

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.31

В.И. Беляев,
В.И. Добрынин,
С.Н. Серов

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

***Ключевые слова:** сельскохозяйственное машиностроение, тенденции развития техники, энергосберегающие технологии, качество машин, экспертная оценка.*

С целью восстановления и повышения эффективности использования технического потенциала сельского хозяйства необходимо создать новое поколение техники для реализации энергоресурсосберегающих технологий и возродить производство отечественных машин на основе инноваций применительно к современным условиям.

В настоящее время отечественные и зарубежные предприятия машиностроения производят широчайший набор техники для возделывания сельскохозяйственных культур.

В области тракторостроения это выражается разносторонней гаммой марок и моделей, отличающихся все более компактной и сложной конструкцией. Применительно к различным классам тяги тракторов реализуются модели разного уровня мощности двигателя, расширяется использование бесступенчатых трансмиссий и предлагаются концепции машин на базе электроники, обеспечивающей управление и настройку всех основных систем. В сочетании с обширным инфор-

мационным комплексом, элементами комфорта тракториста, удобством и легкостью управления систем и машин, применением автоматических систем вождения на базе спутниковой навигации есть возможность обладать информацией об эффективности выполнения технологического процесса (качество, производительность, расход топлива), а также создаются предпосылки для правильного принятия управленческих решений.

Ввиду высоких цен на дизельное топливо все чаще обсуждаются возможности использования альтернативных видов топлива в тракторах (биодизельного топлива и биогенных горючих материалов). Однако со стороны производителей пока еще нет генерального разрешения на использование биотоплива для различных тракторов, реализуемые проекты и программы в данном направлении носят исследовательский характер. При этом производители тракторов обязаны соблюдать новые нормативы по отработавшим газам. Уже выпущен ряд мощных и экономичных дизелей с применением электронного управления впрыска, соответствующих нормативам EU-III или USA-Tier III [1].

В области совершенствования почвообрабатывающей техники основным направлением является снижение производ-

ственных затрат на выполнение технологических операций. При этом важно соблюдать требования качества выполнения технологического процесса и почвозащитные мероприятия. С этой точки зрения перспективными являются консервирующая обработка почвы и применение технологий No-till.

Реализация указанных направлений диктует необходимость возделывания большего разнообразия культур, севооборотов и дальнейшее совершенствование средств защиты растений.

Серьезной проблемой являются совершенствование поперечного распределения соломы зерноуборочными комбайнами и качество ее измельчения, что существенно влияет на проведение и качество работ по стерневой и основной обработке почвы.

При выборе машин для обработки почвы важнейшими показателями их эффективности являются выработка, расход топлива и качество выполнения полевых работ [2]. Спектр выпускаемых машин постоянно расширяется. Отечественные и зарубежные фирмы предлагают обширные программы выпускаемых машин от обработки стерни и основной обработки почвы до вторичной ее обработки, которая часто комбинируется с посевом. Все большее применение находят комбинированные машины, сочетающие выполнение нескольких технологических операций за один проход. Ширина захвата машин-орудий в зависимости от рабочих операций и тягового энергосредства может достигать 10 м и выше, а рабочие скорости движения находятся в пределах 10-15 км/ч. Все больше почвообрабатывающих орудий используется с системой глобального позиционирования GPS [1].

Для посева также предлагается широкий выбор машин. Все чаще внедряются инновационные технические разработки, а также усовершенствования отдельных узлов и деталей. Отмечается тенденция на увеличение рабочей ширины захвата машин и применение сеялок для посева по стерне или мульче.

Произошли изменения в области улучшения продольного распределения семян (электронные высевальные аппараты) и равномерности заделки по глубине (индивидуальное копирование). Имеются новшества в области улучшения распределения семян по площади питания (сошники для полосового и сплошного посева), а также применение прецизионного посева.

