

Перспективная система механизации возделывания зерновых колосовых культур

*Г.Г. Маслов, д.т.н., профессор, Е.М. Юдина, к.т.н.,
Д.А. Ушаков, магистрант, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ*

Большую актуальность приобретает проблема совершенствования средств механизации и технологии возделывания полевых культур. В основном от применяемой техники зависит производительность труда и себестоимость выращенной продукции. Техника определяет совокупность

и последовательность механизированных работ согласно технологии возделывания [1], металло- и энергоёмкость производственных процессов. Отечественные технологии в растениеводстве в 4–5 раз уступают зарубежным по технико-экономическим показателям производства продукции [2]. Учитывая актуальность проблемы, **цель настоящей статьи** – предложить новые интеллектуальные средства механизации для воз-

делывания зерновых колосовых и других культур для повышения их эффективности.

Материал и методы исследования. Были проведены анализ и обобщение результатов исследований базовых и предлагаемых технологий возделывания зерновых колосовых культур [3–5]. Методом моделирования и оптимизации машинных агрегатов обоснованы оптимальные параметры технологий и машин [4–7].

В качестве критерия оптимизации для разных составов агрегатов использовали минимальные затраты совокупной энергии на выполнение рабочего процесса подкормки зерновых с одновременным боронованием, на вспашку полупара оборотным плугом с одновременным крошением и выравниванием почвы и внесением основного удобрения. Планирование эксперимента применили для обоснования рабочего процесса зубо-пружинной бороной, а также для многофункционального уборочного агрегата с одновременным прессованием соломы. Критерий минимум эксплуатационных затрат использовали для оптимизации параметров в предлагаемой конструкции многофункционального посевного агрегата с одновременным внесением основного удобрения и прикатыванием посевов. Новизна технических решений подтверждена патентами РФ.

Сравнительный анализ эффективности перспективной системы механизации выполнены с использованием расчёта технико-экономических показателей базовой и перспективной технологий возделывания зерновых колосовых культур (табл. 1). В таблице 2 приведены основные из этих показателей.

Результаты исследования. Анализ базовой и перспективной систем механизации возделываемых культур позволяет сделать вывод о их существенном различии (табл. 1), повлиявшим на высокую эффективность предлагаемой перспективной системы (табл. 2). Существенность различий наблюдается по всем трём разделам таблицы 1: обработка почвы и посев (1), уход за посевами (2), уборка урожая (3).

В первом разделе по базовой технологии возделывания колосовых культур на обработке почвы задействованы три марки тракторов (К-701, Т-150К, МТЗ-80) и вертолет, десять марок сельхозмашин (МВУ-6, ПЛН-5-35, БДТ-7, 2 КПС-4, 3 БЗСС-1, 3 ККШ-6А, АКП-5, 3 СЗП-3,6, СП-16, СГ-21). Сцепки СП-16 используются для агрегатирования зерновых сеялок СЗП-3,6, а СГ-21 – для агрегатирования зубовых борон 3 БЗСС-1 и кольчато-шпоровых катков 3 ККШ-6А. Многие машины в базовой технологии уже утратили свою актуальность и требуют замены (раздел табл. 1 по перспективной технологии).

Они не позволяют внедрять современные интеллектуальные технологии и сохраняют тенденцию отставания от зарубежных технологий по технико-эксплуатационным показателям. Кроме того, не-

которые машины не выполняют агротехнические требования по качеству сельскохозяйственных работ. Например, зерновые сеялки СЗП-3,6 неравномерно заделывают семена по глубине: только 60–70% высеваемых семян заделывается на заданную глубину, что ведёт к снижению урожая. Всего 70–80% засеянной площади поля оптимально прикатывается кольчато-шпоровыми катками 3 ККШ-6А. Непоправимый вред плодородию почвы наносят дисковые орудия БДТ-7 и др., расплывая структуру и вызывая эрозию. Такой же ущерб почве наносят тяжёлые тракторы, автомобили и самоходные зерноуборочные комбайны. К тому же высокая балансовая стоимость этих машин снижает конкурентоспособность продукции полевых культур. Всё это подчеркивает необходимость совершенствования базовой технологии возделывания колосовых культур за счёт перспективной системы механизации. Это касается всех трёх разделов технологии (табл. 1).

