

# ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТИ РАЗРАБОТКИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ И СОЗДАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**ЛУКОНИН Никита Андреевич**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**ВОРОТНИКОВ Игорь Леонидович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**БОГАТЫРЕВ Сергей Аркадьевич**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**ЕРЮШЕВ Михаил Владимирович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

*Представлено объективное технико-экономическое обоснование целесообразности применения технологии и создания агрегата для полосовой обработки почвы на предварительной стадии разработки и внедрения системы Strip-Till при наличии ограниченного набора доступных параметров.*

121

**Введение.** Технология полосовой обработки почвы Strip-Till является экономически эффективной альтернативой традиционным видам обработки (вспашке, плоскорезной и минимальной обработке) с уровнем рентабельности выше 15 % [3]. Также существенно (до 30 %) снижаются затраты трудовых ресурсов и денежных расходов на минеральные удобрения и средства защиты растений [10]. Применение комбинированных агрегатов с орудиями для локального щелевания почвы при короткоротационных севооборотах для возделывания таких пропашных культур, как кукуруза, подсолнечник и соя отвечает важнейшей задаче современного отечественного сельскохозяйственного производства – рациональному использованию имеющихся материальных ресурсов [1].

Для принятия научно обоснованного решения о внедрении современной технологии в сельскохозяйственное производство необходимо предварительно определить целесообразность разработки ресурсосберегающей технологии, создания и эксплуатации комплекса агрегатов для полосовой обработки почвы.

Целью исследований является проведение предварительной оперативной технико-экономической оценки целесообразности совершенствования системы основной обработки почвы.

**Методика исследований.** Методика упрощенного технико-экономического анализа [7] заключается в быстрой и объективной оценке

экономической целесообразности улучшения технологических характеристик модернизируемой технической системы с использованием ограниченного набора доступных параметров.

Оценка конкурентоспособности системы полосовой обработки почвы проводилась аддитивным методом, заключающимся в сверке критериев оценки свойств сравниваемых технологий с учетом коэффициентов весомости, определяющих влияние этих свойств на конкурентоспособность системы в целом. Такой метод способствует выявлению эмерджентности системы, т.е. наличия у нее особых свойств, не присущих ее составным элементам.

При этом техническая целесообразность разработки технологии и агрегатов для полосовой обработки почвы заключается в снижении энергоемкости процесса на 30–50 % по сравнению со сплошной вспашкой [6].

**Результаты исследований.** Экономическая целесообразность определяется из условия снижения удельных затрат на реализацию нового технико-технологического решения по сравнению с известным. При этом в качестве показателя используется критерий экономической целесообразности  $K_э$ , определяемый по известной формуле [2]:

$$K_э = \frac{\mathcal{E}}{3}, \quad (1)$$





где  $\Delta$  – экономический эффект от внедрения;  $Z$  – затраты на осуществление нового технологического решения.

Положительное решение о целесообразности внедрения новой технологии взамен существующей должно приниматься, если разность критериев удовлетворяет неравенству:

$$K_{\Delta 2} - K_{\Delta 1} \geq 0, \quad (2)$$

где индекс 1 относится к применяемой технологии обработки почвы; 2 – к предлагаемой полосовой обработке.

На практике из-за сложности и многообразия экономической деятельности предприятия, занятого сельскохозяйственным производством, лучше воспользоваться неравенством с обратными зависимостями:

$$\frac{1}{K_{\Delta 2}} - \frac{1}{K_{\Delta 1}} \leq 0, \quad (3)$$

Оценка затрат  $Z$  производится суммированием общих производственных  $Z_{пр}$  и годовых эксплуатационных затрат  $Z_{экс}$  за срок службы  $T_{сл}$ :

$$Z = Z_{пр} + Z_{экс} T_{сл}. \quad (4)$$

Производственные затраты  $Z_{пр}$  складываются из стоимости почвообрабатывающих орудий  $C_{обр.ор}$  и капитальных затрат на покупку сельскохозяйственной техники  $K$ :

$$Z_{пр} = C_{обр.ор} + K. \quad (5)$$

Поскольку технология полосовой обработки не предусматривает приобретение нового трактора, то принимает  $K \approx 0$ .

Годовые эксплуатационные затраты  $Z_{экс}$  технической системы, представляющей собой почвообрабатывающий агрегат с навесными орудиями, определяется по формуле

$$Z_{экс} = C_m + C_{обсл} + C_{эн} + C_{рем} + C_{ам} + C_{пр}, \quad (6)$$

где  $C_m$  – стоимость материалов, расходуемых в процессе эксплуатации комбинированного агрегата, оснащенного комплексом почвообрабатывающих орудий и рабочих органов, за год, руб.;  $C_{обсл}$  – расходы на обслуживающий персонал, руб.;  $C_{эн}$  – расходы на энергию всех видов, руб.;  $C_{рем}$  – стоимость текущих ремонтов, руб.;  $C_{ам}$  – амортизационные отчисления, руб.;  $C_{пр}$  – прочие годовые расходы, руб.

