

**УДК 631.311**

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ КАК ОДИН ИЗ  
ПАРАМЕТРОВ МТА НА ПРИМЕРЕ  
МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ТЕХНИКЕ**

Липкович Игорь Эдуардович  
доктор технических наук, доцент  
РИНЦ: SPIN-код: 1176-1210

Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,  
г. Зерноград, Ростовская область, Россия  
LipkovichIgor@mail.ru

Украинцев Максим Михайлович  
кандидат технических наук, доцент  
РИНЦ: SPIN-код: 7579-7583

Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,  
г. Зерноград, Ростовская область, Россия  
rostmax@rambler.ru

Егорова Ирина Викторовна  
кандидат технических наук  
РИНЦ: SPIN-код: 1003-8910

Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,  
г. Зерноград, Ростовская область, Россия  
OrishenkoIrina@mail.ru

Петренко Надежда Владимировна  
кандидат технических наук, доцент  
РИНЦ: SPIN-код: 5942-7170

Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, в г. Зернограде, г.  
Зерноград, Ростовская область, Россия

В статье утверждается, что экологическая сбалансированность технических процессов в растениеводстве есть современная проблема техники нового поколения, которая объединяет весь спектр эффективности на микроуровне, в свою очередь, порождает всех без исключения эффект в современном АПК и на стратегическую перспективу до 2050г. Это утверждение базируется на том, что те модели тракторов, которые создаются в настоящее время, должны работать и быть востребованы не менее 30 лет с момента начала выпуска в серийное производство. Поэтому уже сейчас должно быть создано новое поколение мобильных средств имеющих высокую экологическую сбалансированность. В статье сформулированы требования к экологической сбалансированности технических процессов.

Рассмотрены свойства технического воздействия

**UDC 631.311**

05.20.01 – Technologies and tools of mechanization of agriculture (technical sciences)

**ENVIRONMENTAL BALANCE AS ONE OF  
THE MTU PARAMETERS ON THE EXAMPLE  
OF MOBILE AGRICULTURAL MACHINERY**

Lipkovich Igor Eduardovich  
Doctor of Technical Sciences, assistant professor  
RISC: SPIN-cord: 1176-1210

The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEI  
HE «Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, the Rostov region, Russia  
LipkovichIgor@mail.ru

Ukrainsev Maxim Mikhailovich  
The Candidate of Technical Sciences, assistant  
professor RISC: SPIN-cord: 7579-7583

The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEI  
HE «Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, the Rostov region, Russia  
rostmax@rambler.ru

Egorova Irina Victorovna  
The Candidate of Technical Sciences  
RISC: SPIN-cord: 1003-8910

The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEI  
HE «Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, the Rostov region, Russia  
OrishenkoIrina@mail.ru

Petrenko Nadezhda Vladimirovna  
The Candidate of Technical Sciences, assistant  
professor RISC: SPIN-cord: 5942-7170

The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEI  
HE «Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, the Rostov region, Russia

The article argues that the ecological balance of technical processes in crop production is a modern problem of the technology of new generation, which combines the entire spectrum of efficiency at the micro level, in turn, generates all the effects, without exception, in the modern agro-industrial complex and in the strategic perspective until 2050. This statement is based on the fact that those models of tractors that are currently being created must work and be in demand for at least 30 years from the start of mass production. Therefore, the mobile devices of new generation with the high environmental balance should already be created.

The article formulates the requirements for the ecological balance of technical processes. The properties of the technical impact of the fifth-generation mobile power facilities are considered. The technically optimal parameters determine the combination of operations into a single MTU to the

мобильных энергосредств пятого поколения. Технически оптимальными параметрами определяются объединение операций в единый МТА до уровня допускаемого общим агросроком; объединение автоматически предусматривает законченность комплексной технологической операции, также автоматически превышающей процесс, предусмотренный агроценозом паузой в процессе обработки. Рисунками приведен многопроцессорный МТА с плугом – глубокорыхлителем и дискатором. В выводе указано, что в результате исследования получены два определяющих свойства в технологических системах МТА, опирающихся на агротехнологические процессы, задаваемые агроценозами: широкое применение гусеничных ходовых аппаратов и комплексирование механико-технологических операций, также определяемое течением агроценозов, т.е. гусеничное оснащение мобильных энергосредств и создание многопроцессорных МТА.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, трактор, мощность, полевые работы, экономические параметры, экологичность.

