

Маслов Г. Г., Юдина Е. М.

**КОНЦЕПЦИЯ НОВОГО ПОДХОДА К МЕХАНИЗАЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Реферат. Актуальность предлагаемой концепции определяется необходимостью дальнейшего повышения производительности труда и снижения затрат на производство продукции в сельском хозяйстве. Цель исследований – разработать концептуально новый комплекс систем машин и принципов в механизации производства для повышения производительности труда. Концепция разработана в 2019–2020 гг. авторами исследования в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» с использованием метода анализа и синтеза механизированных процессов при возделывании полевых культур и новых разработок. Предложен новый подход к механизации процессов возделывания полевых культур, основанный на обосновании технического обеспечения, рационального состава машинно-тракторных агрегатов согласно изобретениям авторов, оптимальной номенклатуры технических средств, включающих восемь наименований мобильной энергетики и 66 марок прицепных, навесных, полунавесных машин и приспособлений к ним. Данные подходы к механизации процессов базируются на совмещении технологических операций за один проход многофункциональных агрегатов, строгом выполнении требований системы земледелия, применении прицепных и навесных зерно-кормосвеклоуборочных комбайнов, тем самым повышая плодородие почвы, производительность и экономическую эффективность. Расчеты технологических карт возделывания полевых культур с применением предлагаемой системы машин для механизации полеводства показали повышение производительности труда по сравнению с базовым вариантом в два раза. Разработана концептуальная схема обоснования предлагаемой системы машин для механизации полеводства. Мобильная энергетика в концептуальной схеме включает универсальное энергосредство «U-450» мощностью 450 л. с. и две марки тракторов по 180 и 90 л. с., укомплектованных шлейфом навесных, прицепных и полунавесных серийных машин в числе 66 марок. Представленная мобильная энергетика обеспечит высокопроизводительное, качественное и своевременное выполнение всего объема механизированных полевых работ с минимальными затратами труда и денежных средств, составив высокую конкурентоспособность продукции полеводства. Обоснована взаимоувязка машин в составе многофункциональных агрегатов, способствующих комплексному выполнению механизированных работ без разрыва по времени (внесение основного удобрения – основная обработка почвы, ее разделка и выравнивание в пахотном многофункциональном агрегате и др.)

Ключевые слова: концепция, механизация, техника, полеводство, производительность, затраты.

Введение

Повышение производительности труда в сельском хозяйстве и снижение затрат требует перехода на новые технологии и средства механизации производственных процессов. За последние годы в литературе отсутствуют научно обоснованные рекомендации оптимального технического обеспечения процессов

возделывания полевых культур, а сложившаяся практика «стихийного» комплектования сельхозпредприятий парком машин не только не дает должного эффекта от новой техники, но и приводит к некоторым негативным явлениям, увеличивая стоимость продукции, разрушая структуру почвы и снижая ее плодородие.

Современные подходы к механизации возделывания полевых культур уже не обеспечивают нужные темпы роста производительности труда – главного показателя эффективности производства [1–3]. Известно, что оптимизация парка машин по критерию наивысшей производительности труда выдает рекомендации по самым дорогостоящим тяжелым и энергоемким машинам, состав которых не оптимален по денежным затратам. К тому же, возрастут капиталовложения в механизацию, металло- и энергоемкость. Необходимо компромиссное решение к подбору средств механизации, когда производительность труда возрастает при условии снижения денежных затрат по сравнению с базовым вариантом. При этом капиталовложения в средства механизации необходимо сокращать не меньше, чем в два раза. Выходом может стать внедрение новых предлагаемых авторами многофункциональных агрегатов, совмещающих за один проход по полю несколько технологических операций. Известно, что современные технологии в полеводстве связаны с большим количеством проходов машин по полю, что уплотняет почву, разрушает ее структуру, снижает плодородие. Установлено, что площадь уплотненной пашни по следам колес тракторов и сельхозмашин за цикл возделывания в 6–8 раз превышает обрабатываемую пашню. Существуют данные, показывающие, что на посевах с плотностью почвы, превышающей оптимальную, урожайность сельскохозяйственных культур снижается на 16–37 % [4].

