

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

УДК 338.439:636.085

DOI 10.26897/1728-7936-2017-6-23-28

ИЗМАЙЛОВ АНДРЕЙ ЮРЬЕВИЧ, академик РАН, докт. техн. наук
ЛОБАЧЕВСКИЙ ЯКОВ ПЕТРОВИЧ, чл-корр. РАН, докт. техн. наук, профессор
МАРЧЕНКО ОЛЕГ СТЕПАНОВИЧ, канд. техн. наук
ЦЕНЧ ЮЛИЯ СЕРГЕЕВНА, канд. пед. наук, доцент

E-mail: vimas@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; 109428, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, Российская Федерация

СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Обоснована необходимость реализации Системы технологий и машин для кормопроизводства, как необходимого фактора развития животноводства. Приводится анализ перспективных ресурсосберегающих групп технологий и машин, внедрение которых существенно повысит эффективность производства кормов и конкурентоспособность отечественной мясомолочной продукции. К этим группам технологий отнесены: коренное улучшение природных кормовых угодий; поверхностное улучшение сеяных сенокосов и пастбищ и поддержание их продуктивного долголетия с применением комбинированных машин; ускоренное залужение природных кормовых угодий; производство кормовых культур на пахотных угодьях. Наиболее экономичными являются адаптивно-интегральные технологии биомелиорации сеяных сенокосов и пастбищ, обеспечивающие полосной подсев ценных бобовых трав в дернину обрабатываемых угодий. При этом применяются комплексы комбинированных машин и орудий, обеспечивающие высокое качество обработки угодий, небольшие затраты энергии (не более 80...120 ГДж/га) и материальных средств (на 40...60% меньше по сравнению с применением традиционных машин и орудий). Показана актуальность разработки и использования при производстве кормов универсальных энергетических средств (УЭС), оснащенных сменными технологическими адаптерами для уборки кормовых культур. Комплексы быстросъемных машин и адаптеров на базе универсальных мобильных энергетических средств УЭС-210/280 и УЭС-290/450 позволяют существенно, на 30...50%, сократить затраты ресурсов в результате замены самоходных уборочных комбайнов мощностью от 150 до 330 кВт. Уборочные комплексы на основе УЭС, оснащенные различными сменными функциональными уборочными модулями и сменными адаптерами к ним, показали высокую эффективность при уборке различных видов сельскохозяйственных культур (зерна, кормов, сахарной свеклы, картофеля и др.). Ускоренное залужение природных кормовых угодий комплексами комбинированных машин и агрегатов на базе универсальных мобильных энергетических средств позволяет повысить производительность труда в 3...5 раз, снизить расход горючего на 40...60%, металлоемкость операций – на 30...40%. При этом, в зависимости от почвенно-климатических условий, продуктивность восстановленных угодий повышается в 3...4 раза (при затратах антропогенной энергии не более 50...60 ГДж/га).

Ключевые слова: кормопроизводство, система технологий и машин, сенокосы и пастбища, кормовые угодья, ускоренное залужение, комбинированные агрегаты, универсальные энергетические средства.

Введение. Кормопроизводство является важнейшей отраслью сельского хозяйства, научно-технический уровень развития которой определяет эффективность производства животноводческой продукции, обеспеченность населения страны высококачественными молочными и мясными продуктами [1].

Для производства кормов в России используется около 75% всех сельскохозяйственных угодий. Однако из-за слабой материально-технической базы, сокращения применения органических и минеральных удобрений, отсутствия пестицидов резко снизилась продуктивность естественных (0,6 т/га) и улучшенных сенокосов и кормовых угодий.

дий на пашне (1,2...1,5 т/га), что в 5...6 раз ниже, чем в странах ЕС.

Хозяйства обеспечены лугопастбищной техникой в среднем на 5...10% и кормоуборочной – на 30...40% от потребности, что является основной причиной несвоевременного проведения механизированных работ по улучшению лугов и пастбищ, растягивания сроков уборки кормовых культур, низкой эффективности применяемых технологий, низкого качества грубых и сочных кормов. Затраты труда на производство 1 т грубых и сочных кормов в 5...8 раз, а удельные затраты энергии на единицу животноводческой продукции в 3...5 раз превышают уровень передовых стран ЕС.

В себестоимости животноводческой продукции корма составляют до 70%, что обуславливает ее неконкурентоспособность: импорт мясной продукции составляет 65...70%, молочной – 61% [1].