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-179-006>

level allowed by the general agricultural term; the association automatically provides for the completeness of the complex technological operation, which also automatically exceeds the process provided by the agrocoenosis with the pause in the processing process. The figures show a multi-processor MTU with the plow-deep tiller and disk. The conclusion states that as a result of the study, two defining properties were obtained in the MTU technological systems, based on agrotechnological processes set by agrocoenosis: the widespread use of track-type continuous apparatus and the integration of mechanical and technological operations, also determined by the course of agrocoenosis, i.e. track-type equipment of mobile power vehicles and the creation of multiprocessor MTUs.

Keywords: machine-tractor unit, tractor, power, field operation, economic parameters, environmental friendliness.

Машинно-технологические агрегаты сельскохозяйственного назначения представляют собой основной блок технического оснащения агропромышленного комплекса (АПК) уже более 80 лет.

К настоящему времени база машинно-тракторного агрегата (МТА) существенно изменилась: мощность тракторов возросла в среднем в 10...15 раз, коренным образом улучшились условия труда оператора, повысились некоторые экономические и технико-эксплуатационные параметры.

Конструктивно-технологические решения в создании тракторов привели к повышению движущихся масс, существенно уплотняющих продукционные слои почвы. Переход на массовое применение колесных машин при одновременном стремлении повышать производительность МТА и полевых работ привели к росту массы тракторов до 15...17 т, движение которой по полю с рабочей скоростью до 12...15 км/ч приводит к запираанию процессов в агроценозах, сокращая урожайность на 30...35% на площадках под колесами [1, 2].

<http://ej.kubagro.ru/2022/05/pdf/06.pdf>

Необходимо иметь в виду, что те модели тракторов, которые создаются в настоящее время, должны работать и быть востребованы не менее 30 лет с момента начала выпуска в серийном производстве. Поэтому уже сейчас должны быть найдены новые конструктивно-технологические решения в создании нового поколения мобильных сельскохозяйственных энергосредств, которые приобретут не только высокоэффективные технико-экономические параметры, но МТА на их основе – прежде всего – высокую экологическую сбалансированность в производственных процессах агроценозов. Экологическая сбалансированность техногенных процессов в растениеводстве есть современная проблема техники нового поколения, которая объединяет весь спектр эффективности на макроуровне и, в свою очередь, порождает весь без исключения эффект в современном АПК и на стратегическую перспективу до 2050 г [3].

Необходимо отметить, что экологическая сбалансированность продвинулась в реальной реализации заметно и в России, это объясняется, во-первых, тем, что в России оживает производство сельхозмашин в региональном аспекте; во-вторых, инженерный корпус отечественного АПК очень устойчив; в-третьих, традиции в отечественной мобильной агроэнергетике опираются на широкое использование адекватной сельхозтехники в виде гусеничных тракторов, имеющих самое широкое распространение, и повсеместно признанной высокоэффективной машинной базой, массовым использованием зерноуборочных комбайнов высокой пропускной способности, также в своем развитии направленных на экологическую сбалансированность [4, 5].

Сформулируем требования к экологической сбалансированности технических процессов [2, 6, 7]:

1. Ходовые системы всех мобильных энергосредств (МЭС) сельскохозяйственного назначения классов от 3 до 8 должны обеспечивать удельное давление на продукционные слои почвы не выше  $0,45 \text{ кгс/см}^2$ . Такие давления сего-

дня никакие традиционные колесные ходовые аппараты не обеспечивают. Это означает, что либо МЭС должны оборудоваться гусеничными ходовыми аппаратами, либо многомостовыми колесными конструкциями. Наиболее рациональным выходом здесь выступает установка сменного гусеничного ходового аппарата взамен колесного, либо прямое использование современных гусеничных МЭС, что рациональнее и предпочтительнее. Глубина колеи, создаваемая ходовым аппаратом на почвенном фоне, подготовленном под посев, должна соответствовать удельному давлению от ходовых систем не выше  $0,45 \text{ кгс/см}^2$ .