Указанная задача повышения производительности труда и снижения затрат при возделывании полевых культур может быть решена с использованием концепции нового подхода к выбору средств механизации, строго соблюдающих требования научно обоснованной системы земледелия применительно к природно-климатическим условиям регионов. Учет природно-климатических условий в регионе, главным образом рельефа, типа почв, размеров полей, набора сельхозкультур севооборота – необходимые исходные предпосылки к выбору средств механизации, но требуются обязательные концептуальные принципы формирования системы машин.

Цель исследований – разработать концептуально новый комплекс систем машин и принципов в механизации производства для повышения производительности труда.

Материалы и методы исследований

Для разработки концепции использован метод анализа и синтеза механизированных процессов возделывания полевых культур с применением базовой и предлагаемой систем машин и отдельных машинно-тракторных агрегатов (МТА) и метод обобщения инновационных разработок по комплектованию многофункциональных МТА [5, 6].

Концептуальная схема обоснования предлагаемой системы машин для полеводства (рисунок) содержит четыре блока: 1 – мобильная энергетика; 2 – сельскохозяйственные машины; 3 – приспособления к машинам; 4 – новые концептуальные принципы технического обеспечения полеводства.

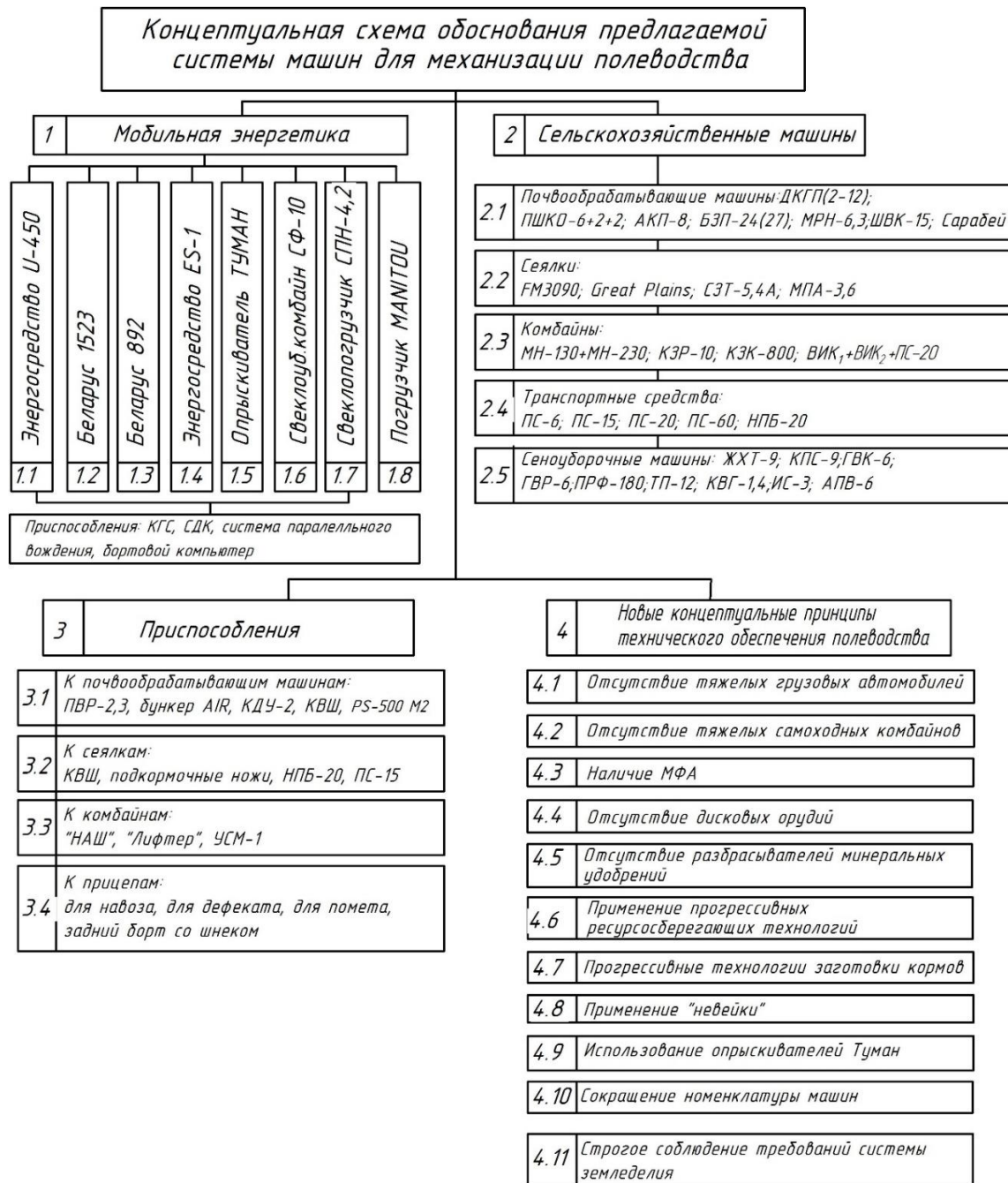


Рисунок – Концептуальная схема обоснования предлагаемой системы машин для механизации полеводства

Сформулированные одиннадцать концептуальных принципов (4.1–4.11) учтены нами при формировании предлагаемой системы машин для механизации полеводства.

Результаты и их обсуждение

Сущность концепции представлена четырьмя блоками (см. рисунок). Первый блок «Мобильная энергетика» включает восемь типов энергетических средств:

- 1.1 – универсальное энергосредство «U-450»;
