



УДК 631.3.06

Б.Д. ДОКИН, доктор технических наук, заведующий лабораторией,
О.В. ЁЛКИН*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Е.А. ЛАПЧЕНКО*, аспирант,
С.П. ИСАКОВА*, аспирант

*ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт механизации
и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии,*

**ГНУ Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Россельхозакадемии
e-mail: sibime@ngs.ru*

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРОКОВ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

Проанализированы методические подходы при обосновании технического обеспечения сроков проведения полевых работ. Введено понятие «экономически целесообразные сроки проведения полевых работ». Они могут быть более удлиненными по сравнению с оптимальными при условии равенства затрат из-за запаздывания сроков проведения полевых работ, приводящих к потерям урожая, а также из-за затрат, обусловленных техническим обеспечением этих сроков. При этом необходимо учитывать, что не все поля готовы одновременно к проведению той или иной технологической операции, сельскохозяйственные предприятия высевают рожь, горох, ячмень и другие зерновые культуры различных сроков созревания: поздние-, средне- и раннеспелые. Отнесение затрат на техническое обеспечение той или иной технологической операции производится с учетом занятости трактора и сельскохозяйственных машин на других технологических операциях в течение года. Получено аналитическое выражение для определения экономически целесообразных сроков проведения полевых работ в условиях Сибири. Независимо от технического обеспечения оптимальная продолжительность посева зерновых на поле, готовом под посев, осталась прежней – в течение одних суток. В связи с этим посевная кампания должна продолжаться 10–15 дней.

Ключевые слова: сроки проведения работ, техническое обеспечение, потери урожая, затраты на технику.

При расчете нормативов потребности в сельскохозяйственной технике на период 1981–1985 гг. Министерство сельского хозяйства СССР рекомендовало следующие агротехнические сроки: закрытие влаги – 2–3 дня, предпосевная культивация – 3–4, посев – 3–4, скашивание в валки – 4–5, подбор валков, прямое комбайнирование, уборка соломы – 7–8, вспашка зяби – 12–14 дней [1].

По-нашему мнению, закрытие влаги невозможно провести за 2–3 дня, поскольку поля «подходят» (по данным СибИМЭ и ЧИМЭСХ) в условиях Сибири и Урала в течение 10–15 дней. То же можно сказать и о посеве зерновых за 3–4 дня, так как хозяйства высевают рожь, горох, ячмень и другие зерновые культуры различных сортов: поздние-, средне- и раннеспелые. Разница в готовности полей превышает в условиях Сибири 3–4 дня. Сроки посева всех названных выше культур и их сортов тоже различны и могут в 2–3 раза превышать их. Скашивание также нельзя провести за 4–5 дней.

Исследования Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии в ОПХ «Черепановское» (Новосибирская область) показали, что зерновые достигают восковой спелости в течение 12–15 дней.

Жесткие агротехнические сроки диктовали и малую нагрузку на тракторы, сельхозмашины, зерновые и кормоуборочные комбайны. При этом ссылались на малые нагрузки на тракторы (40–60 га) на пашне и на зерноуборочные комбайны (50–60 га) при посеве зерновых культур в странах Западной Европы и США. Однако доктор экономических наук Б.А. Черняков, заведующий сектором Института США и Канады РАН, отмечал [2], что в начале 1960-х годов XX в. нагрузка на зерновой комбайн составляла 72 га, в 1997 г. она выросла до 144 га. При этом валовой сбор зерна в расчете на один комбайн увеличился со 150 до 740 т, или почти в 5 раз.

Доктор экономических наук В.И. Драгайцев [3] на основании материалов Всероссийской сельскохозяйственной переписи показал, что наши фермеры имеют аналогичную небольшую нагрузку на технику, поскольку они располагают малой площадью пашни (30–80 га).

Оптимизацией технического обеспечения сроков проведения полевых работ занимались зарубежные (США) [4] и отечественные исследователи [5–10]. Однако авторы не учитывали, что не все поля «созревают» одновременно и не все культуры готовы к проведению рассматриваемой технологической операции.

При обосновании технической обеспеченности растениеводства возникает необходимость снижения пиковой потребности в технике. Этого можно достичь за счет изменения структуры посевных площадей (в том числе введения озимого клина зерновых культур) или изменения сроков проведения полевых работ.

Цель исследований – обосновать снижение пиковой потребности в технике, например на посеве, за счет оптимизации продолжительности посевных работ для поля, готового для этих работ.

В задачу исследования входило определить условия, когда потери урожая от нарушения сроков проведения посевных работ равны затратам на технику для выполнения этих работ.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Функция совокупных затрат $f(D_p)$ от D_p была подвергнута исследованию на экстремум методами дифференциального исчисления. Причем, если рассматривается народнохозяйственная эффективность технической обеспеченности сроков проведения полевых работ, то совокупные затраты на проведение той или иной технологической операции подсчитывали на основании ГОСТ Р 53056–2008. При определении эффективности технического обеспечения сроков проведения полевых работ на уровне сельхозпредприятия при оптимизации учитывают прямые эксплуатационные затраты и потери урожая. Это обеспечивает минимальную себестоимость сельскохозяйственной продукции, что важно в рыночных отношениях.

