

НЕСУЩИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

BEARING AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR BUILDING AGRICULTURAL AGGREGATES

А.И. ДМИТРЕНКО, к.т.н.
А.И. БУРЬЯНОВ, д.т.н.
Ю.О. ГОРЯЧЕВ, к.т.н.

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
г. Зерноград, Россия, burjanov 2015@yandex.ru

A.I. DMITRENKO, PhD in Engineering
A.I. BUR'YANOV, DSc in Engineering
YU.O. GORYACHEV, PhD in Engineering

SSE «ARC "Donskoy", Zernograd, Russia,
burjanov 2015@yandex.ru

В результате технического переоснащения машинно-тракторных парков сельскохозяйственных предприятий в последнее время на полях последних появляются технологические агрегаты нового поколения. Принципиальное отличие таких агрегатов состоит не только в их конструктивном модульном построении, но и в агрегатировании их мобильных энергетических средств или универсальных энергетических средств со сменяемыми модулями-адаптерами. Выполнены классификации составных элементов построения таких модульных агрегатов на базе мобильных энергетических средств и универсальных энергетических средств – в качестве их несущих систем и набора сменяемых модулей-адаптеров – в качестве технологических систем. Объекты классификации несущих систем подразделены по их типу, ряду основных отличительных признаков, связанных с принципом формирования агрегатов, исполнением их ходовых шасси, по агрегатированию технологических систем с несущими системами, по конструктивным особенностям размещения или наличия отдельных составных агрегатов и механизмов – силовой установки, кабины управления, механизма замены сменяемых модулей-адаптеров и других. Для объектов технологических систем выделены отличительные признаки, связанные с выполняемыми процессами и назначением сменяемых модулей-адаптеров, их конструктивным исполнением, а также со способами их агрегатирования с мобильными энергетическими средствами и универсальными энергетическими средствами. Приведены марки серийно освоенных машин, опытных образцов перспективных концептуальных разработок. В ходе проведенных патентных исследований выявлен ряд использованных в конструкциях освоенных моделей и разрабатываемых перспективных агрегатах охраняемых документов (патентов), относящихся к техническим и технологическим решениям. Техно-экономическая оценка функционирования составов машинно-тракторных парков на примере моделей сельскохозяйственных предприятий в подзонах регионов юга России прогнозно подтвердила, что применение машинно-тракторных парков на базе агрегатов нового поколения (мобильных энергетических средств с комплектами сменяемых модулей-адаптеров) обеспечит снижение потребности в энергомашинах, уровня затрат на комплектование новых составов машинно-тракторных парков и их эксплуатацию.

Ключевые слова: несущие системы, технологические системы, составные агрегаты, мобильные энергетические средства, универсальные энергетические средства, сменяемые модули-адаптеры, агрегатирование, классификация.

As a result of the technical re-equipment of machine and tractor parks of agricultural enterprises, recently technological units of a new generation appear on the fields. The principal difference of such units is not only in their constructive modular design, but also in the aggregation of their mobile power tools or universal energy facilities with replaceable adapter modules. The classification of composite elements for the construction of such modular aggregates based on mobile power tools and universal power facilities – as their carrier systems and a set of replaceable adapter modules – as technological systems has been performed. Objects of the classification of load-bearing systems are subdivided according to their type, a number of the main distinctive features associated with the principle of aggregate formation, the performance of their running chassis, the integration of technological systems with bearing systems, the design features of location or the presence of separate composite units and mechanisms – power plant, control cabin, mechanism for replacing the plug-in adapters and others. For the objects of technological systems, distinctive features are identified that are associated with the processes performed and the purpose of the replaceable adapter modules, their design execution, and also with the ways of their aggregation with mobile power facilities and universal energy resources. Given the brand commercially cultivated machines, prototypes of promising conceptual designs. In the course of the patent studies, a number of security documents (patents) used in the designs of developed models and advanced units developed relating to technical and technological solutions were identified. The technical and economic assessment of the functioning of machine and tractor parks using the example of models of agricultural enterprises in the subareas of the regions of southern Russia predicted that the use of machine and tractor parks based on new generation units (mobile energy facilities with sets of plug-in adapters) will reduce the need for power machines, levels of costs for the recruitment of new equipment of machine and tractor parks and their operation.

Keywords: load-bearing systems, technological systems, composite units, mobile energy devices, universal energy resources, replacement module-adapters, aggregation, classification.

Введение

Эффективное хозяйствование в условиях современных форм производства с.-х. продукции в сельскохозяйственных предприятиях (СХП) требует принятия ряда неотложных мероприятий, относящихся, прежде всего, к существенному укреплению и инновационному развитию как технологической, так и технической базы СХП. Это предполагает обеспечение возможности широкого применения прогрессивных технологий возделывания основных с.-х. культур в их техническом сопровождении высокоэффективными агрегатами на основе техники нового поколения. Такая техника должна представлять собой машины и агрегаты не только традиционного конструктивного исполнения, но, главным образом, базу для формирования перспективных составных с.-х. агрегатов – в виде их основных несущих и технологических систем. На практике в СХП уже нашли применение составные с.-х. агрегаты разного назначения, с разными принципами формирования, агрегатирования их несущих и основных технологических систем, а также конструктивного исполнения. Однако в уже имеющихся литературных публикациях недостаточно и неполно раскрыта, обобщена и систематизирована информация о разработке и использовании таких модульных энергетических средств (МЭС), универсальных энергетических средств (УЭС) и их аналогов.

Цель исследования

Цель исследования состоит в разработке аспектов построения с.-х. составных агрегатов из основных элементов – несущих (энергосредств) и технологических систем (сменяемых модулей-адаптеров) с позиций системного подхода, на основе изучения опыта использования таких агрегатов в СХП уже в виде реализованных конструкций и создания моделей машин перспективных концептуальных разработок и образцов, проектируемых в научных учреждениях и КБ промышленности.

Материалы и методы

На основе выполненных информационно-аналитических исследований приведены систематизированные материалы и сведения о применяемых и вновь составляемых агрегатах на базе несущих энергосредств и технологических сменных модулей-адаптеров, разрабатываемых для условий села. Показаны

классификации составляющих элементов агрегатов – несущих и технологических систем, защищенность охраняемыми документами используемых в агрегатах инновационных решений, раскрыты их основные преимущества и перспективы применения на селе. Оценка эффективности комплектования и функционирования разных составов машинно-тракторных парков (МТП) выполнена на примере моделей СХП зернопроизводящих регионов юга России с использованием разработанной во ВНИПТИ-МЭСХ – СКНИИМЭСХ и модернизированной математической модели и алгоритмно-программного комплекса АСПТОР (автоматизированной системы проектирования технического оснащения растениеводства) по оптимизации составов МТП [1].