- 1.2 – колесный трактор тягового класса 3 «Беларус 1523»;
- 1.3 – колесный трактор тягового класса 1,4 «Беларус 892»;
- 1.4 – энергосредство «ES-1» с двигателем 100 л. с.;

1.5 – энергосредство «ТУМАН» с двигателем 100 л. с.;

1.6 – самоходный свеклоуборочный комбайн «СФ-10» для подготовки полей к уборке;

1.7 – самоходный свеклопогрузчик «СПМ-4,2»; 1.8 – универсальный погрузчик «MANITOU».

Второй блок включает пять типов сельскохозяйственных машин:

2.1 – почвообрабатывающие машины;

2.2 – сеялки;

2.3 – комбайны;

2.4 – транспортные средства;

2.5 – свеклоуборочные машины.

Третий блок «Приспособления к машинам» включает четыре вида приспособлений:

3.1 – к почвообрабатывающим машинам;

3.2 – к сеялкам;

3.3 – к комбайнам;

3.4 – к тракторным прицепах.

В последнем четвертом блоке изложены концептуальные принципы технического обеспечения полеводства, направленные на сохранение и приумножение плодородия почвы, охрану окружающей среды, повышение производительности труда и снижение затрат.

4.1 – отсутствие в системе тяжелых грузовых автомобилей;

4.2 – отсутствие тяжелых самоходных зерно-кормо-свеклоуборочных комбайнов;

4.3 – наличие многофункциональных агрегатов;

4.4 – отсутствие дисковых орудий в системе обработки почвы;

4.5 – отсутствие разбрасывателей минеральных удобрений;

4.6 – применение новых инновационных рабочих органов машин;

4.7 – применение прогрессивной технологии заготовки кормов в полиэтиленовые рукава;

4.8 – применение «невейки» на уборке зерновых, зернобобовых, масличных культур и семян трав;

4.9 – применение природоохранного опрыскивателя «ТУМАН»;

4.10 – сокращение номенклатуры машин;

4.11 – строгое соблюдение требований научно обоснованной системы земледелия.

Рассмотрим каждый из четырех блоков согласно вышеперечисленным направлениям сохранения плодородия почвы, охраны окружающей среды, повышения производительности труда и снижения затрат.