Для оптимизации структуры машинно-тракторного парка применяли метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ [11].

При расчете совокупных затрат использовали средние значения коэффициентов потерь урожая $K_{сп}$ (часть/дней): вспашка зяби – 0,005, предпосевная культивация – 0,005, посев зерновых – 0,01, скашивание в валки – 0,008–0,01, подбор и обмолот валков, прямое комбайнирование – 0,02–0,03.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Функция совокупных затрат для сельхозпредприятия в зависимости от продолжительности выполнения технологической операции, например, на прямом посеве с использованием трактора Джон Дир 9630 и посевного комплекса Джон Дир 730, имеет следующий вид:

$$f(D_p) = \frac{\alpha_T B_T \gamma_T^i \gamma_{соз}^j}{D_p} + \frac{\alpha_{ПК} B_{ПК} \gamma_{ПК}^i \gamma_{соз}^j}{D_p} + K_{сп} \cdot U \cdot Ц \cdot W_{сут} \cdot D_p + C, \quad (1)$$

где D_p – продолжительность проведения технологической операции, дней; B_T , $B_{ПК}$ – балансовая стоимость трактора, посевного комплекса, р.; α_T , $\alpha_{ПК}$ – норма отчислений на реновацию трактора и посевного комплекса; γ_T^i , $\gamma_{ПК}^i$ – часть удельных отчислений на реновацию трактора и посевного комплекса в зависимости от того, какие работы выполняют трактор и посевной комплекс (для простоты взят удельный вес этой работы в годовом объеме работ, выполняемых трактором и посевным комплексом); $\gamma_{соз}^j$ – коэффициент, учитывающий неравномерность «созревания полей»; $K_{сп}$ – средний коэффициент потерь урожая в зависимости от продолжительности работ, часть/день; U – урожайность культуры, т/га; $Ц$ – цена реализации, р./т; $W_{сут}$ – суточная производительность машинно-тракторного агрегата, га/сут; C – затраты на техобслуживание и ремонт техники, ГСМ, зарплату и другие, которые не зависят от D_p , р./га.

Затраты на технику при увеличении продолжительности выполнения работ уменьшаются, а потери урожая, наоборот, увеличиваются.

Для определения оптимальной продолжительности проведения полевых работ обычно берут первую производную $f(D_p)$ по D_p и приравнивают это выражение нулю

$$\frac{df(D_p)}{dD_p} = 0 = \frac{\alpha_T B_T \gamma_T^i \gamma_{соз}^j}{D_p^2} - \frac{\alpha_{ПК} B_{ПК} \gamma_{ПК}^i \gamma_{соз}^j}{D_p^2} + K_{сп} \cdot U \cdot Ц \cdot W_{сут}. \quad (2)$$

После соответствующих преобразований получим выражение $D_p^{опт}$, когда затраты на технику и потери урожая уравновешены:

$$D_p^{опт} = \sqrt{\frac{\alpha_T B_T \gamma_T^i \gamma_{соз}^j + \alpha_{ПК} B_{ПК} \gamma_{ПК}^i \gamma_{соз}^j}{K_{сп} \cdot U \cdot Ц \cdot W_{сут}}}. \quad (3)$$

Вторая производная $\frac{df^2(D_p)}{d^2 D_p}$ имеет положительное значение, что означает, что функция $f(D_p)$ в точке «А» имеет минимальное значение.

После определения структуры машинно-тракторного парка для всего хозяйства по всем технологическим операциям можно определить значения

$$\gamma_T^i = \frac{\sum_i^n F_T^i}{F_T^i}, \quad (4)$$

где F_T^i – объем работ в эталонных гектарах, выполненных на данной технологической операции для данной культуры; $\sum_i^n F_T^i$ – годовой объем работ в эталонных гектарах, выполненных этим трактором

$$\gamma_{ПК}^i = \frac{\sum_i^n F_{ПК}^i}{F_{ПК}^i}. \quad (5)$$

При ресурсосберегающей технологии возделывания и уборке зерновых культур на базе минимальной обработки почвы посевной комплекс может работать на посеве, обработке паров и минимальной осенней обработке почвы. Трактор, кроме перечисленных операций, при этой технологии может производить на одной четверти посевной площади глубокое безотвальное рыхление почвы и осуществлять пружинными боронами равномерное распределение измельченной соломы по полю.

