

УДК 631.51.022:[631.372+631.31

UDC 631.51.022:[631.372+631.31

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**АНАЛИЗ И ВЫБОР РАБОЧИХ МАШИН ДЛЯ
ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД
ПОСЕВ ЗЕРНОВЫХ****ANALYSIS AND SELECTION OF WORKING
MACHINES FOR PRE-TREATMENT OF THE
SOIL UNDER GRAIN CROPS**

Припоров Евгений Владимирович

к.т.н., доцент

SPIN код автора: 9965–6360

ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный
университет, г. Краснодар, Россия

e-mail: epriporov@bk.ru

Priporov Evgeniy Vladimirovich

Cand.Tech.Sci., associate professor

SPIN code of the author: 9965–6360

e-mail: epriporov@bk.ru

Большат Анастасия Игоревна

студентка

*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

e-mail: -bulbik_130693@mail.ru

Bolbat Anastasiy Igorevna

student

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russia*

e-mail: bulbik_130693@mail.ru

Посев зерновых проводится по лучшим предшественникам – зерновые и зернобобовые, пропашные культуры и многолетние травы. В зависимости от предшественника выбирается и вид обработки почвы. Несовершенство рабочих органов машин по обработке почвы – основная причина увеличения трудоемкости подготовки почвы к посеву. В последние годы отечественными заводами – изготовителями выпускаются комбинированные рабочие машины, которые выполняют несколько технологических операций за один проход. Для подготовки почвы к посеву зерновых подобраны дисковые агрегаты и рабочие машины, прошедшие испытания на Кубанской МИС и вписываются в существующую технологию. Обработка почвы по высокоствельным культурам и многолетним травам рационально проводить дискатором БДМ-4×4. Дискатор качественно готовит почву к предпосевной культивации по пропашным предшественникам за один-два прохода. Обработка почвы по зерновым предшественникам рационально выполнять стерневым культиватором КСП-6, дисковым комбинированным агрегатом АКД-3 или ДАКН-3,3. По зерновым предшественникам дисковые орудия проводят подготовку к предпосевной культивации за два прохода, а по многолетним травам за один проход. Стерневой культиватор КСП-6 качественно готовит почву под посев за один проход агрегата, как показали результаты испытаний на МИС. Блочно-модульный культиватор КБМ обеспечивает качественную предпосевную культивацию одновременно с посевом. Предложена методика комплектования агрегата, предусматривающая использование данных технической характеристики трактора и физико-механических свойств почвы для которой выполняется технологическая операция. По предлагаемой методике определяется передаточное число трансмиссии, для которой величина буксования не превышает допустимого значения по агротребованиям. Для принятой передачи вычисляется значение теоретической скорости

The best predecessors for sowing grain are grains and legumes, tilled cultures and perennial grasses. The precursor also determines the choice of the tillage type. The imperfection of the working bodies of the machines for soil treatment is the main reason for the increase in the complexity of preparing soil for sowing. In recent years, domestic manufacturers have been producing combined working machines that perform several technological operations in one pass. To prepare soil for sowing grain there have been selected disk units and working machines which were tested on the Kuban State Zonal Machine-Station. They fit well with the existing technology. It is rational to conduct tillage of soil for tall crops and perennial grasses by the disc cutter BDM-4×4. The disc cutter efficiently prepares the soil for seed bed cultivation on tilled precursors in one pass or two passes. It is efficient to conduct tillage on grain precursors by the stubble cultivator KSP-6, by the disc combined unit AKD-3 or DCN-3.3. After grain predecessors the disc guns prepare soil for seed bed cultivation in two passes, and after perennial grass in a single pass. According to the results of the trials on the Kuban State Zonal Machine-Station the stubble cultivator KSP-6 efficiently prepares soil for sowing in one pass of the unit. The block-module cultivator MSC provides high quality pre-sowing cultivation simultaneously with sowing. There was proposed the method of equipping the unit so that it would provide usage of the data and technical characteristics of the tractor and physico-mechanical properties of the soil for which the technological operation is to be done. The proposed method determines the transmission ratio for which the amount of slipping does not exceed the permissible values in agro requirements. The value of the theoretical speed is calculated for the given transmission. Operating speed is determined taking into account the slip values

движения. Рабочая скорость движения определяется с учетом значения величины буксования

Ключевые слова: РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА, ПРОПАШНЫЕ, ЗЕРНОВЫЕ, МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ, ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ, ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО, СИЛА ТЯГИ НА КРЮКЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ, РАБОЧАЯ СКОРОСТЬ.