Внедряются разработки в области автоматизации процессов при рядковом посеве с использованием бесступенчатых приводов дозировщиков семян, с помощью которых можно изменять норму высева во время движения по полю. В сочетании с электронной настройкой, управляемой по системе GPS, это позволяет осуществлять посев с переменной нормой высева для каждого участка поля.

Современный уровень техники для внесения удобрений, особенно двухдисковых разбрасывателей, которыми вносятся около 80% всех удобрений за рубежом, очень высок. Машины ведущих фирм позволяют с высокой точностью распределять практически любые минеральные удобрения с шириной захвата до 24 м, а удобрения с очень хорошими свойствами при разбрасывании – даже на 36 м, т.е. сегодня требования повышения точности распределения с технической точки зрения удовлетворяются. Эти орудия имеют высокую точность, прочность и высокую производительность. Они обладают бесступенчатой регулировкой ширины захвата в пределах 14-48 м, автоматической дозировкой удобрений, а также имеют устройства для краевого разбрасывания с электронным управлением [1].

Значительное повышение производительности и улучшение комфортности управления обеспечивает система разбрасывания нового образца для двухдисковых разбрасывателей, которая позволяет вносить варьируемые дозы удобрений на отдельных участках поля без перестановки или смены разбрасывающих лопастей.

Применение компьютерных систем с GPS дает возможность осуществлять точное автоматическое переключение на поворотных полосах или на границе поля, что помогает избежать внесения повышенных доз внесения удобрений в данных условиях.

В области защиты растений основными требованиями к машинам являются точная дозировка и сокращение числа операций. Это позволяет уменьшить остаточное содержание средств защиты растений и их отрицательное воздействие на окружающую среду.

При внедрении прецизионного земледелия требуется совершенствование машин для внесения средств защиты растений и схем их использования. Следует также соблюдать новые законодательные нормы (например, правила по соблюдению дистанции). Зарубежные фирмы

предлагают современные машины для защиты растений. Например, в Германии 36% орудий навесные, 40% прицепные, 11% самоходные. Ширина захвата навесных орудий достигает 28 м при объеме емкостей до 1800 л. Прицепные и самоходные машины имеют ширину штанг до 45 м и емкости объемом до 8000 л. Доля прицепных и самоходных орудий в последние годы значительно возросла. Продолжаются работы в направлении повышения комфортности обслуживания, точности дозирования и сокращения сноса химикатов ветром [1].

Выпускаемые машины высокопроизводительны и оснащаются сегодня, как правило, компьютерной регулировкой доз внесения. Ведутся работы в направлении создания совместимого со стандартом ISO-Bus электронного оборудования. Электроника обеспечивает функциональность, производительность и комфортность машин на основе решений с использованием системы GPS, что позволяет удовлетворять требования прецизионного земледелия при защите растений.

В условиях повышения потребностей в качественных продуктах питания все более возрастают требования к качеству уборки зерновых (чистота зерна, снижение количества дробленых зерен). Это должны обеспечивать технические возможности современного зерноуборочного комбайна, в первую очередь применение электронных вспомогательных инструментов для регулирования, а также информационных и навигационных систем с использованием GPS.

На больших площадях возделываемых культур необходима высокая производительность при уборке урожая. Современные достижения соответствуют дневной производительности до 500 т пшеницы на один комбайн. Однако добиться такой выработки на машинах с соломотрясами невозможно. Поэтому зарубежные фирмы все чаще предлагают комбайны с роторными сепараторами. Кроме того, они оснащаются дополнительным оборудованием для повышения производительности, улучшения качества работы и облегчения труда комбайнера.

Современные крупногабаритные и высокопроизводительные зерноуборочные комбайны оснащаются двигателями с мощностью до 550 л.с. с шириной захвата жаток до 9,15 м и пропускной способностью до 50 т/ч. Комбайны с роторными сепараторами имеют более высокую

пропускную способность, но при этом расходуют топлива до 30% больше, чем машины с соломотрясами.

