

АНАЛИЗ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПОСЛОЙНОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

ANALYSIS OF AGROTECHNICAL INDICES OF WORKING ORGANS FOR LAYERED SOIL-FREE TILLAGE

Г.Г. ПАРХОМЕНКО, к.т.н.
Ю.А. СЕМЕНИХИНА, к.т.н.
А.В. ГРОМАКОВ, к.т.н.
И.В. БОЖКО, к.т.н.

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Зерноград,
 Россия, i.v.bozhko@mail.ru

G.G. PARKHOMENKO, PhD in Engineering
YU.A. SEMENIKHINA, PhD in Engineering
A.V. GROMAKOV, PhD in Engineering
I.V. BOZHKO, PhD in Engineering

SSE «ARC «Donskoy», Zernograd, Russia, i.v.bozhko@mail.ru

При послойной обработке почвы формируется влагонакопительный слой внутри пласта. Рыхлитель для мелкой обработки почвы, конструкцию которого необходимо оптимизировать, входит в состав послойного рабочего органа для обработки почвы. Целью исследования является сравнительная оценка агротехнических показателей технологического процесса послойной безотвальной обработки почвы. Конструкция исследуемых рабочих органов содержит стойку с долотом для глубокой обработки почвы. В передней части стойки установлены съемные лемешные лезвия. На долоте закреплен – с возможностью перемещения – комкодробитель и расположена упорная плита. В верхней части стойки смонтирован – с возможностью замены – рыхлитель для мелкой обработки почвы. Экспериментальные данные по агротехническим показателям технологического процесса послойной обработки почвы новыми рабочими органами с эллиптическим, плоскорезным (металлическим и пластиковым) рыхлителем получены на опытном поле. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен низкой плотности устанавливался на рыхлителе, долоте, комкодробителе и упорной плите рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы с пластиковыми элементами. Рабочие органы соответствуют агротехническим требованиям. Отклонение глубины обработки от заданной 2,83–6,88 %, гребнистость составила 0–7,53 см, в обработанном слое почвы преобладают фракции размером до 50 мм (76,8–98,5 %), содержание эрозионно-опасных частиц уменьшается в поверхностном слое на 2,90–18,13 %. Наиболее качественная обработка почвы осуществлялась рабочим органом с эллиптическим рыхлителем, наименее – с плоскорезным. Для улучшения показателей целесообразно придать криволинейную форму плоскорезному рыхлителю из пластика. Наблюдалось залипание передней части стойки рабочего органа. Пластик не подвержен залипанию влажной почвой и самоочищается.

Ключевые слова: влагонакопительный слой, агротехнические показатели, технологический процесс, послойная обработка почвы, рабочий орган.

In the layer-by-layer treatment of the soil, a moisture accumulating layer is formed inside the formation. To form a moisture accumulation layer, it is necessary to optimize the design of the ripper for shallow working of the layered working organ. The aim of the study is a comparative evaluation of the agrotechnical indices of the technological process of layer-by-layer soil-free tillage. The design of the working organs under investigation contains a rack with a chisel for deep tillage. In the front part of the rack there are removable plowshares. On the bit is fixed with the possibility of moving the crusher and the thrust plate is located. At the top of the rack is mounted with the ability to replace the ripper for shallow tillage. Experimental data on agrotechnical indices of the technological process of layer-by-level tillage of new working bodies with elliptical, planar (metal and plastic) ripper were obtained on the experimental field. Ultra-high-molecular-weight low-density polyethylene was installed on the ripper, chisel, crumbler and thrust plate of the working device for layer-by-layer soil-free tillage with plastic elements. The working bodies correspond to the agrotechnical requirements. The deviation of the depth of treatment from the preset 2,83–6,88 %, the combability was 0–7,53 cm, fractions up to 50 mm in size (76,8–98,5 %) predominate in the treated soil layer, the content of erosion-hazardous particles decreases In the surface layer by 2,90–18,13 %. The most qualitative soil cultivation was carried out by a working organ with elliptical, least – with a flat-topped ripper. To improve the performance it is advisable to give a curved shape to a flat-topped ripper made of plastic. There was a sticking of the front part of the counter of the organ. Plastic is not susceptible to sticking with moist soil and self-cleaning.