В первом блоке из всей огромной номенклатуры мобильной энергетики для технического обеспечения полеводства нами выбраны только восемь самых необходимых технических средств, учитывая набор сельскохозяйственных культур в регионе и природно-климатические условия. Кроме того, представленная техника уже апробирована и показала высокую надежность в работе и эффективность. Обязательное требование – способствовать сохранению плодородия почвы, снижать ее уплотнение и разрушение структуры. Для этого предусмотрен дополнительный сменный гусеничный ход, так называемая КГС – конверсионная гусеничная система к тракторам и комбайнам, которую уже серийно производят в нашей стране. Кроме того, все мобильные энергосредства необходимо оснащать бортовым компьютером, системой дистанционного контроля за работой прицепных машин (СДК) и системой параллельного вождения агрегатов. Последняя не только облегчает работу оператора,

повышает качество стыковых междурядий и урожай, но и позволяет работать в ночное время, снижая потребность в технике и затраты на нее.

Второй блок концепции предложен на основании многолетних исследований авторов и обобщений [5, 9]. В нем рекомендуются почвообрабатывающие (2.1, рисунок) машины, сеялки (2.2), комбайны (2.3), транспортные средства (2.4) и сеноуборочная техника (2.5). Здесь особо уделено внимание сокращению номенклатуры технических средств и устранению из их числа машин, снижающих плодородие почвы. Речь идет о фрезах, дисковых почвообрабатывающих орудиях, которые образуют при работе в 1,5 раза больше пылевидных частиц, чем отвальный плуг, что подтвердили сотрудники ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» [8]. Вторая особенность применения почвообрабатывающих машин – их должны использовать с одновременным внесением основного удобрения (глубокорыхлители-культиваторы «ДКГП», плуги «ПШКО», комбинированные агрегаты «АКП-8», ротационные мотыги «МРН» (рисунок, блок 2.1). Ширину захвата каждой из рекомендуемых машин в концепции необходимо выбирать с учетом оптимальной загрузки энергосредства. Внесение основного удобрения одновременно с обработкой почвы фронтальным бункером «AIR» на передней навеске трактора или на раме машины (в зависимости от ее конструктивных особенностей) обеспечивает высокое качество и высвобождает из номенклатуры разбрасыватель минеральных удобрений. Также упраздняются все марки глубокорыхлителей, кроме «ДКГП-(2-12)», плугов, кроме «ПШКО-(6+2+2)», все дисковые орудия, культиваторы, катки, кроме «ШВК-15». Преимущество оборотных плугов доказано их широким использованием на практике. Конструктивные особенности плугов «ПШКО» с лево- и правосторонним лемехами позволили устранить полевую доску на каждом корпусе, снизить тяговое сопротивление плуга, расход топлива и на 50 % повысить производительность. По результатам наших расчетов пахотный агрегат с плугом «ПШКО» при вспашке стерни на глубину 26 см обеспечит производительность 3,9 га/час основного времени на скорости 8,9 км/ч с удельным расходом топлива 12,3 кг/га, в то время как агрегат с плугом «ПНУ-8-40» при одинаковой глубине вспашки мог работать только на скорости 7,7 км/ч, обеспечив производительность всего 2,5 га/ч, а расход топлива составлял 15,6 кг/га. Агрегат с малоэнергоёмким плугом «ПШКО» в 1,3 раза снижает удельный расход топлива и в 1,5 раза повышает производительность. Плуги «ПШКО» необходимо также оборудовать приспособлениями «ПВР-2,3» или катками «ЖДУ» для дополнительного крошения и выравнивания почвы. Таким образом, в соответствии с изобретением комплектуется многофункциональный пахотный агрегат, совмещающий три технологические операции за один проход по полю: внесение основного удобрения, вспашку, разделку пласта и выравнивание почвы. Сокращение числа проходов машин по полю также способствует сохранению ее плодородия.

Ротационные мотыги «МРН» также укомплектованы в многофункциональный агрегат, когда на передней навеске трактора закреплен фронтальный бункер для внесения минеральных удобрений. Аналогичный агрегат для боронования почвы с внесением удобрений можно составить с зубопружинной бороной по нашему патенту с глубокорыхлителем [5] и др.

Культиватор-подкормщик «Сарабей» (2.1, рисунок) предназначен для подкормки посевов жидкими удобрениями, которые вносят внутрипочвенно в щели, образованные дисками культиватора. Этот прием обеспечивает высокую прибавку урожая пропашных культур. Например, в Германии от указанного агроприема прибавка урожая зеленой массы кукурузы составила 30 % [7].

