

МЕХАНИЗАЦИЯ

УДК 631.312

doi: 10.30766/2072-9081.2018.65.4.103-108

Универсальное орудие для основной обработки почвы со сменными рабочими органами для тракторов тягового класса 3,0

С.А. Дёмшин, Д.А. Черемисинов, В.П. Остальцев

ФГБНУ "Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого", г. Киров, Российская Федерация

Для условий Евро-Северо-Востока России экономически наиболее эффективны технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которые базируются на применении комбинированной системы основной обработки почвы, заключающейся в чередовании различного вида безотвальных обработок и разноглубинной вспашки. Для выполнения комплекса данных операций одним универсальным орудием для основной обработки почвы разработаны плуги-плоскорезы ППН-3-35/2-70 для тракторов класса 14 кН и ППН-4(5)-35/3-70 для тракторов класса 30 кН. Полевые испытания ППН-4(5)-35/3-70, проведенные в 2015 году в условиях опытного поля ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, показали, что при основной обработке почвы по занятому пару и стерне орудие устойчиво выдерживает рабочую ширину захвата и глубину обработки со степенью крошения почвы при вспашке равной соответственно 65 и 39%; при безотвальной обработке - 72 и 53%. Производительность при безотвальной обработке среднесуглинистой почвы равна 1,55 га/ч при расходе топлива 17,2 кг/га, при вспашке соответственно - 0,92 и 29,6 кг/га. При этом степень крошения при вспашке уплотнённой среднесуглинистой почвы недостаточна для обработки почвы непосредственно под посев зерновых культур. Для повышения качества вспашки предложено осуществлять её совместно с дискованием верхнего слоя почвы посредством оснащения орудия дисковой секцией. Для увеличения производительности также исследована возможность установки на плуг-плоскорез ППН-4(5)-35/3-70 пяти плужных корпусов при агрегатировании с Т-150К. В 2016 году проведена агротехническая оценка работы плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70 в пятикорпусном варианте и с дисковой секцией, которая выявила, что орудие выполняет вспашку зяби и вспашку с дискованием согласно агротехническим требованиям, при этом степень крошения почвы на вспашке зяби составила 68,0%, при вспашке с обработкой верхнего слоя почвы - 83,3%.

Ключевые слова: безотвальная обработка почвы, вспашка, дискование, универсальное орудие, плуг-плоскорез, лапа плоскорезная, плужный корпус, дисковая секция, показатели качества обработки почвы

Согласно принятой «Стратегии машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года» в агроландшафтных условиях Евро-Северо-Востока России экономически наиболее эффективны технологии возделывания сельскохозяйственных культур [1], которые базируются на применении комбинированной системы основной обработки почвы, заключающейся в чередовании различного вида безотвальных обработок и разноглубинной вспашки [2, 3, 4]. Причём основой системы машин механизации полеводства должны стать многофункциональные агрегаты, способные адаптироваться к изменяющимся условиям производства за счёт быстрой смены рабочих органов. В связи с этим актуальна разработка универсального орудия для основной обработки почвы со сменными рабочими органами, способного выполнять оба вида основной обработки почвы в совокупности с дополнительной обработкой её верхнего слоя [5].

Цель исследований – оценить эффективность конструктивных изменений универсального орудия для основной обработки поч-

вы со сменными рабочими органами для тракторов тягового класса 3,0.

Материал и методы. Для осуществления всего комплекса операций основной обработки почвы посредством одного универсального орудия разработаны плуги-плоскорезы ППН-3-35/2-70 для тракторов класса 14 кН и ППН-4(5)-35/3-70 для тракторов класса 30 кН. Опытный образец ППН-4(5)-35/3-70 выполнен на базе навесного лемешного плуга ПЛН-4-35 и предназначен для проведения вспашки или безотвальной обработки почвы с одновременным дискованием поверхностного слоя почв, не засорённых камнями, с удельным сопротивлением до 0,1 МПа и твёрдостью до 3,0 МПа на глубину до 25 см (табл. 1) [6, 7].