2. Степень буксования ходовых систем МЭС на рабочих поступательных скоростях не должна превышать 3...5%. Это означает, что тяжелые МЭС пятого поколения в своем технологическом функционировании предпочтительно оборудовать гусеничным ходовым аппаратом или изыскивать другие адекватные способы.

3. Распространение волновых процессов в подпахотном слое, его уплотняющем на глубину до 80...100 см, не допускается.

Главным источником волновых процессов уплотнения являются значительные массы тяжелых тракторов и колебательные движения этих масс как одно из следствий сравнительно малых баз ходовых систем. Преимуществом здесь обладают многоопорные ходовые аппараты гусеничных машин; сюда же можно отнести МЭС со сменным гусеничным ходовым аппаратом.

4. Эродирование почв ходовыми аппаратами МЭС не должно превосходить допустимые биологическими требованиями величины; при этом должно быть вообще запрещено использование МЭС на колесном ходовом аппарате, допускающем более 4...5% буксования ходовых систем как резиноармированными гусеницами (РАГ), так и металлическими.

5. При использовании МЭС в тяговом режиме целесообразно отдавать предпочтение гусеничным машинам, которые имеют значительно больший

тяговый КПД, чем колесные, и как следствие, – более высокие техногенные параметры.

6. При работе тяжелых колесных МЭС необходимо предусматривать регулярное применение операции разуплотнения подпахотного слоя на глубину до 40...45 см (глубококорыхление, чизелевание).

Рассмотренные свойства техногенного взаимодействия МЭС пятого поколения приводят к выводу о том, что целесообразным вариантом применяемых в АПК энергосредств являются гусеничные машины, которые в общем имеют существенные преимущества по сравнению с колесными – даже несмотря на более удобную и простую систему управления траекторией движения колесными машинами.

По-видимому, эта проблема (относительно коренных преимуществ гусеничных машин) была убедительно решена на заре индустриализации ещё в тридцатых годах, когда закладывалось массовое производство первого поколения тракторного оснащения АПК, и этим поколением были преимущественно гусеничные машины. Как мы неоднократно отмечали, гусеничные тракторы себя в полной мере оправдали – оправдала их применение сама жизнь. Поэтому в период построения системы МЭС пятого поколения проблема должна быть вновь пересмотрена – уже в наше время, по крайней мере с позиций экологического равновесия техногенных процессов [1, 8].

Важнейшим технологическим элементом, определяющим экологическую сбалансированность техногенных процессов в производстве зерна (и шире – в полеводстве в целом) выступает сокращение количества проходов технических средств по полю. Ведь современные тракторы, будучи частью технической системы МТА, осуществляющей непосредственно технологический процесс, сохраняют фактически систему коня, т.е. мы в своем развитии перешли от живого коня в 1 л.с. к стальному коню мощностью в 300...400 л.с. Живой конь работал с одним лемехом и значительным использованием физической силы оператора (как сейчас бы назывался кре-

стьянин-пахарь), работающий со скоростью 3...4 км/ч; в настоящее время стальной конь работает с 9...12-корпусным плугом, без физической силы оператора, со скоростью до 10 км/ч. Это значит, что производительность нового пахотного МТА выросла в 25...36 раз [9, 10].

В реальной жизни так и есть: если пахарь-крестьянин вспахивал в рабочий день традиционным агрегатом 0,8...1,0 десятину, то современный МТА вспахивает за сутки (К-701 или подобная машина с 8-9-корпусным плугом) до 30...35 га, но при этом «затрачивает» не 25...36 л.с., а 300 и более. При отсутствии дефицита в рабочей силе (как было у нас в России и пока есть сейчас), затраты энергии на «агрегат» возросли в 25...36 раз. Но это к слову (да и расчеты схоластические). Этим примером мы хотели лишь ясно подчеркнуть, что наши МТА на основе современного мобильного энергосредства, имеющие свойства однооперационности, в современных условиях неприемлемы. Но в последние 10...15 лет появились уже в производстве так называемые многооперационные комплексные МТА, которые объединяют несколько «род-ственных» переходов в едином агрегате, выполняемых в общий агросрок. К технологическим орудиям, формирующим многопроцессные МТА, относятся уже завоевавшие свое место многоцелевые комплексы АКМ-4(6) (рис. 1), дискатор (рис. 2) и ряд других орудий. Их использование позволяет за один проход МТА выполнить несколько процессов, и получить хотя бы промежуточный результат.