Keywords: moisture accumulation layer, agrotechnical indices, technological process, layerwise tillage, working organ.

Введение

В результате исследований [1] установлено, что при послойной обработке почвы формируется влагонакопительный слой, поскольку при этом внутри пласта имеет место комбинация обоих типов теплообмена (инсоляции и излучения), исходя из переменного направления температурного градиента, причем термодиффузионные потоки влаги от верхних и от нижних слоев соединяются на глубине 10–15 см. На этой глубине и образуется влагонакопительный слой, обеспечивающий доступной влагой корневую систему зерновых культур в засушливый период. Поэтому для управления процессом формирования влагонакопительного слоя необходимо оптимизировать конструкцию рыхлителя для мелкой обработки почвы послойного рабочего органа.

Цель исследования

Целью исследования является сравнительная оценка качественных (агротехнических) показателей технологического процесса послойной безотвальной обработки почвы, осуществляемого новыми рабочими органами.

Материалы и методы исследования

Конструкция исследуемых рабочих органов содержит стойку с долотом для глубокой обработки почвы. В передней части стойки установлены съемные лемешные лезвия. На долоте закреплен с возможностью перемещения комкодробитель и расположена упорная плита. В верхней части стойки смонтирован с возможностью замены рыхлитель для мелкой обработки почвы.

Экспериментальные данные по агротехническим (качественным) показателям технологического процесса послойной обработки почвы новыми рабочими органами с эллиптическим, плоскорезным (металлическим и пластиковым) рыхлителем (рис. 1) получены на опытном поле. Помимо рыхлителя, сверхвысокомолекулярный полиэтилен низкой плотности устанавливался на долоте, комкодробителе и упорной плите рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы с пластиковыми элементами. Разработана экспериментальная установка для создания реального технологического процесса функционирования в условиях полублокированного резания с впереди идущим дополнительным рабочим органом, подготавливающим слой почвы под исследуемый.



Рис. 1. Трактор с экспериментальной установкой

Результаты исследования и их обсуждение

Условия проведения исследований представлены в табл. 1.

Анализ условий проведения исследований свидетельствует о том, что они соответствуют требованиям нормативной документации (ГОСТ 20915-2011), за исключением твердости почвы на глубине 20–30 см, которая была экстремальной (более 4,0 МПа). Влажность почвы соответствует допустимой (до 30 %). Требования нормативной документации предусматривают дополнительные испытания новых перспективных рабочих органов для обработки почвы на экстремальных фонах и режимах функционирования (например, высокой скорости или большой глубине). Поэтому экстремальные условия являются допустимыми при исследовании новых рабочих органов для послойной обработки почвы, как при определении качественных (агротехнических), так и энергетических показателей.

Анализ агротехнических показателей новых рабочих органов свидетельствует о том, что они качественно выполняют заданный технологический процесс и соответствуют агротребованиям (табл. 2).

Отклонение глубины обработки от заданной 2,83–6,88 % находится в пределах нормы (до 10 %). Наибольшая неравномерность (5,94–6,88 %) наблюдалась на глубине 25 см, снижаясь до минимальной (2,83–4,49 %) на 30 см и несколько возрастая при наиболее глубокой обработке почвы – 35 см (3,21–4,51 %), однако, не достигая максимальной. Это отчасти объясняется экстремальной твердостью почвы в слое 20–30 см

Основное назначение рассматриваемых рабочих органов заключается в глубоком безотвальном рыхлении, они должны обеспечивать наилучшие показатели качества обработки почвы при глубине свыше 25 см.