В связи с тем, что ширина захвата орудия с плоскорезными лапами на треть больше, чем с плужными корпусами, то при использовании в качестве базы орудия рамы четырехкорпусного плуга она была оснащена съёмным удлинителем с кронштейном для крепления третьей плоскорезной лапы (рис. 1) [6]. В зависимости от вида

обработки орудие комплектуется следующими видами рабочих органов: для вспашки устанавливается четыре или пять (дополнительный рабочий орган на съёмном удлинителе рамы)

плужных корпусов, для безотвальной обработки почвы - три плоскорезные лапы и две дисковые секции, расположенные за первой и второй плоскорезной лапами.

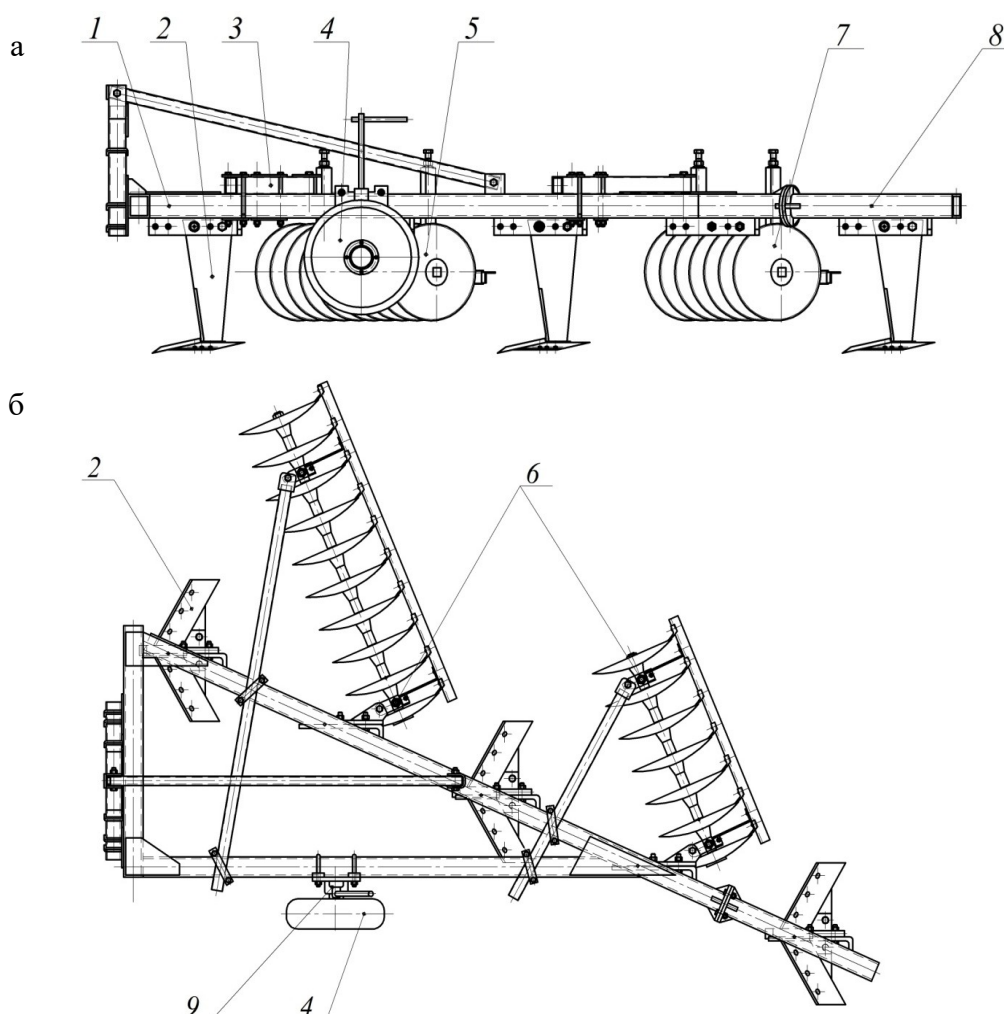


Рис. 1. Плуг-плоскорез ППН-4-35/3-70 со сменными рабочими органами для безотвальной обработки почвы: 1 - рама; 2 - лапа плоскорезная; 3 - выносная балка; 4 - опорное колесо; 5 - основная дисковая секция; 6, 9 - механизмы регулирования глубины обработки; 7 - дополнительная дисковая секция; 8 - удлинитель