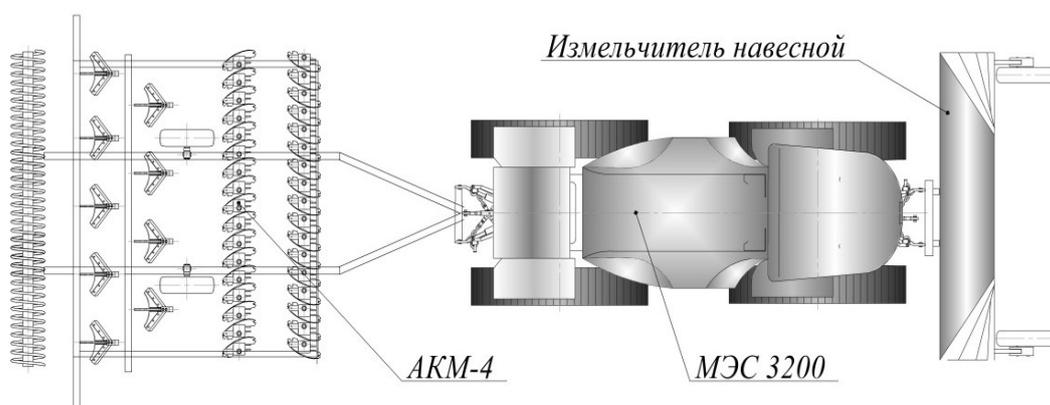
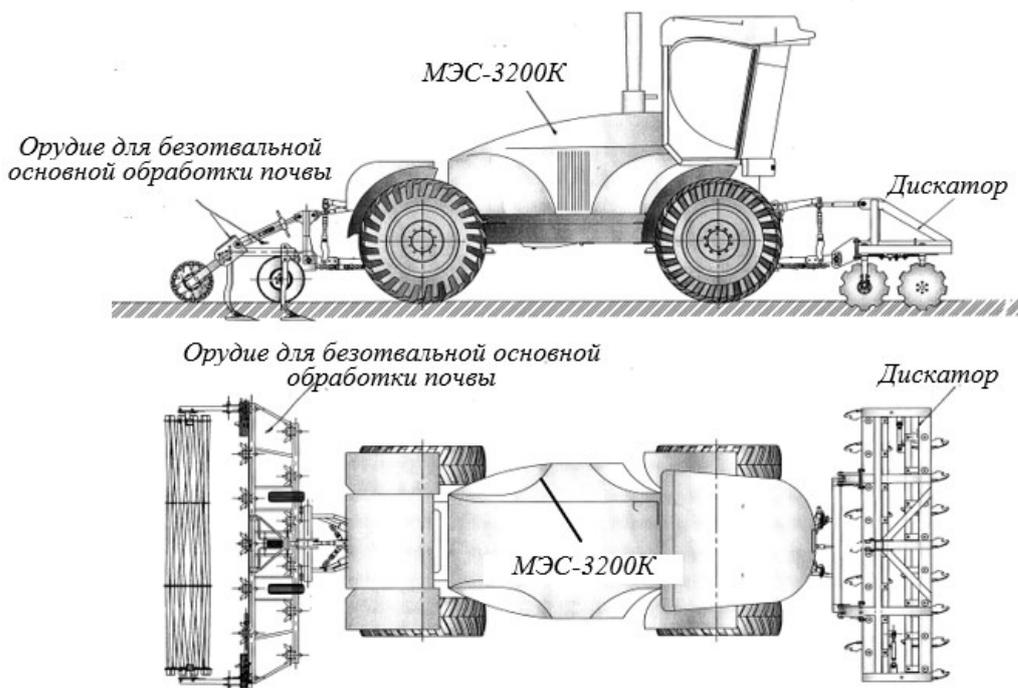
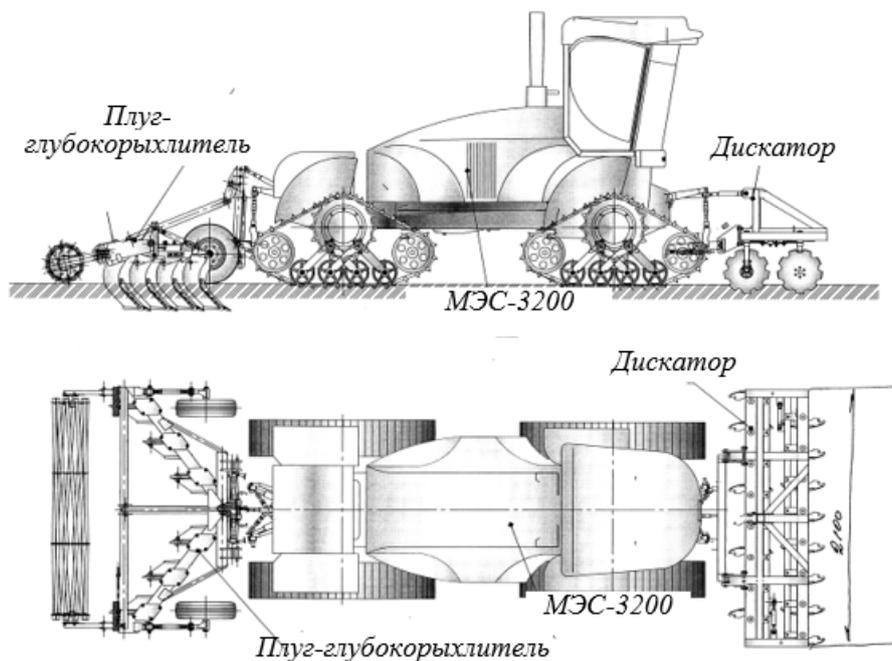