Для повышения эффективности уборки применяются дополнительные устройства типа систем самонастройки с оптико-электронным управлением или управляемые через систему GPS. Это позволяет оптимально использовать ширину захвата жатки и сократить величину потерь на стыке проходов [1].

Для дальнейшего повышения производительности объем зерновых бункеров увеличиваются до 11 м³. Транспортная скорость комбайнов достигает 30 км/ч, что позволяет сократить затраты времени на переезды с поля на поле во время уборки.

Все больше внимания уделяется менеджменту соломы. За последние годы измельчители соломы в комбайнах усовершенствованы с точки зрения равномерности ее распределения и улучшения качества измельчения. Однако это привело к повышению энергоемкости операции.

На комбайнах все чаще используются системы автоматизации уборки зерновых. Дальнейшее повышение производительности обмолота и качества работ обеспечивается не только за счет конструкции обмолачивающих и сепарирующих устройств, но и с помощью многочисленного дополнительного оборудования, в т.ч. телеметрических систем.

Системы управления и программного обеспечения включают развитие устройств обеспечения качества, отслеживания и документирования рабочих процессов. Полученная информация с обработкой предлагаемым программным обеспечением позволяет принимать эффективные решения для управления и менеджмента использования машинно-тракторного парка.

Контроль за работой машин, телеметрический сервис и диагностика неполадок в сложных машинах сегодня особенно актуальны. Простои из-за поломок и ремонта при дороговизне машин и ограниченности периода уборки недопустимы. И эти задачи решаются специалистами сервисных служб с использованием указанных систем.

Бессистемное приобретение хозяйствами новой отечественной и импортной техники в последнее десятилетие, наряду с повышением производительности труда и улучшением качества выполнения полевых

работ, привело к резкому возрастанию номенклатуры запасных частей и трудностям технологической увязки машин.

По информации «Союзагромаш» сельскими потребителями России приобретено только зерноуборочных комбайнов трех популярных марок Class, John Deere и CNH свыше 55 различных модификаций. Чтобы ориентироваться в таком многообразии техники крупные дилерские компании создают специальные логистические центры.

Некоторые производители Ближнего зарубежья унифицируют свою технику, заимствуя надежные узлы и агрегаты у известных фирм производителей, хорошо зарекомендовавших себя на рынке, например, белорусский комбайн Palesse GS 812: планетарные редукторы и другие компоненты жаток – Schumacher (Германия), подшипники – SKF (Швеция), пневмогидроаккумуляторы – HJDAC (Германия), электромеханизмы – Tollo (Швеция), ремни – OPTIBELT (Германия), гидрораспределители – AJDRO (Италия), фильтры и фильтрующие элементы – STAUFF (Германия) и SOFJMA (Италия).

В результате значительного расширения спектра техники на рынке все более актуальным становится вопрос объективной и достоверной экспертизы машин и правильный ее выбор сельхозтоваропроизводителем. По каким же параметрам следует оценивать технику?

Как показывает наш опыт, для техники максимального класса сложности такими показателями могут являться:

1) показатель назначения – способность техники выполнять технологический процесс без нарушения установленных режимов, обеспечить максимальную продуктивность возделываемых культур или уборку с минимальными потерями;

2) показатель энергоемкости – затраты топлива на 1 га выполненной работы;

3) показатель экологичности – способность выполнять регламентированные работы без деградации окружающей среды (почвы, атмосферы, водоемов);

4) показатель трудоемкости – способность техники выполнить технологический процесс при минимальных затратах человеческого труда в человеко-часах на обработанный гектар;

5) показатель надежности – долговечность по ресурсу основных изнашиваемых деталей, безотказность по числу отказов 1-, 2- и 3-й групп сложности и ремонтно-пригодность. Этот показатель может определяться укрупненно, например, по ди-

намике затрат на ремонт и техобслуживание с первого и в последующие годы эксплуатации;

6) показатель универсальности – способность агрегатироваться с тракторами разных классов, число дней эксплуатации в году;

