

# ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.3.004.(075.08)

В.А. Завора, С.Н. Васильев, Н.С. Маликова, И.И. Бауэр  
V.A. Zavora, S.N. Vasilyev, N.S. Malikova, I.I. Bauer

## ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

### THE FOUNDATIONS OF THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE DURATION OF MECHANIZED OPERATIONS PERFORMANCE IN CROP PRODUCTION

**Ключевые слова:** сокращение продолжительности выполнения сельскохозяйственных работ, повышение урожайности, качества продукции, увеличение потребности техники, уменьшение занятости механизаторов.

Определение продолжительности проведения полевых работ по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур имеет большое значение как для увеличения сбора продукции, так и для выявления потребного количества тракторов и сельскохозяйственных машин. Прежде всего сроки и периоды проведения работ сказываются на урожайности возделываемых культур и полноте сбора продукции. Сокращение продолжительности выполнения сельскохозяйственных работ приводит к повышению урожайности и улучшению качества продукции. С другой стороны, сокращение сроков проведения работ влечет за собой потребность в увеличении техники, снижении годовой загрузки тракторов и 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. Экономически целесообразная продолжительность выполнения работ зависит в основном от стоимости техники, стоимо-

сти продукта, получаемого с единицы площади, производительности агрегата и коэффициента учета потерь.

**Keywords:** reduction of agricultural operation performance duration, crop yield improvement, product quality, increasing demand for mechanization, reduction of machinery operator work load.

The determination of the duration of field operations in crop cultivation and 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 and periods of operations affect the crop yield and completeness of harvesting. The reduction of agricultural operation performance 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 yearly load of tractors and agricultural machinery and reduction of machinery operator work load. All this, in turn, leads to increase 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. The economic feasibility of work execution duration largely depends on the cost of the machinery and equipment, and the cost of product produced per unit area, machinery unit efficiency and loss factor.

**Завора Виктор Алексеевич**, к.т.н., проф., каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-99-58. 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.

**Zavora Viktor Alekseyevich**, Cand. Tech. Sci., Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-99-58. 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.

**Маликова Наталья Семеновна**, 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.

**Malikova Natalya Semyonovna**, 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.

Главная цель при выполнении механизированных процессов в растениеводстве – сокращение продолжительности выполнения технологических операций, является важнейшим фактором роста урожайности с.-х. культур и улучшения качества продукции. Выполнение полевых работ продолжительностью, превышающую агротехнически обусловленную длительность выполнения технологических операций, предопределяет низкую урожайность зерновых культур – 10-13 ц/га, при возможной урожайности в два раза выше [1].

Определение продолжительности проведения полевых работ по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур имеет большое значение как для увеличения сбора продукции, так и для выявления потребного количества тракторов и сельскохозяйственных машин [2].

Прежде всего сроки и периоды проведения работ сказываются на урожайности возделываемых культур и полноте сбора продукции. Сокращение продолжительности выполнения сельскохозяйственных работ приводит к повышению урожайности и улучшению качества продукции [3].

С другой стороны, сокращение сроков проведения работ влечет за собой потребность в увеличении техники, снижении годовой загрузки тракторов и 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 у урожая при удлинении и несвоевременности сроков проведения 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 или годовой наработки преподносится как целесообразное [5].

При сравнении использования машин необходимо учитывать прежде всего сроки вы-

полнения 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 выскажется 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:

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

Однако известно, что одним из основных факторов, от которых зависит развитие культур, является воздействие климата, погодных условий, температуры и влажности воздуха и почвы.

Для определения оптимальных сроков и условий и надежности нормального развития растений необходимо знать изменение этих факторов за десятки лет с одновременным учетом текущих погодно-климатических условий [7].

На основе многолетних данных выявляется средний режим погодно-климатических условий, свойственных определенной зоне и местности. Начало и окончание сезонов года,

время схода и установления снежного покрова на полях, время наступления физической спелости почвы, изменение температуры воздуха и почвы – все это составляет характеристику условий для определения агротехнически целесообразного момента начала проведения полевых работ.

Целью исследования работы явилось теоретическое обоснование экономически целесообразной продолжительности выполнения полевых механизированных 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;

$P_y$  – потери от недобора урожая, руб/га.

Затраты на реновацию техники выражаются известной зависимостью:

$$C_1 = \frac{C_0 \alpha \gamma}{100 D_c W_c}, \quad (2)$$

где  $C_1$  – затраты на реновацию, руб/га;

$C_0$  – балансовая стоимость машин, руб.;

$\alpha$  – процент отчислений на реновацию;

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

$D_c$  – продолжительность выполнения данной работы, сут.;

$W_c$  – суточная производительность агрегата, га/сут.

