

ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ УБОРКИ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР АГРАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯTHE FOUNDATIONS OF THEORETICAL SUBSTANTIATION RATIONAL
GRAIN HARVESTING AT A FARM ENTERPRISE

Ключевые слова: сокращение продолжительности выполнения уборочных работ, увеличение потребности техники, уменьшение потерь урожая и занятости механизаторов.

Определение продолжительности проведения зерноуборочных работ имеет большое значение как для увеличения сбора продукции, так и для выявления потребного количества тракторов и сельскохозяйственных машин. Прежде всего сроки проведения уборочных работ сказываются на полноте сбора продукции. Сокращение продолжительности выполнения зерноуборочных работ приводит к повышению урожайности и улучшению качества продукции. С другой стороны, сокращение сроков проведения работ влечет за собой потребность в увеличении техники, снижении сезонной загрузки сельскохозяйственных машин, уменьшении занятости механизаторов. Все это, в свою очередь, сказывается на повышении доли эксплуатационных затрат в общем балансе затрат на единицу выполненной работы и единицу полученной продукции. Таким образом, на величину общих затрат оказывают прямое влияние два главных взаимосвязанных фактора – количество привлекаемой техники, оцениваемое издержками на эксплуатацию, и величина потерь урожая при удлинении и несвоевременности сроков проведения работ.

Keywords: reduction of harvesting operation duration, increasing demand for mechanization, reduction harvest loss, reduction of machinery operator work load.

The determination of the duration of field operations in grain harvesting is of great importance both to increase the product output, and to identify the required number of tractors and agricultural implements. First of all, the terms of harvesting operations affect the crop yield and completeness of harvesting. The reduction of harvesting operation duration results in increased crop yield and improved product quality. On the other hand, the reduced duration of work execution results in the need for increased number of machinery units, reduction of seasonal load of tractors and agricultural machinery and reduction of machinery operator work load. All this, in turn, leads to increased percentage of operating costs in the total balance of the costs per unit of work performed and the product unit received. Thus, two main interrelated factors directly affect the total costs: the number of involved machinery estimated by operation costs and the value of crop losses due to extended and untimely work execution terms.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Завора Виктор Алексеевич, к.т.н., проф., каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-49. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Васильев Сергей Николаевич, к.т.н., доцент, каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Бауэр Иван Иванович, ст. преп., каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Belyayev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Zavora Viktor Alekseyevich, Cand. Tech. Sci., Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-49. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Vasilyev Sergey Nikolayevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Bauer Ivan Ivanovich, Asst. Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Экономически целесообразная продолжительность выполнения работ зависит в основном от стоимости техники, стоимости продукта, получаемого с единицы площади, производительности агрегата и коэффициента учета потерь урожая.

Главная цель при выполнении механизированных процессов в растениеводстве – сокращение продолжительности выполнения технологических операций, что является важнейшим фактором полноты сбора урожая и улучшения качества продукции. Выполнение полевых работ продолжительностью, превышающей агротехнически обусловленную длительность выполнения технологических операций, предопределяет потери сбора урожая зерновых культур [1].

Определение продолжительности проведения уборочных работ имеет большое значение как для увеличения сбора продукции, так и для выявления потребного количества сельскохозяйственных машин [2, 3].

С другой стороны, сокращение сроков проведения работ влечет за собой потребность в увеличении техники, снижении сезонной загрузки сельскохозяйственных машин, уменьшении занятости механизаторов. Все это, в свою очередь, сказывается на повышении доли эксплуатационных затрат в общем балансе затрат на единицу выполненной работы и единицу полученной продукции [4].

Таким образом, на величину общих затрат оказывают прямое влияние два главных взаимосвязанных фактора – количество привлекаемой техники, оцениваемое издержками на эксплуатацию, и величина потерь урожая при удлинении и несвоевременности сроков проведения уборочных работ. При рассмотрении вопроса оснащения хозяйства техникой необходимо учитывать оба фактора и находить оптимальное для них решение. К сожалению, еще часто приходится слышать, когда получение большой сезонной наработки преподносится как целесообразное [5].

При сравнении использования машин необходимо учитывать прежде всего сроки выполнения работ, так как они в конечном

счете приводят к увеличению выхода продукта.

При современном уровне оснащения хозяйств техникой ставится задача выполнения работ в «оптимальные агротехнические сроки». Названный термин нельзя признать достаточно верным по следующим соображениям.

Если в момент, когда наступили все условия для выполнения работы (например, созревание хлебов), спросить агронома, за какой промежуток времени выполнить операцию, то, по всей вероятности, он выскажет за проведение работы в самые сжатые сроки, например, за уборку зерновых культур на конкретном участке в течение одного дня. Данный срок будет действительно «агротехнически оптимальным».

Однако осуществление этого варианта будет связано с привлечением большого количества техники и, соответственно, с затратами на ее эксплуатацию и вряд ли будет целесообразным по экономическим соображениям [6].

Таким образом, речь должна идти не об агротехнически целесообразной продолжительности выполнения работ, а об «экономически целесообразной с учетом агротехнически целесообразного момента начала выполнения работ».