7) показатель эргономичности – соответствие кабины и рабочих органов требованиям стандартов по технике безопасности и физиологическим свойствам человека (комфортность в кабине по уровню шума, вибрации, загазованности и запыленности, усилие на рычагах, температура воздуха и т.д.);

8) наличие у компании-производителя сертификата качества страны-изготовителя, в том числе на сложные покупные узлы;

9) предпочтения, предоставляемые дилерскими центрами на местах (предпродажное обслуживание, обучение операторов, применяемая лизинговая схема с отсрочкой платежа, система бонусов и скидок, уровень и сроки исполнения гарантийного и послегарантийного обслуживания, наличие на складе запасных частей).

Учитывая вышеизложенное, нами рекомендуется применять двухуровневую систему оценки экспертами сравниваемой техники – сначала по перечисленным параметрам, а затем предоставление окончательного заключения, где на основе ранжирования определено место каждой из отобранных машин.

Так как мнения экспертов могут не совпадать, для оценки согласованных мнений следует использовать коэффициент конкордации (согласия) W].

Меру согласованности мнений экспертов рассчитываем по формуле:

$$W = \frac{12C}{K^2(H^3 - H)}, \quad (1)$$

где W – коэффициент конкордации;

C – сумма квадратов отклонений сумм рангов по каждому объекту от средней суммы по всем объектам и экспертам, т.е.

$$C = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^k A_{ij} + K \left(\frac{H+1}{2} \right) \right]^2, \quad (2)$$

где $K \left(\frac{H+1}{2} \right)$ – средняя сумма рангов;

K – общее количество экспертов;

H – количество объектов.

Таблица 1

Значения критерия Пирсона $\chi^2_{табл}$ при различных степенях свободы S (количестве экспертов)

Уровень значимости B	$S = 1$	$S = 2$	$S = 3$	$S = 4$	$S = 5$	$S = 6$	$S = 7$	$S = 8$	$S = 9$	$S = 10$
0,05	3,84	5,99	7,82	9,49	11,07	12,59	14,07	15,51	16,92	18,31
0,1	2,71	4,61	6,25	7,78	9,24	10,65	12,02	13,36	14,68	15,99

Полная запись формулы имеет вид:

$$W = \frac{12 * \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^k A_{ij} - K \left(\frac{H+1}{2} \right) \right]^2}{K^2 (H^3 - H)} \quad (3)$$

Коэффициент конкордации может быть в диапазоне $0 \leq W \leq 1$.

При $W = 0$ согласованность мнений экспертов отсутствует, а при $W = 1$ – согласованность полная. Считается достаточной согласованность, если $W \geq 0.5$.

Рассчитанные значения коэффициента конкордации следует взвешивать по критерию Пирсона с определением уровня значимости B , т.е. максимальной вероятности неправильного результата экспертизы. Обычно задавать значимость достаточно в пределах 0,1 (табл. 1).

Пример расчета коэффициента конкордации при сравнительной оценке зерновых сеялок. Для проведения экспертизы привлечено пять независимых компетентных экспертов. Анкеты заполнялись анонимно. По результатам получены следующие данные ранжирования (табл. 2).

$$K * \left(\frac{7}{2} \right) = 5 * 3,5 = 17,5;$$

$$W = \frac{12(72,5 + 56,25 + 110,25 + 6,25 + 132,25 + 6,25)}{5^2(6^3 - 6)} = 0,88.$$

Коэффициент конкордации равен $0,88 > 0,5$.

Вывод. Мнение экспертов можно считать согласованным.

Взвесим рассчитанное значение коэффициента конкордации по критерию Пирсона с уровнем значимости 0,05.

Из табличных данных критерий Пирсона $\chi^2_{табл}$ при значении степени свободы $S = H - 1 = 6 - 1 = 5$ составляет $\chi_{табл} = 11,07$, а расчетная величина равна

$$\chi_{расч} = W K(H - 1) = 0,88 * 5 * 5 = 22.$$

Таким образом, $\chi_{расч} > \chi_{табл}$ $22 > 11,07$.