Таблица 1

Условия проведения исследований

Наименование показателя	Значение показателя
Технологическая операция	Послойное безотвальное рыхление
Тип почвы по механическому составу	Чернозем обыкновенный слабогумусный мощный легкоглинистый на лессовидных глинах
Рельеф	Ровный
Уклон поля	Ровный
Фон	Черный пар
Влажность почвы, %, в слоях, см: 0...5 5...10 10...15 15...20 20...25 25...30 30...35	14,8 22,9 23,5 24,8 25,8 26,9 30,7
Твердость почвы, МПа, в слоях, см: 0...5 5...10 10...15 15...20 20...25 25...30	1,60 2,12 3,27 4,23 5,18 7,49
Содержание эрозионно-опасных частиц почвы в слое от 0 до 5 см, %	39,13
Предшествующая обработка	Поверхностное дискование
Растительные и пожнивные остатки	Отсутствуют

Таблица 2

Агротехнические (качественные) показатели рабочих органов

Наименование показателя	Значение для рабочих органов		
	с плоскорезным рыхлителем	с эллиптическим рыхлителем	с элементами из пластика
Крошение пласта, %: – количество фракций размером до 50 мм – количество фракций размером свыше 50 мм	76,8 23,2	96,4–98,5 1,5–3,6	82,0–84,8 15,2–18,0
Гребнистость, см	7,53	0 (гребни и борозды не просматриваются)	
Изменение содержания эрозионно-опасных частиц в слое 0–5 см, %	снижение на 4,13	снижение на 15,20–18,13	снижение на 2,95–3,41
Установочная глубина 25 см: – фактическая, см – отклонение, см – коэффициент вариации, %	не предусмотрено методикой экспериментальных исследований	25,0–25,5 1,58–1,72 6,17–6,72	24,8–25,4 1,48–1,71 5,56–6,87
Установочная глубина 30 см: – фактическая, см – отклонение, см – коэффициент вариации, %	34,9 1,33 3,78	30,5–30,8 0,89–1,33 2,83–4,49	30,0–30,7 0,91–1,19 3,05–3,95
Установочная глубина 35 см: – фактическая, см – отклонение, см – коэффициент вариации, %	не предусмотрено методикой экспериментальных исследований	34,9–35,4 1,12–1,40 3,21–4,0	35,1–35,4 1,32–1,61 3,71–4,51

Гребнистость не превышает допустимой – 0–7,53 см (7,5–10,5 см). Наибольшая гребнистость наблюдалась при использовании рабочего органа для послойной безотвальной обработки с плоскорезным рыхлителем (7,53 см), что объясняется несовершенством его конструкции и приводит к выводу об использовании криволинейных элементов вместо прямолинейных.

В обработанном слое почвы преобладают фракции размером до 50 мм: 76,8–98,5 %, что соответствует агротехническим требованиям (60 % и более). Наиболее качественное крошение (рис. 2) наблюдалось при использовании рабочего органа для послойной безотвальной обработки с эллиптическим рыхлителем (97,4–98,5 % фракций размером до 50 мм), наименее – с плоскорезным рыхлителем (76,8 %).

Ухудшение качества крошения пласта рабочим органом с плоскорезным рыхлителем связано с экстремальной твердостью почвы на глубине 20–30 см, свидетельствующей о переуплотнении указанных слоев и наличии так называемой плужной подошвы на рассматриваемом участке. При взаимодействии плоскорезного рыхлителя с пластом крошение осуществляется в результате только лобового резания, а эллиптического рыхлителя – еще и косоуго, при котором наряду с деформациями сжатия в направлении движения наблюдается также сдвиг почвы в стороны по поверхностям скольжения (наименьшего сопротивления).

В результате наблюдается более качественное крошение почвы при функционировании рабочего органа с эллиптическим рыхлителем, чем с плоскорезным, что наглядно представлено на рис. 3.

Дополнительное подтверждение вышеизложенного обнаружилось в деформации пласти-

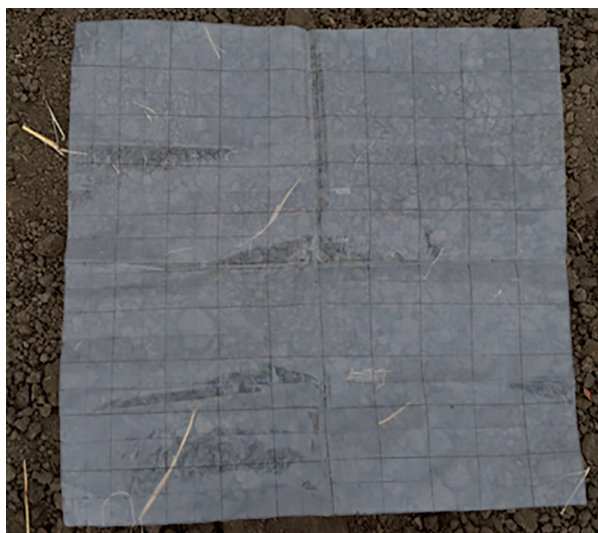


Рис. 2. Измерение крошения почвы (рабочий орган с эллиптическим рыхлителем)