Технологические агрегаты в СХП комплектуются на базе имеющихся составов МТП из серийных тракторов, самоходных комбайнов и машин-орудий и из вновь поступающих агрегатов нового поколения, которые существенно выделяются своей универсальностью и новизной, конструктивным исполнением. Их основа – составные элементы, включающие несущие системы на основе мобильных или универсальных энергетических средств (МЭС или УЭС), и технологические системы в виде сменных модулей-адаптеров (СМ-А). Агрегаты нового поколения получили распространение в ряде стран Европы и представлены несколькими семействами с их моделями и модификациями. Это модели: УЭС семейства «ПОЛЕСЬЕ»-250/280; 290/450 (ОАО «Гомсельмаш», Беларусь); МЭС семейства «XERION»-3300/3800 (фирмы CLAAS, Германия), МЭС семейства «TERRA-VARIANT»-500/600 (фирмы HOLMER, Германия), а также проектируемые в научно-исследовательских учреждениях концептуальные разработки агрегатов модульного построения аналогичного назначения [2–9]. МЭС или УЭС преимущественно выполнены на колесном ходу. В составы технологических систем или СМ-А представленных семейств и моделей МЭС входят почвообрабатывающие машины-орудия, грузонесущие и распределяющие кузова или цистерны для зерна, свеклы и удобрений, кормоуборочные и зерноуборочные агрегаты и комплексы.

Результаты и обсуждение

Технологические и компоновочные схемы таких модульных агрегатов, аспекты формиро-

вания, исполнения их несущих и технологических систем, составных частей и механизмов систематизированы и классифицированы по ряду основных отличительных признаков и представлены на рис. 1 и 2.

В материалах рисунков обобщены и систематизированы сведения о семействах и моделях МЭС, ранее реализованных на практике в СХП и разрабатываемых в научных организациях в новых концептуальных решениях. В сег-

мент классификации несущих систем вошли тракторы, самоходные шасси, МЭС и УЭС в основном на колесных ходовых шасси, освоенные в виде серийных машин, опытных образцов и перспективных разработок. Единим и объединяющим для рассмотренных агрегатов является принцип их формирования – модульное построение, сочетающее агрегатирование их несущих и технологических систем. В качестве основных несущих систем для агрегатов

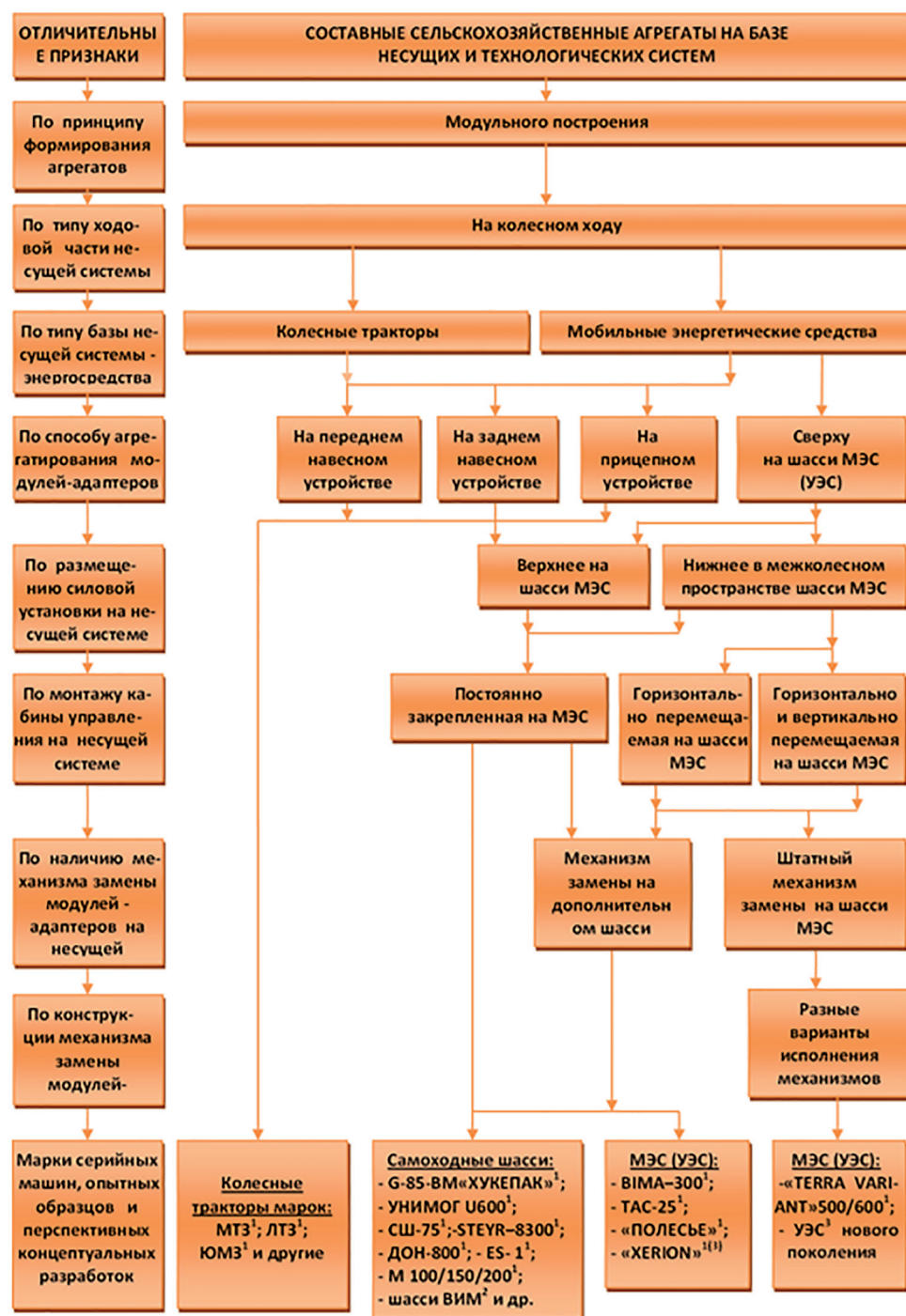


Рис. 1. Схема классификации составных сельскохозяйственных агрегатов модульного построения:
¹ – серийные машины; ² – опытные образцы; ³ – концептуальные разработки