Новым подходом в подразделе 2.2 «сеялки» является применение универсальной сеялки «FM 3090» для зерновых колосовых и пропашных культур, а также применение нового многофункционального посевного агрегата «МПА-3,6» [5]. Последний предназначен для посева зерновых колосовых с одновременным внесением основного, стартового удобрений и рационального прикатывания спирально-винтовым катком. Благодаря прибавке урожая зерна предлагаемый «МПА-3,6» окупается уже в первом сезоне использования. Прибавка урожая зерна от «МПА-3,6» в нашем опыте составила 1,8 ц/га. Применяют его по вспашке после зерновых колосовых и многолетних трав. По другим предшественникам под колосовые культуры выполняют поверхностную обработку почвы на глубине 8–10 см, что не позволяет рационально внести основное удобрение на нужную для корневой системы растений глубину.

Принципиально по-новому предусмотрено техническое обеспечение комбайнами (2.3, рисунок). Упразднены тяжелые, дорогие самоходные комбайны, использование которых приводит к большим потерям урожая [10]. В качестве зерноуборочных комбайнов рекомендованы прицепные безмоторные по типу «МН130» для невяяного вороха и его сепаратор «МН230» (производство Канады), а также «КЗР-12», навешиваемый на энергосредство «U-450» для подготовки полей к уборке. Для уборки кормовых культур рекомендуют «КВК-800», также навешиваемый на «U-450» (Республика Беларусь). Для уборки сахарной свеклы при любой величине урожая и состояния ботвы наиболее эффективны прицепные комбайны «ВИК₁» – дефолиатор и «ВИК₂» – копатель корней. Для комплексной поточной уборки свеклы необходимы также перегрузчик «ПСС-20», погрузчик «СПН-4,2» (1.7) и самоходный комбайн «СФ-10» для подготовки полей к уборке.

Транспортные средства для полеводства (2.4, рисунок) представлены в зависимости от тягового класса трактора самосвальными прицепами «ПС-6», «ПС-15», «ПС-20», «ПС-60». Эти прицепы, кроме «ПС-60», комплектуются сменным задним бортом со шнеком, приспособлениями для внесения навоза, дефеката, помета.

Последний подраздел 2.5 сельхозмашин представлен техникой для уборки трав на сено. Жатка «ЖХТ-9» – к энергосредству «ES-1», косилка «КПС-9» – к «U-450», измельчитель сидератов – к «Беларус 1523», агрегат подвоза воды «АПВ-6» – к «Беларус 892». «MANITOU» (1.8) – погрузчик самоходный с телескопической стрелой подъема можно применять для складирования рулонов, а также в строительстве и других работах.

Третий раздел концептуальной схемы поясняет комплект приспособлений к шлейфу сельхозмашин для составления многофункциональных агрегатов. В подразделе 3.1 – «приспособления к почвообрабатывающим машинам», все они уже рассмотрены, кроме «PS-500 M 2» – для разбрасывания удобрений и различных мелиорантов. Последние также используют с почвообрабатывающими машинами.

В подразделе 3.2 необходимо использование на загрузке зерновых сеялок семенами и удобрениями перегрузчиков «НПБ-20» и тракторных прицепов «ПС-15». Подкормочные ножи рекомендованы для основного внесения минеральных удобрений одновременно с посевом по вспаханному фону на глубину 16–18 см. Фосфорные и калийные удобрения вносят в полной дозе, а азотные – часть в составе основного удобрения, остальное – в подкормку с учетом потребности растений.

Приспособления к комбайнам (3.3) представлены адаптерами «НАШ» к зерноуборочным комбайнам для уборки кукурузы на зерно и «ЛИФТЕР» – для

уборки подсолнечника. Упаковщик сенажной массы «УСМ-1» хорошо зарекомендовал себя на заготовке сенажа и силоса в полиэтиленовые рукава.

Пояснения по подразделу 3.4 даны ранее. Следует дополнить преимущество представленных приспособлений к тракторным прицепах. Во-первых, они заменяют разбрасыватель органических удобрений и дефеката, во-вторых, оборудование их задним бортом со шнеком обеспечивает дополнительное использование на транспортировке различных сыпучих грузов, повышая годовую загрузку и эффективность.