Keywords: RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES, PREPROCESSING, ROTARY, CEREALS, PERENNIAL HERBS, TEST REPORTS, GEAR RATIOS, TRACTION FORCE ON THE HOOK, THEORY, OPERATING SPEED

DOI: 10.21515/1990-4665-123-114

Зерновые культуры возделывают по трем предшественникам в их числе – зерновые и зернобобовые, пропашные и многолетние травы. В зависимости от предшественника выбирается и вид обработки почвы. Основное требование к обработке почвы по предшественнику – минимальное число проходов и качество, отвечающее агротехническим требованиям. По предшественнику зерновые и зернобобовые предусмотрена полупаровая обработка почвы. После высокостебельных пропашных культур проводится поверхностная обработка почвы, включающая минимум двукратное дискование почвы. После многолетних трав – полупаровая обработка почвы и последующие сплошные культивации.

Анализ традиционных технологий и средств механизации обработки почвы по предшественникам свидетельствует о несовершенстве рабочих органов машин по подготовки почвы к посеву зерновых. Это связано с тем, что подготовка почвы к посеву выполняется минимум за три прохода агрегата, что повышает уплотнение почвы.

Отечественные заводы-изготовители, в последние годы, выпускают рабочие машины и дисковые комбинированные агрегаты, обеспечивающие качественную подготовку почвы под посев зерновых за один-два прохода.

Проведен анализ рабочих органов культиваторов и комбинированных дисковых агрегатов, прошедшие испытания на машинно-испытательной станции. Эти машины вписываются в традиционную тех-

нологию и рекомендуются к применению по подготовки почвы к посеву зерновых в зоне Кубанской МИС.

Борона дисковая модернизированная с четырехрядным расположением сферических дисков обеспечивает обработку почвы под зерновые культуры по предшественнику высокостебельные культуры. Рабочим органом дисковой бороны служит сферический диск, установленный на индивидуальной стойке с подшипниковым узлом. Борона с четырехрядным расположением сферических дисков БДМ-4×4П прошла испытания на Кубанской государственной зональной МИС. Глубина обработки в момент испытания составила 11,9 см. Результат обработки почвы по предшественнику: размер фракций до 25 см за один проход бороны составил 67,2% , за два прохода размер составил 83,4%; гребнистость почвы составила 2,1...3,4 см; измельчение пожнивных остатков (подсолнечник) с длиной резки до 20 см составило 26,1%, за два прохода бороны частицы размером до 20 см составляли уже 83,4% [1]. По результатам испытаний доказано, что дисковая борона качественно готовит почву к предпосевной культивации по предшественнику высокостебельные культуры за один проход.

Агрегат дисковый комбинированный ДАКН-3,3Н предназначен для предпосевной подготовки почвы, разделки пласта многолетних трав до и после вспашки, подготовки почвы после уборки пропашных культур. Комбинированный дисковый агрегат ДАКН - 3,3Н прошел испытания на Владимирской МИС и получил сертификат соответствия агротехническим требованиям. Испытания дискового агрегата ДАКН-3,3Н проводились по предшественнику зерновые на тяжелых и средних суглинках в условиях соответствующих требованиям технических условий. По результатам испытаний глубина обработки составила до 14 см. Результат испытаний: гребнистость почвы 2,7...3,6 см; сохранение стерни зерновых 67,7 % , заделка пожнивных остатков в почву 85% [2]. По результатам испытаний дискового комбинированного агрегата ДАКН-3,3 доказано, что агрегат ка-

чественно проводит обработку почвы в два следа по предшественнику зерновые и в один след по предшественнику многолетние травы. Агрегат обеспечивает качественную обработку почвы для проведения предпосевной культивации.