Рисунок 1 – Многопроцессный МТА с многоцелевым комплексом АКМ-4(6)



а – Мобильное энергосредство МЭС-3200К класса 3 в колесном исполнении мощностью 180 кВт для основной безотвальной обработки почвы



б – Мобильное энергосредство МЭС-3200 кл. 3 мощностью 180 кВт в гусеничном исполнении (сменный ходовой аппарат)

Рисунок 2 – Многопроцессный МТА с плугом-глубококорыхлителем и дискатором

Но современный трактор имеет единственную точку агрегатирования орудий или машин в виде тягового крюка или навесной гидросистемы. Поэтому комплектование многооперационного МТА вызывает определенные затруднения. Технологически оптимальным в этом смысле следует считать объединение операций в едином МТА до уровня допускаемого общим агросроком; такое объединение автоматически предусматривает законченность комплексной технологической операции или её части, также автоматически прерывающей процесс, предусмотренный агроценозом паузой в процессе обработки.

Итак, мы получили два определяющих свойства в технических системах МТА, опирающиеся на агротехнологические процессы, задаваемые агроценозами: широкое применение гусеничных ходовых аппаратов и комплексирование механико-технологических операций, также определяемое течением агроценозов, т.е. гусеничное оснащение мобильных энерго-средств и создание многопроцессных МТА.

#### Литература

1. Lipkovich E.I., Bondarenko A.M., Lipkovich I.E. Ecological balance of technogenic processes and tractors of fifth generation (Экологический баланс техногенных процессов и тракторы пятого поколения) // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7(3). Pp. 751-760.
2. Bondarenko A.M., Lipkovich E.I., Kachanova L.S., Glechikova N.A., Seregin A.A. Organizational and economic mechanism of fertilizer application technology management as a basis for region's progressive development (Организационно-экономический механизм управления технологиями внесения удобрений как основа поступательного развития региона) // Journal of Environmental Management and Tourism. 2017. Vol. 8(5), Pp. 1096-1104
3. Nesmiyan A.Y., Chernovolov V.A., Semenihin A.M., Zabrodin V.P., Nikitchenko S.L. A review of assessment of the machinery tillage tools' performance for higher crop production efficiencies (Обзор оценки производительности машин для обработки почвы для повышения эффективности растениеводства) // Research on Crops. 2018. 19(3). Pp.560-567.
4. Lipkovich E.I., Nesmiyan A.Y., Nikitchenko S.L., Shchirov V.V., Kormiltsev Y.G. Agricultural tractors of the fth generation (Сельскохозяйственные тракторы пятого поколения) // Scientia Iranica. 2020. Vol. 27(2 B). Pp. 745-756.
5. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – Москва: РАСХН, ВИМ, 2000. – 368 с.
6. Трактор Т-150 (устройство и эксплуатация): под ред. Б.П. Кашубы, И.А. Коваля. – Москва: Колос, 1978. – 288 с.