В 2015 году в условиях опытного поля ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока проведены полевые испытания по оценке эффективности применения плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70, которые показали, что отвальная и безотвальная почвообработка выполняются согласно агротехническим требованиям на основную обработку почвы при возделывании зерновых [8, 9]. При этом его производительность на безотвальной обработке почвы составила 1,49-1,55 га/ч при расходе топлива 17,2-18,9 кг/га, при вспашке соответственно 0,92 га/ч и 29,6 кг/га. В целом анализ результатов испытаний показал, что плуг-плоскорез ППН-4-35/3-70 является универсальным ору-

дием для основной обработки почвы, успешно осуществляющим как вспашку, так и безотвальную обработку почвы с дискованием поверхностного слоя. При выполнении операций орудие выдерживает рабочую ширину захвата и установочную глубину обработки, однако степень крошения при вспашке сильноуплотнённой среднесуглинистой почвы недостаточна для обработки почвы непосредственно под посев зерновых культур.

Полевые исследования по оценке эффективности предложенного расширения функциональных возможностей универсального орудия для основной обработки почвы ППН-4(5)-35/3-70 выполнены в 2016 году на

вспашке зяби среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы. При этом твёрдость почвы для занятого пара составляла: в слое до 10 см - 1,83 МПа, в слое 10-20 см - 2,48 МПа (по требованиям технического задания – до 3,0 МПа) при влажности почвы 15,9%. Показатели условий проведения испытаний определены в соответствии с ГОСТ 20915-75, ОСТ 10.4.1-2001.

Результаты и их обсуждение. По результатам анализа конструктивно-технологических схем плужных агрегатов с устройствами для дополнительной обработки почвы для повышения степени её крошения при пахоте тяжелых почв предложено осуществлять вспашку с дополнительной обработкой её

верхнего слоя дисковыми рабочими органами [10, 11, 12, 13]. Для этого орудие для основной обработки почвы со сменными рабочими органами для вспашки оснащается дисковой секцией с механизмами регулировки глубины обработки и угла атаки, которая устанавливается на раме плуга на выносных балках. В данном случае использована основная дисковая секция, устанавливаемая на плуг-плоскорез при выполнении безотвальной обработки почвы (рис. 1). Размеры, количество и взаиморасположение дисковых секций при их установке на орудие в комплектации различными видами сменных рабочих органов защищено патентом РФ на изобретение №2540558.

Таблица 1

Технические данные плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70

Показатель	Сменные рабочие органы			
	плужные корпуса			плоскорезные лапы и дисковая секция
	4 шт.	5 шт.	5 шт. и дисковая секция	
Производительность за час основного времени, га	До 1,3	До 1,6	До 1,5	До 1,8
Рабочая скорость, км/ч	До 9,0	До 9,0	До 9,0	До 9,0
Глубина основной обработки почвы, см	До 25	До 25	До 25	До 25
Глубина дискования, см	-	-	8-10	8-10
Ширина захвата, м	1,42	1,76	1,76	2,13
Ширина захвата плужного корпуса, м	0,37	0,37	0,37	-
Ширина захвата дисковой секции, м	-	-	1,85	1,85
Масса орудия, кг	585	635	795	825
Габаритные размеры, мм:				
длина	3380	3900	3900	3920
ширина	1780	1970	2950	2650
высота	1600	1600	1600	1600
Удельная металлоёмкость на метр ширины захвата, кг/м	417,9	362,9	454,3	392,9
Дорожный просвет, мм,	600			
Трудоёмкость переоборудования машины, чел.-ч	Не более 4,0			
Орудие агрегатируется с тракторами класса	20 кН	30 кН		
Способ агрегатирования	Двухточечная или трехточечная схема навески трактора			
Количество персонала, чел.	1 (тракторист)			

