

УДК 631.331

UDC 631.331

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

**ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА МАШИН ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**INCREASED TECHNICAL LEVEL AND QUALITY OF MACHINERY PRODUCTION FOR AGRICULTURE**

Шапиро Евгений Александрович  
К.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN – код: 5975-4917

Shapiro Evgeny Aleksandrovich  
Cand.Tech.Sci., docent  
RSCI SPIN-code: 5975-4917

Труфляк Евгений Владимирович  
Д.т.н., профессор  
Scopus Author ID: 57188716454  
РИНЦ SPIN – код: 2502-0340

Truflyak Evgeny Vladimirovich  
Dr.Sci.Tech, professor  
Scopus Author ID: 57188716454  
RSCI SPIN-code: 2502-0340

Ткаченко Василий Тимофеевич  
к.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN – код: 7891-3774  
*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия*

Tkachenko Vasily Timofeevich  
Cand.Tech.Sci., professor  
RSCI SPIN-code: 7891-3774  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Представленная статья направлена на рассмотрение вопросов, связанных с повышением технического уровня и качества производства машин для сельского хозяйства. В данной статье отмечается, что дефицит трудовых ресурсов и необходимость экономии материальных затрат настоятельно требуют перехода к ресурсосберегающим технологиям. В статье была выдвинута научная гипотеза о возможности выполнения оценки технического уровня сельхозтехники по семи основным показателям. В ходе научного исследования было установлено, что на примере навесного плуга ПЛН-5-35 и современного плуга PERESVET ППО-5-35 выдвинутая в настоящей работе гипотеза получила полное подтверждение

The presented article is aimed at addressing issues related to improving the technical level and quality of production of agricultural machinery. This article notes that the shortage of labor resources and the need to save material costs urgently require a transition to resource-saving technologies. The article put forward a scientific hypothesis about the possibility of assessing the technical level of agricultural machinery based on seven main indicators. During the scientific research, it was found that using the example of the mounted plow PLN-5-35 and the modern plow PERESVET PPO-5-35, the hypothesis put forward in this work was fully confirmed

Ключевые слова: ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ, КАЧЕСТВО, ОЦЕНКА, ПРОИЗВОДСТВО, НАВЕСНОЙ ПЛУГ, ПРИЦЕПНОЙ ПЛУГ, ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Keywords: TECHNICAL LEVEL, QUALITY, EVALUATION, PRODUCTION, MOUNTED PLOW, TRAILED PLOW, PRECISION AGRICULTURE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-201-034>

**Введение.** В научной и технической литературе по производству и организации использования машин необоснованно мало внимания уделяется решению проблем повышения технического уровня и качества с.-х техники при одновременном увеличении объемов её выпуска и снижения затрат на производство.

<http://ej.kubagro.ru/2024/07/pdf/34.pdf>

Ограничение нагрузок на почву становится одним из важнейших требований, которому должна удовлетворять разрабатываемая с.-х техника. Здесь намечается несколько путей решения возникшей проблемы.

Одни из них связаны с сохранением традиционных технологий возделывания с.-х культур, а в целях ослабления давления на почву конструктивным изменениям подвергаются, прежде всего, ходовые части тракторов и с.-х машин (многоосные конструкции и пневмогусеницы).

Но это, на наш взгляд, все-таки не будет в полной мере способствовать достижению допустимых норм давления на почву, приведет к усложнению конструкций и удорожанию с.-х техники.

Частичное решение проблемы обеспечивает использование прогрессивных конструкционных материалов (облегченные металлические профили, сплавы повышенной прочности, пластмассы) и промышленный дизайн.

Но даже если реализовать все имеющиеся сейчас возможности снижения массогабаритных характеристик тракторов и комбайнов, то все равно выход на уровень предельно допустимых значений нагрузки на почву очень труден и маловероятен.

Следует добавить, что с усложнением техники (а это неизбежное следствие роста единичной мощности) доля времени чистой работы снижается, а доля затрат времени на подготовительно-заключительные операции, техническое обслуживание, повороты, технические простои увеличивается, причем по мере роста мощностей, ширины захвата и скорости это увеличение прогрессивно возрастает.

Другие пути связаны с поиском, разработкой и реализацией новых принципов действия с.-х техники. Здесь в качестве основного усло-

вия принимается максимальное требование – исключить взаимодействие ходовых частей мобильных агрегатов с почвой.