Предложенные новые концептуальные принципы технического обеспечения (4, рисунок) коренным образом меняют привычное представление о системе механизации полеводства: практически все полевые работы выполняют многофункциональными машинными агрегатами с минимальной номенклатурой технических средств; упразднены дисковые орудия, многие марки плугов, разбрасыватели минеральных удобрений, самоходные свекло-, кормо-, зерноуборочные комбайны, разбрасыватели органических удобрений, грузовые автомобили; обеспечивается внедрение ресурсосберегающих технологий уборки зерновых культур по методу «невейка», кормовых с консервацией в полиэтиленовые рукава с использованием упаковщика и высокопроизводительного самосвального прицепа «ПС-60»; для сохранения плодородия почвы планируется применение КГС на мобильной энергетике и комбайнах, а также энергосредства «ТУМАН» на шинах-оболочках с удельным давлением 0,1 кг/см² [5].

Выводы

Предлагается концепция нового подхода к техническому обеспечению полеводства с рациональной номенклатурой технических средств, которая дает новое представление о системе механизации.

Разработанная система машин включает восемь видов мобильной энергетике, прицепные безмоторные зерно-, свекло-, кормоуборочные комбайны при исключении из системы дисковых орудий, плугов (кроме «ПШКО») (6+2+2), разбрасывателей органических и минеральных удобрений, грузовых автомобилей, опрыскивателей, тяжелых самоходных комбайнов.

Внедрение предлагаемой системы механизации позволит устранить негативное воздействие на почву тяжелых однооперационных машин и комбайнов, в комплексе без разрыва по времени выполнить весь объем полевых работ и обеспечить рост производительности труда не менее, чем в два раза.

Предлагаемая концепция может быть использована для формирования технического обеспечения полеводства в условиях любого региона.

Литература

1. Типовые технологические карты выделывания и уборки зерновых колосовых культур. М.: Колос, 1984. 304 с.
2. Технология возделывания кукурузы в Краснодарском крае // Под ред. Петренко И. М. Краснодар: издательство ООО «Агропромполиграфист», 2001. 89 с.
3. Трубилин И. Т. Современное состояние и перспективы развития сельскохозяйственного производства Краснодарского края // Научное обеспечение АПК Кубани: юбилейный выпуск научных трудов КубГАУ. 2002. С. 3–28.
4. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве // Разраб. В. П. Елизаров и др. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 250 с.
5. Маслов Г. Г., Трубилин Е. И. Инновационная система механизации полеводства: монография. Краснодар: КубГАУ, 2019. 172 с.
6. Погорелый Л. В. Инженерные методы испытания сельскохозяйственных машин. Киев: Техника, 1981. 171 с.
7. Сергеев К. Опыт Германии: два урожая в год в засушливом регионе (по данным Landwirtschaft ohne Fleng.) // Земледелие. 2011. № 1(9). С. 12.

8. Найденов А. С., Терещенко В. В., Бардак Н. И., Макаренко Л. А., Иванов М. В. Минимизация обработки почвы в полевых севооборотах Кубани // Труды КубГАУ. 2015. № 1(52). С. 130–134.

9. Maslov G. G., Borisova S. M., Yudina E. M., Tsybulevsky V. V., Njomon Nda M. Development parameters of pneumatic slotted sprayers for treatment potato tubers // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Vol. 9. No. 2. P. 1200–1203.

10. Палапин А. В. Оптимизация энергосберегающих процессов комплексной уборки зерновых культур с применением многофункциональных агрегатов: монография. Краснодар: КубГАУ, 2013. 293 с.

References

1. Standard technological maps for the production and harvesting of cereal crops. Moscow: Kolos, 1984. 304 p.

2. Corn cultivation technology in Krasnodar Krai // Ed. by Petrenko I. M. Krasnodar: publishing house LLC “Agroprompolygraphist”, 2001. 89 p.

3. Trubilin I.T. Current state and prospects for the development of agricultural production in Krasnodar Krai // Scientific support for the agro-industrial complex of the Kuban: anniversary issue of scientific works of the Kuban State Agrarian University. 2002. P. 3–28.