Во втором разделе базовой технологии (табл. 1) также представлен устаревший комплекс машин по уходу за посевами колосовых культур. Так, подкормка посевов зерновыми сеялками сильно повреждает листовую поверхность растений, с большими пропусками разрушает почвенную корку, не обеспечивая доступ воздуха к корневой системе растений и качественное уничтожение нитевидных проростков сорняков. Опрыскиватель посевов ОП-24 не способен выполнять ультрамало-объёмное опрыскивание, которое экономит расход ядохимикатов и снижает затраты. Обязательная подкормка посевов зерновых колосовых культур в фазе молочно-восковой спелости для повышения качества зерна вертолётном малоэффективна, так как вертолёт, а равно и самолёт, не обеспечивают требуемой равномерности внесения средств химизации и наносят ущерб окружающей среде.

По третьему разделу базовой технологии (уборке урожая) уже давно высказывается в печати мнение о бесперспективности уборки зерновых колосовых самоходными зерноуборочными комбайнами. По базовой технологии уборки теряется 10–11% урожая на разных этапах, тяжёлые комбайны уплотняют почву, разрушая её структуру, а их высокая стоимость снижает конкурентоспособность зерна. Вероятность настройки зерноуборочных комбайнов на оптимальный режим работы составляет 0,2. Выделение зерновки из колоса затруднено при влажности зерна выше 16–18%, что сдерживает темпы жатвы, затягивает сроки и повышает потери урожая. Послеуборочная доработка зерна на току увеличивает его дробление в среднем на 2%. Дробление и распыл зерна составляют косвенные потери и добавляются к прямым за комбайном. Использование тяжёлых грузовых автомобилей типа КАМАЗ на отвозе зерна от комбайнов способствует уплотнению почвы и требует перехода на другие способы уборки и транспортировки зерна.

1. Базовая и предлагаемая технологии возделывания зерновых колосовых культур по предшественникам: люцерна, пропашные культуры, зерновые колосовые

№ п/п	Наименование выполняемых сельскохозяйственных работ	Марочный состав машинно-тракторных агрегатов	
		базовая технология	перспективная технология
1. Обработка почвы и посев			
1.1	Основное внесение твёрдых минеральных удобрений	MT3-80+МВУ-6	–
1.2	Вспашка после колосовых культур и люцерны	T-150K+ПЛН-5-35	U450+ПШКО-(6+2) ⁺
1.3	Разделка пласта	T-150K+БДТ-7	MT3-1523+БЗП-24
1.4	Обработка стерневым культиватором	–	U450+КСУ-6
1.5	Сплошная культивация	T-150K+2КПС-4	–
1.6	Боронование после вспашки	T-150K+3БЗСС-1,0	MT3-1523+БЗП-24
1.7	Прикатывание почвы	T-150K+3ККШ-6А	MT3-1523+КВШ-15
1.8	Обработка комбинированным агрегатом	К-701+АКП-5	U450+ АКП-8
1.9	Посев колосовых с внесением стартовых удобрений	T-150K+3СЗП-3,6	MT3-1523+Грейт-Плейнс
1.10	Посев колосовых с внесением основного	–	MT3-890+МПА-3,6
1.11	и стартового удобрения Прикатывание посевов	T-150K+3ККШ-6А	MT3-1523+КВШ-15
2. Уход за посевами			
2.1	Ранневесенняя подкормка посевов	T-150K+3СЗП-3,6	MT3-890+МФА-6,3
2.2	Опрыскивание посевов	MT3-80+оп-24	«Туман-1»
2.3	Подкормка озимых раствором мочевины	Вертолет	«Туман-1»
3. Уборка урожая			
3.1	Прямое комбайнирование с измельчением и разбрасыванием соломы	Acros-785	–
3.2	Прямое комбайнирование по методу «невейка»	–	MT3-1523+МН130+с/х машина ⁺⁺⁾
3.3	Транспорт зерна	КАМАЗ 55102	–
3.4	Транспорт вороха «невейки»	–	MT3-1523+Т-740
3.5	Скашивание в валки	MT3-80+ЖРС-4,9	ES-1+ЖХТ-9
3.6	Подбор и обмолот валков	Acros-785	MT3-1523+МН130+с/х машина ⁺⁺⁾
3.7	Очистка и сортировка зерна на току	ЗАВ-50	МН230+ПСМ-5

Примечание: ⁺) оборотный плуг ПШКО(6+2) представлен в составе многофункционального пахотного агрегата с приспособлением на передней навеске трактора для внесения минеральных удобрений и с приспособлением к плугу ПВР-2,3 для рыхления и выравнивания почвы;
⁺⁺⁾ МН130 – прицепной безмоторный зерноуборочный комбайн для сбора невейного вороха в свой бункер. К комбайну присоединяются прицепные машины согласно плану комплексного проведения жатвы: стерневой культиватор КСУ-3(6), либо сеялки прямого посева сидератов Грейт-Плейнс, либо пресс-подборщик соломы ПРФ-180 и др.