кового плоскорезного рыхлителя по форме, близкой к криволинейной траектории поверхностей скольжения (пути наименьшего сопротивления) частиц почвы при крошении пласта. Из вышеизложенного следует вывод о целесообразности придания криволинейной формы плоскорезному рыхлителю при доработке пластикового рабочего органа.

Содержание эрозионно-опасных частиц уменьшается в поверхностном слое после прохода новых рабочих органов на 2,90–18,13 %.

Резкое снижение содержания эрозионно-опасных частиц в поверхностном слое почвы при использовании рабочего органа с эллиптическим рыхлителем (15,12–18,13 %) можно объяснить известным свойством эллипса о сходимости лучей после отражения из одного фокуса в другой. Поток почвы при движении агрегата, отталкиваясь при соударении о поверхность рабочего органа, перемещается из одного фокуса



Рис. 3. Вид обработанной почвы после прохода рабочего органа:

а – с эллиптическим рыхлителем; б – с плоскорезным рыхлителем; в – с пластиковыми элементами



Рис. 4. Самоочищение элементов из пластика рабочего органа

эллипса в другой. При этом наблюдаются дополнительное крошение и некоторая сепарация слоя с вынесением на поверхность более прочных макроагрегатов почвы и просыпанием в щели между ними эрозионно-опасных частиц, которые остаются внутри пласта [1–6].

Следует отметить, что элементы из пластика практически не залипают влажной почвой (рис. 4) и подвержены самоочищению в отличие от металлического рабочего органа, что соответствует результатам исследований [7, 8].

Установлено [7], что рабочая поверхность из пластика подвержена в меньшей степени налипанию почвы, чем сталь. В качестве критерия принята сила отрыва, отнесенная к площади контакта. При этом наименьшей силой отрыва обладает фторопласт и полиэтилен (табл. 3).

В результате исследований [8] установлено снижение налипания при использовании пластика в качестве покрытия рабочей поверхно-

сти (табл. 4), что соответствует данным, приведенным в табл. 3. Наименьшая масса почвы налипает на фторопластовое и полиэтиленовое покрытия рабочих поверхностей.

Внедрение конструкций рабочих органов с элементами из пластика является перспективным направлением повышения эксплуатационной надежности и энергоэффективности почвообрабатывающих машин [9, 10], предупреждает возникновение преждевременного износа их механизмов и систем [11, 12].

Выводы

Анализ агротехнических показателей новых рабочих органов свидетельствует о том, что они качественно выполняют заданный технологический процесс и соответствуют агротехническим требованиям: отклонение глубины обработки от заданной – 2,83–6,88 %, гребнистость составила 0–7,53 см, в обработанном слое почвы преобладают фракции размером до 50 мм (76,8–98,5 %), содержание эрозионно-опасных частиц уменьшается в поверхностном слое на 2,90–18,13 %.

Наиболее качественная послойная безотвальная обработка почвы осуществлялась рабочим органом с эллиптическим рыхлителем (97,4–98,5 % фракций размером до 50 мм, резкое снижение содержания эрозионно-опасных частиц в поверхностном слое – 15,12–18,13 %), наименее – с плоскорезным рыхлителем (доля фракций до 50 мм составила 76,8 %).