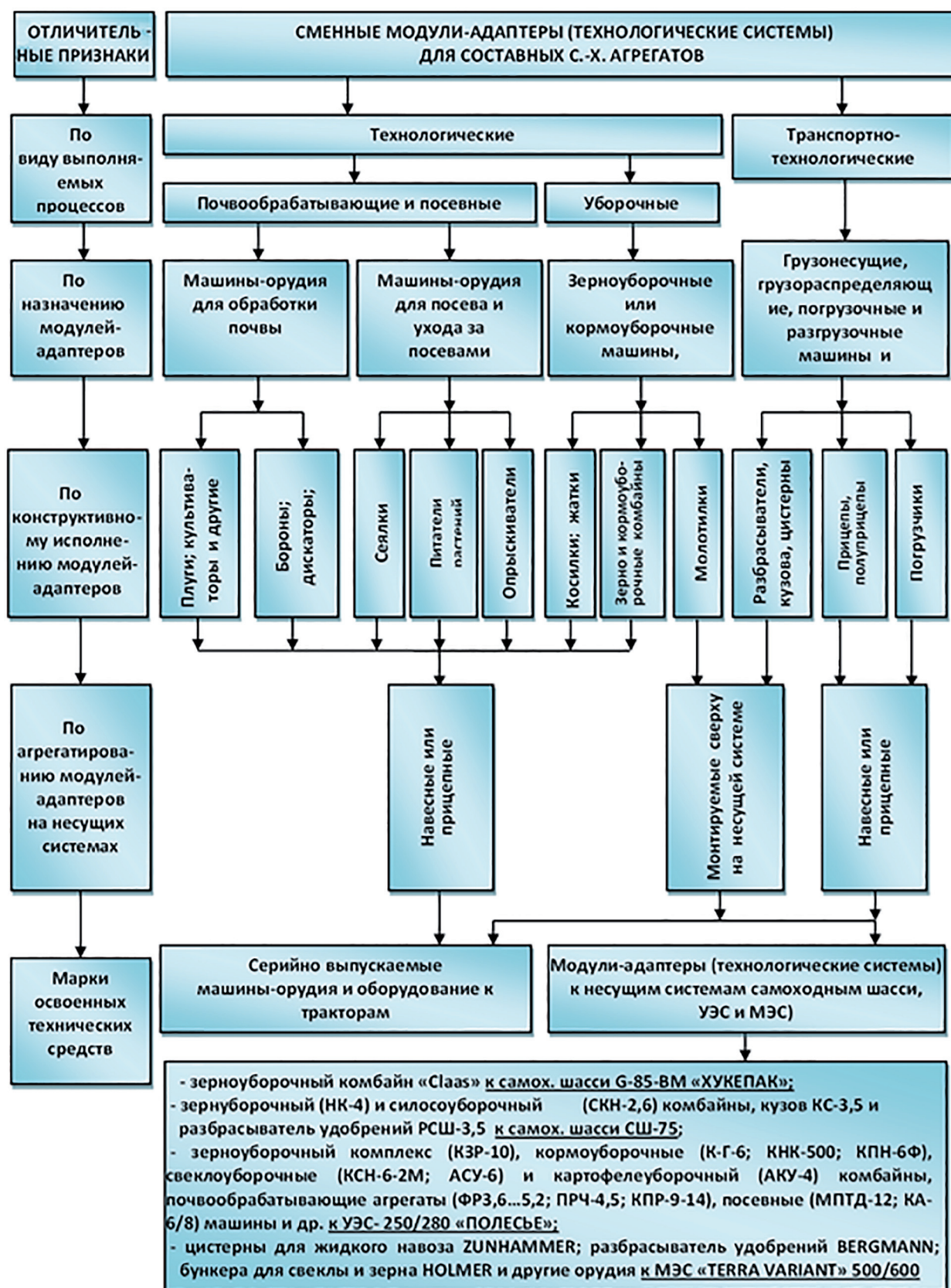


Рис. 2. Схема классификации сменных модулей-адаптеров (технологических систем) для несущих систем составных с.-х. агрегатов

могут выступать как серийные колесные тракторы, так и МЭС или УЭС (см. рис. 1).

Последний вариант значительно расширяет возможности и удобства при агрегатировании СМ-А и УЭС за счет соосного расположения и сопряжения между собой элементов конструкций несущей и технологической систем с образованием прямого потока прохождения убираемого продукта по рабочим органам СМ-А.

Наличие механизма или устройства для замены СМ-А на несущем шасси (как на дополнительном шасси, так и в штатной комплектации на несущих шасси) позволит значительно упростить и сократить величину продолжительности составления или разъединения агрегата. Штатным механизмом замены СМ-А укомплектованы несущие системы МЭС «TERRA-VARIANT»-500/600 и разрабатываемое в ФГБНУ СКНИИМЭСХ – «АНЦ «Донской» (г. Зерноград Ростовской обл.) УЭС нового поколения.

Остальные ранее неупомянутые марки и модели самоходных шасси: STEYR-8300 (выпускалось в Австрии); ДОН-800 и ES-1 (выпускались и выпускаются в России); М 100/150/200 (выпускались в Канаде); а также опытные образцы энергосредств (разрабатывались в ВИМ – СЭС-100 и во ВНИПТИМЭСХ – ЭС-80) более узкого предназначения – для применения в уборочных процессах на скашивании хлебов не только зерновых, но и других культур (в частности, кормовых) в качестве мобильных косилок и комбайнов.

В классификацию технологических систем вошли СМ-А к несущим системам составных с.-х. агрегатов (см. рис. 2). Технологические системы по видам выполняемых процессов и назначению подразделены на чисто технологические, транспортно-технологические и уборочные СМ-А. По исполнению СМ-А представляют собой конкретные конструкции машин-орудий для обработки почвы, посева и ухода за посевами с.-х. культур, грузонесущих или грузораспределяющих машин и оборудования, зерноуборочных или кормоуборочных машин и комплексов.

По агрегатированию СМ-А на шасси несущих систем они подразделяются на навесные, прицепные и монтируемые сверху на шасси несущих систем.

В завершение в обеих классификациях приведены сведения по конкретным маркам моделей несущих систем (МЭС или УЭС) и тех-

нологических систем (СМ-А) составных с.-х. агрегатов модульного построения (как серийно освоенных машинах, опытных образцах и концептуальных разработках).

В материалах табл. 1 представлена информация о патентной защищенности охраняемыми документами (патентами) технических или технологических решений в конструкциях и компоновках составных с.-х. агрегатов на базе МЭС/УЭС и СМ-А. Здесь раскрыты сведения об использовании охраняемых документов по серийно освоенному зерноуборочному комплексу КЗР-10 на базе УЭС-250/280 «ПОЛЕСЬЕ», запатентованному зерноуборочному или кормоуборочному комбайну на базе УЭС «XERION», концептуально разрабатываемым на перспективу: агрегатам модульного построения на базе УЭС нового поколения, а также агрегатам модульного построения на базе системы машин из безмоторных мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой [10–17]. Конструкции этих агрегатов и их составные части проиллюстрированы на рис. 3–6.