Обработку почвы по зерновым и зернобобовым предшественникам рационально проводить стерневым культиватором КСП-6. Это орудие высококачественно проводит обработку почвы под посев за один проход агрегата. Культиватор стерневой успешно прошел испытания на Центрально-Черноземной машинно-испытательной станции в 2012 г. Глубина обработки составила 6,9 см. Результат обработки почвы стерневым культиватором: размер фракций до 25 см составлял 91,3%, размер фракций до 50 мм составлял 97,1 %; гребнистость поля после прохода культиватора 6,6 см; подрезание сорняков полное [3].

Другой вариант обработки почвы по зерновым и зернобобовым предшественникам – обработка комбинированным дисковым агрегатом АКД-3. Испытания дискового агрегата проводились в Кубанской МИС с трактором Т-150 К на обработки стерни озимой пшеницы (2 следа) и люцерны (1 след) в оптимальный агросрок. Средняя глубина обработки составила 18,4 см. Качество обработки почвы по результатам испытаний: гребнистость поля после прохода культиватора 1,2 ...3,5 см; крошение почвы на фракции с размером до 50 мм составило 92,7%; подрезание сорной растительности 100% [4]. Дисковый комбинированный агрегат обеспечивает обработку почвы по предшественнику зерновые в два следа и многолетние травы в один след и готовит почву к проведению предпосевной культивации.

Культиватор блочно-модульный выполняет предпосевную подготовку почвы за один проход агрегата. Комплекс блочно-модульных культиваторов КБМ успешно прошел испытания на Солнечногорском ЦМИС Минсельхоза РФ, а также в различных почвенно-климатических зонах на Се-

веро-Западной, Поволжской и Кубанской МИС. Культивация проводилась на глубину до 8 см. Результат испытаний: крошение частиц почвы 87,5 % с размером фракций до 25 мм; гребнистость поверхности почвы после прохода культиватора 1,6 ...1,9 см, а по агротребованиям эта величина не должна превышать 4 см; подрезание сорняков полное [5]. Культиватор блочно-модульный отвечает требованиям к предпосевной культивации по основным показателям – гребнистость, размер фракций до 3 см, подрезание сорняков.

Для проведения обработки почвы по предшественникам составляется машинно-тракторный агрегат. В данных технической характеристики трактора представлены основные данные по двигателю, мощность двигателя, эксплуатационная масса и ряд других показателей. Основным показателем на каждой передаче – номинальная сила тяги на крюке. Ложность комплектования агрегатов для предпосевной обработки почв заключается в том, что отсутствуют результаты тяговых испытаний тракторов по стандартным агрофонам. Это не позволяет использовать известную методику комплектования тяговых агрегатов.

На первом этапе выбирается ресурсосберегающая мощность двигателя трактора принимается по рекомендациям в зависимости от вида работ и класса длины гона [7]. Диапазон ресурсосберегающей мощности для обработки почвы по предшественникам представлен в таблице 1.

Таблица 1– Диапазон ресурсосберегающей мощности двигателя в зависимости от класса длины гона [7]

Вид работы	Класс длины гона, м			
	300...400	400...600	600...1000	Более 1000
Боронование зубовыми боронами	26...41	32...52	37...61	43...75
Лущение и дискование стерни	61...110	74...138	83...160	106...217
Сплошная культивация	55...95	67...119	84...155	99...187

Для принятого ресурсосберегающего диапазона мощности двигателя выбирается марка трактора.

Далее устанавливается диапазон допустимых скоростей движения агрегата, при котором качество работы будет соответствовать агротребованиям. Величина диапазона скорости движения содержится в справочных данных для каждого вида работы. Определяется удельное тяговое сопротивление рабочих органов машины с учетом скорости движения агрегата по формуле [7]

$$K_M = K_{M0} [1 + \Delta K(V_{ao} - V_o)], \quad (1)$$

где K_{M0} – удельное тяговое сопротивление при скорости 1,4 м/с (5 км/ч),
кН/м;

ΔK – приращение удельного тягового сопротивления на 1м/с ;

V_{ao} – скорость движения по агротребованиям, м/с.