Кроме того, для более полной загрузки при вспашке тягового средства класса 30 кН - трактора Т-150К на удлинителе рамы орудия был установлен пятый плужный корпус, что позволило примерно на 20% повысить производительность МТА. Устойчивый процесс вспашки тяжелых почв МТА в данном сочетании возможен при движении правых колес трактора в борозде, для чего навесная система орудия смещена вправо, по ходу движения. Технические характеристики орудия ППН-4(5)-

35/3-70 при оснащении пятью плужными корпусами и дисковой секцией приведены в таблице 1, а общий вид представлен на рисунке 2.

Для оценки эффективности изменений внесённых в конструкцию плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70 проведены полевые испытания, в ходе которых тестировалось качество функционирования орудия на вспашке зяби и вспашке с одновременным дискованием верхнего слоя почвы (весно-вспашка). В ходе исследований определялась степень крошения

почвы после обработки. Фотографии на рисунке 3 иллюстрируют состояние обрабаты-

ваемого участка до и после обработки двумя вариантами орудия.

а



б



Рис. 2. Общий вид плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70 при комплектации 5 плужными корпусами и дисковой секцией: а - вид справа; б – в процессе работы с трактором Т-150К



а



б



в

Рис. 3. Вид поверхности поля: а - до обработки; б - после вспашки ППН-4(5)-35/3-70; в - после вспашки ППН-4(5)-35/3-70 с дисковой секцией

Испытания доработанного образца плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70 показали, что установка пятого плужного корпуса на удлинителе рамы орудия, предназначенном для размещения третьей плоскорезной лапы при выполнении безотвальной обработки, обеспечила увеличение ширины захвата орудия на 20% и соответствующее повышение производительности машинно-тракторного агрегата. Кроме того, повысилась степень загрузки мощности двигателя тягового средства.

Для совмещения вспашки и дополнительного дискования верхнего слоя почвы на раму орудия со сменными рабочими органами для вспашки - плужными корпусами в количестве пяти штук установлена дисковая секция, шириной захвата 1,8 м, на двух выносных балках. Агротехническая оценка работы плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70 в пятикорпусном варианте с дисковой секцией показала, что орудие устойчиво, с соблюдением агротребований, выполняет вспашку зяби и вспашку с дополнительным дискованием, выдерживает рабочую ширину захвата и установочную глубину обработки. При этом степень крошения почвы на вспашке зяби орудием с пятью плужными корпусами составила 68,0%, при вспашке с дискованием - 83,3%.

Выводы. Результаты испытаний показали, что изменения, внесённые в конструкцию орудия, позволили устранить ранее выявленные недостатки, что является основанием считать законченной разработку универсального орудия для основной обработки почвы со сменными рабочими органами к энергосредствам класса 30 кН - ППН-4(5)-35/3-70. Конструкция плуга-плоскореза ППН-4(5)-35/3-70 позволяет выполнять согласно агротехническим требованиям оба вида основной обработки почвы с дополнительной обработкой её верхнего слоя, причём удельная трудоёмкость переоборудования орудия не превышает 4,0 чел./ч.

Список литературы

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2009. 78 с.

Сведения об авторах:

Дёмшин Сергей Леонидович, доктор техн. наук, доцент, зав. лабораторией, e-mail: sergdemshin@mail.ru, Черемисинов Дмитрий Анатольевич, кандидат техн. наук, науч. сотрудник, e-mail: cheremisinov86@mail.ru, Остальцев Владимир Павлович, кандидат техн. наук, науч. сотрудник

ФГБНУ "Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого", ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru

2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005. 784 с.

3. Soil tillage in agroecosystems. Ed. by A. El Titi. CRC press, Boca Raton, 2003. 367 p.

4. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н. Научно обоснованные подходы к выбору систем обработки почв в севооборотах для условий Евро-Северо-Востока РФ: метод. пособие. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2013. 35 с.