Агрегат для уборки с.-х. культур (пат. RU № 2146083) (см. рис. 3) представляет собой составной агрегат из энергетического средства, переднего навесного модуля (убирающего блока) и заднего прицепного модуля (обрабатывающего блока), которые технологически связаны между собой боковыми перегрузочными транспортерами. Сопряжение энергетического средства с задним прицепным модулем и боковых перегрузочных транспортеров последнего и переднего навесного модуля выполнены в одной вертикальной плоскости, что обеспечивает возможность их поворота между собой в поперечном направлении относительно продольной оси всего агрегата. Эти новации позволяют расширить функциональные возможности агрегата, повысить производительность и снизить потери убираемой культуры. Однако



Рис. 3. Зерноуборочный комплекс КЗР-10 на базе УЭС-250/280 «ПОЛЕСЬЕ» (серийно выпускаемый)

Таблица 1

Патентная защищенность в конструкциях серийных и разрабатываемых составных с.-х. агрегатов на базе УЭС и СМ-А

Объекты – несущие и технологические системы в серийных и разрабатываемых с.-х. агрегатах на базе УЭС и СМ-А	Наименование охранных документов (патентов) в объектах
1. Технологические, зерно-(КЗР-10) и кормо-(К-Г-6) уборочные комплексы на базе УЭС «ПОЛЕСЬЕ» (серийно выпускаются).	Агрегат для уборки с.-х. культур [10].
2. Зерноуборочный и кормоуборочный комбайны на базе УЭС «XERION» (на стадии разработки концепции).	С.-х. несущее транспортное средство [11].
3. Технологические и уборочные модульные агрегаты на базе УЭС нового поколения (на стадии разработки концепции).	Способ агрегатирования набора СМ-А и блоков из них с энергосредством для выполнения механизированных работ при производстве с.-х. продукции и средство для его осуществления [12].
	Энергосредство для агрегатирования с набором СМ-А при производстве с.-х. продукции [13].
4. Технологические и уборочные модульные агрегаты на базе систем мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки с.-х. культур и других работ (на стадии разработки концепции)	Система мобильных средств для уборки с.-х. культур [14].
	Система мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки с.-х. культур и других работ [15].
	Система безмоторных мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки с.-х. культур и других работ [16].
	Система безмоторных мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки с.-х. культур и других работ (варианты) [17].

компоновка энергетического средства не обеспечивает монтаж на его шасси сверху СМ-А, а также прямой поток продвижения продуктов уборки по рабочим органам его модулей (или блоков), допускает неравномерное распределение полной нагрузки на колеса шасси и перегрузку моста несущих колес.

С.-х. несущее транспортное средство (пат. RU № 2037284) (см. рис. 4) выполнено в составе шасси, навесного устройства, силовой установки, кабины водителя с механизмом ее перемещения и монтажа на одном из двух устройств на шасси, присоединяемого спереди убороч-

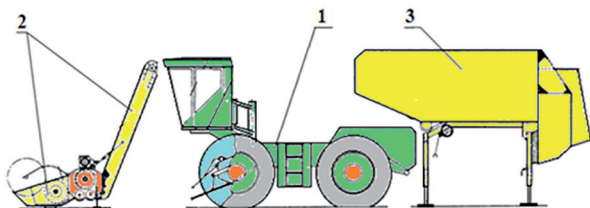


Рис. 4. Зерноуборочный комбайн на базе УЭС «XERION» (концептуальная разработка):
1 – шасси УЭС; 2 – уборочный модуль;
3 – обрабатывающий модуль

ного агрегата и смонтированного сверху на шасси несущего средства обрабатывающего узла и установленных между ними двух наклонных конвейеров.

Новации обеспечат возможность максимально быстрого и надежного переоборудования несущего средства для использования в различных целях с обеспечением хороших условий обзора оператору при работе на тракторе или на самоходных специальных уборочных машинах, например комбайнах и др. Однако конструктивное исполнение технологической части соединения навесного уборочного агрегата на несущем средстве и смонтированного сверху на нем обрабатывающего узла в виде двух наклонных конвейеров не обеспечивает реализации максимальной производительности всего уборочного агрегата в связи их недостаточными габаритами по ширине.

Технические и технологические решения (группа пат. RU № 2431954, 2574479) представляют собой сочетание способов агрегатирования СМ-А с энергосредством и средство их осуществления (рис. 5, рис. 6, а, рис. 6, б

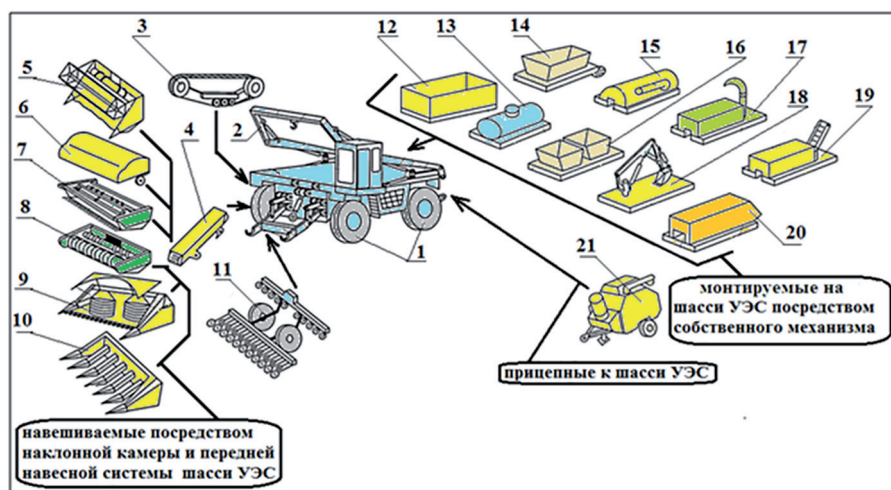


Рис. 5. Технологические и уборочные модульные агрегаты на базе УЭС нового поколения (концептуальная разработка):

- 1 – шасси УЭС; 2 – погрузочное устройство для замены модулей; 3 – сменный гусеничный ход; 4 – наклонная камера; 5, 6 – жатки для зерновых; 7 – косилка; 8 – подборщик; 9, 10 – жатки для кукурузы и подсолнечника; 11 – сеялка; 12 – кузов; 13 – цистерна; 14 – разбрасыватель; 15 – молотильное устройство; 16 – расходные емкости; 17 – измельчитель кормов; 18 – погрузчик-экскаватор; 19 – питатель кормов; 20 – початкоочиститель; 21 – накопитель-очиститель зерна

и рис. 6, в). Согласно первому пат. № 2431954, способ осуществляется путем сочетания традиционных навешивания и присоединения к энергосредству СМ-А и блоков из них, а также отсоединения из блоков, по крайней мере, одного СМ-А и установки его сверху на раму энергосредства с помощью погрузочного устройства, реализующего несколько вариантов замены (установки и снятия) СМ-А. Средство для осуществления способа включает энергосредство в составе ходового шасси с рамой, поперечно перемещаемой на раме кабины управления, силовой установкой снизу рамы, навесных и прицепных устройств, приводов и коммуникаций для рабочих органов СМ-А, погрузочное устройство и сам набор СМ-А, навешиваемых и присоединяемых к раме энергосредства, а также устанавливаемых сверху на его раму. Конструкции погрузочных устройств могут быть разного исполнения (см. рис. 7). Согласно второму пат. № 2574479, энергосредство агрегируется с набором из СМ-А, например, навешиваемой посредством наклонной камеры жатвенной части, устанавливаемых сверху на энергосредство технологическим обрабатывающим агрегатом или грузовым кузовом, а также прицепным накопителем-очистителем.