Справочные данные по тяговому сопротивлению рабочих органов машины в зависимости от величины приращения скорости движения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Удельное тяговое сопротивление машин и приращение ΔK сельскохозяйственных машин при увеличении скорости на 1 м/с, % [7]

Наименование работы	Наименование сельскохозяйственной машины	K_0 , кН/м	ΔK_0 , %	
			1,4...2,5 м/с	2,5...4,2 м/с
Сплошная культивация	Культиватор паровой на глубину: 6,0...8,0 см; 10...12 см	1,2...2,6	4...5	5...8
		1,6...3,0	2...4	4...6
Глубокое рыхление	глубокорыхлитель	8,0...13,0	–	–
Плоскорезная обработка	Плоскорез	4,0 ...6,0	–	–
Лущение стерни	Лущильник дисковый	1,2..2,6	2,0...3,0	3,0...4,0

Тяговое сопротивление агрегата определяется по формуле [7]

$$R_a = v \cdot (k_1 + k_2 \dots + k_i), \quad (2)$$

где R_a – тяговое сопротивление машины, кН;

v – рабочая ширина захвата машины, м;

$k_1, k_2 \dots k_i$ – удельное тяговое сопротивление 1, 2 и... i рабочего органа машины кН/м.

Передаточное число трансмиссии трактора должно быть больше значения $i_{т9}$ для обеспечения скорости движения по агротребованиям [7]

$$i_{т9} \geq \frac{22,6 r_k \cdot n_n}{V_{до}}, \quad (3)$$

где r_k – динамический радиус качения ведущего колеса, м;

n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, с.

Из условия оптимальной загрузки двигателя передаточное число должно превышать величину [7]

$$i_{TR} \geq \frac{(R_a + \eta_{опт} \cdot f \cdot G_э) \cdot r_k \cdot n_n}{0,159 \cdot N_{ен} \cdot \eta_{мэ} \cdot \eta_{опт}}, \quad (4)$$

где $\eta_{опт}$ – оптимальная величина силы тяги на крюке на данной работе, 0,9;

f – коэффициент сопротивления на перекачивание;

$G_э$ – эксплуатационный вес трактора, кН;

$N_{ен}$ – номинальная мощность двигателя трактора, кВт;

$\eta_{мэ}$ – механический КПД трансмиссии трактора 0,88...0,91.

Из условия достаточности сцепления движителей трактора с почвой передаточное число трансмиссии должно превышать значение [7]

$$i_m \leq \frac{\mu \cdot G_э \cdot \lambda \cdot r_k \cdot n_n}{0,159 \cdot N_{ен} \cdot \eta_{мэ}}, \quad (5)$$

где λ – коэффициент распределения сцепного веса трактора колесной формулы 4К2 и 4К4 составляет $\lambda=0,67$, $\lambda = 1,0$ соответственно [6];

μ – коэффициент сцепления ходового аппарата трактора с почвой.

Из полученных значений i_m выбирают большее. Для выбранного значения передаточного числа ведут дальнейший расчет.

Определяется величина касательной силы на движителях трактора по известной формуле [7]

$$P_k = \frac{0.159 \cdot N_{\text{ен}} \cdot i_{\text{тл}} \cdot \eta_{\text{тлг}}}{r_{\text{к}} \cdot n_{\text{н}}}. \quad (6)$$

Сила тяги на крюке определяется по выражению [6]

$$P_{\text{кр}} = P_k - G_{\text{э}} f. \quad (7)$$

Определяется расчетное значение коэффициента использования эксплуатационного веса $\varphi_{\text{кр}}$ [7]

$$\varphi_{\text{кр}} = \frac{P_{\text{кр}}}{G_{\text{э}}}. \quad (8)$$

Допустимое значение коэффициента использования эксплуатационного веса определяется по выражению [6]

$$\varphi_{\text{крд}} = \frac{v \delta_q}{a + \delta_q}, \quad (9)$$

где v , a – эмпирические коэффициенты [7];

δ_q – допустимая по агротребованиям величина буксования, %.