Таблица 3

Налипание глинистого чернозема на различные поверхности [7]

Материал рабочей поверхности	Коэффициент отрыва при влажности почвы, %			
	17,68	21,02	23,47	26,40
Сталь	2,42	3,75	7,62	14,40
Фторопласт	0	0	0,24	0,91
Полиэтилен	0,55	2,42	5,80	6,55
Винилпласт	1,65	2,86	9,75	12,40
Сополимер	1,10	2,19	6,15	10,0

Таблица 4

Налипание почвы на различные материалы [8]

Материал покрытия	Налипание почвы (влажность 26 %)	
	Масса налипшей почвы, кг	Электрический потенциал, мВ
Сталь	0,70	–50...–30
Фторопласт	0,14	+50...+100
Полиэтилен	0,23	+30...+50
Пентопласт	0,51–0,56	–20...+30

Целесообразно придать криволинейную форму плоскорезному рыхлителю при доработке пластикового рабочего органа.

Установлено снижение налипания почвы при использовании пластика в качестве покрытия поверхности рабочего органа.

Литература

1. Пархоменко Г.Г., Громаков А.В., Божко И.В. Влияние послойной обработки почвы на процесс термодиффузии влаги внутри пласта // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий. Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции (17–18 сентября 2014 г., Москва). М.: ФГБНУ ВИМ, 2014. С. 217–221.
2. Божко И.В., Пархоменко Г.Г. Кольцевой рабочий орган для обработки почвы // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения. Материалы 7-й международной научно-практической конференции в рамках 17-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2014». Ростов-на-Дону, 2014. С. 78–81.
3. Пархоменко Г.Г., Божко И.В. Взаимодействие кольцевого рабочего органа с обрабатываемым пластом почвы // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения. Материалы 7-й международной научно-практической конференции в рамках 17-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2014». Ростов-на-Дону, 2014. С. 39–42.
4. Пархоменко Г.Г., Божко И.В. Результаты оптимизации формы почвообрабатывающих рабочих органов // *Moderní vymoženosti vědy – 2014: Materialy X mezinárodní vědecko-praktická konference – Díl 32. Zemědělství: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o.* 2014. S. 17–21.
5. Божко И.В., Пархоменко Г.Г. Предпосылки к обоснованию формы и геометрии кольцевого рабочего органа для обработки почвы // Проблемы механизации и электрификации сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар, 2014. С. 125–129.
6. Мильцев А.И. Прилипание и трение почвы по металлам и пластмассам // Исследование рабочих органов сельскохозяйственных машин: Труды конференции молодых ученых. М.: ВИСХОМ, 1966. С. 3–15.
7. Ероков М.Б. Исследование и обоснование режимов работы сошника зерновой сеялки в условиях повышенной влажности почвы: автореф. дис.канд. техн. наук. Нальчик, 2000. 19 с.
8. Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Повышение энергоэффективности мобильных почвообрабатывающих агрегатов // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2016. № 3 (18). С. 40–47.
9. Пархоменко Г.Г., Пархоменко С.Г. Повышение эксплуатационной надежности САР почвообрабатывающих машин // *Труды ГОСНИТИ*. 2016. Т. 122. С. 87–91.
10. Пархоменко Г.С., Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Расчет в MATHCAD рабочих режимов тягово-приводных машинно-тракторных агрегатов // *Достижения науки – агропромышленному производству: матер. XLIV Междунар. научно-техн. конф. ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет»*. Челябинск, 2005. С. 271–275.
11. Пархоменко Г.С., Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Анализ рабочих режимов и расчет на ПЭВМ состава тяговых машинно-тракторных агрегатов // *Матер. XLII Междунар. научно-техн. конф. ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет»*. Челябинск, 2003. С. 315–320.
12. Пархоменко Г.С., Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Моделирование в программном комплексе «МВТУ» динамики мобильных сельскохозяйственных машин и нелинейных следящих систем // *Совершенствование технологий и средств механизации полеводства: межвузовский сборник трудов к 75-летию академии. Зерноград*, 2005. С. 86–92.