В связи с этим особую актуальность приобретает проблема создания высокоэффективных ресурсосберегающих технологий и технических средств для производства кормов [2].

Цель работы – обоснование необходимости реализации Системы технологий и машин для кормопроизводства, как необходимого фактора развития животноводства.

Результаты и обсуждение. В перспективной Системе технологий и машин на период до 2020 года [3] предусмотрены высокоэкономичные машинные технологии и высокопроизводительные технические средства нового поколения для улучшения природных и пахотных кормовых угодий в основных регионах страны, что может явиться гарантией производства дешевых объемистых кормов с высокой протеиновой и энергетической питательностью, повысить рентабельность животноводческой продукции, заложить основу экономической и социальной стабилизации в АПК и в целом повысить продовольственную безопасность России.

Система технологий и машин для кормопроизводства страны, как часть общей Системы технологий и машин для растениеводства, включает перспективные машинные технологии и новое поколение многофункциональных технических средств с активными и активно-пассивными рабочими органами по следующим основным технологическим направлениям:

– *поверхностное улучшение сеяных сенокосов и пастбищ и поддержание их продуктивного долголетия* с применением комбинированных машин, в том числе для высокоэкономичного полосного подсева ценных бобово-злаковых травосмесей в дернину при малых (6...12 ГДж/га) затратах антропогенной энергии, обеспечивающих экономию до 50% минеральных (азотных) удобрений и сокращение в 2,5...3 раза расхода семян трав, а также с использованием автоматизированных средств локального дифференцированного применения оптимальных доз жидких комплексных и сухих минеральных удобрений и средств защиты расте-

ний с использованием систем глобального позиционирования (GPS, GLONASS и др.), а также оборудования для огораживания культурных пастбищ и ухода за травостоем, комбинированных машин для подкашивания остатков травостоя и их утилизации;

– *создание высокопродуктивных, высокопротеиновых сенокосов и пастбищ на выведенных из хозяйственного оборота пахотных землях*, которых к настоящему моменту уже насчитывается более 40 млн га. В первую очередь необходимо провести улучшение на 10...12 млн га чистых угодий, свободных от древесной растительности (мелкой поросли и кустарника);

– *крупномасштабное ускоренное залужение* природных кормовых угодий комплексами машин и агрегатов на базе универсальных мобильных энергосредств и тракторов интегрального типа, которые выполняют за один проход все необходимые технологические операции, такие как: дифференцированная обработка задернутой почвы, ее выравнивание и уплотнение; внесение удобрений; полосной высев семян трав и травосмесей; заделка и прикатывание посевов [4, 5, 6]. Применение технологии ускоренного залужения позволяет повысить производительность труда в 3...5 раза, снизить расход горючего на 40...60%, металлоемкость – на 30...40%. При этом, в зависимости от почвенно-климатических условий, продуктивность улучшенных угодий повышается в 2...2,5 раза (при затратах антропогенной энергии не более 50...60 ГДж/га);

– *коренное улучшение природных кормовых угодий* на торфяно-болотных и дерново-подзолистых почвах с мощной дерниной, растительными и земляными кочками, мелким кустарником, а также на засоленных и солонцовых почвах в субаридных регионах с применением комплексов комбинированных машин и орудий, обеспечивающих высокое качество мелиоративной обработки угодий (в т.ч. на склонах), снижение затрат энергии (не более 80...120 ГДж/га) и материальных средств на 40...60% по сравнению с традиционными машинами и орудиями [4];

– *производство кормовых культур на пахотных угодьях* (многолетних и однолетних трав, зернобобовых, гороха, рапса, подсолнечника, сои, сорговых культур, кукурузы на зерно и силос и других силосных культур) с применением универсальных комбинированных машин и агрегатов со сменными рабочими органами для дифференцированной обработки почвы, универсальных пневмопосевных агрегатов точного высева, обеспечивающих оптимальное размещение в почве семян, удобрений и средств защиты растений, комплексов машин для подкормки и ухода за зернофуражными, пропашными и другими культурами;

– *производство высокосортных семян трав* с применением комплексов машин для высококачественной подготовки почвы к посеву (фрезы

для обработки почвы с выравниванием, планировкой и уплотнением; сеялки для дифференцированного по глубине точного высева семян бобовых и злаковых трав с заданной нормой высева; фрезерные культиваторы для междурядной обработки и ухода за семенниками трав; комбайны для высококачественной уборки мелкосемянных культур; машины и оборудование для предпосевной и послеуборочной обработки семян кормовых культур (очистка, сушка, сортировка, расфасовка, упаковка);