Вывод. Мнения экспертов можно считать окончательно согласованными с вероятностью выше 95%.

Что касается приоритетов потребителей сельскохозяйственной техники в выборе тех или иных машин, показательными являются данные экспертного опроса, выполненные фирмой «А. Редан» на выставке в г. Ганновере (Германия) в ноябре 2007 г.

Таблица 2

Данные для расчета коэффициента конкордации

Эксперт № К	Ранги, поставленные экспертами по 5 объектам ранжирования					
	Амити	Моррис	Джон Дир	Кейс	Нью Холланд	Флекси Койл
1	2	5	1	3	6	4
2	1	5	2	4	6	3
3	1	5	2	3	6	4
4	3	6	1	2	5	4
5	2	4	1	3	6	5
$K * (H + 1) / 2$	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
$\sum_{j=1}^K A_{ij}$	9	25	7	15	29	20
$\left[\sum_{j=1}^K A_{ij} - K * (H + 1) / 2 \right]^2$	72,3	56,3	110,3	6,3	132,3	6,3

Опрошено 100 посетителей 4 экспертами по 9-балльной системе оценок: 1-е место – 9 баллов, 9-е место – 1 балл.

Состав опрашиваемых по языку общения: немецкий – 60%, английский – 20%, русско-язычные – 20%.

По результатам опроса выявлены следующие предпочтения:

1. Более высокий технический уровень.
2. Более высокий эксплуатационный уровень качества.
3. Более высокий уровень сервиса (в том числе гарантии).
4. Меньшие единовременные затраты потребителя (покупателя).
5. Более высокий имидж предприятия-изготовителя.
6. Более высокий уровень качества изготовления (безотказность).
7. Меньшие текущие затраты потребителя.
8. Точные сроки поставки продукции.

9. Прочие. Страна-изготовитель (США, Германия), предпочтение приобретению на месте.

Таким образом, предлагаемая методика экспертной оценки позволяет на начальном этапе внедрения получить объективную комплексную оценку новых машин, наметить приоритетные пути их совершенствования и облегчить выбор сельхозпроизводителям.

Библиографический список

1. Куэст Д. Тенденции развития конструкций машин, представленных в Ганновере / Д. Куэст // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 12.
2. Синеоков Г.Н. Теория и расчет рабочих органов почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
3. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1977. – 832 с.



УДК 631.3.145

**В.А. Завора,
С.Б. Выставкин**

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА АГРОПРЕДПРИЯТИЯ

Ключевые слова: балансовая стоимость, амортизационные отчисления, часовая производительность, металлоёмкость, затраты труда, гистограмма, почвообрабатывающий посевной комплекс.

Введение

Резервы, связанные с организацией и технологией производства сельскохозяйственной продукции, разнообразны. Прежде всего это обоснованный выбор рационального варианта почвообрабатывающих посевных комплексов при возделывании зерновых культур, что позволяет достигнуть наибольшего съема продукции высшего качества при наименьших затратах труда, энергии и материальных средств. Чтобы полностью реализовать эти резервы, необходимо привести в соответствие

современную мощную технику с агротехникой и закономерностями биологических процессов, происходящих в почве и культивируемых растениях.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились следующие комбинированные почвообрабатывающие посевные комплексы, эксплуатируемые аграрными предприятиями при возделывании зерновых культур.

1. Серийные комплексы:

1-1. Ранневесеннее боронование (РВБ) – ДТ-75М + СГ-21 + 7(БЗС-1,0).

1-2. Предпосевная культивация – К-701 + КШУ-18.

1-3. Боронование после культивации – ДТ-75 + СГ-21 + 7(БЗС-1,0).

1-4. Прикатывание – ДТ-75М + КЗК-10.