^k$  — ежедневные перерывы в  $k$ -м периоде,

ч/день;  $T_0^k$  — недоиспользование фонда времени  $k$ -го рабочего периода из-за недостаточного объема работ, ч;  $P^k$  — продолжительность рабочего дня в  $k$ -м периоде, ч;  $D^k$  — продолжительность  $k$ -го рабочего периода в днях;  $B^k$  — количество выходных дней в  $k$ -м периоде;  $f_e^*$  — пере­рывы в работе из-за поломок и неисправностей, по организационным причинам, в связи с подготовкой поля и несоответствием производи­тельности машин, выполняющих смежные операции в  $k$ -м периоде, ч/ч;  $\omega^*$  и  $\omega^y$  — часовая рабочая производительность машины соответственно в  $k$ -м периоде и в условных единицах;  $C$  — продолжительность смены, принятая при расчете сменных норм выработки.

Здесь под загрузкой машины в календарном периоде предлагается понимать сумму рационально используемого рабочего времени, выра­женную в часах.

Таким образом, для определения нормативов производительности и годовой загрузки машин необходимо знать величину рабочей произ­водительности на планируемый период, величины, характеризующие пере­рывы в работе, сроки механизированных работ и распределение их объемов по периодам года и между типами машин.

Рабочая производительность машин на текущий период устанавли­вается с помощью методов технического нормирования. Изменение рабочей производительности на перспективу можно определить с уче­том возможных изменений технической и технологической производи­тельности новых и модернизированных машин. Например, известно, что норма выработки трактора ДТ-75 на пахоте в эталонных условиях

Рассчитанные значения нормативных коэффициентов перерывов в работе для различных агрегатов и на разных видах работ

К коэффициент перерывов	Факторы				
	Количество машин в агрегате				
	1	2	3	4	5
Для устранения не­исправностей	0,03—0,05    0,06—0,09    0,08—0,12    0,11—0,15    0,14—0,18				
	Марка трактора				
Для проведения ТО и ремонтов	К-700	Т-4А	Т-150	Т-74	МТЗ-50
	0,12	0,13	0,09	0,08	0,07
По организационным причинам	Вид работ				
	обработка почвы, уборка сена, соломы		сев, внесение удобрений, кошение		уборка урожая, вывоз удобрения
	0,04		0,06		0,09
Для подготовки поля	пахота, кошение зерновых		прямое комбайнирование		
	0,02		0,05		
	К о э ф ф и ц и е н т и с п о л ь з о в а н и я в р е м е н и с у ч е т о м м е т е о у с л о в и й ( $K_{им}$ )				
Из-за неблагоприят­ных метеоусловий	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95
	0,67	0,43	0,25	0,11	0,05

равна 7 га за 1 смену. Определим рабочую производительность трактора Т-150 в этих же условиях. В данном случае у Т-150 по сравнению с ДТ-75 техническая производительность (на основе сопоставления технических параметров) составит 186%, удельный вес чистого времени работы в технологическом цикле — 93,4, удельный вес технологических циклов в рабочем времени смены — 99%. Тогда рабочая производительность трактора Т-150 будет равна 12 га за 1 смену (7 га за 1 смену  $\times 1,86 \times 0,934 \times 0,99$ ).

Удельные значения длительности перерывов (коэффициенты) рассчитываются с помощью нормативных материалов по организации технического обслуживания (ТО) и ремонта машин, операционной технологии, надежности машин, агротехнике и материалов фотохронометражных наблюдений (таблица).

Длительность рабочих периодов обуславливается сроками проведения работ, выполняемых машиной. Для определения последних с учетом неравномерности созревания почвы и растений в пределах одного хозяйства предлагается следующая экономико-математическая модель.

Найти  $z$ ,  $u_{it}$  ( $i = \overline{1, I}$ ;  $t = \overline{1, T}$ ), минимизирующие  $z$  и удовлетворяющие условиям:

$$\sum_{t=t_i}^{t_i+\tau} u_{it} = Q_i \quad (i = \overline{1, I});$$

$$\sum_{i=1}^I u_{it} - z \leq 0 \quad (t = \overline{1, T});$$

$$z \geq 0; u_{it} \geq 0.$$

$$\text{Тогда } \tau_x = \frac{1}{z} \sum_i Q_i.$$

В этих уравнениях использованы следующие обозначения:  $u_{it}$  — объем работы, выполняемой на  $i$ -м поле в  $t$ -е сутки;  $z$  — максимальный суточный объем работы, выполняемый на всех полях;  $Q_i$  — объем работы, подлежащий выполнению на  $i$ -м поле;  $t_i$  — дата созревания  $i$ -го поля;  $\tau$  — агротехнический срок выполнения работы на одном поле, дни;  $\tau_x$  — срок проведения работы для хозяйства, дни.