Энергосредство состоит из ходового шасси с рамой, кабины управления, силовой установки с гидросистемой, навесного и прицепного

устройств, приводов и коммуникаций для рабочих органов СМ-А, наклонной камеры с питающим транспортером, погрузочного устройства и самого набора СМ-А. Кабина управления установлена на раме энергосредства посредством устройства поперечного перемещения, поворотного – посредством гидропривода, что обеспечивает возможности расположения кабины управления на разных горизонтальных уровнях (см. рис. 5 и 6).

Новации в технических решениях направлены на повышение эксплуатационных возможностей и характеристик энергосредства с агрегируемыми СМ-А и позволяют эффективно осуществлять механизированные работы с существенным сокращением затрат труда и средств на их выполнение.

Следующая группа технических и технологических решений (пат. RU № 2369077, 2461175, 2533043, 2533043) представляют собой совокупность систем безмоторных мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки с.-х. культур и других работ. Одна из систем (пат. № 2533043, см. рис. 7) включает, по крайней мере, два уборочных и одно транспортно-тяговое безмоторных мобильных средств, а также поочередно агрегируемые с ними силовые установки и СМ-А. Безмоторные уборочные мобильные средства состоят из ходового шасси, рамы с технологическими рабочими органами для уборки

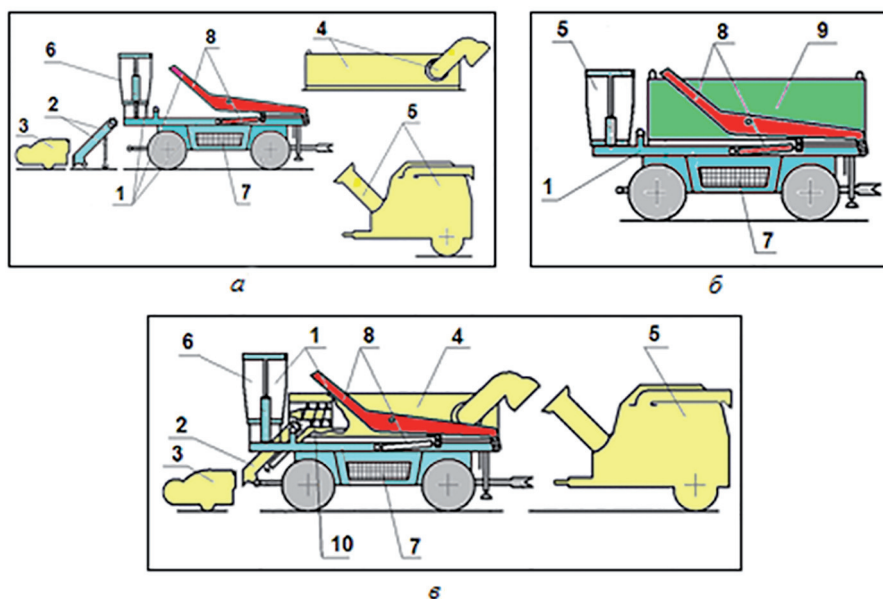


Рис. 6. Технологические и уборочные модульные агрегаты на базе УЭС нового поколения (концептуальная разработка):

1 – шасси УЭС; 2 – наклонная камера; 3 – жатка; 4 – обмолачивающий модуль; 5 – очиститель-накопитель; 6 – кабина; 7 – силовая установка; 8 – механизм замены модулей; 9 – кузов

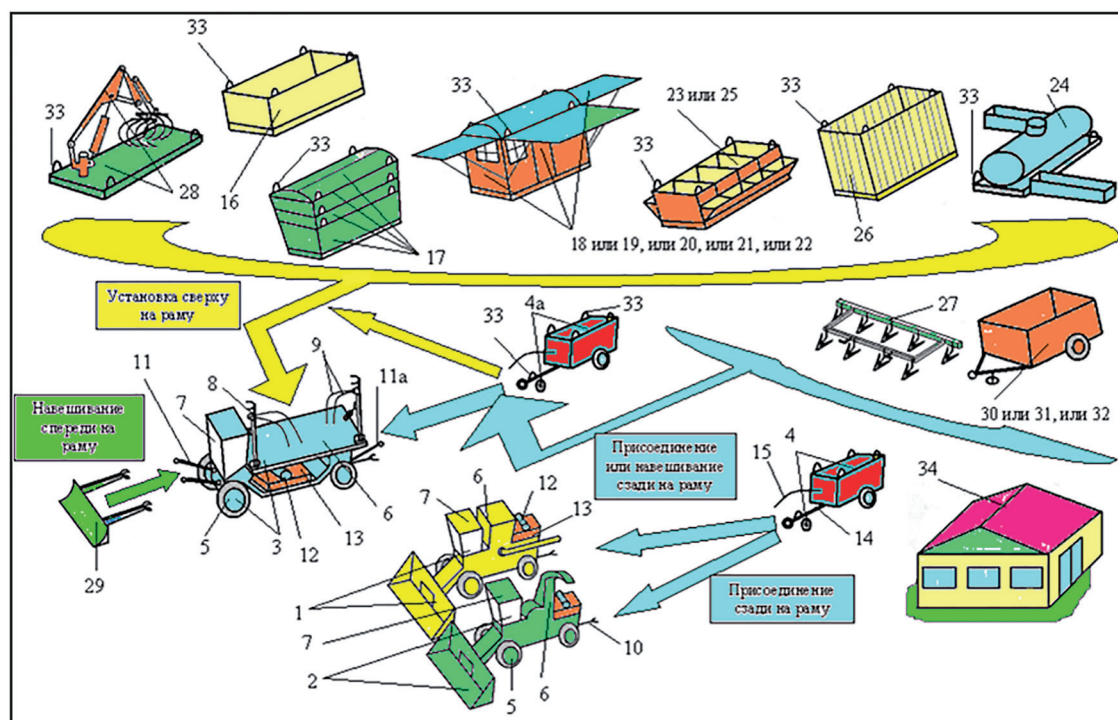


Рис. 7. Технологические и уборочные модульные агрегаты на базе системы мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой (концептуальная разработка):