При выполнении работы сложным агрегатом, состоящим, к примеру, из трактора, сцепки и прицепных (навесных) машин, затраты необходимо рассчитывать как сумму затрат по каждой машине:

$$C_1 = \frac{\sum_{i=1}^n C_{0i} \alpha_i \gamma_i}{100 D_c W_c}. \quad (3)$$

Потери от недобора урожая можно выразить следующей зависимостью:

$$P_y = K_n U C_n D_c, \quad (4)$$

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

$U$  – урожайность культуры, ц/га;

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

$D_c$  – продолжительность выполнения данной работы, сут.

Таким образом, общие затраты определяются следующей зависимостью:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_{0i} \alpha_i \gamma_i}{100 D_c W_c} + K_n U C_n D_c + C_2. \quad (5)$$

Для определения минимума функции возьмем первую производную от  $C$  по  $D_c$  и приравняем ее нулю.

Сделав несложные преобразования, получим:

$$D_c^{opt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_{0i} \alpha_i \gamma_i}{100 K_n U C_n D_c}}. \quad (6)$$

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

В случае учета в качестве критерия удельных приведенных затрат формула (6) примет вид:

$$D_c^{opt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_{0i} (\alpha_i + E_n) \gamma_i}{100 K_n U C_n D_c}}, \quad (7)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент.

Анализ зависимости позволяет сделать ряд выводов:

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.

#### 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, 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 Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 3.

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

#### References

1. Terskikh I.P., Ovchinikova N.I., Vil'chinskii V.M. Nadezhnost' protsessa uborki zerno-

vykh pryamym kombainirovaniem. – Irkutsk: IG-Skha, 2002. – 360 s.

2. Zavora V.A., Tolokol'nikov V.I., Vasil'ev S.N. Osnovy tekhnologii i rascheta mobil'nykh protsessov rastenievodstva. – Barnaul, 2008. – 263 s.

3. Zavora V.A., Belokurenko S.A. Osnovy mashinoispol'zovaniya rastenievodstva. – Barnaul, 2012. – 186 s.

4. Zavora V.A. Sovremennye napravleniya v ispol'zovanii tekhniki pri industrial'noi tekhnologii vzdelyvaniya i uborki zernovykh kul'tur v usloviyakh Altaiskogo kraya. – Novosibirsk, 1991. – 37 s.

5. Zavora V.A. Osnovy ekspluatatsii mobil'nykh sel'skokhozyaistvennykh agregatov. – Barnaul, 2004. – 256 s.

6. Mikhlin V.M., Savin I.G. Minimizatsiya izderzhkek na edinitu raboty mashinno-traktornogo parka // Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. – 1998. – № 3.

7. Zavora V.A. Osnovy teoreticheskogo obosnovaniya kolichestva mobil'nykh agregatov mashinno-tekhnologicheskikh stantsii dlya vypolneniya rabot rastenievodstva / Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 1.



УДК 631.432.2:631.67(571.13)

А.А. Маджугина, И.А. Троценко,  
Ю.В. Корчевкая, Г.А. Горелкина, А.И. Кныш  
A.A. Madzhugina, I.A. Trotsenko,  
Yu.V. Korchevskaya, G.A. Gorelkina, A.I. Knysh

### РАСЧЕТ ДЕФИЦИТА СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

#### THE CALCULATION OF THE TOTAL WATER USE DEFICIT BY THE EXAMPLE OF THE OMSK REGION'S PRIIRTYSHYE (THE IRTYSH RIVER AREA)

**Ключевые слова:** влагозапасы, орошение, суммарное водопотребление, дефицит увлажнения, влажность почвы.

Почвенные влагозапасы, как правило, складываются из запасов воды в почвогрунтах зоны аэрации и в зоне насыщения. Среднегодовое значение приращения влаготазпасов  $\Delta W$  (без учета подземного стока) обычно определяется как остаточный член уравнения водного баланса. Формирование почвенного и растительного покровов в пределах природных физико-географических зон обусловлено в основном сочетанием ресурсов тепла и влаги. Первоочередной задачей гидролого-климатического анализа конкретных физико-географических условий является определение количественных характеристик теплотенергетических ресурсов и влагоресурсов. Только на этой основе можно безошибочно

наметить пути и методы преобразования природных условий с целью достижения наивысшей продуктивности растительного покрова и стабильности экологического состояния. Необходимо установить лимиты водопотребления в орошаемом земледелии. Методика определения количества влаги, необходимого для создания оптимальных условий развития растительного покрова, основана на использовании уравнения баланса влаги. В нем учитываются влажность почвы на начало и конец расчетного периода и количество влаги, которое необходимо подать к корнеобитаемому слою для создания оптимального режима влажности почвы. Гидромелиорация земель представляет собой сложную эколого-экономическую проблему обоснования мелиоративных режимов орошаемых земель, включая оросительные нормы сельскохозяйственных культур и в конечном итоге эффективности создания устойчивых агроланд-