**Целью исследования** в настоящей работе является повышение технического уровня и качества производства машин для сельского хозяйства путем разработки научно-обоснованной методики оценки технического уровня с.-х техники на примере навесного и прицепного плуга.

**Объект исследования** в настоящей работе составляет процесс производства и эксплуатации с.-х техники на современном этапе научно-технического прогресса.

**Предметом исследования** выступают технологии точного земледелия в агрохозяйстве Краснодарского края, а также отдельные проблемы, связанные с оценкой технического уровня с.-х. техники. При этом предмет исследования нашел свою дальнейшую конкретизацию на примере оценки технического уровня навесного пятикорпусного плуга ПЛН-5-35 в сравнении с современным оборотным пятикорпусным прицепным плугом PERESVET ППО-5-35.

**Задачи исследования** включают в себя рассмотрение таких основных проблем, как:

- краткий технико-экономический анализ вопросов, связанных с оценкой технического уровня с.-х. техники;
- проверка гипотезы о возможности выполнения оценки технического уровня с.-х техники по семи основным показателям;
- проверка выдвинутой в настоящей работе гипотезы на примере плуга навесного ПЛН-5-35 и плуга-аналога PERESVET ППО-5-35.

В настоящей работе применяются следующие **материалы и методы исследования**: интегральная оценка технического уровня с.-х техники, метод сравнительного исследования, метод аналогии, метод комплексного и системного исследования, и др.

В настоящей работе получены следующие **результаты исследования**. Прежде всего, подробно рассмотрены проблемы, связанные с ресурсосбережением при производстве и эксплуатации с.-х техники.

Здесь говорится о том, что дефицит трудовых ресурсов и необходимость экономии материальных затрат настоятельно требуют перехода к ресурсосберегающим технологиям.

Этим требованиям наилучшим образом отвечает принципиально отличный от применяемых до сих пор в сельском хозяйстве технологический способ – так называемое точное земледелие.

Именно с ним, по нашему мнению, связаны перспективы развития с.-х техники и для его реализации имеются определенные технико-экономические предпосылки.

Следует отметить, что основные элементы внедряемого в настоящее время в агрохозяйствах Краснодарского края точного земледелия, позволяют значительно повысить технический уровень и качество производства машин для сельского хозяйства (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внедрение точного земледелия в агрохозяйстве

Такую точку зрения разделяют уже многие специалисты [2].

По их представлению, современный автоматизированный агротехнический мост позволяет не только полностью исключить отрицательное воздействие ходовых частей на почву, но и внедрить в сельское хозяйство подлинно индустриальные методы производства продукции растениеводства.

При этом ожидается значительный рост эффективности и качества всех технологических операций по возделыванию с.-х культур, а также соблюдения лучших агротехнических сроков.

Испытания современных с.-х агрегатов, применяемых в современной системе точного земледелия, показывают их высокую эффективность, несмотря на то, что первые экспериментальные образцы еще сравнительно дороги.

Таким образом, настало время перейти от отдельных поисков эффективных технических решений точных систем земледелия к широкому развертыванию научно-исследовательских, конструкторских, экспериментальных и опытно-промышленных работ по данному направлению.

Наибольший интерес представляют предложения, связанные не только с внедрением принципиально новых технических средств локального характера, но и с созданием на их основе специализированных безотходных с.-х предприятий промышленного типа с полной увязкой всего комплекса производственных процессов [1].

Рассмотрим теперь вопрос, связанный с оценкой технического уровня с.-х. техники.

В связи с этим определенным научным интересом для инженерной практики представляет функция желательности Харрингтона [1]:

$$Ж = e^{(-e)^{-y}}, \quad (1)$$

где  $J$  – показатель желательности в численном значении;

$u$  – кодированная величина технического уровня с.-х техники.



Рисунок 2 – Навесной пятикорпусный плуг ПЛН-5-35

Однако основной недостаток функция желательности Харрингтона состоит в том, что она не отражает случайного характера формирования показателей технического уровня машин.