Для колесного трактора с колесной формулой 4К2 допустимая величина буксования составляет $\delta_q=18$ %, у трактора – 4К4 допустимая величина буксования составляет $\delta_q=15$ % и для гусеничного трактора эта величина равна $\delta_q=5$ % [7].

При условии достаточного сцепления ходового аппарата трактора с почвой, расчетное значение коэффициента использования эксплуатационного веса $\varphi_{\text{кр}}$ не должно превышать допустимого. Если расчетное значение коэффициента использования веса превышает допустимое, то необходимо повысить сцепные свойства трактора за счет установки балласта на ведущие колеса. Вес балласта не должен превышать 10% эксплуатационного веса. После установки балласта необходимо уточнить величину силы тяги на крюке.

По выражению 9 определяется значение коэффициента использования эксплуатационного веса трактора с учетом массы балласта. Величина буксования определяется по эмпирической формуле [7]

$$\delta = \frac{\alpha \varphi_{\text{кп}}}{\beta - \varphi_{\text{кп}}}, \quad (10)$$

Теоретическая скорость движения определяется по выражению [6]

$$\vartheta_{\text{T}} = \frac{22,6 \cdot n_{\text{H}} \cdot r_{\text{K}}}{i_{\text{M}}}. \quad (11)$$

Рабочая скорость движения трактора, с учетом величины буксования, составит [7]

$$\vartheta_{\text{p}} = \vartheta_{\text{T}}(1 - \delta). \quad (12)$$

Правильность выбора номинальной силы тяги на крюке проверяется по величине коэффициента использования силы тяги на крюке. Расчет правильный, если имеет место соотношение [6]

$$\eta = \frac{P_{\text{a}}}{P_{\text{кпн}}} \leq \eta_{\text{опт}}.$$

Часовой расход топлива на рабочий ход агрегата, кг/ч [7]

$$G_{\text{p}} = q_{\text{e}} \cdot N_{\text{ен}} \cdot \varepsilon_{\text{N}} \cdot \eta_{\text{мг}} \quad (13)$$

где q_{e} – удельный массовый расход топлива при номинальной мощности, кг/кВт·ч;

ε_{N} – коэффициент загрузки мощности двигателя, 0,9.

Предложенная методика позволяет комплектовать агрегаты для проведения предпосевной обработки почвы в зависимости от предшественника. В зависимости технологии посева выбирается зерновая сеялка с необходимым типом сошника [6].

Известно, что ходовой аппарат трактора и рабочей машины приводит к переуплотнению почв, и создаются условия для образования ветровой эрозии. Один из путей снижения машинной деградации почвы – широкое использование комбинированных агрегатов.

Испытаниями на МИС доказано, что обработку почвы по высокостебельным культурам под посев зерновых целесообразно проводить дискатором БДМ-4×4П за один проход агрегата

По предшественнику зерновые и зернобобовые культуры обработка почвы дисковыми комбинированными агрегатами ДАКН -3,3, АКД-3 или стерневым культиватором КСП-6.

Известно, что качественное внесение минеральных удобрений позволяет повысить плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Авторами разработано устройство для качественного распределения минеральных удобрений и разработан прибор для настройки центробежного аппарата на показатели качества работы [8,9,10,11, 12].

Использование грубых кормов в качестве мульчи позволяет существенно снизить расход минеральных удобрений. Разработана конструкция измельчения грубых кормов вдоль волокон [13].

Авторами предложена технология и технические средства для приготовления концентрированных кормов [14]. Авторами доказано, что на основе выбора технологии послеуборочной обработки семян и учета геометрических размеров семян качество очистки достигает 95% [15,16,17]. Включение в технологическую линию послеуборочной обработки фотосепараторов качество очистки повышается до 99,9 % [18,19].