– *технологические процессы уборки кормов* с применением высокопроизводительных кормоуборочных машин нового поколения, обеспечивающих качественное плющение, мацерацию убираемых кормов и сепарацию частей растений с целью ускорения влагоотдачи, дифференцированное (в зависимости от убираемой культуры) измельчение стеблей и полное дробление зерна, ворошение, подбор проявленной массы и прессование сена и сенажа, внесение биологических и химических консервантов в растительную массу для консервирования и хранения. Оптимальные сроки уборки растительной массы многолетних и однолетних трав – 5-8 дней, а кукурузы и других силосных культур – 12-15 дней, что позволяет сократить полевые потери в 3...5 раз, увеличить на 38...40% сбор переваримых питательных веществ, а также повысить энергетическую питательность кормов до 10...11 МДж ОЭ и содержание сырого протеина до 15...20% в 1 кг сухого вещества (кроме кукурузы) [5];

– *уборочно-транспортные и погрузочно-разгрузочные процессы* с применением новых типов машин и оборудования рациональных конструкций и транспортных средств повышенной грузоподъемности (10, 15, 20 и 30 т), а также уборочно-транспортных агрегатов на базе тракторов интегрального типа и мобильных энергосредств для перевозки измельченной растительной массы: сенажа, силоса, зеленых кормов и др., что в целом обеспечивает снижение удельного расхода топлива на 35...40%, удельной материалоемкости технологических процессов и комплексов технических средств – на 20...30%;

– *технологии заготовки сбалансированных по рациону энергонасыщенных кормов для различных зон страны в формованном виде* путем бессырочного прессования сена повышенной влажности в малогабаритные тюки с последующим досушиванием их активным вентилированием или технологии получения белково-витаминного корма из трав в полевых условиях естественной сушки с содержанием до 0,8 кормовых единиц в 1 кг сухого вещества.

Наиболее устойчивыми и значительными, с точки зрения энергоресурсосбережения, являются следующие тенденции, подтвержденные мировой практикой развития полевых мобильных процессов и техники для производства сельскохозяйственной продукции, в том числе в кормопроизводстве:

– создание многоцелевых комбинированных машин с активными или активными в сочетании с пассивными рабочими органами, агрегируемыми с интегральными и реверсивными тракторами и универсальными мобильными энергосредствами, которые обеспечивают выполнение за один проход агрегата нескольких технологических операций и, сокращая количество проходов по полю, снижают уплотнение почвы, расход горючего и значительно повышают производительность труда;

– минимизация обработки дернины сенокосов и пастбищ в сочетании с внесением небольших доз гербицидов и подсевом ценных видов бобово-злаковых трав, что создает необходимые условия для их укоренения и развития, а также значительного сокращения материально-технических ресурсов.

Наиболее экономичными являются адаптивно-интегральные технологии, основанные на применении комбинированных машин для биомелиорации сеяных сенокосов и пастбищ путем полосного подсева ценных бобовых трав в дернину существующего травостоя [4, 5, 6]. Эти технологии обеспечивают повышение содержания бобовых в травостое до 50...60% и его продуктивности в 1,8...2,2 раза, экономию до 50% семян и удобрений при минимальных энергетических затратах. Например, только в США применяется целый ряд лугопастбищных комбинированных машин («Бетинсон-Мерло», «Ноу-Тилл», «Рэнджлэнд-Дрилл», «Пастче-Плэджер»), а также машин с активными рабочими органами «Пауэр-Тилл», «Контроватор», «Ротасидер») для подсева бобовых и других трав в необработанную дернину сенокосов и пастбищ.

Для решения задач, поставленных новой Системой технологий и машин, также предусматривается внедрение инновационной *Системы универсальных мобильных энергосредств*, обеспечивающей реализацию машинных технологий производства кормов и нового поколения комплексов машин, базирующихся на применении многофункциональных блочно-модульных комбинированных машин, быстросъемных адаптеров, с учетом вновь создаваемых уборочно-транспортных комплексов грузоподъемностью 10, 15, 20 и 30 т для уборки, перевозки и выгрузки измельченных кормов и других сельскохозяйственных грузов [5].