В качестве примера рассмотрим определение технического уровня навесного пятикорпусного плуга ПЛН-5-35 (рисунок 2) в сравнении с его аналогом, – оборотным пятикорпусным прицепным плугом PERESVET ППО-5-35 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Оборотный пятикорпусной плуг PERESVET ППО-5-35

Краткие технико-экономические характеристики этих плугов по семи основным показателям приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-экономические характеристики и расчет значений коэффициента весомости двух плугов

Показатели	Условное обозначение	Плуг ПЛН-5-35	Плуг PERESVET ППО-5-35	Коэффициент весомости
1 Цена плуга, тыс. руб.	<i>Ц</i>	205	850	0,250
2 Количество корпусов, шт.	<i>n</i>	5	10	0,214
3 Глубина вспашки, мм	<i>h</i>	300	300	0,179
4 Ширина захвата корпуса, мм	<i>b</i>	350	400	0,143
5 Транспортная скорость, км/ч	<i>v</i>	30	30	0,107
6 Гарантийный срок службы, лет	<i>T</i>	2,5	2	0,250
7 Вес плуга, кг	<i>P</i>	900	2500	0,018

Нами предлагается метод, позволяющий рассчитать количественный показатель технического уровня навесного плуга ПЛН-5-35 по следующей упрощенной формуле, значительно отличающей от функции желательности Харрингтона:

$$T_y = \frac{P_n}{P_o}, \quad (1)$$

где  $T_y$  – количественный показатель технического уровня навесного пятикорпусного плуга;

$P_n$  – произведение положительных показателей плуга;

$P_o$  – произведение отрицательных характеристик плуга.

Следует отметить, что положительными факторами плуга ПЛН-5-35 являются такие показатели, как:  $P$  – вес плуга;  $n$  – количество корпусов плуга;  $h$  – глубина вспашки;  $b$  – ширина захвата одного корпуса.

В свою очередь, отрицательными факторами этого плуга выступают такие показатели, как:  $v$  – транспортная скорость;  $T$  – гарантийный срок службы;  $P$  – вес плуга.

С учетом выражения (1) величина технического уровня навесного пятикорпусного плуга ПЛН-5-35 будет равна:

$$T_y^H = \frac{205 + 5 + 300 + 350}{30 + 2,5 + 900} = 0,92.$$

Ранее уже отмечалось, что в качестве аналога пятикорпусного плуга ПЛН-5-35 нами был выбран оборотный пятикорпусный прицепной плуг PERESVET ППО-5-35, показанный на рисунке 3. Краткая технико-экономическая характеристика этого плуга приведена в таблице 1.

Далее следует отметить, что положительными критериями плуга-аналога являются такие показатели, как:  $C$  – цена плуга;  $n$  – количество корпусов;  $h$  – глубина вспашки;  $b$  – ширина захвата одного корпуса.

В качестве отрицательных показателей этого плуга-аналога являются такие факторы, как:  $C$  – цена плуга;  $v$  – транспортная скорость;  $T$  – гарантийный срок службы.

Следует также отметить, что приведенная выше формула (1) позволяет рассчитать величину технического уровня оборотного пятикорпусного прицепного плуга PERESVET ППО-5-35 (плуга-аналога):

$$T_y^o = \frac{2500 + 10 + 300 + 400}{850 + 30 + 2} = 2,79.$$

На завершающем этапе исследования нами была построена диаграмма сравнения технического уровня исследуемого нами плуга ПЛН-5-35 и плуга-аналога PERESVET ППО-5-35.

Для этого на основе полученных ранее данных была составлена сравнительная таблица основных технических характеристик и построена диаграмма технического уровня этих плугов (таблица 1)

Для этого каждому показателю технического уровня рассматриваемых нами плугов были присвоены значения абсолютных коэффициентов весомости по следующему выражению:

$$W = \frac{2(n-j+1)}{n(n+1)}, \quad (2)$$

где  $W$  – абсолютный коэффициент весоности;

$n$  – количество принятых критериев;

$i$  – номер по порядку рассматриваемого критерия.

Для первого критерия ( $U$ ) коэффициент весоности будет равен:

$$W_1 = \frac{2(7-1+1)}{7(7+1)} = 0,250.$$

По остальным показателям значения коэффициентов весоности сравниваемых плугов приведены в таблице 1.

Составим теперь фрагмент диаграммы технического уровня плугов ПЛН-5-35 и PERESVET ППО-5-35 (таблица 2).

Таблица 2 – Фрагмент диаграммы технического уровня плугов ПЛН-5-35 и PERESVET ППО-5-35

Показатели	Плуг ПЛН-5-35	Плуг PERESVET ППО-5-35	Заключение
Цена плуга			<i>A</i>
			<i>B</i>
			<i>C</i>
И т. д. по всем показателям			

В последней колонке приведенной таблицы по результатам предварительного анализа принимается одно из следующих заключений:

*A* – плуг ПЛН-5-35 по техническому уровню превосходит плуг-аналог PERESVET ППО-5-35;

*B* – рассматриваемый плуг ПЛН-5-35 по техническому уровню соответствует плугу-аналогу PERESVET ППО-5-35;

*C* – исследуемый плуг ПЛН-5-35 по техническому уровню ниже плуга-аналога PERESVET ППО-5-35.