4. Initial requirements for basic machine technological operations in crop production / Creators Elizarov V.P. et al. Moscow: FGNU “Rosinformagrotekh”, 2005. 250 p.

5. Maslov G. G., Trubilin E. I. The innovative system of mechanization of field cultivation: monograph. Krasnodar: KubSAU, 2019. 172 p.

6. Pogoreliy L. V. Engineering methods for testing agricultural machinery. Kiev: Tekhnika, 1981. P. 171.

7. Sergeev K. German experience: two crops per year in the arid region (according to Landwirtschaft ohne Fleng.) // Agriculture. 2011. No. 1 (9). P. 12.

8. Naidenov A. S., Tereshchenko V. V., Bardak N. I., Makarenko L. A., Ivanov M. V. Minimizing tillage in Kuban crop rotations // Works of the Kuban State Agrarian University. 2015. Krasnodar. No. 1 (52). P. 130–134.

9. Maslov G. G., Borisova S. M., Yudina E. M., Tsybulevsky V. V., Njomon Nda M. Development parameters of pneumatic slotted sprayers for treatment potato tubers // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Vol. 9. No. 2. P. 1200–1203.

10. Palapin A. V. Optimization of energy-saving processes for the integrated harvesting of crops using multifunctional units: monograph. Krasnodar: KubSAU, 2013. P. 293.

UDC 631.3:633.1

Maslov G. G., Yudina E. M.

THE CONCEPT OF A NEW APPROACH TO THE MECHANIZATION OF FIELD CROPS CULTIVATION

Summary. The relevance of the proposed concept is determined by the need for further increasing labor productivity and reducing production costs in agriculture. The purpose of the work is to provide an increase in labor productivity by at least two times when cultivating field crops. The concept was developed in 2019–2020 by the authors of the research in the Kuban SAU using the method of analysis and synthesis of mechanized processes in the cultivation of field crops and new developments of the authors. The concept of a new approach to the mechanization of the processes of cultivating field crops is proposed, based on the justification of technical support, the rational composition of machine-tractor units according to the inventions of the authors, the optimal range of technical equipment, including 8 types of mobile power units and 66 brands of trailed, mounted, semi-mounted machines and devices for them. New approaches to the mechanization of processes are based on combining technological operations in one pass of multifunctional aggregates, strict implementation of the

farming system requirements, the use of trailed and mounted grain-forage-beet-harvesting combines, increasing soil fertility, productivity and economic efficiency. Calculations of technological maps for cultivating field crops, using the proposed system of machines for mechanizing field cultivation, revealed a two-fold increase in labor productivity compared with the basic version. A conceptual framework has been developed to justify the proposed system of machines for mechanizing field cultivation. The mobile power units in the conceptual framework include the universal power unit – “U-450” with a capacity of 450 HP and two brands of tractors 180 and 90 HP equipped with a range of mounted, trailed and semi-mounted production units, including 66 brands. The presented mobile power complex will ensure high-performance, high-quality and timely execution of the entire volume of mechanized work with minimal labor and money, ensuring high competitiveness of field products. The interconnection of machines as part of multifunctional units that facilitate the integrated execution of mechanized work without a time gap (main fertilizer application – main tillage, as well as cutting and leveling in the arable multifunctional unit, etc.) is justified.

Keywords: *concept, mechanization, machinery, field cultivation, productivity, costs.*

Маслов Геннадий Георгиевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация МТП», факультет механизации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: maslov-38@mail.ru.

Юдина Елена Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация МТП», факультет механизации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: elena_yudina1963@mail.ru.

Maslov Gennadiy Georgiyevich, Dr. Sc. (Tech.), Professor of the Department of maintenance of machine and tractor park, Faculty of mechanization, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”; 13, Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia; e-mail: maslov-38@mail.ru.

Yudina Elena Mikhailovna, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof., Department of maintenance of machine and tractor park, Faculty of mechanization, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”; 13, Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia; e-mail: elena_yudina1963@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 25.01.2020.

Дата принятия к печати – 13.03.2020.