7. Липкович, Э.И. Трактор Т-250: жизнь и судьба / Э.И. Липкович // Тракторы и сельхозмашины, 2012. – № 8. – С. 3–12.
8. Липкович, Э.И. Органическая система земледелия / Э.И. Липкович, Л.П. Бельтюков, А.М. Бондаренко // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 8. – С. 2–7.
9. Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82: под общ. ред. И.П. Ксеневи́ча / И.П. Ксеневи́ч, С.Л. Кустанович, П.Н. Степанюк и др. // Изд-е 2-е, перераб. и дополн. – Москва: Колос, 1983. – 254 с.
10. Липкович, Э.И. Совершенствование мобильных энергосредств / Э.И. Липкович // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 10. – С. 2-8.

### Literatura

1. Lipkovich E.I., Bondarenko A.M., Lipkovich I.E. Ecological balance of technogenic processes and tractors of fifth generation (Jekologicheskij balans tehnogennyh processov i traktory pjatogo pokolenija) // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7(3). Rr. 751-760.
2. Bondarenko A.M., Lipkovich E.I., Kachanova L.S., Glechikova N.A., Seregin A.A. Organizational and economic mechanism of fertilizer application technology management as a basis for region's progressive development (Organizacionno-jekonomicheskij mehanizm upravlenija tehnologijami vnesenija udobrenij kak osnova postupatel'nogo razvitija regiona) // Journal of Environmental Management and Tourism. 2017. Vol. 8(5), Rr. 1096-1104
3. Nesmiyan A.Y., Chernovolov V.A., Semehin A.M., Zabrodin V.P., Nikitchenko S.L. A review of assessment of the machinery tillage tools' performance for higher crop production efficiencies (Obzor ocenki proizvoditel'nosti mashin dlja obrabotki pochvy dlja povyshenija jeffektivnosti rastenievodstva) // Research on Crops. 2018. 19(3). Pp.560-567.
4. Lipkovich E.I., Nesmiyan A.Y., Nikitchenko S.L., Shchirov V.V., Kormiltsev Y.G. Agricultural tractors of the fth generation (Sel'skohozjajstvennyye traktory pjatogo pokolenija) // Scientia Iranica. 2020. Vol. 27(2 B). Pp. 745-756.
5. Rusanov, V.A. Problema pereuplotnenija pochv dvizhiteljami i jeffektivnye puti ee reshenija / V.A. Rusanov. – Moskva: RASHN, VIM, 2000. – 368 s.
6. Traktor T-150 (ustrojstvo i jekspluatacija): pod red. B.P. Kashuby, I.A. Kovalja. – Moskva: Kolos, 1978. – 288 s.
7. Lipkovich, Je.I. Traktor T-250: zhizn' i sud'ba / Je.I. Lipkovich // Traktory i sel'hoz-mashiny, 2012. – № 8. – S. 3–12.
8. Lipkovich, Je.I. Organicheskaja sistema zemledelija / Je.I. Lipkovich, L.P. Bel'tjukov, A.M. Bondarenko // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2014. – № 8. – S. 2–7.
9. Traktory MTZ-80 i MTZ-82: pod obshh. red. I.P. Ksenevicha / I.P. Ksenevich, S.L. Kustanovich, P.N. Stepanjuk i dr. // Izd-e 2-e, pererab. i dopoln. – Moskva: Kolos, 1983. – 254 s.
10. Lipkovich, Je.I. Sovershenstvovanie mobil'nyh jenergosredstv / Je.I. Lipkovich // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2014. – № 10. – S. 2-8.