References

1. Parkhomenko G.G., Gromakov A.V., Bozhko I.V. Effect of layer-by-layer tillage on the process of thermal diffusion of moisture inside the formation. *Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy. Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (17–18 sentyabrya 2014 g., Moskva)* [Innovative development of the agro-industrial complex of Russia on the basis of intelligent machine technologies. Collection of scientific reports of the International Scientific and Technical Conference (September 17–18, 2014, Moscow)]. Moscow: FGBNU VIM, 2014, pp. 217–221.
2. Bozhko I.V., Parkhomenko G.G. Ring working organ for soil cultivation // *Condition and prospects of agricultural machinery development. Materialy 7-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy kon-*

- ferentsii v ramkakh 17-y mezhdunarodnoy agropromyshlennoy vystavki «Interagromash-2014» [Materials of the 7th International Scientific and Practical Conference within the framework of the 17th International Agro-Industrial Exhibition «Interagromash-2014»]. Rostov-na-Donu, 2014, pp. 78–81.
3. Parkhomenko G.G., Bozhko I.V. Interaction of the annular working member with the cultivated soil. Sostoyanie i perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennogo mashinostroeniya. Materialy 7-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh 17-y mezhdunarodnoy agropromyshlennoy vystavki «Interagromash-2014» [Materials of the 7th International Scientific and Practical Conference within the framework of the 17th International Agro-Industrial Exhibition «Interagromash-2014»]. Rostov-na-Donu, 2014, pp. 39–42.
 4. Parkhomenko G.G., Bozhko I.V. Results of optimizing the shape of the tillage tools. Moderni vymoženosti vědy – 2014: Materialy X mezinarodni vědecko-prakticka conference – Dil 32. Zemědělstvi: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o. 2014. S. 17–21.
 5. Bozhko I.V., Parkhomenko G.G. Prerequisites to the substantiation of the shape and geometry of the circular working body for tillage. Problemy mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skogo khozyaystva: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Problems of mechanization and electrification of agriculture: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Krasnodar, 2014, pp. 125–129.
 6. Mil'tsev A.I. The adhesion and friction of the soil on metals and plastics. Issledovanie rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin: Trudy konferentsii molodykh uchenykh [Research of the working organs of agricultural machines: Proceedings of the Conference of Young Scientists]. Moscow: VISKhOM, 1966, pp. 3–15.
 7. Erokov M.B. Issledovanie i obosnovanie rezhimov raboty soshnika zernovoy seyalki v usloviyakh povyshennoy vlazhnosti pochvy: avtoref. diskand. tekhn. nauk [Investigation and justification of the operating conditions of the opener of a grain seeder in conditions of high soil moisture: Abstract for Dissertation for Scientific degree of Candidate of Technical Science]. Nal'chik, 2000. 19 p.
 8. Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Increasing the energy efficiency of mobile tillage units. Innovatsii v sel'skom khozyaystve. 2016. No 3 (18), pp. 40–47.
 9. Parkhomenko G.G., Parkhomenko S.G. Increasing the operational safety of CAP tillage machines. Trudy GOSNITI. 2016. Vol. 122, pp. 87–91.
 10. Parkhomenko G.S., Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Calculation in MATHCAD of working modes of traction-drive machine-tractor units. Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu: Mater. XLIV Mezhdunar. nauchno-tekhn. konf. FGOU VPO «Chelyabinskii gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet» [The achievements of science – agro-industrial production: Mater. XLIV Intern. Scientific and technical. Conf. FSEI HPE «Chelyabinsk State Agroengineering University»]. Chelyabinsk, 2005, pp. 271–275.
 11. Parkhomenko G.S., Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Analysis of operating modes and PC calculation of the composition of traction machine and tractor units. Mater. XLII Mezhdunar. nauchno-tekhn. konf. FGOU VPO «Chelyabinskii gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet» [The achievements of science – agro-industrial production: Mater. XLIV Intern. Scientific and technical. Conf. FSEI HPE «Chelyabinsk State Agroengineering University»]. Chelyabinsk, 2003, pp. 315–320.
 12. Parkhomenko G.S., Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Modeling in the software complex «MVTU» dynamics of mobile agricultural machines and non-linear servo systems. Sovershenstvovanie tekhnologii i sredstv mekhanizatsii polevodstva: mezhvuzovskiy sbornik trudov k 75-letiyu akademii [Perfection of technologies and means of field crop mechanization: Interuniversity collection of works for the 75th anniversary of the Academy]. Zernograd, 2005, pp. 86–92.