В предлагаемой перспективной системе механизации учтены все негативные нарушения агротехнических требований по всем трём разделам базовой технологии. В первом разделе (обработка почвы и посев) принципиально по-новому выполняются основная и предпосевная обработки, посев и прикатывание (табл. 1), по другому выполняются уход за посевами и уборка урожая (табл. 1). Новые машины, представленные в перспективной системе механизации, обоснованы нами на обобщении большого объёма специальной литературы и результатов собственных исследований [8–10].

В перспективной технологии мобильная энергетика представлена пятью марками технических средств: энергосредство U450 (Полесье), тракторы MT3 1523 и 890, ES-1 (Ростсельмаш), самоходный опрыскиватель-разбрасыватель удобрений ТУМАН – 1(2). Принципиальное отличие шлейфа сельскохозяйственных машин от базового варианта – применение на всех видах сельхозработ только многофункциональных агрегатов, совмещающих за один проход по полю несколько видов работ: обработка почвы и внесение удобрений, посев и внесение стартового и основного удобрения, боронование и внесение удобрений, уборка урожая плюс дополнительная работа согласно плану жатвы (посев промежуточных культур, обработка

почвы и др.). Как следует по данным таблицы 1, в перспективной технологии отсутствуют все негативные нарушения почвенного плодородия, экологических требований, потерь урожая и высокой себестоимости продукции возделываемых культур.

Особый интерес представляет многофункциональный агрегат на базе оборотного плуга ПШКО (6+2) для вспашки на глубину 20–22 см после зерновых колосовых культур и многолетних трав под зерновые колосовые и зернобобовые. К плугу обязательно подсоединяется выравниватель-рыхлитель ВР-2,3, а на переднюю навеску крепится фронтальный бункер для внесения твёрдых минеральных удобрений. Подобный агрегат более низкого технического уровня использовался ещё в прошлом веке в советские времена. Тогда еще не было оборотных плугов, но уже за плугом прицепляли кольчато-шпоровый каток, а к раме трактора впереди – туковые высевальные аппараты для минеральных удобрений. Агрегат не нашёл широкого применения из-за снижения производительности на вспашке и неудовлетворительной работы катка 3ККШ-6.

По результатам наших исследований высокую эффективность обеспечивают такие многофункциональные агрегаты МРН-6,3 с разбрасывателем минеральных удобрений (табл. 2), а также зубо-пружинная борона, стерневые культиваторы КСУ-3,

КСУ-6, комбинированные агрегаты АКП-8 с таким же разбрасывателем на передней навеске трактора.

Замена в перспективной системе кольчато-шпорового катка на спирально-винтовой КВШ-15, серийно выпускаемый промышленностью, способствует выполнению агротехнических требований на прикатывание почвы, вычёсывание на поверхность почвы проростков сорняков и пожнивных остатков, а также формированию посевного слоя для оптимальной заделки высеянных семян и сохранению влаги. Спирально-винтовой каток, уплотняя слой почвы над семенами, разрушает капилляры верхнего слоя 2–3 см, препятствуя испарению почвенной влаги, что способствует сохранению и прибавке урожая. Такие катки уже используются на посевных и почвообрабатывающих машинах, обеспечивая повышение качества выполняемых работ. В предлагаемой нами системе на всех почвообрабатывающих машинах и на сеялках предусмотрены спирально-винтовые катки в составе агрегатов.

По результатам анализа высокой эффективности представленной системы механизации на примере возделывания зерновых колосовых и зернобобовых культур (табл. 2) даны очень существенные выводы по сравнению с базовым вариантом. Сам перечень выполняемых полевых работ в технологиях сохраняется в строгом соответствии с системой земледелия [3], а вот их последовательность и комплексность работ реализуется только за счёт наших разработок, ранее не известных. Высокопроизводительным, качественным и надёжным серийным машинам, благодаря нашим изобретениям, придан новый статус – комплексность выполняемых работ, совпадающих по календарным срокам. Например, подкормка полевых культур с одновременным боронованием ротационными или зубо-пружинными боронами; вспашка с одновременным крошением, выравнивание почвы и внесением основного удобрения; посев колосовых с одновременным прикатыванием спирально-винтовым катком и внесением основного удобрения; уборки колосовых культур с одновременным рыхлением почвы, или севом промежуточных культур, или прессованием соломы и др. Многофункциональные агрегаты позволяют в 2,2 раза снизить затраты труда, в 2 раза – металлоёмкость, в 1,8 раза – энергоёмкость; сократить в 1,3 раза расход топлива на выполнение полевых работ.

