

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УРОВЕНЬ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Раскрывается взаимосвязь величины технико-технологической оснащенности процессов в растениеводстве с показателями их технической оснащенности, коэффициентом сменности и эксплуатационной надежностью машинно-тракторных агрегатов.

Ключевые слова: технико-технологическая оснащенность, надежность, коэффициенты, продолжительность, агротехнические сроки, урожайность.

А.М. Plaksin, I. Ganiev,
A.V. Gritsenko, K.V. Glemba

THE CORRELATION OF THE INDICATORS DETERMINING THE LEVEL OF THE PROCESS TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AVAILABILITY IN PLANT-GROWING

The correlation between the value of the process technical and technological equipment availability in plant-growing with the indicators of their technical equipment, the shift factor and the tractor unit operational reliability is revealed.

Key words: technical and technological equipment availability, reliability, coefficients, duration, agrotechnical terms, crop capacity.

Введение. Эффективность реализации механизированных процессов в растениеводстве определяется наличием производственного потенциала, который состоит из ресурсов: трудовых, материальных, в т. ч. энергетических, природно-климатических и биологических. Однако фактический уровень использования производственного потенциала, как правило, в большинстве сельхозпредприятий ниже номинальных параметров, что является следствием несоответствия структуры, количественного соотношения составляющих производственного потенциала и организационно-экономических условий его использования [1–5].

Основными показателями надежности выполнения процессов в растениеводстве, где предметом труда является живая природа (почва, материалы, растения), является агротехническая продолжительность выполнения полевых работ с учетом их начала, полнота и качество выполнения технологических операций. Обеспечение этих агрономативов зависит не только от величины технического и технологического потенциала сельхозпредприятий (количественного и качественного), но и от интенсивности его использования в течение напряженного цикла полевых работ, эксплуатационной надежности машинно-тракторных агрегатов (МТА), организации производства. Именно совокупность этих свойств и будет определять фактический уровень технологической и технической оснащенности механизированных процессов и эффективность их реализации в конкретных зональных условиях [5–7].

Цель работы. Разработка методологии оценки технико-технологической оснащенности механизированных процессов в растениеводстве, а также обоснование структуры и величины инвестиций финансовых ресурсов в техническое и технологическое переоснащение производства сельхозпродукции, материальную и социальную инфраструктуру села.

Задачи исследования:

1. Провести структурное и количественное обоснование величины ресурсных и технологических составляющих производственного потенциала сельхозпредприятий.
2. Разработать методику расчета коэффициента технико-технологической оснащенности механизированных процессов в растениеводстве.
3. Разработать экономико-математическую модель обоснования структуры и величины инвестиций финансовых ресурсов в техническое и технологическое переоснащение производства сельхозпродукции, материальную и социальную инфраструктуру села.

Теоретические исследования. Рассмотрим взаимосвязь агротехнической своевременности и качества выполнения технологических процессов с величиной инвестируемых финансовых ресурсов на единицу площади возделывания сельскохозяйственных культур и потенциально возможной урожайностью, потерями продукции (рис. 1).

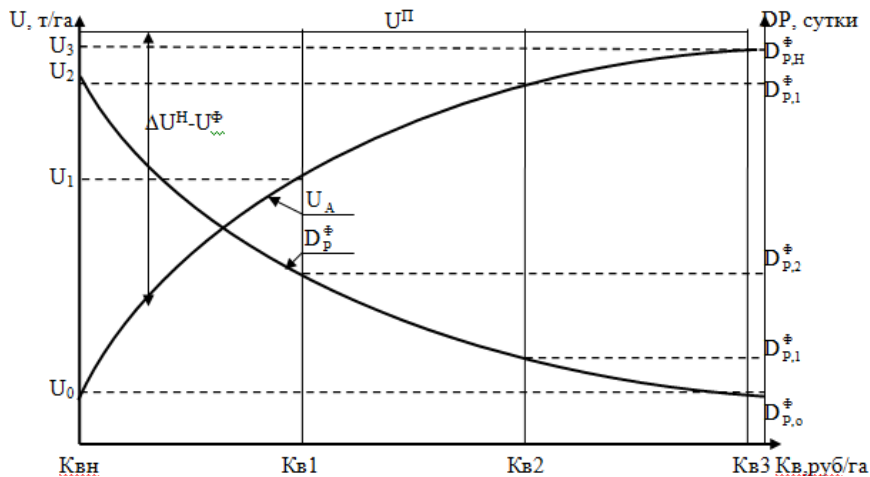


Рис. 1. Взаимосвязь продолжительности выполнения технологических процессов, урожайности сельскохозяйственных культур с величиной капиталовложений в технико-технологическое оснащение производства: $U^П$, U_i – потенциальная и текущая величина урожайности; D_P^Φ – продолжительность выполнения процессов с учетом качества и полноты выполнения операций; K_B – величина капиталовложений на этапах модернизации процессов