С этой точки зрения определение оптимальных сроков выполнения работ на перспективу рекомендуется проводить в два этапа [7]:

- 1) агротехническое обоснование начала проведения работ;
- 2) технико-экономическое обоснование продолжительности проведения работ.

Целью исследования данной работы явилось теоретическое обоснование экономически целесообразной продолжительности выполнения зерноуборочных работ, при которой суммарные затраты на единицу работы будут минимальными, т.е.

$$C = C_1 + C_2 + P_y, \quad (1)$$

где C – суммарные затраты на выполнение работы агрегатом и потери от недобора урожая, руб/га;

C_1 – затраты на реновацию техники, руб/га;

C_2 – пропорциональные затраты (топливо, ремонты, техническое обслуживание и т.д.), руб/га;

Π_y – потери от недобора урожая, руб/га.

Затраты на реновацию техники выражаются известной зависимостью:

$$C_1 = \frac{C_n \alpha \gamma}{100 D_e W_e} \quad (2)$$

где C_1 – затраты на реновацию, руб/га;

C_n – балансовая стоимость машин, руб.;

α – процент отчислений на реновацию;

γ – удельный вес данной работы в общем объеме работ, выполняемых данной машиной (по времени), часть работы;

D_e – продолжительность выполнения данной работы, сут.;

W_e – суточная производительность агрегата, га/сут.

Потери от недобора урожая можно выразить следующей зависимостью:

$$\Pi_y = K_n U C_n D_e \quad (3)$$

где K_n – коэффициент учета потерь урожая при растягивании срока работы от оптимального момента на 1 сутки;

U – урожайность культуры, ц/га;

C_n – закупочно-сдаточная цена продукта, руб/ц;

D_e – продолжительность выполнения данной работы, сут.

Таким образом, общие затраты определяются следующей зависимостью:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_{si} \alpha_i \gamma_i}{100 D_e W_e} + K_n U C_n D_e + C_2 \quad (4)$$

Для определения минимума функции возьмем первую производную от C до D_e и приравняем ее нулю.

Сделав несложные преобразования, получим:

$$D_e^{opt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_{si} \alpha_i \gamma_i}{100 K_n U C_n W_e}} \quad (5)$$

Полученное выражение позволяет определить экономически целесообразную продолжительность проведения полевых механизированных работ.

В случае учета в качестве критерия удельных приведенных затрат формула (5) примет вид:

$$D_e^{opt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_{si} (\alpha_i + E_n) \gamma_i}{100 K_n U C_n W_e}} \quad (6)$$

где E_n – нормативный коэффициент.

По данным научного прогноза до 2030 г., комбайновая уборка будет оставаться основным способом сбора зерна. В связи с этим ориентировочное количество комбайнов на 1000 га уборочной площади можно определить по эмпирической зависимости [6, 7]:

$$n_K = \frac{1,75 \cdot U_3 \cdot \sqrt{\delta_C}}{Q_M} \quad (7)$$

где U_3 – урожайность зерна, ц/га;

δ_C – коэффициент соломиности хлебной массы;

Q_M – пропускная способность молотилки комбайна, кг/с.

Однако условия, в которых находится современное сельское хозяйство, практически лишенное свободного финансирования, диктуют необходимость применения более точного расчета потребности техники, в связи с этим нами предлагается следующая формула [8, 9]:

$$n_K = \frac{F \cdot K_i}{36 \cdot Q_M \cdot K_W \cdot K_3 \cdot K_{II} \cdot T_{CM} \cdot \tau \cdot K_{CM} \cdot D_0} \cdot U_3 (1 + \delta_C) \quad (8)$$

где F – общая площадь зерновых культур агропредприятия, тыс. га;

K_i – коэффициент конкретного объема убираемой культуры в общем балансе посевных площадей предприятия, $K_i = \frac{F_i}{F}$;

F_i – величина площади конкретно убираемой культуры (пшеница, ячмень, овес и т.д.), тыс. га;

K_W – коэффициент, учитывающий влажность хлебной массы;

K_3 – коэффициент, учитывающий зоренность хлебной массы;

K_{II} – коэффициент, учитывающий полеглость хлебной массы.

Значения коэффициентов K_W , K_3 , K_{II} определены на основе многочисленных исследований (ВИМ, ЧИМЭСХ, СибИМЭ).

При влажности хлебной массы

$$\frac{W_{m\%}}{\text{значения } K_W} = \frac{10-15}{1,0}; \frac{16-20}{0,90}; \frac{21-25}{0,70};$$

$$\frac{26-30}{0,45}; \frac{31-35}{0,26}$$

засоренность хлебостоя:

$$\frac{Z_{\%}}{\text{значения } K_3} = \frac{до 5}{1,0}; \frac{10-20}{0,90}; \frac{21-30}{0,85};$$

$$\frac{31-40}{0,81}; \frac{41-50}{0,77}; \frac{51-60}{0,73}$$

K_{II} – при уборке полеглых хлебов переоборудованными комбайнами, $K_{II} = 0,85-0,90$;

T_{CM} – продолжительность смены, ч;

τ – коэффициент использования времени смены в зависимости от длины гона для жатвенных агрегатов;

K_{CM} – коэффициент сменности;

D_0 – оптимальная продолжительность уборки зерновых культур в зоне расположения агропредприятия, дни.