В мировой и отечественной практике наблюдается все более широкое применение машинно-тракторных агрегатов с активными рабочими органами с использованием практически полной эксплуатационной мощности через фронтальный и задний ВОМ, а также устойчивая тенденция значительного повышения мощности самоходных уборочных комбайнов: свеклоуборочных и картофелеуборочных – до 300...400 л.с., зерноуборочных – до 400...450 л.с., кормоуборочных – до 500...780 л.с. Следует отметить, что дорогостоящие компоненты узкоспециализированных самоходных монокомбайнов (двигатель, гидро-

трансмиссия, элементы силовых передач, электроника) используются весьма ограниченное время в течение года (200-300 ч) и поэтому стоимость одного часа их работы значительно (в 4...6 раз) выше, чем у тракторов, имеющих годовую загрузку 1100-1300 ч или УЭС (1200-1500 ч), что существенно снижает эффективность применения самоходной специализированной техники [7, 8].

Созданные в рамках Российско-белорусской программы комплексы быстросъемных машин и адаптеров на базе универсальных мобильных энергетических средств УЭС-210/280 и УЭС-290/450 позволяют существенно, на 30...50%, сократить затраты ресурсов в результате замены самоходных уборочных комбайнов мощностью от 150 до 330 кВт. Уборочные комплексы на основе УЭС, оснащенные различными сменными функциональными уборочными модулями и сменными адаптерами к ним, показали высокую эффективность при уборке различных видов сельскохозяйственных культур (зерна, кормов, сахарной свеклы, картофеля и др.) [7, 8, 9].

Выводы

Реализация современной Системы технологий и машин для кормопроизводства позволит существенно повысить эффективность производства кормов и конкурентоспособность отечественной мясомолочной продукции. Наиболее эффективными технологиями в кормопроизводстве являются адаптивно-интегральные технологии, основанные на применении комбинированных машин для биомелиорации сеяных сенокосов и пастбищ путем полосного подсева ценных бобовых трав в дернину существующего травостоя. Эти технологии обеспечивают повышение содержания бобовых в травостое до 50...60% и его продуктивности в 1,8...2,2 раза, экономии до 50% семян и удобрений при минимальных энергетических затратах. Созданные комплексы быстросъемных машин и адаптеров на базе универсальных мобильных энергетических средств позволяют существенно, на 30...50%, сократить затраты ресурсов в результате замены самоходных уборочных комбайнов. Комплексы для уборки кормовых культур на основе универсальных энергосредств, оснащенные различными сменными функциональными уборочными модулями и сменными адаптерами к ним, показали высокую эффективность при уборке различных видов сельскохозяйственных культур (зерна, кормов, сахарной свеклы, картофеля и др.).

Библиографический список

1. Ерохин М.Н., Кирсанов В.В., Цой Ю.А., Казанцев С.П. Структурно-технологическое модели-

рование процессов и функциональных систем в молочном скотоводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2007. Т. 17. № 1. С. 19-31.

2. Ерохин М.Н. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике: Научное издание. М., 2011.

3. Лачуга Ю.Ф., Горбачев И.В., Ежевский А.А., Измайлов А.Ю., Елизаров В.П., Артюшин А.А., Лобачевский Я.П., Кряжков В.М., Антышев Н.М., Бабченко В.Д., Бейлис В.М., Голубкович А.В., Гришин А.П., Евтюшенков Н.Е., Жалнин Э.В., Жук А.Ф., Колесникова В.А., Левина Н.С., Личман Г.И., Марченко Н.М. и др. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. М., 2012. Том 2. Животноводство.

4. Комбинированный агрегат полосного посева трав: Патент на полезную модель RUS160723 08.10.2015 / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Марченко О.С., Текушев А.Х., Ахалая Б.Х., Федюнин В.В.

5. Комбинированный агрегат для подсева трав в дернину сенокосов и пастбищ: Патент на изобретение RUS2614607 27.11.2015 / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Марченко О.С., Текушев А.Х., Ахалая Б.Х., Федюнин В.В., Уянаев Ю.Х., Мнацканян А.Л.

6. Комбинированный агрегат полосного посева трав: Патент на полезную модель RUS169546 05.10.2015 / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Марченко О.С., Текушев А.Х., Ахалая Б.Х., Федюнин В.В.

7. Измайлов А.Ю., Марченко О.С., Текушев А.Х., Ахалая Б.Х., Федюнин В.В., Уянаев Ю.Х., Мнацканян А.Л. Оценка эффективности использования в кормопроизводстве серийных блочно-модульных машин на базе универсального энергосредства УЭС-250 // В сб.: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. С. 319-322.