Применительно к традиционной технологии обработки почвы критерий экономической целесо-

образности, ранее определяемый выражением (1), примет следующий вид:

$$K_{\Delta 1} = \frac{\Delta}{C_{обр.ор} + T_{сл}(C_m + C_{обсл} + C_{эн} + C_{рем} + C_{ам} + C_{пр})}. \quad (7)$$

Предположим, что в результате внедрения новой технологии экономический эффект вырастет в  $n_\Delta$  раз.

Так как при внедрении будут затрачены средства на приобретение или изготовление новых почвообрабатывающих орудий и рабочих органов, то их стоимость изменится в  $n_{обр.ор}$  раз по сравнению со стоимостью существующих орудий.

$$C_{обр.ор.нов} = (1 + n_{обр.ор})C_{обр.ор}. \quad (8)$$

Ежегодные эксплуатационные затраты также изменятся: на стоимость материалов в  $n_m$  раз, на обслуживающий персонал в  $n_{обсл}$  раз, на энергию в  $n_{эн}$  раз, на ремонт в  $n_{рем}$  раз, на амортизационные отчисления в  $n_{ам}$  раз, на прочие расходы в  $n_{пр}$  раз. Срок службы также может измениться в  $n_{сл}$  раз.

Тогда критерий экономической целесообразности для нового технико-технологического решения будет определяться по формуле

$$K_{\Delta 2} = \frac{n_\Delta \Delta}{(1 + n_{обр.ор})C_{обр.ор} + n_{сл} T_{сл} (n_m C_m + n_{обсл} C_{обсл} + n_{эн} C_{эн} + n_{рем} C_{рем} + n_{ам} C_{ам} + n_{пр} C_{пр})}. \quad (9)$$

Подставив  $K_{\Delta 1}$  и  $K_{\Delta 2}$  в неравенство (3) и проделав необходимые преобразования, получим окончательную формулу для определения критерияльного соотношения, подтверждающего экономическую целесообразность проектирования и внедрения нового технического решения – технологии обработки почвы по системе Strip-Till с широкозахватным агрегатом, оборудованным дополнительными устройствами для внесения удобрений и химикатов [9].

$$(1 + n_{обр.ор} - n_\Delta)C_{обр.ор} + T_{сл} [(n_{сл} n_m - k_\Delta)C_m + (n_{сл} n_{обсл} - n_\Delta)C_{обсл} + (n_{сл} n_{эн} - n_\Delta)C_{эн} + (n_{сл} n_{рем} - n_\Delta)C_{рем} + (n_{сл} n_{ам} - n_\Delta)C_{ам} + (n_{сл} n_{пр} - n_\Delta)C_{пр}] \leq 0. \quad (10)$$

В ситуации, когда в результате проведенного анализа существующих технологий основной обработки почвы установлено, что при возделывании пропашных культур по технологии Strip-Till урожайность в среднем повышается на 15–20 % [3],

принимаем увеличение эффективности новой технической системы по целевому показателю на 20 %, т.е.  $n_3 = 1,2$ .

Так как внедрение новой технологии требует полной замены почвообрабатывающих орудий, то принимаем  $n_{обр.ор} = 1$ . При этом ежегодные затраты на их эксплуатацию остались прежними, кроме снижения затрат на энергию на 53 % по сравнению с традиционным отвальным способом обработки почвы [4]. Поэтому принимаем  $n_{эн} = 0,53$  и  $n_m = n_{обсл} = n_{рем} = n_{ам} = n_{пр} = 1$ . Срок службы орудий обработки почвы и рабочих органов также считаем не изменившимся, т.е. коэффициент  $n_{сл} = 1$ .

Подставив  $n_3 = 1,2$ ,  $n_{обр.ор} = 1$ ,  $n_{эн} = 0,53$  в формулу (10), после преобразований получим:

$$-0,2C_{обр.ор} + T_{сл} [-0,2C_m - 0,2C_{обсл} - 0,67C_{эн} - 0,2C_{рем} - 0,2C_{ам} - 0,2C_{пр}] \leq 0. \quad (11)$$

Срок службы почвообрабатывающего агрегата в соответствии с рекомендациями в источнике [5] принимаем  $T_{сл} = 6$  лет. Считаем, что стоимость эксплуатации не превысит 15 % от стоимости изготовления комплекса орудий для полосовой обработки почвы с комплектом рабочих органов, т.е.  $C_{экс} \approx 0,15 C_{обр.ор}$ .