Графическая интерпретация расчетов с помощью приведенной выше модели дана на рис. 1.

Распределение объемов работ между типами машин при определении их годовой загрузки и годовой производительности проводится с помощью экономико-математической модели оптимизации машинно-тракторного парка предприятия. При этом суточная производительность машинно-тракторных агрегатов рассчитывается по приведенной выше формуле.

Исходную информацию для расчета нормативов производительности машин и их годовой загрузки предлагается формировать на базе хозяйств-представителей. При переходе от одного региона к другому производительность машин изменяется главным образом под действием двух групп факторов — природно-климатических условий работы машинно-тракторных агрегатов и производственной специализации предприятий, определяющей структуру и объемы механизированных работ. Поэтому выбор объектов-представителей основывается на принципе типизации сельхозпредприятий (рис. 2). Такая методика расчета в отличие от других методик [3] позволяет не только сократить количество отборочных признаков, оставив главные, но и учесть в нормативах перспективу специализации сельскохозяйственного производства. В каждом регионе выявляют все перспективные производственные типы

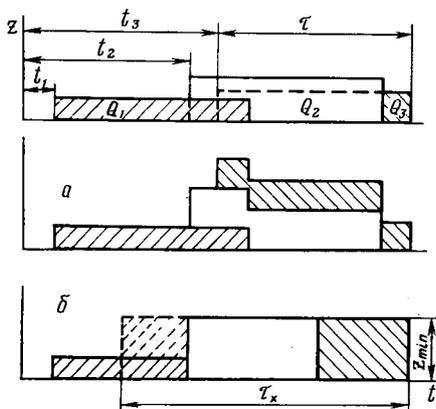


Рис. 1. Графическая интерпретация определения продолжительности проведения полевых механизированных работ в хозяйстве.

*a* — первоначальное распределение объемов работы по суткам; *b* — распределение объемов работы с помощью экономико-математической модели.

хозяйств. Все предприятия региона группируют по этим типам. Для каждой группы хозяйств по данным их годовых и перспективных планов находят средние характеристики, определяемые направлением производственной деятельности (объемы производства, размеры и структура угодий, поголовье и структура стада и т. д.). При текущем планировании их можно взять в качестве характеристик объектов-представителей. При перспективном планировании решается оптимизационная задача специализации каждого из намеченных производственных типов, для чего используются эти же средние данные. Нормообразующие природные факторы предлагается определять как средневзвешенные по соответствующим площадям обрабатываемых

угодий. При большом числе хозяйств в группе расчеты рекомендуется проводить на основе выборочной совокупности.

В связи с применением экономико-математических методов и ЭВМ при расчете нормативов производительности предъявляются особые требования к качеству и способам формирования исходной информации по объекту-представителю. Основными требованиями при использовании в качестве критерия оптимальности минимума приведенных затрат являются:

- учет всего объема работ, выполняемого оптимизируемым парком машин;
- полный учет эксплуатационных затрат, зависящих от варианта механизации работ, в том числе затрат по заработной плате;

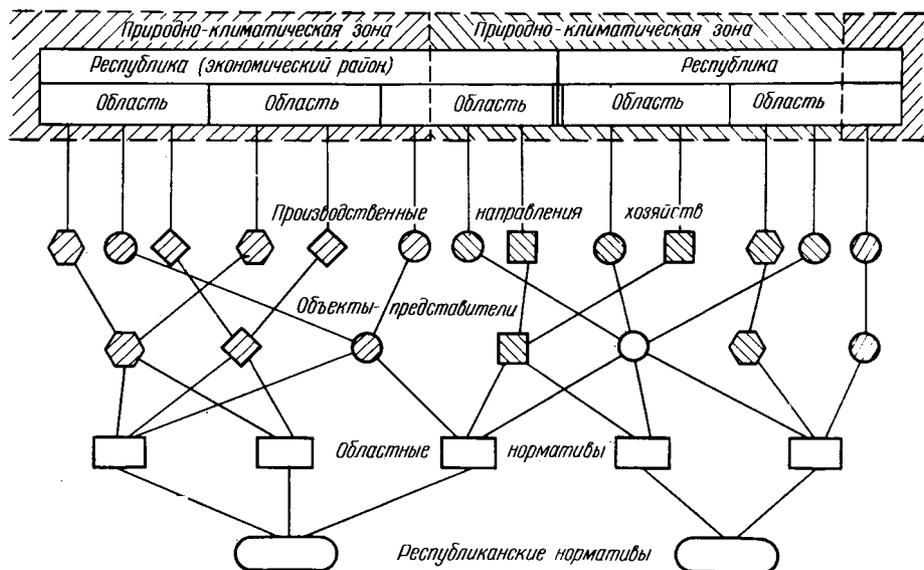


Рис. 2. Схема выбора объектов-представителей и агрегирования нормативов производительности машин.