1, 2 – безмоторные мобильные средства бункерного и безбункерного типа; 3 – тягово-транспортное безмоторное мобильное средство; 4 и 4а – силовая установка; 5 – ходовое шасси; 6 – рабочие органы; 7 – кабина; 8, 9 – механизм замены модулей; 10, 11, 11а – прицепное и навесное устройства; 12 – электромотор; 13 – насосная станция; 14 – шасси; 15 – силовой кабель; 16 – универсальный кузов; 17 – пакетируемые кузова; 18 – трансформируемый полевой стан; 19 – кузов-склад; 20 – кузов-мастерская; 21 – кузов-заправочная; 22 – торговый павильон; 23 – кузов-кормушка; 24 – кузов-поилка; 25 – кузова – расходные емкости; 26 – кузов для легковесных грузов; 27 – посевное орудие; 28 – погрузочный модуль; 29 – бульдозер; 30 – разбрасыватель удобрений; 31 – опрыскиватель растений; 32 – раздатчик кормов; 33 – захватная петля; 34 – стационарный объект

с.-х. культур, приводы которых выполнены гидравлическими и от электромоторов. Силовые установки выполнены из электромоторов с насосными станциями на раме каждого из уборочных и транспортно-тягового безмоторных мобильных средств и основной и резервной электростанций на прицепных шасси. Транспортно-тяговое безмоторное мобильное средство состоит из ходового шасси, рамы с механизмом замены и разгрузки съемных кузовов и СМ-А, прицепных и навесных устройств. В состав системы входит широкий состав СМ-А, в том числе: погрузочный модуль с бульдозерной лопатой, универсальные кузова для транспортировки грузов, специализированные кузова для перевозки зерна, легкового груза, для поения и кормления животных в поле, для накопления и расхода кормов, семян, удобрений, трансформируемые кузова-контейнеры для культурно-бытового обслуживания работы персонала и сервисного сопровождения техники в полевых условиях, прицепные технологические адаптеры для разбрасывания удобрений, опрыскивания растений и раздачи кормов, а также почвообрабатывающие и посевные орудия. В целом новации направлены на значительное расширение области применения систем за счет увеличения разнообразия выполняемых ими работ. Однако широкое применение подобных компоновок и конструкций систем машин в СХП, по-видимому, найдет в далекой перспективе при условии освоения предприятиями с.-х. машиностроения необходимых комплектующих узлов и агрегатов.

В результате проведения оптимизационных расчетов на моделях СХП в производственных подзонах зернопроизводящих регионов юга России оценены потребность в энергомашинах (тракторах, комбайнах и УЭС), а также уровни показателей эффективности использования разных составов МТП из агрегатов техники нового поколения (МЭС с комплектами СМ-А) по сравнению с базой (МТП из агрегатов серийной техники), которые приведены в табл. 2 и 3. В качестве моделей рассмотрены СХП с площадью пашни 5000 га на базе рекомендуемых типовых севооборотов с соответствующими составами МТП на базе агрегатов из техники нового поколения (новый) и серийной техники (базовый) для выполнения годовых объемов работ.

Потребность в энергомашинах, на примере модели СХП южной подзоны Ростовской об-

ласти, в новой комплектации МТП снижается в 1,5 раза – с 30 до 20 единиц (табл. 2). При этом новые агрегаты в составе 10 единиц УЭС с комплектами СМ-А на выполнении годового объема работ в вышеназванной модели СХП заменяют: полностью все тракторы марки Агромаш-90ТГ (5 единиц) – на почвообрабатывающих операциях (вспашка, лущение, дискование, посев и др.) и самоходные комбайны марок Acros (10 единиц) и Дон-680 (2 единицы) – на уборке зерновых и силосных культур, а также частично сокращают потребность в тракторах всех марок Беларусь – с 13 до 10 единиц, применяемых на прикорневой подкормке, внесении и заделке гербицидов и др. Годовая загрузка единицы УЭС в модели СХП составляет 850 ч.

Пиковая потребность в УЭС определяется на работах, выполняемых в период уборки зерновых колосовых культур. В первую очередь это относится к комбайновой уборке, на которой модульные агрегаты УЭС полностью заменяют традиционные зерноуборочные комбайны Acros, будучи в агрегате со специализированными зерноуборочными СМ-А.

В то же время список операций, выполняемых в указанный уборочный период, включает (кроме уборочных, транспортных и стационарных) также и почвообрабатывающие операции, в том числе и лущение стерни, проводимое одновременно с уборкой зерновых. Для их реализации не вполне целесообразно иметь дополнительные единицы УЭС, а задействовать при этом на обработке почвы агрегаты на базе тракторов общего назначения с тяговым классом 20–30 кН (Беларус-1221, Беларусь-1523).

В другие рабочие периоды (сев озимых и яровых, осенняя вспашка и др.) вышеназванные свободные тракторы могут частично использоваться для выполнения соответствующих операций, поскольку стоимость выполнения единицы работ у таких агрегатов ниже из-за их меньшей балансовой стоимости, которая определяет величины амортизационных и ремонтных отчислений по агрегатам.

В свою очередь, агрегаты на базе УЭС выполняют, например, основные объемы работ по осенней пахоте, а также другие энергоемкие работы. Кроме того, на операциях с малой энергоемкостью и незначительными объемами (погрузка и внесение удобрений, междурядные обработки пропашных и др.) целесообразно применять сравнительно маломощные, но от-

Таблица 2

**Составы агрегатов по вариантам комплектования МТП в модели СХП
южной подзоны Ростовской области и потребность в них на технологических операциях**