8. Марченко О.С. О Российско-Белорусской программе создания уникальной сельскохозяйственной техники на базе высвобождаемого универсального энергосредства (УЭС) // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2008. № 4. С. 35-44.

9. Shevtsov V., Lavrov A., Izmailov A., Lobachevskii Y. Formation of quantitative and age structure of tractor park in the conditions of limitation of resources of agricultural production. SAE Technical. 2015. С. 1-4.

Статья поступила 13.11.2017

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE MACHINERY AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF FEED PRODUCTION AS THE BASIS OF LIVESTOCK BREEDING DEVELOPMENT

ANDREI Y. IZMAYLOV, Academician of the Russian Academy of Sciences, DSc (Eng)

YAKOV P. LOBACHEVSKY, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, DSc (Eng), Professor

OLEG S. MARCHENKO, PhD (Eng)

YULIA S. TSENCH, PhD (Ed)

E-mail: vimasp@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"; 109428, Institutskiy 1-iy, 5, Moscow, Russian Federation

The paper proves the necessity of making a system of technologies and machines for feed production as a necessary factor in the development of livestock breeding. The authors analyze promising resource-saving groups of technologies and machines, the introduction of which will significantly increase the efficiency of feed production and the competitiveness of domestic meat and dairy products. These technological groups include: radical improvement of natural forage lands; surface improvement of artificial hayfields and pastures and maintaining their productive service life with the use of combined machines; accelerated grassing of natural forage lands; and growing forage crops on the arable land. The most economical are the adaptive-integral technologies of biological melioration of artificial hayfields and pastures that provide striping of valuable leguminous grasses to the cultivated land sods. Combined machines and tools are used to ensure high quality of cultivation, low energy consumption (not more than 80...120 GJ/ha) and material resources (40...60% less as compared to traditional machines and tools). The paper proves the urgency of the development and in forage production of universal energy sources (UES) equipped with interchangeable technological adapters for harvesting forage crops. The complexes of quick-detachable machines and adapters on the basis of universal mobile power units – UES-210/280 and UES-290/450 – allow to reduce significantly the input costs by 30...50% due to the replacement of self-propelled harvesters with capacity from 150 to 330 kW. Harvesting complexes based on the UES and equipped with various interchangeable functional harvesting modules and replaceable adapters have shown high efficiency in harvesting various types of crops (grain, feed, sugar beet, potatoes, etc.). Accelerated grassing of natural fodder lands by complexes of combined machines and units on the basis of universal mobile energy units allows increasing labor productivity in 3...5 times, reducing fuel consumption by 40...60%, and metal consumption of operations by 30...40%. At the same time, depending on soil and climatic conditions, the productivity of the restored lands is increased in 3...4 times (at the expense of anthropogenic energy of less than 50...60 GJ/ha).

Key words: fodder production, system of technologies and machines, hayfields and pastures, forage lands, accelerated grassing, combined machine units, universal energy units.

References

1. Yerokhin M.N., Kirsanov V.V., Tsoy Yu.A., Kazantsev S.P. Strukturno-tehnologicheskoye modelirovaniye protsessov i funktsional'nykh sistem v molochnom skotovodstve [Structural and technological modeling of processes and functional systems in dairy cattle breeding]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*. 2007. Vol. 17. No. 1. Pp. 19-31. (in Rus.)

2. Yerokhin M.N. Tekhnicheskiye i tekhnologicheskkiye trebovaniya k perspektivnoy sel'skokhozyaystvennoy tekhnike: Nauchnoye izdaniye [Technical and technological requirements to advanced agricultural machinery: Scientific publication]. Moscow, 2011. (in Rus.)

3. Lachuga Yu.F., Gorbachev I.V., Yezhevskiy A.A., Izmaylov A.YU., Yelizarov V.P., Arty-

ushin A.A., Lobachevskiy YAa.P., Kryazhkov V.M., Antyshev N.M., Babchenko V.D., Beylis V.M., Golubkovich A.V., Grishin A.P., Yevtyushenkov N. Ye., Zhalnin E.V., Zhuk A.F., Kolesnikova V.A., Levina N.S., Lichman G.I., Marchenko N.M. and others. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda [System of machines and technologies for complex mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020]. Moscow, 2012. Vol. 2. Zhivotnovodstvo [Livestock Breeding]. (in Rus.)