5. Комбинированное орудие для основной обработки почвы: пат. № 2540558 Рос. Федерация. №2012152592/13; заявл. 06.12.2012; опубл. 10.02.2015. Бюл. № 4. 7 с.

6. Андреев В.Л., Козлова Л.М., Дёмшин С.Л., Попов Ф.А. Модернизация плуга для безотвальной обработки почвы и его использование при возделывании яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. №2 (33). С. 63-66.

7. Дёмшин С.Л., Черемисинов Д.А., Владимиров Е.А. Результаты испытаний почвообрабатывающего орудия со сменными рабочими органами для тракторов тягового класса 3,0 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №3 (46). С. 71-77.

8. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в Кировской области / под общей ред. В.А. Сысуева. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2013. 68 с.

9. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / под общ. ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. Гродно: ГГАУ, 2010. 340 с.

10. Book of soil tillage. Ed. by M. Birkás; authors M. Birkás, D. Jug, I. Kisić. Szöveg. Gödöllő: Szt. Istvan Univ. Press, cop. 2014. Режим доступа: http://ljesnjak.pfos.hr/~jdanijel/literatura/Book_of_Soil_Tillage.pdf. (дата обращения: 20.03.2018).

11. Жук А.Ф., Спирин А.П., Покровский В.В. Почвовлагоделяющие технологии и комбинированные машины. М.: Изд-во ВИМ, 2001. 80 с.

12. Маматов Ф.М., Эргашев И.Т. Механико-технологические основы гладкой безбороздной вспашки. Ташкент: Фан, 2003. 180 с.

13. Сохт К.А., Трубилин Е.И., Коновалов В.И. Дисковые бороны и лушпильники. Проектирование технологических параметров. Краснодар: КубГАУ, 2014. 164 с.

Universal implement for the basic soil cultivation with replaceable working bodies for tractors of a thrust class 3,0**S.L. Dyomshin, D.A. Cheremisinov, V.P. Ostal'tsev***Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Kirov, Russian Federation*

For conditions of the European part of north-eastern Russia the technologies of crop cultivation based on the use of a combined system of basic soil cultivation are most effective economically. This system consists of alternating different types of non-moldboard soil tillage and different depth plowing. For carrying out these operations by one universal implement for the basic soil cultivation plough-blade cultivators PPN-3-35/2-70 for tractors of class 14 kN and PPN-4(5)-35/3-70 for tractors of class 30 kN have been developed. Field tests of PPN-4(5)-35/3-70, conducted in 2015 in the conditions of the experimental field of the FARC North-East, showed that during the basic soil cultivation on the occupied fallow and crop remains the implement steadily sustains a working tillage width and adjusting depth. When plowing, the degree of soil crumbling is equal to 65% and 39%, respectively; during non-moldboard soil cultivation - 72% and 53%. The productivity at non-moldboard cultivation of middle loamy soil is 1.55 ha/h at the fuel rate of 17.2 kg/ha, when ploughing - 0.92 ha/h and 29.6 kg/ha. At the same time, the degree of crumbling when plowing compacted medium-loamy soil is insufficient for soil cultivation directly under the sowing of grain crops. To improve the quality of plowing it is proposed to carry it out together with disking the topsoil by equipping the universal implement with a disk section. To increase productivity, we also investigated the possibility of installing five plough bodies on the plough-blade cultivator PPN-4(5)-35/3-70 when aggregating it with T-150K tractor. In 2016 the agrotechnical assessment of the plough-blade cultivator PPN-4(5)-35/3-70 in the five-body version and with a disk section was carried out, which revealed that the universal implement performs plowing and plowing accompanied by disking in accordance with agrotechnical requirements, with the degree of soil crumbling by autumn plowing being 68.0%, by plowing with the upper soil layer cultivation 83.3%.