Тогда:

$$-0,2C_{обр.ор} - 8 \cdot 0,15C_{обр.ор} < 0, \quad (12)$$

или

$$-1,4C_{обр.ор} < 0. \quad (13)$$

Поскольку стоимость комплекта почвообрабатывающих орудий и рабочих органов не может принимать отрицательного или нулевого значения, то выражение (13) будет верно при любом значении  $C_{обр.ор}$ .

Результаты рейтинговой оценки технологий по технико-экономическим и экологическим параметрам с использованием аддитивного метода [8] представлены в таблице.

**Заключение.** Согласно вышеизложенному, уровень конкурентоспособности является наивысшим среди известных почвообрабатывающих систем. Таким образом, технологию Strip-till можно считать конкурентоспособной.

На основании проведенных укрупненных расчетов можно сделать предварительное заключение об экономической целесообразности применения прогрессивной ресурсосберегающей технологии полосовой обработки почвы и создания агрегата для использования при короткороточных севооборотах пропашных культур с применением комбинированных почвообрабатывающих орудий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатырев С.А. Технико-экономическая целесообразность повышения ресурса корпусных деталей мобильной сельскохозяйственной техники бандажированием // Вклад ученых в повышение эффективности агропромышленного комплекса России: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию создания Ассоциации «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2018. – С. 140–144.
2. Богатырев С.А. Технико-экономическое обоснование внедрения технологического процесса

#### Балльная оценка почвозащитных технологий

Параметр оценки	Баллы		
	Технология Strip-Till	Классическая чизельная	Минимальная чизельная
Количество операций (проходы по полю)	3	1	2
Механизация процесса	3	1	2
Химическая нагрузка	1	3	2
Номенклатура машин	3	1	2
Стоимость машин	1	3	2
Прямые технические затраты	3	1	2
Себестоимость технологии	2	3	1
Затраты на производство	2	3	1
Чистый доход	3	2	1
Рентабельность	3	2	1
Итого баллов	24	20	16



восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Региональные агросистемы: экономика и социология. – 2018. – № 5. – С. 19.

3. Бойков В.М., Воротников И.Л., Нарушев В.Б., Старцев С.В. Обоснование целесообразности использования полосовой (Strip-Till) обработки почвы в условиях степного Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 10. – С. 99–104.

4. Бойков В.М., Воротников И.Л., Старцев С.В., Башмаков И.А. Технологические направления снижения энергоемкости процесса основной обработки почвы // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 11. – С. 86–88.

5. Бойков В.М. Механико-технологическое обоснование эффективных способов и технических средств основной обработки почвы: дис... д-ра техн. наук. 05.20.01 / Бойков Василий Михайлович. – Саратов, 1998. – 370 с.

6. Борисенко И.Б., Мезникова М.В. Технология STRIP-TILL в современных экономических условиях // Научно обоснованные системы сухого земледелия в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию системы сухого земледелия Волгоградской области (17 мая 2016 года, г. Волгоград) / ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2016. – С. 70–74.

7. Макаренко С.И. Технико-экономический анализ целесообразности внедрения новых технологических решений // Системы управления, связи и безопасности. – 2016. – № 1. – С. 278–287.

8. Мезникова М.В. Совершенствование технологического процесса полосной глубокой обработки почвы за счет оптимизации конструктивных параметров рабочего органа: автореф. дис. ... канд. тех. наук. 05.20.01 / Мезникова Марина Викторовна. – Волгоград, 2018. – 20 с.

9. Мезникова М.В., Борисенко И.Б., Улыбина Е.И. Повышение эффективности химической обработки пропашных культур в рамках полосовой технологии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2019. – Т. 14. – № 4. – С. 453–465.

10. Сафиулин М. Опыт США: Технология полосовой обработки // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. – № 2. – С. 17–19.

**Луконин Никита Андреевич**, аспирант кафедры «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Воротников Игорь Леонидович**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Богатырев Сергей Аркадьевич**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Ерюшев Михаил Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-27-83.

**Ключевые слова:** полосовая обработка почвы; целесообразность применения; предварительная оценка эффективности; затраты.

#### JUSTIFICATION FOR THE DEVELOPMENT OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY AND THE PRODUCTION OF THE COMBINED UNIT FOR STRIP TILLAGE

**Lukonin Nikita Andreevich**, Post-graduate Student of the chair "Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-industrial Complex", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Vorotnikov Igor Leonidovich**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the chair "Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-industrial Complex", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Bogatyrev Sergey Arkadyevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-industrial Complex", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Eryushev Mikhail Vladimirovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, of the chair "Project Management

and Foreign Economic Activity in Agro-industrial Complex", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Keywords:** strip tillage; expediency of application; preliminary assessment of effectiveness; expenses.

**The article presents material on an objective feasibility of using the technology and production of a unit for strip tillage at the preliminary stage of development and implementation of the Strip-Till system in the presence of a limited set of available parameters.**