Можно любую машину из предлагаемой системы механизации брать для анализа, и каждая из них имеет преимущество по сравнению с заменяемыми в базовых технологиях, а все они в системе обеспечат высокую эффективность, судя по технико-экономическим показателям (табл. 2).

Выводы. На примере рационального возделывания зерновых колосовых и зернобобовых культур, соответственно с научно обоснованной системой земледелия [3], разработана принципиально новая система механизации, обеспечивающая высокую

2. Основные технико-экономические показатели при возделывании зерновых колосовых и зернобобовых культур по базовой и перспективным технологиям

№ п/п	Технико-экономические показатели	Вариант технологий	
		базовая	перспективная на базе многофункциональных агрегатов
1	Затраты труда, чел.-ч/га	5,25	2,39
2	Энергоёмкость, МДж/га	1147,0	785,0
3	Металлоёмкость, кг/га	139,8	68,6
4	Расход топлива, кг/га	85,0	64,7

ожидаемую эффективность по сравнению с базовой. В предлагаемой системе обосновано использование новых современных тракторов U450, Беларус 1523 и 890, мобильных энергосредств ТУМАН-1(2) и ES-1 (завод Ростсельмаш). Шлейф машин к мобильной энергетике представлен разработками авторов на основании их изобретений. Это главным образом многофункциональные агрегаты, совмещающие за один проход по полю несколько видов сельскохозяйственных работ, совпадающих по календарным срокам. Высокая ожидаемая эффективность предлагаемой системы позволяет сделать вывод о её перспективности и резком повышении конкурентоспособности полученной продукции возделываемых культур. Затраты труда на возделывание изучаемых культур снижаются в 2,2 раза, энергоёмкость рабочих процессов – в 1,8, металлоёмкость – в 2 раза, расход топлива на полевых работах – в 1,3 раза.

Литература

1. Технология возделывания кукурузы в Краснодарском крае. Рекомендации / И.М. Петренко, А.И. Трубилин, Н.А. Загорюлько [и др.] / РАСХН, Департамент сельского хозяйства и продовольствия Краснодарского края, КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, КубГАУ. Краснодар, 2001.
2. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники / В.И. Черноиванов, А.Э. Северный [и др.]. М.: ГОСНИТИ – ФГНУ «Росинформагротех», 2002. Ч. 1, II. 418 с.
3. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. Краснодар, 2015. 352 с.
4. Maslov G.G., Tkachenko V.T., Yudina E.M., Kadyrov M.R., Kalitko S.A. The Improvement Of The Technology Of Winter Wheat Grain Production For The Purpose Of Energy Saving. Biosci Biotechnol Res Asia 2015; 12 (3). P. 2071–2080.
5. Юдина Е.М. Техническое переоснащение парка уборочной техники сельскохозяйственных организаций Краснодарского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Оренбург: 2017. № 5 (67). С. 100–103.
6. Parameters Optimization for Multifunctional Aggregates in Plant Growing Mechanization / G.G. Maslov, E.I. Trubilin, E.V. Truflyak. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. № 7 (3). P. 1919–1926.
7. Маслов Г.Г., Юдина Е.М. Перспективная система машин – основа высокой эффективности // Colloquium-journal. 2018. № 5-5 (16). С. 78–83.
8. Пат. на изобретение RU2060661 Штанговый малообъёмный опрыскиватель для обработки полевых культур / Г.Г. Маслов, В.Н. Цыбулевский, А.Д. Таран, Н.И. Волошин. 07.12.1993.
9. Маслов Г.Г., Палапин А.В., Ринас Н.А. Многофункциональный уборочный агрегат // Международный сельскохозяйственный журнал. 2014. № 1-2. С. 16–19.
10. Юдина Е.М. Совершенствование приёмов обработки почвы // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: матер. XX Междунар. науч.-производ. конф. Белгород, 2016. Т. 2. С. 141–142.