— включение каждой энергомашины в возможно большее число вариантов механизации планируемых работ;

— назначение на каждом виде работ максимально допустимой продолжительности рабочего дня.

На рис. 3 показан сдвиг границы применения на пахоте энергонасыщенного трактора по годовой загрузке без учета доплат к тарифной ставке тракториста. Поскольку этот сдвиг происходит в сторону большей загрузки, вероятность включения энергонасыщенного трактора в оптимальный план при несоблюдении соответствующего требования резко уменьшается.

Выбор способов агрегирования нормативов производительности машин зависит от степени распространения влияния факторов, обуславливающих эту производительность, в объекте планирования (области, республике). Совокупность действия природно-климатических факторов, определяющих в основном величину рабочей, а также эксплуатационной сменной и суточной производительности машин, распространяется на определенные площади обрабатываемых сельхозугодий. Поэтому их и предлагается брать в качестве весов при агрегировании этих нормативов. Сначала могут быть взвешены нормообразующие факторы, а затем на их основе определены агрегированные нормативы производительности. Годовая производительность машин и их годовая загрузка зависят также от объемов выполняемых ими работ. Следовательно, при их агрегировании необходимо в качестве весов брать соответствующие объемы работ.

Результаты исследований, представленные в данной статье, нашли отражение в методических документах по разработке нормативной базы для планирования развития сельского хозяйства [5, 6].

### Выводы

1. Разработан комплексный методический подход к определению производительности машин в сельском хозяйстве для целей планирования. Он включает порядок выбора предприятий-представителей, на базе которых разрабатываются нормативы производительности, формулы для расчета нормативов и способы агрегирования последних для разных уровней планирования.

2. Сформулированы требования к исходной информации для расчета на ЭВМ оптимального плана использования машинно-тракторного парка сельхозпредприятий по критерию минимума приведенных затрат.

3. Предлагаемые методы позволяют при планировании более полно учитывать действие факторов, влияющих на производительность машин в сельском хозяйстве. Количественная оценка влияния отдельных факторов дает возможность найти наиболее эффективные пути повышения производительности машин.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Антошкевич В. С. Экономическое обоснование новой сельскохозяйственной

технической техники. М., «Экономика», 1971.—  
2. Барам Х. Г. Научные основы техни-

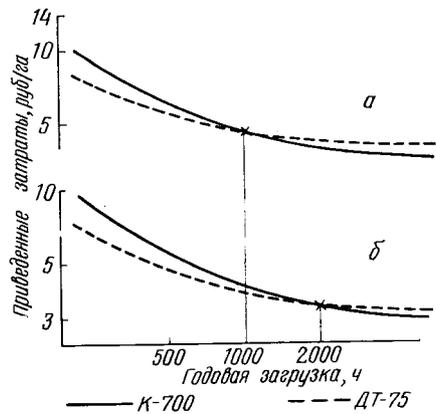


Рис. 3. Приведенные затраты на пахоте и годовая загрузка тракторов К-700 и ДТ-75.

а — полные затраты; б — затраты без учета доплат к тарифной ставке тракториста.

ческого нормирования механизированных полевых работ. М., «Колос», 1970. — 3. Борисевич И. В., Карповский А. И., Шаповалов И. Я. К методике обоснования модельных (расчетных) хозяйств для оптимального планирования механизации сельского хозяйства. В сб.: Планирование и прогнозирование экономического развития, вып. IV. Вопросы экономики и планирования сельского хозяйства. Минск, НИИЭМП при Госплане БССР, 1974, с. 57—64. — 4. Методика разработки нормативов годовой (сезонной) выработки и загрузки тракторов,

комбайнов и другой сельскохозяйственной техники. М., НИИПиН при Госплане СССР, 1976. — 5. Методика разработки нормативов потребности колхозов и совхозов в тракторах, тракторных прицепах, комбайнах и другой сельскохозяйственной технике для растениеводства и внутрихозяйственных работ. М., НИИПиН при Госплане СССР, 1976. — 6. Павлов Б. В., Пушкарева П. В., Щеглов П. С. Проектирование комплексной механизации сельскохозяйственных предприятий. М., «Колос», 1970.

*Статья поступила 16 июня 1978 г.*

#### SUMMARY

A complex technique for determining the efficiency of farm machinery for planning purposes has been developed. It includes the procedure of choosing the representative enterprises which will serve as a base for developing the rates of productivity, the formulae for quota calculation and the methods of aggregating the quotas for different levels of planning. An economico-mathematical model for determining the length of the period of field operations with the use of farm machinery, taking into consideration non-even ripening of the soil and the plants within one farm, is presented. The requirements to the initial information for solving by a computer the problem of optimization of the plan of using the machine- and tractor fleet of an agricultural enterprise with minimum expenses are settled.