Рациональное использование зерноуборочных комбайнов невозможно без определенным образом организованного процесса перевозок собранного ими зерна на зерноочистительный пункт.

Потребное число n_a транспортных агрегатов для обслуживания комбайнов рассчитывают по следующей формуле [3]:

$$n_a = \frac{n_k(t_{II} + t_{III} + t_{IV})W_k}{\Gamma_T K_T}, \quad (9)$$

где n_k – число комбайнов в обслуживаемой группе;

t_{II} – длительность пребывания транспортного средства под погрузкой на поле, ч;

t_{III} – длительность оборота транспортной единицы (поле – зернопункт и обратно), ч;

t_{IV} – длительность пребывания транспортного средства на зерноочистительном пункте (время разгрузки);

W_k – производительность комбайна (по зерну), т/ч;

Γ_T – номинальная грузоподъемность транспортного агрегата, т;

K_T – коэффициент использования грузоподъемности.

Выводы

1. Экономически целесообразная продолжительность выполнения работ зависит в основном от стоимости техники, стоимости продукта, получаемого с единицы площади, производительности агрегата и коэффициента учета потерь.

2. Изменение каждого из этих факторов в m раз приводит к изменению оптимальной продолжительности в \sqrt{m} раз.

3. Факторы учета сбора и стоимости урожая оказывают большее влияние на продолжительность проведения работы, чем изменение стоимости агрегата.

4. Комбайновый парк рациональной структуры должен обеспечивать выполнение уборочных работ в установленные оптимальные сроки по возможности при наименьшем числе марок.

Библиографический список

1. Терских И.П., Овчиникова Н.И., Вильчинский В.М. Надежность процесса уборки зерновых прямым комбайнированием. – Иркутск: ИГСХА, 2002. – 360 с.
2. Завора В.А., Толокольников В.И., Васильев С.Н. Основы технологии и расчета мобильных процессов растениеводства. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 263 с.
3. Завора В.А., Белокурено С.А. Основы машиноиспользования растениеводства. – Барнаул, 2012. – 186 с.
4. Завора В.А. Современные направления в использовании техники при индустриальной технологии возделывания и уборки зерновых культур в условиях Алтайского края. – Новосибирск, 1991. – 37 с.
5. Завора В.А. Основы эксплуатации мобильных сельскохозяйственных агрегатов. – Барнаул, 2004. – 256 с.
6. Михлин В.М., Савин И.Г. Минимизация издержек на единицу работы машинно-тракторного парка // Вестник Россельхозакадемии. – 1998. – № 3.

7. Завора В.А., Васильев С.Н., Маликова Н.С. Основы теоретического обоснования продолжительности выполнения механизированных работ в растениеводстве // Вестник АГАУ. – 2016. – № 2.

8. Завора В.А. Основы теоретического обоснования количества мобильных агрегатов машинно-технологических станций для выполнения работ растениеводства // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1.

9. Завора В.А. О некоторых проблемах перспективного оснащения техникой растениеводства АПК // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 11.

References

1. Terskikh I.P., Ovchinikova N.I., Vilchinskiy V.M. Nadezhnost protsessa uborki zernovykh pryamym kombaynirovaniem. – Irkutsk: IGSKhA, 2002. – 360 s.

2. Zavora V.A., Tolokolnikov V.I., Vasilev S.N. Osnovy tekhnologii i rascheta mobilnykh protsessov rastenievodstva. – Barnaul, 2008. – 263 s.

3. Zavora V.A., Belokurenko S.A. Osnovy mashinoispolzovaniya rastenievodstva. – Barnaul, 2012. – 186 s.

4. Zavora V.A. Sovremennye napravleniya v ispolzovanii tekhniki pri industrialnoy tekhnologii vzdelyvaniya i uborki zernovykh kultur v usloviyakh Altayskogo kraya. – Novosibirsk, 1991. – 37 s.

5. Zavora V.A. Osnovy ekspluatatsii mobilnykh selskokhozyaystvennykh agregatov. – Barnaul, 2004. – 256 s.

6. Mikhlin V.M., Savin I.G. Minimizatsiya izderzhek na edinitse raboty mashinno-traktornogo parka // Vestnik Ros-selkhozakademii. – 1998. – № 3.

7. Zavora V.A., Vasilev S.N., Malikova N.S. Osnovy teoreticheskogo obosnovaniya prodolzhitelnosti vypolneniya mekhanizirovannykh работ v rastenievodstve // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 2.

8. Zavora V.A. Osnovy teoreticheskogo obosnovaniya kolichestva mobilnykh agregatov mashinno-tekhnologicheskikh stantsiy dlya vypolneniya работ rastenievodstva // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 1.

9. Zavora V.A. O nekotorykh problemakh perspektivnogo osnashcheniya tekhnikoy rastenievodstva APK // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – № 11.