Технологические операции	Составы технологических агрегатов по вариантам комплектования МТП в модели СХП					
	Базовый			Новый		
	Тракторы и серийные с.-х. машины – орудия (М-О)			МЭС и с.-х. сменные модули-адаптеры (СМ-А)		
	агрегаты		потребность, единиц	агрегаты		потребность, единиц
	энерго-машина	машина – орудие		энерго-машина	машина – орудие	
Тракторы и энергосредства на возделывании с.-х. культур						
Боронование, культивация, вспашка, выравнивание почвы, корпусное лушение, дискование; посев: зерновых, пропашных, корнеплодов и овощей, прикатывание посевов; прикорневая подкормка, внесение и заделка гербицидов; транспортировка, разравнивание и трамбовка зеленой массы; погрузка, измельчение и внесение минеральных и органических удобрений	трактор Агромаш-90ТГ	почвообр. М-О	5	энергосредство УЭС	почвообр. СМ-А	5
	трактор Беларус-1523	с.-х. М-О	2	трактор Беларус-1523	с.-х. М-О	1
	трактор Беларус-1221	с.-х. М-О	7	трактор Беларус-1221	с.-х. М-О	3
	трактор Беларус-952	с.-х. М-О	4	трактор Беларус-952	с.-х. М-О	6
Комбайны и энергосредства на уборке с.-х. культур						
Уборка зерновых колосовых, бобовых; кукурузы с обмолотом початков; подсолнечника	комбайн Acros	жатки	10	УЭС	зерноубор. СМ-А	10
Уборка кукурузы на силос	комбайн Дон-680	жатки	2	УЭС	кормоубор. СМ-А	2
Энергомашины (тракторы, комбайны и энергосредства)						
По вариантам комплектования МТП в СХП	тракторы	М-О	18	тракторы	М-О	10
	комбайны	жатки	12	УЭС	СМ-А	10
	всего		30	всего		20

носителем недорогие агрегаты на базе тракторов, в частности, универсально-пропашных класса тяги 1,4 (Беларус-952).

При выполнении уборочных работ шасси УЭС агрегируется со СМ-А по типу серийно выпускаемого комплекса КЗР-10 для уборки зерновых (в виде жатки для зерновых, наклонной камеры, МСУ, прицепного накопителя-очистителя зерна), с тем же комплексом на уборке кукурузы с обмолотом ее початков – с жаткой для кукурузы и с тем же комплексом на уборке подсолнечника – с жаткой для подсолнечника. При скашивании силосных и кормовых культур шасси УЭС агрегируется

со СМ-А по типу серийного комплекса К-Г-6 для уборки кормовых культур (в виде жатки для силосных и кормовых культур, наклонной камеры, измельчителя силосных и кормовых культур). При выполнении почвообрабатывающих и посевных операций, а также при уходе за посевами растений шасси УЭС агрегируется со специализированными СМ-А в виде прицепных и навесных с.-х. машин-орудий (М-О) соответствующего назначения или с их серийными аналогами.

Оценка также показала, что величины уровней капитальных вложений в новые составы МТП в разрезе всех 11 моделей (см. табл. 3)

Таблица 3

Уровни показателей эффективности использования новых составов МТП из агрегатов техники нового поколения в сравнении с базой в моделях СХП подзон регионов юга России

Подзоны регионов юга России	Значение уровней показателей* использования МТП на основе техники нового поколения в моделях СХП		
	капитальные вложения в МТП	эксплуатационные затраты по МТП	чистый дисконтированный доход (ЧДД)
Регион – Краснодарский край			
Северная	0,798	0,865	1,318
Центральная	0,748	0,826	1,510
Западная	0,791	0,866	1,455
Анапо-Таманская	0,709	0,794	1,644
Регион – Ростовская область			
Северная	0,818	0,853	1,803
Южная	0,822	0,859	1,531
Восточная	0,825	0,875	2,989
Регион – Ставропольский край			
Овцеводческая	0,817	0,876	5,432
Зерново-овцеводческая	0,808	0,858	3,445
Зерново-скотоводческая	0,736	0,825	1,880
Прикурортная	0,813	0,841	1,536

Примечание: * доля от базовых значений, уровни которых приняты за 1,0.

СХП составляют от 0,709 до 0,825 от базовых значений, уровни которых приняты за 1,0. Величины эксплуатационных затрат по составам МТП в моделях также снижаются от базовых значений – с 0,794 до 0,876. При этом величины уровней ожидаемых чистых дисконтированных доходов увеличиваются с 1,318–2,107 до 5,432 от базовых значений. То есть применение МТП из агрегатов на базе техники нового поколения (МЭС с комплектами СМ-А) обеспечивает снижение затрат (капитальных вложений) на комплектование новых составов МТП со снижением затрат на их эксплуатацию, а также рост доходной части (ЧДД) от нового состава МТП.

Выводы

Технологические агрегаты в СХП комплектуются в основном на базе составов МТП из серийных энергомашин (тракторов, самоходных комбайнов) и машин-орудий, и поступающей техники нового поколения, которая существенно выделяется своей универсальностью и новизной конструктивного исполнения. Агрегаты нового поколения распространены в ряде стран Европы в виде ряда семейств и их моделей или модификаций. Это УЭС семейства «ПОЛЕСЬЕ»-250/280;290/450 (ОАО «Гомсельмаш», Беларусь); МЭС семейства «XERION»-

3300/3800 (фирмы CLAAS, Германия), МЭС семейства «TERRA-VARIANT»-500/600 (фирмы HOLMER, Германия), а также создаваемые в научно-исследовательских учреждениях аналогичные концептуальные разработки модульного построения. В составы технологических систем (исполнительных рабочих органов) к семействам МЭС могут входить СМ-А разного назначения.

Выполненные по ряду основных отличительных признаков систематизации и классификации составных технологических и компоновочных схем модульных агрегатов по аспектам их построения, а также исполнения частей и механизмов позволили установить, что единым и объединяющим для рассмотренных составных агрегатов является принцип их формирования – модульное построение, сочетающее агрегатирование их несущих и технологических систем в единый агрегат. Несущие системы исполнены, как правило, на основе мобильных или универсальных энергетических средств (МЭС или УЭС), а технологические системы – в виде сменных модулей-адаптеров (СМ-А).

Технические и технологические решения в конструкциях перспективных серийно освоенных и разрабатываемых моделей и образцов модульных агрегатов защищены рядом охраняемых документов.

Технико-экономическая оценка подтвердила, что применение МТП на базе агрегатов из техники нового поколения (МЭС с комплектами СМ-А) обеспечит снижение потребности в энергомашинах и уровня затрат на комплектование новых составов МТП, их эксплуатацию и рост доходной части по МТП.

Литература

1. Бершицкий Ю.И., Горячев Ю.О. Оптимизация состава МТП с использованием целочисленного линейного программирования // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1999. № 1. С. 23–26.
2. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И., Бурьянов М.А. Способы и средства адаптации МЭС для агрегатирования с уборочными и транспортно-технологическими модулями // Техника и оборудование для села. 2013. № 6. С. 5–9.
3. Шуринов В.А. Основы агрегатирования универсального мобильного энергетического средства с адаптерами различного назначения. Гомель: ИММС НАНБ, 1999. 392 с.
4. Дмитренко А.И. Способы и средства агрегатирования набора адаптеров с энергосредством для выполнения технологических и погрузочно-транспортных процессов при производстве продукции полеводства // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники: Сб. статей междунар. науч.- практ. конф. Краснодар, 2013. С. 109–115.
5. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Универсальные технические системы для сельского хозяйства // Сельскохозяйственная техника. 2015. Т. LII. № 1. С. 27–39.
6. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Современные тенденции развития мобильных энергетических средств для села // Техника и оборудование для села. 2015. № 6. С. 8–13.
7. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Современные модульные технологические агрегаты // Сельский механизатор. 2016. № 3. С. 14–16.
8. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И., Горячев Ю.О. и др. Модульные зерноуборочные агрегаты на базе универсальных энергетических средств // Вестник аграрной науки Дона. 2016. Т. 3. № 35. С. 14–30.
9. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. К анализу тракторных перевозок грузов в сельскохозяйственном производстве // В сборнике научных трудов: Обоснование и разработка новых технологий и технических средств в животноводстве. Зерноград, 2001. С. 154–161.