Из рисунка 1 следует, что с увеличением капиталовложений в технико-технологическое переоснащение процессов в растениеводстве (вследствие чего повышается уровень выполнения агротребований при возделывании культур) увеличивается их урожайность и сокращаются потери продукции. Очевидно, что при начальном уровне оснащения (K_{BH}) для достижения агротехнической продолжительности выполнения полевых работ (D_{PO}^Φ) и получения урожайности культур, близкой к потенциально возможной (U_3), потребуются значимые по величине финансовые ресурсы ($\Delta K_B = K_{B.3} - K_{B.H}$). Из-за их ограниченности у сельхозпроизводителей крупное разовое капиталовложение невозможно, что предопределяет необходимость реализации поэтапной модернизации растениеводства (K_{B1} , K_{B2} , K_{B3}).

Продолжительность выполнения цикла полевых операций (посев, уход за растениями, почвообработка и т.д.) зависит как от технической количественной оснащенности, так и от производительности МТА, объема выполняемых работ, т.е.

$$D_P^\Phi = \frac{F_i \cdot n_i}{N_{ai}^\Phi \cdot W_{ai}^\Phi}, \quad (1)$$

где F_i , n_i – площадь возделывания сельскохозяйственных культур и количество технологических i операций, выполняемых в цикле полевых работ, соответственно га и шт.; N_{ai}^Φ , W_{ai}^Φ – количество фактическое i агрегатов и их производительность, соответственно шт. и га/см, га/сутки.

При принятом в сельском хозяйстве поэтапном методе нормирования составляющих рабочей смены МТА нормативное количество их N_a^H будет равно:

$$N_a^H = \frac{F_i \cdot n_i}{D_P^H \cdot W_{ai}^H}, \quad (2)$$

где $D_P^H \cdot W_{ai}^H$ – цикловая нормативная производительность одного агрегата, га/цикл; $W_{ai}^H = W_{ai}^H \cdot T_{CM}$ – сменная производительность i -го агрегата, га/см; W_{ai}^H – нормативная часовая производительность i -го агрегата при рабочей смене T_{CM} ($T_{CM}=7$ ч, $T_{CM}=10$ ч).

Мы полагаем, что более адекватно реальным процессам в растениеводстве уровень их механизации должен определяться с учетом коэффициента технико-технологической оснащенности процессов. Он является комплексным показателем, определяет структуру и величины основных составляющих, необходимых для выполнения полевых работ.

Структурно он состоит из произведения коэффициентов, которые количественно оценивают фактическое количество и использование средств механизации, трудовых ресурсов и эксплуатационную надежность машинно-тракторных агрегатов (МТА). В соответствии с определением коэффициент технико-технологической оснащенности $K_{ТТО}$ рассчитывается по формуле

$$K_{ТТО} = K_{ТО} \cdot K_{СМ} \cdot K_{Г} \cdot K_{ОР}, \quad (3)$$

где $K_{ТО}$, $K_{СМ}$, $K_{Г}$, $K_{ОР}$ – соответственно коэффициенты технического оснащения, сменности работы МТА, их технической готовности и организации использования.

Аналитическое определение величины коэффициентов следующее. Коэффициент технического оснащения процессов

$$K_{ТО} = \frac{N_a^\Phi \cdot W_a^\Phi}{N_a^H \cdot W_a^H}, \quad (4)$$

где N_a^Φ , N_a^H – соответственно количество МТА фактическое и нормативное в соответствии с агропотребностями продолжительности цикла выполнения полевых работ, шт/цикл; W_a^Φ , W_a^H – соответственно фактическая и нормативная в заданных условиях использования МТА производительность, га/см.

Причем при измерении и расчете производительности МТА принимается идентичное качество выполнения технологических операций.