Список литературы

1. Протокол испытаний № 07-39-2005 (420422). Борона дисковая БДМ-4×4 от 6 октября 2005 г. ФГУ Кубанская государственная зональная МИС.
2. Протокол испытаний № 03-45-06 (4020702). Агрегат дисковый комбинированный ДАКН-3,3Н от 7 ноября 2007г. ФГУ Владимирская государственная зональная машиноиспытательная станция.
3. Протокол испытаний № 14-68-2012 (1020092) культиватор стерневой пропашной КСП-6 от 18 декабря 2012 г. ФГБУ Централь - Черноземная государственная зональная МИС.
4. Протокол испытаний № 07-42-2010 (1020172). Агрегат комбинированный дисковый АКД-3 от 26 октября 2010 г. ФГУ Кубанская государственная зональная МИС.
5. Протокол испытаний № 08-05-2000 (4020502). Культиватор КБМ-7,2 от 16 июля 2000 г. Поволжская зональная МИС.

6. Сошники зерновых сеялок ресурсосберегающих технологий *Припоров Е.В.* // В сборнике: Связь теории и практики научных исследований Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 201

7. Определение энергосберегающего режима работы тягового агрегата *Припоров Е.В.* // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 92-95.

8. Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов *Якимов Ю.И., Иванов В.П., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б.* патент на изобретение RUS 2177216 14.03.2000

9. Центробежный аппарат с подачей материала вдоль лопаток *Припоров Е.В., Картохин С.Н.* // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1499-1511.

10. Центробежный рабочий орган для рассева сыпучего материала *Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Иванов В.П., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б.* патент на изобретение RUS 2177217 14.03.2000

11. Патент на изобретение RUS 2197807. Центробежный разбрасыватель сыпучих материалов. *Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б.* заяв. 20.04.2001.

12. Прибор для исследования центробежных аппаратов разбрасывателей сыпучих материалов *Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Карабаницкий А.П., Ткаченко В.Т., Якушев А.А.* патент на изобретение RUS 2201059 20.04.2001

13. Измельчитель грубых кормов *Маслов Г.Г., Артемов В.Е., Припоров Е.В., Небавский В.А.* патент на изобретение RUS 2222175 11.06.2002

14. Технологии и технические средства приготовления концентрированных кормов с использованием соевого белка. *Фролов В.Ю., Сысоев Д.П., Припоров И.Е., Горб С.С.* // International Scientific and Practical Conference World science. 2016. Т. 1. № 3 (7). С. 53-58.

15. Припоров И.Е., Лазебных Д.В. Рациональная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1475-1485.

16. Влияние толщины, ширины и индивидуальной массы семян подсолнечника на скорость их витания *Шафоростов В.Д., Припоров И.Е.* // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. № 1 (142-143). С. 76-80.

17. Обоснование применения оптического фотоэлектронного сепаратора в составе универсального семяочистительного комплекса. *Припоров И.Е.* // В сборнике: Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур Сборник материалов 8-й международной конференции молодых учёных и специалистов. 2015. С. 138-141.

18. Классификация оптических фотосепараторов для сортирования семян подсолнечника. *Припоров И.Е., Шафоростов В.Д.* // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 1. С. 68-70.

19. Моделирование процесса сепарирования семян подсолнечника в вертикальном пневмоканале ветро-решетных зерноочистительных машин *Шафоростов В.Д., Припоров И.Е.* // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 1 (146-147). С. 113-118.