На заключительном этапе проводимого нами исследования технический уровень плуга ПЛН-5-35 рассчитывается с учетом всех семи показателей.

Затем осуществляется оценка каждого из семи критериев, составляется итоговое выражение для технического уровня плугов, по которому дается объективное заключение по работе.

Математическое выражение, позволяющее определить технический уровень исследуемых нами плугов  $T_y$ , можно записать так:

$$T_y = 0,250A + 0,214B + 0,179C + 0,143B + 0,107B + 0,250C + 0,018C. \quad (3)$$

Таким образом, можно отметить, что технический уровень навесного пятикорпусного плуга ПЛН-5-35 превосходит технический уровень оборотного пятикорпусного прицепного плуга PERESVET ППО-5-35 на 22%, соответствует на 40% и уступает ему на 38%.

Рассматривая вопрос, связанный с повышением технического уровня и качества производства машин для сельского хозяйства, следует отметить, что в последние годы открываются новые возможности в связи с пересмотром отношения к мобильным энергетическим средствам.

У современных тракторов лишь половина всей мощности расходуется на тяговое усилие. Избыточность мощности уже настолько значительна, что позволяет рассматривать тракторы как вполне реальную мобильную энергетическую базу для новых комплексов рабочих машин в земледелии – автоматизированных робототехнических средств.

Тракторы дизель-генераторного типа представляют собой уже не только и не столько тяговые средства, сколько мощные, мобильные энергоносители, способные питать через электропривод активные рабочие органы с.-х машин.

Энергетически насыщенный трактор может стать базой для агрегатирования комплексов весьма перспективных с.-х машин и орудий

с электроприводом рабочих органов, в том числе систем точного земледелия и робототехнических комплексов.

Подавляющая часть научно-технического потенциала отрасли тракторного и с.-х машиностроения продолжает использоваться для эволюционного развития с.-х техники.

Совершенствование инновационной с.-х техники для точного земледелия – необходимый этап повышения технического уровня и качества производства машин для современного сельского хозяйства.

В этом случае структура научно-производственного цикла укорачивается вследствие сокращения его начальных стадий (фундаментальных исследований и прикладных поисковых работ), НИОКР выполняются в относительно более короткие сроки, экономический эффект научно-технического прогресса реализуется достаточно быстро.

При этом увеличивается объем производства с.-х продукции и растет производительность труда.

До сих пор не наблюдается сколько-нибудь заметного противодействия отрицательной тенденции падения эффективности – рост затрат и цен на новую технику продолжает обгонять рост ее полезного эффекта (производительности, мощности и т.д.).

Другое, не менее важное мероприятие, направленное на повышение эффективности научно-исследовательских работ по созданию новой с.-х техники, – это усиление интеграции совместных работ, выполняемых научно-исследовательскими и конструкторскими организациями различных министерств и ведомств.

**Заключение.** В настоящей работе проведен краткий технико-экономический анализ вопросов, непосредственно связанных с оценкой технического уровня машин.

Выполнена проверка гипотезы о возможности оценки технического уровня с.-х техники по семи основным показателям.

На примере навесного плуга ПЛН-5-35 и современного плуга-аналога PERESVET ППО-5-35 выдвинутая в настоящей работе гипотеза получила полное подтверждение.

### **Библиографический список**

1. Плешаков В. Н. Обоснование технического уровня и направлений развития сельскохозяйственной техники : автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.20.01 / Кубанский гос. аграрный ун-т. – Краснодар, 2001. – 47 с.
2. Труфляк Е. В. Основные элементы системы точного земледелия / Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 39 с.

### **References**

1. Pleshakov V. N. Obosnovanie tehničeskogo urovnja i napravlenij razvitija sel'skohožajstvennoj tehniki : avtoreferat dis. ... doktora tehničeskix nauk: 05.20.01 / Kubanskij gos. agrarnyj un-t. – Krasnodar, 2001. – 47 s.
2. Trufljak E. V. Osnovnye jelementy sistemy tochnogo zemledelija / E. V. Trufljak. – Krasnodar : KubGAU, 2016. – 39 s.