Коэффициент сменности работы МТА в течение суток равен

$$K_{СМ} = \frac{T_{P.C.}}{T_{СМ}^H}, \quad (5)$$

где $T_{P.C.}$ – количество часов работы агрегата за сутки, ч; $T_{СМ}^H$ – нормативная продолжительность рабочей смены агрегатов ($T_{СМ}^H = 7$ ч, в напряженные циклы полевых работ $T_{СМ}^H = 10$ ч).

Коэффициент технической готовности МТА, который отражает их эксплуатационную надежность, определяется по формуле

$$K_{Г} = \frac{t_p}{t_p + t_{YO}}, \quad (6)$$

где t_p – рабочее время агрегатов за полевой цикл, ч/цикл; t_{YO} – соответственно суммарная продолжительность простоев агрегатов при устранении последствий отказов их машин во время рабочей смены, ч/цикл.

Коэффициент организации использования показывает долю времени нормируемых показателей времени смены $\sum t_{норм.i}$ (подготовительно-заключительное время, время технического и технологического обслуживания агрегатов, время ожидания доставки и заправки ТСМ и др.) к фактической продолжительности этих составляющих

$$K_{ОР} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{норм.i}}{\sum_{i=1}^n t_{факт.i}}. \quad (7)$$

Величина этого коэффициента при реализации процессов возделывания и уборки сельскохозяйств в хозяйствах в зависимости от производственной дисциплины и форм организации производства в настоящее время (при значимой профессиональной деградации специалистов, их качественного дефицита, сокращения средств механизации вспомогательных процессов и др.) в среднем находится в диапазоне $K_{OP} = (0,1 \dots 0,15) T_{CM}^H$.

С учетом величин перечисленных коэффициентов фактическая продолжительность выполнения цикла полевых работ будет определяться по уравнению

$$D_H^A = \frac{D_P^H}{K_{ТТО}} = \frac{F_i \cdot n_i}{N_a^\Phi \cdot W_a^\Phi \cdot K_{CM} \cdot K_\Gamma \cdot K_{OP}}. \quad (8)$$

Из данного уравнения следует, что при нормативной величине коэффициента технико-технологической оснащенности $K_{ТТО}=1$ фактическая продолжительность цикла выполнения технологических операций будет равна нормативной, т.е. соответствующей агротребованиям.

Результаты исследований и их обсуждение. Закономерность изменения продолжительности реализации механизированных процессов (рис. 2, а) показывает, что нормативная агротехническая продолжительность (при принятых ограничениях: $K_{CM}=1$, $K_\Gamma=1$, $K_{OP}=1$) может быть достигнута только при нормативной численности агрегатов с соответствующей сменной производительностью, т.е. при $N_{aw}^\Phi = N_{aw}^H$ и $K_{ТТО}=1$.

При использовании принятых агрегатов в две смены ($K_\Gamma=1$, $K_{OP}=1$) потребность их уменьшится в два раза ($K_{ТО}=0,5$), но уровень технико-технологической оснащенности будет нормативным: $K_{ТТО} = 0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 = 1$ (т. С). Соответственно продолжительность реализации процессов будет равна нормативной ($D_{PC}^H = D_{PA}^H$). Следовательно, экономию капиталовложений или часть их можно вложить в подготовку механизаторов, повышение их зарплаты и обеспечение социальных условий труда, проживания. Полагаем, что это будет сделать экономически целесообразно, учитывая в т.ч. ряд других социальных и демографических проблем в сельском хозяйстве России. Вот ориентировочный расчет. Вместо двух современных посевных комплексов (стоимость каждого 10 млн рублей) при двухсменной работе их потребуется всего один. А значит, с учетом отчислений на реновацию машин (при $T_{сл}=10$ лет) за десять лет будет экономия денежных средств в сумме 20 млн рублей. При оплате труда механизатора 500 тыс. руб/год останется еще 15 млн, которые можно вложить в создание социальных условий, в развитие парка сельхозмашин, материально-техническую базу [8, 9].