4. Izmaylov A. Yu., Lobachevskiy Ya.P., Marchenko O.S., Tekushev A. Kh., Akhalaya B. Kh., Fedyunin V.V. Kombinirovanny agregat polosnogo poseva trav [Combined unit for strip grass sowing]. Patent of a utility model RUS160723 08.10.2015 (in Rus.)

5. Izmaylov A. Yu., Lobachevskiy Ya.P., Marchenko O.S., Tekushev A. Kh., Akhalaya B. Kh., Fedyunin V.V., Uyanayev Yu. Kh., Mnatsakanyan A.L. Kombinirovannyi agregat dlya podseva trav v derninu senokosov i pastbishch [Combined unit for undersowing grasses in turf of hayfields and pastures: Patent for an invention RUS261460727.11.2015].

6. Izmaylov A. Yu., Lobachevskiy Ya.P., Marchenko O.S., Tekushev A. Kh., Akhalaya B. Kh., Fedyunin V.V. Kombinirovannyi agregat polosnogo poseva trav [Combined unit of strip grass undersowing]: Patent for a utility model RUS16954605.10.2015.

7. Izmaylov A. Yu., Marchenko O.S., Tekushev A.KH., Akhalaya B.KHh., Fedyunin V.V., Uyanayev Yu. Kh., Mnatsakanyan A.L. Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya v kormoproizvodstve seriynykh blochno-modul'nykh mashin na baze universal'nogo energosredstva UES-250 [Assessment of the efficiency of utilization in forage production of serial modular machines based on the universal power unit UES-250]. In: *Intelle-*

ktual'nyye mashinnyye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva, 2015. Pp. 319-322. (in Rus.)

8. Marchenko O.S. O Rossiysko-Belorussoy programme sozdaniya unikal'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki na baze vysvobozhdayemogo universal'nogo energosredstva (UES) [On the Russian-Belorussian program of developing unique agricultural machinery on the basis of the universal power unit (UPU)]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2008. No. 4. Pp. 35-44. (in Rus.)*

9. Shevtsov V., Lavrov A., Izmailov A., Lobachevskiy Y. Formation of quantitative and age structure of tractor park in the conditions of limitation of resources of agricultural production. *SAE Technical papers. 2015. Pp. 1-4.*

The paper was received on November 13, 2017

УДК 631.31.004.1

DOI 10.26897/1728-7936-2017-6-28-34

ЛЕВШИН АЛЕКСАНДР ГРИГОРЬЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: alev200151@rambler.ru

ЕРОХИН МИХАИЛ НИКИТЬЕВИЧ, академик РАН, докт. техн. наук, профессор

E-mail: er.mihn@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМИРОВАННОЙ ШКАЛЫ ТВЕРДОСТИ ПОЧВЫ

Основы земледельческой механики, созданные В.П. Горячкиным, базируются на объективных характеристиках объекта исследования. Несмотря на многочисленные исследования физико-механических свойств почв, проведенные отечественными и зарубежными учеными, и созданные приборы, отличающиеся принципами силового воздействия, размерами и геометрической формой деформаторов, в настоящее время нет общепринятой методики и соответственно единой шкалы твердости почвы. Цель исследования заключается в обоснованном выборе методики оценки деформативных свойств почвы, инвариантной к средствам измерения и параметрам деформатора, позволяющей построить нормированную шкалу твердости почвы. Приведенная методика оценки твердости почвы основана на фундаментальных положениях теории упругости и теории подобия, инвариантна к средствам измерения и геометрическим размерам круглого плоского штампа. Относительная погрешность показателя твердости почвы, полученная в ходе экспериментальной проверки рассматриваемой методики, в условиях машиноиспытательных станций не превышала 3% и подтвердила большую вариативную устойчивость показателя по сравнению с действующей методикой по ГОСТ 20915-2011. Коэффициент вариации твердости находился в интервале 5,7...14,2%, что существенно меньше по сравнению с действующей методикой – 21,8...54,8%. Предлагаемая методика позволяет однозначно идентифицировать механические свойства почвы, получать сопоставимые данные и рекомендуется в качестве научно-методической основы для формирования нормированной шкалы твердости почвы.

Ключевые слова: земледельческая механика, методика оценки физико-механических свойств почвы, подобные состояния деформируемого слоя, шкала твердости почвы.