References

1. Protokol ispytanij № 07-39-2005 (420422). Borona diskovaja BDM-4×4 ot 6 oktjabrja 2005 g. FGU Kubanskaja gosudarstvennaja zonal'naja MIS.
2. Protokol ispytanij № 03-45-06 (4020702). Agregat diskovyy kombinirovannyj DAKN-3,3N ot 7 nojabrja 2007g. FGU Vladimirskaia gosudarstvennaja zonal'naja mashinoispytatel'naja stancija.
3. Protokol ispytanij № 14-68-2012 (1020092) kul'tivator sternevoj propashnoj KSP-6 ot 18 dekabrja 2012 g. FGBU Central' - Chernozemnaja gosudarstvennaja zonal'naja MIS.
4. Protokol ispytanij № 07-42-2010 (1020172). Agregat kombinirovannyj diskovyy AKD-3 ot 26 oktjabrja 2010 g. FGU Kubanskaja gosudarstvennaja zonal'naja MIS.
5. Protokol ispytanij № 08-05-2000 (4020502). Kul'tivator KBM-7,2 ot 16 ijulja 2000 g. Povolzhskaja zonal'naja MIS.
6. Soshniki zernovyh sejalok resursosberegajushhijh tehnologij Priporov E.V. // V sbornike: Svjaz' teorii i praktiki nauchnyh issledovanij Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Otvetstvennyj redaktor: Sukiasjan Asatur Al'bertovich. 201
7. Opredelenie jenergoberegajushhego rezhima raboty tjavogogo agregata Priporov E.V. // Innovacii v sel'skom hozjajstve. 2015. № 5 (15). S. 92-95.
8. Ustrojstvo dlja poverhnostnogo rasseva mineral'nyh udobrenij i drugih sypuchih materialov Jakimov Ju.I., Ivanov V.P., Priporov E.V., Zajarskij V.P., Volkov G.I., Selivanovskij O.B. patent na izobrenie RUS 2177216 14.03.2000
9. Centrobezhnyj apparat s podachej materiala vdol' lopatok Priporov E.V., Kartohin S.N. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 112. S. 1499-1511.
10. Centrobezhnyj rabochij organ dlja rasseva sypuchego materiala Jakimov Ju.I., Priporov E.V., Ivanov V.P., Zajarskij V.P., Volkov G.I., Selivanovskij O.B. patent na izobrenie RUS 2177217 14.03.2000
11. Patent na izobrenie RUS 2197807. Centrobezhnyj razbrasyvatel' sypuchih materialov. Jakimov Ju.I., Priporov E.V., Zajarskij V.P., Volkov G.I., Selivanovskij O.B. zajav. 20.04.2001.
12. Pribor dlja issledovanija centrobezhnyh apparatov razbrasyvatelej sypuchih materialov Jakimov Ju.I., Priporov E.V., Karabanickij A.P., Tkachenko V.T., Jakushev A.A. patent na izobrenie RUS 2201059 20.04.2001
13. Izmel'chitel' grubyh kormov Maslov G.G., Artemov V.E., Priporov E.V., Nebavskij V.A. patent na izobrenie RUS 2222175 11.06.2002
14. Tehnologii i tehicheskie sredstva prigotovlenija koncentrirovannyh kormov s ispol'zovaniem soevogo belka. Frolov V.Ju., Sysoev D.P., Priporov I.E., Gorb S.S.// International Scientific and Practical Conference World science. 2016. T. 1. № 3 (7). S. 53-58.
15. Priporov I.E., Lazebnyh D.V. Racional'naja tehnologija posleuborochnoj obrabotki semjan podsolnechnika // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 112. S. 1475-1485.
16. Vlijanie tolshhiny, shiriny i individual'noj massy semjan podsolnechnika na skorost' ih vitanija Shaforostov V.D., Priporov I.E. // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2010. № 1 (142-143). S. 76-80.
17. Obosnovanie primenenija opticheskogo fotoelektronnoho separatora v sostave universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa. Priporov I.E. // V sbornike: Konkurentnaja sposobnost' otechestvennyh gibridov, sortov i tehnologij vozdeľvanija maslichnyh kul'tur Sbornik materialov 8-j mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchjonyh i specialistov. 2015. S. 138-141.

18. Klassifikacija optičeskikh fotoseparatorov dlja sortirovanija semjan podsolnechnika. Priporov I.E., Shaforostov V.D. // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. T. 10. № 1. S. 68-70.

19. Modelirovanie processa separirovanija semjan podsolnechnika v vertikal'nom pnevmokanale vetro-reshetnyh zernoočistitel'nyh mashin Shaforostov V.D., Priporov I.E.// Masličnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta masličnyh kul'tur. 2011. № 1 (146-147). S. 113-118.