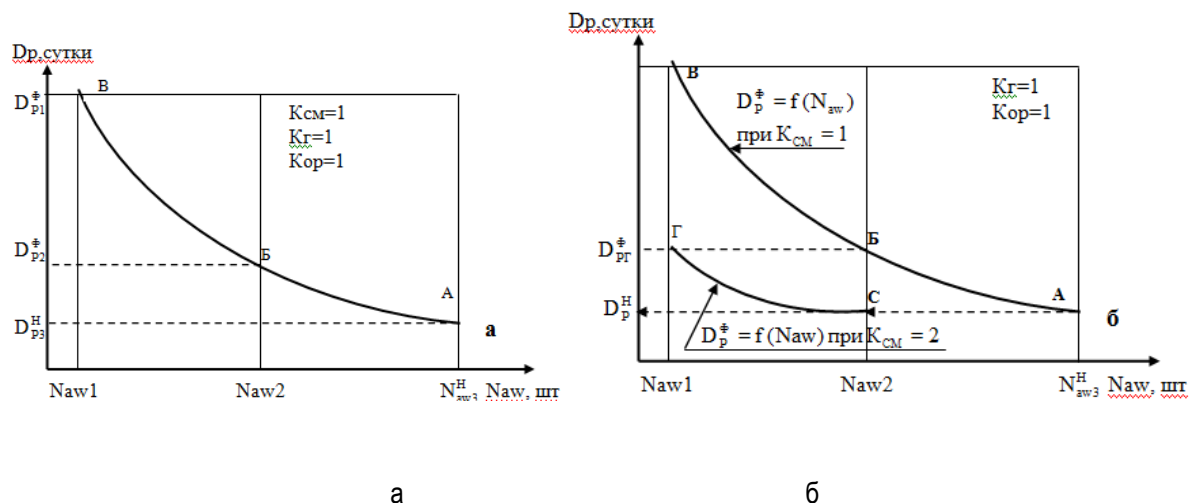


Рис. 2. Взаимосвязь продолжительности механизированных процессов: а – с их технической оснащенностью; б – со сменностью работы

Значимым по величине влияния на технико-технологическую оснащенность процессов в растениеводстве является показатель эксплуатационной надежности агрегатов – коэффициент их оперативной готовности, который зависит от безотказности машин в агрегатах

$$K_r = \frac{t_p}{t_p + t_{y.o} + t_{ож}}, \quad (9)$$

где t_p – наработка агрегата за полевой цикл (наработка на отказ), ч; $t_{y.o}$ – продолжительность непосредственного устранения последствий отказов машин, ч; $t_{ож}$ – время ожидания доставки агрегатов, узлов, запасных частей, материалов, необходимых для восстановления работоспособности МТА, ч.

Взаимосвязь продолжительности циклов выполнения технологических операций с учетом безотказности МТА (при $K_{CM}=1$, $K_{OP}=1$) выразим в следующем виде:

$$D_\phi^\Phi = \frac{F_i \cdot n_i}{N_a^\Phi \cdot W_a^\Phi \cdot K_r}. \quad (10)$$

Т.е. фактическая продолжительность выполнения полевых работ t^Φ , при том или ином уровне технического оснащения, будет равна

$$t^\Phi = t_p + t_{y.o} + t_{ож} = t_p + t_{B.P}, \quad (11)$$

где $t_{B.P}$ – общая продолжительность восстановления работоспособности агрегатов, ч. Графическая интерпретация аналитического выражения (10) при величине технической оснащенности нормативной ($K_{TO}=1$) представлена на рисунке 3.

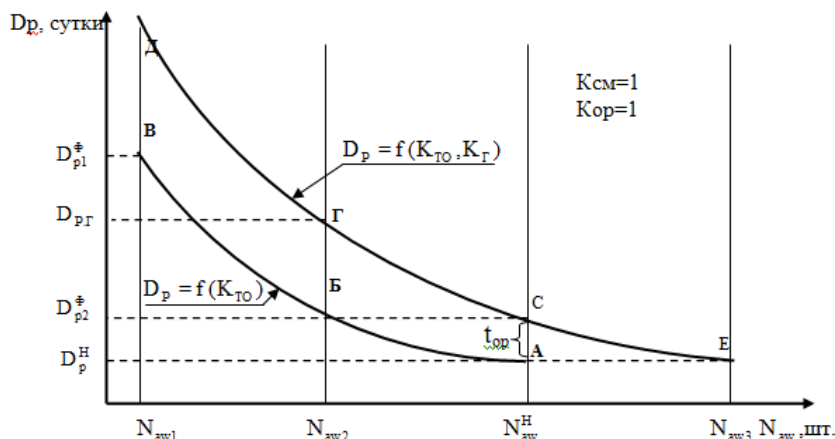


Рис. 3. Взаимосвязь продолжительности выполнения цикла полевых работ с количеством агрегатов и их безотказностью

При простоях агрегата из-за отказов его машин (N_{aw}^H , $K_{TO} = 1$) продолжительность цикла выполнения технологических операций увеличится до величины $D_{p2}^\Phi = D_{pC}^\Phi$, т.е. будет больше нормативной продолжительности (D_p^H) при работе N_{aw}^H и равной при меньшем количестве (N_{aw2} , т. Б) используемых агрегатов. Чтобы выполнить полевые операции в нормативные агросроки D_p^H при данном количестве и безотказности МТА, потребуется увеличить их количество до величины N_{aw3} (т. Е), т.е. коэффициент технической оснащенности должен быть больше нормативной величины ($K_{TO3} > K_{TO} = 1$). Для этого необходимо приобрести дополнительное количество МТА, равное $\Delta N_{aw} = N_{aw3} - N_{aw}^H$. Это, конечно же, потребует увеличения капиталовложений в парк машин. Однако если добиться высокой (не менее продолжительности полевого цикла работ) безотказности МТА ($K_r \approx 1$), т.е. свести затраты времени на восстановление их работоспособности до минимума ($t_{op} = t_{y.o} + t_{ож} \approx 0$, т. А), тогда не понадобится приобретать дополнительное количество МТА, соответ-

ственно, не нужно будет привлекать дополнительно механизаторов, можно избежать дополнительных отчислений на реновацию машин и пр. Очевидно, что в результате будет получена экономия финансовых ресурсов, которые могут быть направлены на повышение безотказности агрегатов.

Выводы

1. Методологической основой обоснования уровня технико-технологической оснащенности механизированных процессов в конкретных условиях производства продукции растениеводства является структурное и количественное обоснование величины составляющих производственного потенциала сельхозпредприятий – ресурсного и технологического.

2. Рассмотренная методика расчета коэффициента технико-технологической оснащенности механизированных процессов, его взаимосвязь и закономерности изменения в зависимости от структуры и величины составляющих коэффициентов позволяют аналитически обосновывать рациональный уровень надежности реализации механизированных процессов в растениеводстве.

3. Для определения первоочередности решения задач поэтапной модернизации растениеводства необходимо использовать экономико-математическую модель, применение которой позволяет обосновать структуру и величину инвестиций финансовых ресурсов в техническое и технологическое переоснащение производства сельхозпродукции, материальную и социальную инфраструктуру села.

Литература

1. Драгайцев В.И. Техническая оснащенность сельского хозяйства России, США, Канады и Германии // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 1. – С. 21–26.
2. Долгушкин И.К. Техничко-технологическое отставание как тормоз устойчивого развития зернового производства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2012. – № 1. – С. 9–11.
3. Плаксин А.М. Технический уровень в растениеводстве: состояние и перспективы // Вестник ЧГАА. – 2011. – № 58. – С. 63–73.
4. Ресурсный потенциал земледелия и пути его эффективной реализации. / А.М. Плаксин, А.П. Зырянов, М.В. Пятаев [и др.] // Достижение науки и техники в АПК. – 2010. – №10. – С. 54–56.
5. Плаксин А.М. Взаимосвязь ресурсного потенциала земледелия с человеческим капиталом села // Вестник ЧГАА. – 2012 – № 62. – С. 67–74.
6. Соломкин А.П. Формирование и обеспечение готовности тракторов (на примере трактора «Кировец»): дис.... д-ра техн. наук. – Новосибирск, 1984. – 475 с.
7. Плаксин А.М. Обеспечение работоспособности машинно-тракторных агрегатов на предстоящие циклы использования в растениеводстве: дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 1996. – 468 с.
8. Гуляренко А.А. Обоснование требования к безотказности и ремонтпригодности тракторов при использовании в растениеводстве Северного Казахстана: дис. ...канд. техн. наук. – Челябинск, 2012. – 162 с.
9. Качурин В.В. Обоснование параметров процесса восстановления работоспособности машинно-тракторных агрегатов мобильными звеньями: дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2014. – 147 с.