Было определено $D_p^{опт}$ из условий: $B_T = 10,6$ млн р.; $B_{ПК} = 8$ млн р.; $\alpha_T = 0,07$; $\alpha_{ПК} = 0,1$; $\gamma_{соз} = 0,07$; $\gamma_T = 0,2$; $\gamma_{ПК} = 0,33$; $K_{сп} = 0,01$ часть/день; $U = 2,6$ т/га; $\Pi = 5$ тыс. р./т; $W_{сут} = 200$ га/сут

$$D_p^{опт} \sqrt{\frac{0,7 \cdot 10600000 \cdot 0,2 \cdot 0,07 + 0,1 \cdot 8000000 \cdot 0,33 \cdot 0,07}{0,01 \cdot 2,6 \cdot 5000 \cdot 200}} = 1 \text{ день / сут.}$$

Аналогичные значения получены в СибИМЭ в 1976 г. на основании имеющихся данных того времени. Посев производился агрегатом, состоящим из трактора ДТ-75М, четырех сеялок СЗ-3,6 и сцепки СП-16. Необходимые числовые значения для определения $D_p^{опт}$ были следующие [1]:

$B_T = 3245$ р.; $B_{сп} = 1060$ р.; $B_{схм} = 750 \cdot 4 = 3000$ р.; $\alpha_T = 0,125$; $\alpha_{сп} = 0,142$; $\alpha_{схм} = 0,142$; $\gamma_T^i = 0,08$; $\gamma_{сп}^i = 0,21$; $\gamma_{схм}^i = 0,9$; $\gamma_{соз}^i = 0,1$; $P_T = 13,3$ р.; $P_{схм} = 0,68$ р.; $P_{сп} = 0,88$ р.; $K_{сп} = 0,01$ часть/день; $U = 1,5$ т/га; $\Pi = 100$ р./т; $W_{дн} = 50$ га/день (за световой день).

Если исходить из требования посева в 3–4 дня (т.е. $\gamma_{соз}^i = 0,33–0,57$), то $D_p^{опт}$ увеличится с 2,1 до 2,4 световых дня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За 30 лет изменились технологии возделывания зерновых культур и особенно их техническое обеспечение, оптимальная продолжительность посева зерновых на поле, готовом под посев, осталась прежней – в течение одних суток. В связи с этим необходимо обеспечить величину $\gamma_{соз}^i$ в пределах 0,07–0,1, т.е. посевная должна проходить в течение 10–15 дней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Докин Б.Д. Механизм «обратной связи» при оптимизации состава МТП и сроков проведения полевых работ // Методические принципы оценки системы машин для комплексной механизации растениеводства и животноводства. – Новосибирск, 1977. – Вып. 3. – С. 11–16.
2. Черняков Б.А. Комплексная механизация фермерских хозяйств в США // Техника и оборудование для села. – 2003. – № 6. – С. 36.
3. Драгайцев В.И., Алексеев К.И. Оценка технической оснащенности АПК по итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи // Тракторы и с.-х. машины. – 2008. – № 76. – С. 3–5.
4. Хант Д. Экономическое обоснование выбора сельскохозяйственных машин // С.-х. техника (США). – 1963. – № 3.
5. Хабатов Р.Ш. Методика определения оптимальной структуры и рациональной организации использования машинно-тракторного парка. – Киев, 1969. – Вып. 1. – 76 с.
6. Саклаков В.Д., Сергеев М.П. Техничко-экономическое обоснование выбора средств механизации. – М.: Колос, 1973. – 199 с.
7. Бейлис В.М. Технологические системы и продолжительность полевых работ // С.-х. машины и технологии. – 2012. – № 5. – С. 14–17.
8. Альт В.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Формирование МТА с учетом социально-демографического фактора // Труды ГОСНИТИ. – М., 2013. – Т. 13. – С. 49–52.
9. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Инженерное обеспечение сельскохозяйственного производства Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 9. – С. 78–87.
10. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Развитие инженерного производства и переработки сельскохозяйственной продукции в Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. – № 5. – С. 128–135.
11. Докин Б.Д., Ёлкин О.В. Методика проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 1. – С. 249–252.

Поступила в редакцию 20.03.2014

**B.D. DOKIN, Doctor of Science in Engineering, Laboratory Head,
O.V. ELKIN*, Candidate of Science in Engineering, Senior Researcher,
E.A. LAPCHENKO*, Postgraduate,
S.P. ISAKOVA*, Postgraduate**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture,
Russian Academy of Agricultural Sciences,
* Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems,
Russian Academy of Agricultural Sciences
e-mail: sibime@ngs.ru*

PROVISION OF TECHNICAL SUPPORT FOR TIMELY CULTIVATIONS IN SIBERIA

To substantiate technical support for timely cultivations, methodical approaches were analyzed. A concept of economically sound dates for carrying out field work was introduced. These dates can be more prolonged as compared with the optimum, provided that costs are equal, because of delayed dates of cultivations resulting in yield losses as well as because of costs arising from technical support for these dates. With that, it is necessary to take into consideration that not all fields are ready to be cultivated at the same time. Besides, agricultural enterprises cultivate rye, pea, barley and other grain crops of various maturity terms: late-, mid- and early-ripening crops. Charging of expenses for technical maintenance of one or another operation is made taking into account the employment of tractors and agricultural machinery in other operations during a year. An analytic expression was obtained to determine economically sound dates for carrying out field work under conditions of Siberia. Irrespective of technical support, the optimum time for grain seeds to be sown in a field ready for sowing is one day. Therefore, the sowing season should last 10–15 days.

Keywords: dates for carrying out field work, technical support, yield losses, maintenance costs.