10. Шуринов В.А., Федорович С.А., Мордухович А.В. и др. Агрегат для уборки сельскохозяйственных культур. Патент РФ № 2146083, 1998.
11. Фредриксен Н, Хайдыанн Ф, Кляйнеменке Х. Сельскохозяйственное несущее транспортное средство. Патент РФ № 2037284, 1990.
12. Бурьянов А.И., Пахомов В.И., Дмитренко А.И. и др. Способ агрегатирования набора сменяемых модулей-адаптеров и блоков из них с энергосредством для выполнения механизированных работ при производстве сельскохозяйственной продукции и средство для его осуществления. Патент РФ № 2431954, 2009.
13. Бурьянов А. И., Дмитренко А.И., Бурьянов М. А. и др. Энергосредство для агрегатирования с набором сменяемых модулей-адаптеров при производстве сельскохозяйственной продукции. Патент РФ № 2574479, 2013.
14. Дмитренко А.И., Агафонов Н.И., Бурьянов А.И. и др. Система мобильных средств для уборки сельскохозяйственных культур. Патент РФ № 2369077, 2008.
15. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И., Пахомов В.И. и др. Система мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки сельскохозяйственных культур и других работ. Патент РФ № 2461175, 2011.
16. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Система безмоторных мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки сельскохозяйственных культур и других. Патент РФ № 2533043, 2013.
17. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Система безмоторных мобильных средств поочередного агрегатирования с одной силовой установкой для выполнения уборки сельскохозяйственных культур и других работ (варианты). Патент РФ № 2566020, 2014.

References

1. Bershitskiy Yu.I., Goryachev Yu.O. Optimization of the composition of MTP using integer linear programming. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 1999. No 1, pp. 23–26.
2. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I., Bur'yanov M.A. Ways and means of adapting MES for integration with harvesting and transport-technological modules. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2013. No 6, pp. 5–9.
3. Shurinov V.A. Osnovy agregatirovaniya universal'nogo mobil'nogo energeticheskogo sredstva s adapterami razlichnogo naznacheniya [Basics of aggregation of a universal mobile power tool with

- adapters for various purposes]. Gomel': IMMS NANB, 1999. 392 s.
4. Dmitrenko A.I. Methods and means of aggregating a set of adapters with an energy source for performing technological and loading-transport processes in the production of field crop manufacturing. *Tekhnika budushchego: perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: Sb. statey mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Technology of the future: prospects for the development of agricultural machinery: Collection of papers of international scientific-practical conference]*. Krasnodar, 2013, pp. 109–115.
 5. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Universal technical Ssystems for agriculture. *Selskostopanska tekhnika*. 2015. Vol. LII. No 1, pp. 27–39.
 6. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Modern trends in the development of mobile energy resources for the village. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2015. No 6, pp. 8–13.
 7. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Modern modular technological units. *Sel'skiy mekhanizator*. 2016. No 3, pp. 14–16.
 8. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I., Goryachev Yu.O. i dr. Modular grain-harvesting units based on universal energy facilities. *Vestnik agrarnoy nauki Dona*. 2016. Vol. 3. No 35, pp. 14–30.
 9. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Analysis of tractor transport of goods in agricultural production. *V sbornike nauchnykh trudov: Obosnovanie i razrabotka novykh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv v zhivotnovodstve [In the collection of scientific papers: Rationale and development of new technologies and techniques in livestock production]*. Zernograd, 2001, pp. 154–161.
 10. Shurinov V.A., Fedorovich S.A., Mordukhovich A.V. i dr. Agregat dlya uborki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Aggregate for harvesting crops]. Patent RF No 2146083, 1998.
 11. Fredriksen N, Khayd'yann F, Klyaynemenke Kh. Sel'skokhozyaystvennoe nesushchee transportnoe sredstvo [Agricultural carrying vehicle]. Patent RF No 2037284, 1990.
 12. Bur'yanov A.I., Pakhomov V.I., Dmitrenko A.I. i dr. Sposob agregatirovaniya nabora smenyaemykh moduley-adapterov i blokov iz nikh s energosredstvom dlya vypolneniya mekhanizirovannykh rabot pri proizvodstve sel'skokhozyaystvennoy produktsii i sredstvo dlya ego osushchestvleniya [The method of aggregating a set of replaceable modules-adapters and blocks of them with an energy source for performing mechanized work in the production of agricultural products and a means for its implementation]. Patent RF No 2431954, 2009.
 13. Bur'yanov A. I., Dmitrenko A.I., Bur'yanov M. A. i dr. Energosredstvo dlya agregatirovaniya s naborom smenyaemykh moduley-adapterov pri proizvodstve sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Energy for aggregation with a set of plug-in adapters for the production of agricultural products]. Patent RF No 2574479, 2013.
 14. Dmitrenko A.I., Agafonov N.I., Bur'yanov A.I. i dr. Sistema mobil'nykh sredstv dlya uborki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The system of mobile means for harvesting crops]. Patent RF No 2369077, 2008.
 15. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I., Pakhomov V.I. i dr. Sistema mobil'nykh sredstv poocherednogo agregatirovaniya s odnoy silovoy ustanovkoy dlya vypolneniya uborki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i drugikh rabot [The system of mobile means of alternate aggregation with a single power plant for harvesting crops and other works]. Patent RF No 2461175, 2011.
 16. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Sistema bezmotornykh mobil'nykh sredstv poocherednogo agregatirovaniya s odnoy silovoy ustanovkoy dlya vypolneniya uborki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i drugikh [A system of non-motorized mobile means of alternate aggregation with a single power plant for harvesting crops and other]. Patent RF No 2533043, 2013.
 17. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Sistema bezmotornykh mobil'nykh sredstv poocherednogo agregatirovaniya s odnoy silovoy ustanovkoy dlya vypolneniya uborki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i drugikh rabot (varianty) [A system of non-motorized mobile means of alternate aggregation with a single power plant for harvesting crops and other works (options)]. Patent RF No 2566020, 2014.