Key words: non-moldboard soil cultivation, plowing, disking, the universal implement, plough-blade cultivator, plough body, flat hoe, disk sections, indicators of quality of soil processing

References

1. *Strategiya mashinno-tehnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva Rossii na period do 2020 goda*. [The strategy of machine-technological modernizing of agriculture of Russia for the period till 2020]. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. 78 p.
2. *Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologiy. Metodicheskoe rukovodstvo*. [Agroeco-logical evaluation of lands, designing of adaptive-landscape systems of agriculture and agrotechnologies. A methodical management]. Pod red. V.I. Kiryushina, A.L. Ivanova. Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 2005. 784 p.
3. Soil tillage in agroecosystems. Ed. by A. El Titi. CRC press, Boca Raton, 2003. 367 p.
4. Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N. *Nauchno obosnovannye podkhody k vyboru sistem obrabotki pochv v sevooborotakh dlya usloviy Evro-Severo-Vostoka RF: metod. posobie*. [Scientifically based approaches to the choice of soil treatment systems in crop rotations for the conditions of European north-east of the Russian Federation: methodical manual]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2013. 35 p.
5. Demshin S.L., Andreev V.L., Nurizyanov R.R., Cheremisinov D.A. *Kombinirovannoe orudie dlya osnovnoy obrabotki pochvy*. [Combination tool for primary tillage]. Patent RF no. 2540558. 2015.
6. Andreev V.L., Kozlova L.M., Demshin S.L., Popov F.A. *Modernizatsiya pluga dlya bezotval'noy obrabotki pochvy i ego ispol'zovanie pri vozdeleyanii yarovoy pshenitsy*. [Modernizing of plough for non-moldboard cultivating and using it when growing spring wheat]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2013. no. 2 (33). pp. 63-66.
7. Demshin S.L., Cheremisinov D.A., Vladimirov E.A. *Rezultaty ispytaniy pochvoobratyvyayushchego orudiya so smennymi rabochimi organami dlya traktorov tyagovogo klassa 3,0*. [Results of testing of a soil-cultivating tool with replaceable working bodies for tractors of a thrust class 3.0]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2015. no.3 (46). pp. 71-77.
8. *Rekomendatsii po provedeniyu vesenne-polevykh rabot v Kirovskoy oblasti*. [Guidance on carrying out spring and field works in the Kirov region]. *pod obshchey red. V.A. Sysueva*. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2013. 68 p.
9. *Sovremennye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skogo khozyaystvennykh kul'tur: rekomendatsii*. [Modern technologies of cultivation of agricultural crops: guidelines]. *pod obshch. red. K.V. Koledy, A.A. Duduka*. Grodno: GGAU, 2010. 340 p.
10. Book of soil tillage. Ed. by M. Birkás; authors M. Birkás, D. Jug, I. Kisić. Szöveg. Gödöllő: Szt. Istvan Univ. Press, cop. 2014. Available at: http://ljesnjak.pfos.hr/~jdanijel/literatura/Book_of_Soil_Tillage.pdf. (accessed: 20.03.2018).
11. Zhuk A.F., Spirin A.P., Pokrovskiy V.V. *Pochvovlagoberegayushchie tekhnologii i kombinirovannye mashiny*. [Soil and moisture-saving technologies and combined machines]. Moscow: Izd-vo VIM, 2001. 80 p.
12. Mamatov F.M., Ergashev I.T. *Mekhaniko-tehnologicheskie osnovy gladkoy bezborozdnoy vspashke*. [Mechanical and technological bases of smooth ploughing]. Tashkent: Fan, 2003. 180 p.
13. Sokht K.A., Trubilin E.I., Kononov V.I. *Diskovye borony i lushchil'niki. Proektirovanie tekhnologicheskikh parametrov*. [Disc harrows and shellers. Design of technological parameters]. Krasnodar: KubGAU, 2014. 164 p.

Information about the authors:

S.L. Dyomshin, Dr. Tech. Sci., head of the laboratory, D.A. Cheremisinov, PhD in Tech. Sci., researcher, V.P. Ostal'tsev, PhD in Tech. Sci., researcher

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru