

УДК 631.313.6+631.5
DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.10-15

СПОСОБ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Жук А.Ф., канд. техн. наук

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: combimash@mail.ru

Водоудерживающие неровности (лунки, прерывистые борозды, микролиманы), созданные на поверхности поля при его обработке, предотвращают сток, проявления эрозии на склоновых землях и улучшают влагообеспеченность почвы. Однако в последние десятилетия такие приемы почвообработки не применяют и технику для них не производят. Предложили новый способ обработки почвы с чередованием полос (безотвально разрыхленных и с заделанными в почву растительными остатками), в которых сферическими дисками с вырезом формируют водоудерживающие прерывистые борозды. Для выполнения этого способа разработали бороны с двухдисковыми и трехдисковыми секциями. Двухдисковые секции переднего ряда содержат игольчатые диски и один сферический, а заднего – игольчатый и сферический с вырезом, формирующий перемычку в борозде. Трехдисковые секции переднего ряда содержат игольчатые диски, а заднего ряда – два игольчатых и сферический с вырезом. Участок борозды, ограниченный ее перемычками, в 4-5 раз длиннее перемычки. Безотвально разрыхленная полоса шире полосы с заделанными растительными остатками и прерывистой бороздой. Однако общая ширина не превышает 0,4 м. При противоэрозионной обработке бороной с двухдисковыми секциями с интервалами между дисками 180 и 250 мм и заглублением сферических дисков на 10 см прерывистые борозды могут накопить 216 и 155 куб. м воды на 1 га, а с трехдисковыми при таких же интервалах – 144 и 103,7 куб. м соответственно. При угле атаки 20 градусов и заглублении дисков на 14 см вместимость борозд увеличивается в 1,6 раза.

Ключевые слова: склоновые земли, эрозия почвы, влагонакопление, обработка почвы, дисковая борона, дисковая секция, игольчатый диск, сферический диск.

■ **Для цитирования:** Жук А.Ф. Способ противоэрозионной обработки почвы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 10-15. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.10-15

CONSERVATION TILLAGE METHOD

A.F. Zhuk, Cand.Sci.(Eng.)

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, e-mail: combimash@mail.ru

Water-retaining roughnesses (holes, non-continuous furrows, micro-lagoons) come into being on the field surface at its tillage. They prevent a backflow, an erosion on slope lands and improve moisture content the soil. However, in the last decades such methods of a soil tillage are not used and the equipment for them are not manufactured. The author offered a new method of soil tillage with strips interchange (subsoil tilled and with the vegetable remains which are covered by the soil) in which cutout spherical disks form water-retaining non-continuous furrows. For this purpose harrows with two-disk and three-disk sections were developed. Two-disk sections in a front row contain needle disks and one spherical, and in a back row – needle and cutout spherical ones, forming a stank in a furrow. Three-disk sections in a front row contain needle disks, and in a back row – two needle and cutout spherical ones. A furrow part limited to its stanks is 4-5 times longer than a stank. A nonmoldboard loosened strip is wider than a strip with the covered vegetable remains and a non-continuous furrow. However, the general width does not exceed 0.4 m. In case of conservation tillage by a harrow with two-disk sections with spaces between disks 180 and 250 mm and 10 cm deep spherical disk non-continuous furrows can save up 216 and 155 cub. m of water per 1 hectare, and with three-disk at the same spaces – 144 and 103.7 cub. m respectively. At a disk approach angle of 20 degrees and 14 cm deep disks the capacity of furrows increases by 1.6 times.

Keywords: Slope lands; Soil erosion; Water retention; Soil cultivation; Disk harrow; Disk section; Needle disk; Spherical disk.

■ **For citation:** Zhuk A.F. Conservation tillage method. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 10-15 DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.10-15 (In Russian)

Площадь эрозионноопасных и подверженных эрозии сельскохозяйственных земель в России составляет 124 млн га (56%), в том числе 87,3 млн га пашни, из них совместному воздействию водной и ветровой эрозии подвержены 7,9 млн га. В результате роста оврагов ежегодно теряется 25-30 тыс. га черноземов. Потери плодородного слоя составляют более 10 млрд т в год, а гумуса – 81,4 млн т. Из-за потерь влаги на десятках миллионов гектаров отмечается ее дефицит в вегетационный период, недобор урожая и гибель посевов [1-5]. Все это свидетельствует об актуальности более широкого применения противоэрозионных и влагосберегающих обработок почвы.

В последние годы не создают водоудерживающих лунок, прерывистых борозд, микролиманов [6-8]. Вместимость лунок недостаточна для эффективного водозадержания на склонах. Прерывистые борозды сохраняют больше влаги, однако для их нарезки требуется энергоемкая отвальная вспашка, а при последующей обработке – усложненная заделка борозд. Формирование микролиманов энергозатратно, а их разравниватель в серийном производстве не был освоен. Выпуск лункователей и прерывистых бороздочников прекращен десятилетия назад, и его возобновление не предусмотрено.

Указанные агроприемы выполняли при вспашке или на отвальных агрофонах, которые подвержены дефляции. При рыхлении почвы безотвальными орудиями, в том числе игольчатыми боронами, сохраненные на поверхности поля стерня и мульча не только предотвращают дефляцию, но и способствуют накоплению снега, снижению потерь влаги на испарение [2, 4, 9]. Однако такие орудия не создают водоудерживающих неровностей и при снеготаянии и ливнях не предотвращают поверхностного стока и возможной эрозии на склонах. Способ обработки почвы с сохранением стерневой кулисы снижает дефляцию и снос снега, а щели, нарезанные возле кулис, предотвращают сток при снеготаянии, улучшают водопоглощение [10-13]. Но для его выполнения требуются комбинированный агрегат и энергоемкое щелевание почвы. При этом в щели может образоваться ледяная пробка, препятствующая прониканию воды в нижние слои почвы.

Цель исследования – обоснование способа, типа и параметров рабочих органов дисковых борон для противоэрозионной обработки почвы, предотвращающей ее эрозию и дефляцию.

Материалы и методы. Провели анализ приемов обработки почвы с созданием на поверхности поля водоудерживающих неровностей, предложили способ предотвращения эрозии и дефляции при их совместном проявлении и разработали конструкции борон, создающих водоудерживающий рельеф и сохраняющих ветроустойчивость поверхности

поля. Дали оценку их эффективности для влагонакопления, предотвращения стока и эрозии.

Согласно предложенному способу противоэрозионной обработки почвы, ее рыхлят с чередованием полос с растительными остатками, сохраненными на поверхности поля и заделанными в почву. В полосах формируют прерывистые борозды глубиной не меньше 10 см. При этом участок борозды, ограниченный ее перемычками, в 4-5 раз длиннее перемычки, а безотвально разрыхленные полосы шире полос с заделанными растительными остатками и прерывистой бороздой [14].

Для выполнения нового способа разработаны два типа дисковых борон (рис. 1). В первом случае предусмотрены ряд правых и ряд левых двухдисковых секций с игольчатым ($\varnothing$ 550 мм) и сферическим ($\varnothing$ 560 или 610 мм) дисками. Во втором – секции трехдисковые, с такими же игольчатыми дисками в переднем ряду и двумя игольчатыми и сферическим – в заднем [15]. Режущая часть сферических дисков выполнена зубчатой, диски заднего ряда имеют вырез глубиной 0,4-0,6 радиуса R диска в секторе 60-90°. Между дисками секций размещен подшипниковый узел с поворотной стойкой (С-образной пружинной, жесткой или подпружиненной)

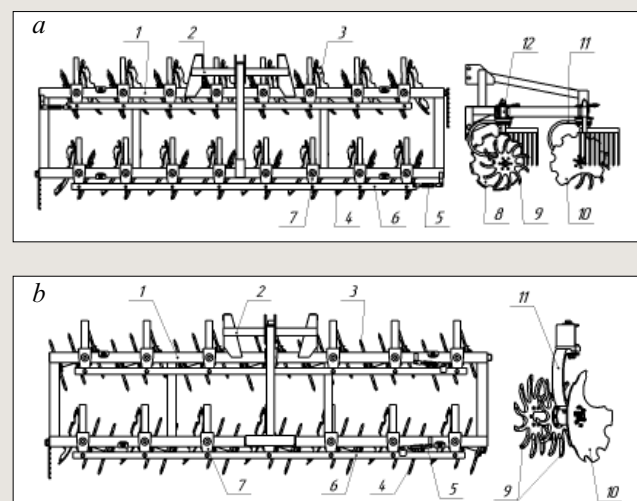


Рис. 1. Бороны для противоэрозионной обработки почвы, вид сверху: а – с двухдисковыми секциями; б – с трехдисковыми секциями; трехдисковая секция с вырезным и игольчатыми дисками:

1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – секция передняя; 4 – секция задняя; 5 – талреп; 6 – тяга; 7 – поводок; 8 – диск сферический; 9 – диск игольчатый; 10 – диск сферический с вырезом; 11 – стойка; 12 – ось поворота секции

Fig. 1. Harrows for conservation tillage, the top view: a – with two-disk sections; b – with three-disk sections; three-disk section with cutout and needle-shaped disks:

1 – frame; 2 – draft hitche; 3 – front section; 4 – back section; 5 – stretching screw; 6 – hitch draft arm; 7 – dragbar; 8 – spherical disk; 9 – needle-shaped disk; 10 – cutout spherical disk; 11 – stilt; 12 – rotation axis of section

и устройством для ее крепления на раме. Ряды секций снабжены механизмами групповой регулировки их угла атаки, выполненными в виде тяги, шарнирно сопряженной с талрепом и поводками на стойках секций. Вертикальная ось поворота секции и ось вала с дисками лежат в одной плоскости, что позволяет при изменении угла атаки сохранить заданное перекрытие обрабатываемых полос.

Сферические диски в переднем и заднем рядах двухдисковых секций обращены вогнутостью сферой наружу.

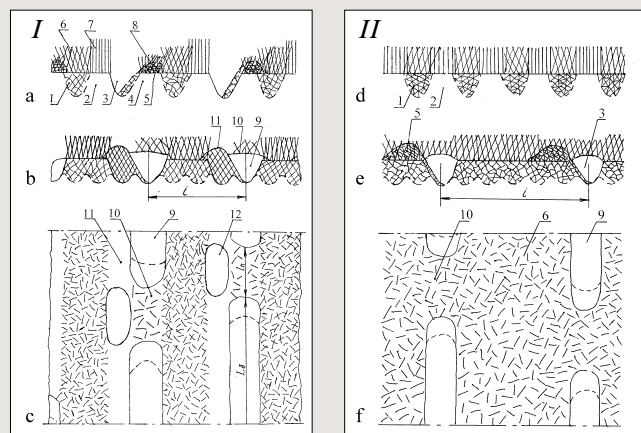


Рис. 2. Схема выполнения способа противоэрозионной обработки почвы боронами с двухдисковыми (I) и трехдисковыми (II) секциями:

сечение полос, обработанных секциями переднего ряда – а, d, заднего ряда – б, е; вид сверху фрагмента обработанного поля – б, f: 1 – полосы, обработанные игольчатыми дисками; 2, 4 – необработанная полоска междуследия; 3 – борозда непрерывная; 5 – почвенный гребень; 6 – стерня на обработанной полоске; 7 – стерня; 8 – присыпанная стерня; 9 – борозда прерывистая; 10 – перемычка; 11 – засыпанная борозда; 12 – лунка на засыпанной борозде

Fig. 2. Scheme of performance of a way of soil conservation tillage by harrows with two-disk (I) and three-disk (II) sections: the sectional view of strips tilled by sections of a forward row – а, d, of a back row – б, е; the top view of a fragment of the cultivated field – б, f: 1 – strips tilled by needle disks; 2, 4 – untilled strip in intertrack space; 3 – non-continuous furrow; 5 – soil ridge; 6 – stubble on the tilled strip; 7 – stubble; 8 – covered stubble; 9 – non-continuous furrow; 10 – stank; 11 – the filled-up furrow; 12 – лунка на засыпанной борозде

Допустимо использовать сферические диски диаметром D , который больше диаметра d игольчатых. В качестве игольчатых рекомендованы диски бороны-мотыги БМШ [9]. Секции собраны так, что игольчатые диски входят в почву выпуклой стороной дуги. По ширине захвата бороны секции заднего ряда смещены относительно смежных передних сферических дисков в сторону их вогнутости на величину, не превышающую ширину захвата вырезного диска при установке секции с максималь-

ным углом атаки. Такое смещение секций обеспечивает возможность заделки борозд от передних сферических дисков и перекрытие обработанных полосок. Сбоку крайних сферических дисков на раме установлены щитки, ограничивающие отброс почвы за пределы обрабатываемого гона.

Результаты и обсуждение. При выполнении способа бороной с двухдисковыми секциями их передний ряд рыхлит поле с чередованием полосок: безотвально разрыхленной игольчатыми дисками; необработанной; с бороздами, созданными сферическими дисками; неразрыхленной почвы с гребнем земли, выброшенной из борозды на необработанную полоску (рис. 2а).

Далее по ширине гона повторяется указанное чередование. После переднего ряда секций на полосках, обработанных игольчатыми дисками, сохраняется мульча или стерня, на одних необработанных – стоячая стерня или другие растительные остатки, а на других – гребни из почвы.

Игольчатые диски секций второго ряда рыхлят одни необработанные полоски, а в других сферическими дисками нарезают прерывистые борозды с перемычками, созданными участком выреза диска. Почву из гребней, образованных дисками переднего ряда, и борозд, нарезаемых на полосках, содержащих эти гребни, задние сферические диски перемещают в борозды от первого ряда секций, в которых формируют гребни, прерываемые лунками, расположенными сбоку перемычки, образованной вырезом диска (рис. 2б).

Стерневая полоса, состоящая из размещенных рядом двух полосок, разрыхленных игольчатыми дисками, шире борозды и не уже 0,3 м (рис. 2с). Общая ширина полосы с заделанными растительными остатками (с прерывистой бороздой и лункой) – меньше 0,4 м.

Таким образом, безотвально разрыхленные полосы с растительными остатками на поверхности поля предотвращают проявление дефляции, снижают скорость ветра в приземном слое. Прерывистые борозды и лунки, размещенные на полосках с заделанными в почву растительными остатками, собирают воду при снеготаянии и ливнях, улучшают ее поглощение нижними слоями почвы, предотвращают поверхностный сток и эрозию.

При работе бороны с трехдисковыми секциями передний ряд игольчатых дисков рыхлит поле, сохраняя почвозащитную стерню на его поверхности (рис. 2д). Игольчатые диски заднего ряда секций рыхлят междуследия дисков переднего ряда, а диски с вырезом нарезают прерывистые борозды и создают гребни из почвы, выброшенной из борозд (рис. 2е, ф).

Первый вариант выполнения способа рекомендуется для обработки подверженных дефляции

склонов до 6°. Второй вариант предпочтительнее для районов с более активным проявлением дефляции и склонами до 2-3°. При выполнении обоих вариантов почву необходимо обрабатывать по контурам или поперек склона, а затем, например перед посевом яровых, – в диагональном направлении.

Интервал между бороздами $i = s_d \cos \alpha$, где s_d – междуследие дисков, α – угол атаки дисков. При расстоянии между дисками 180 и 250 мм по оси секции, установленной с углом атаки α , например 20°, и работе бороны с двухдисковыми секциями интервал между бороздами составляет 338 и 470 мм, а с трехдисковыми секциями – 507 и 705 мм соответственно. Длина l_6 каждого участка борозды в 4-5 раз больше длины перемины, разделяющей ее участки. При диаметре D сферических дисков 560 и 610 мм l_6 составляет, соответственно, 1,3-1,45 м и 1,5-1,7 м, а шаг борозд $L \approx 1,8$ и 2 м. Вместимость борозд или общее количество воды W , л/га (л/104 м²), которое за один раз может быть накоплено в бороздах, определяем по формуле:

$$W = \frac{S}{Li} v l_6, \quad (1)$$

где S – площадь учитываемого участка, м²;

i – расстояние по ширине гона (интервал) между бороздами, м;

v – вместимость борозды, л/м.

Угол OAB сектора заглубленной части диска, согласно рисунку 3, равен:

$$2\beta = 2 \arccos \frac{R-h}{R}. \quad (2)$$

Так как площадь сегмента S_s заглубленной части диска равна разности площадей сектора, в котором расположен сегмент, и треугольника OAB , то площадь сечения борозды, нарезаемой диском, составляет:

$$S_6 = \left[\frac{2\pi R^2 \beta}{360^\circ} - R(R-h) \sin \beta \right] \sin \alpha, \quad (3)$$

а ширина BD борозды сверху равна (рис. 3):

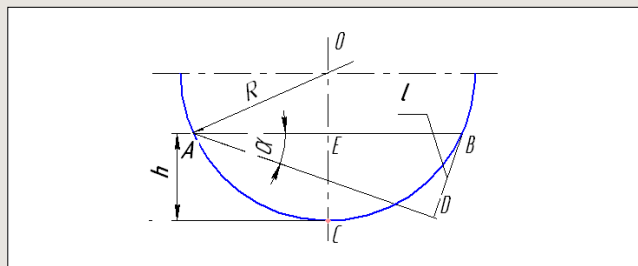


Рис. 3. К определению ширины борозды, вырезаемой диском при его заглублении h

Fig. 3. Towards determination of furrow width at h deep disk tilling

$$l = 2\sqrt{h(2R-h)} \sin \alpha, \quad (4)$$

где h – заглубление диска, R – радиус диска.

Для вместимости 10 л/м при минимальной глубине борозды 10 см ее ширина l должна составлять около 15 см, а угол атаки диска вычисляем по формуле:

$$\alpha = \arcsin \frac{l}{2\sqrt{h(2R-h)}}. \quad (5)$$

То есть для дисков диаметром 560 и 610 мм, соответственно, угол $\alpha \approx 20,5^\circ$ и $19,4^\circ$.

При работе секций с дисками $\varnothing 0,56$ м и интервале между бороздами $i = 0,338$ и $0,470$ м (между дисками по оси секции – 180 и 250 мм) количество их участков n составляет около 16,4 и 11,8 тыс. шт./га, а их общая длина – 22 960 и 16 520 м/га.

При вместимости борозды $w = 10$ л/м общая вместимость борозд достигает 229,6 и 165 м³/га, что при одном их наполнении позволяет увеличить влагосодержание в почве на 23,0 и 16,5 мм.

При работе секций с дисками $\varnothing 0,61$ м и интервале между бороздами $i = 0,338$ и $0,470$ м количество участков равно, соответственно, 14,7 тыс. и 10,6 тыс. шт./га, а общая длина борозд – 24250 и 17490 м/га, что обеспечивает их вместимость 242 и 174,9 м³ (рис. 4). С учетом инфильтрации в период наполнения борозд они могут за один раз задержать сток и аккумулировать, соответственно, до 30 и 25 мм ливневых осадков.

Борона с трехдисковыми секциями и расстоянием между дисками по ее оси 180 и 250 мм при угле атаки 20° нарезает борозды с интервалом, соответ-

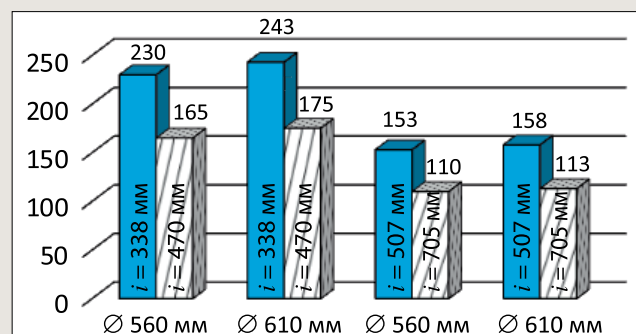


Рис. 4. Вместимость борозд глубиной 10 см при их нарезке дисками, м³/га

Fig. 4. Water-holding capacity of furrows 10 cm deep at tillage by disks, м³/ha

ственно, 507 и 705 мм. При работе секций с дисками $\varnothing 560$ мм длина борозд составит 15340 и 11030 м/га, а их вместимость – 153,4 и 110,3 м³/га, а с дисками $\varnothing 610$ мм – длина борозд при указанных интервалах – 15760 и 11340 м, что позволит накопить в бороздах воды 157,6 и 113,4 м³/га или повысить влагосодержание в почве (с учетом инфильтрации при заполнении

борозд) на 20 и 15 мм. При большей (до 14 см) глубине борозд и угле атаки дисков около 20° вместимость увеличивается в 1,6 раза, а при уменьшении угла атаки до 15° этот показатель уменьшается на четверть. При повторных заполнениях вместимость борозд также сокращается.

Так как полосы со стерней предотвращают дефляцию почвы, снос мелкого снега, а прерывистые борозды аккумулируют влагу, сдерживают сток и эрозию, то после обработки по новому способу поле устойчиво к водной эрозии и дефляции, при этом влагообеспеченность почвы существенно улучшается. При рациональном использовании лишь части этой влаги в условиях, когда она является лимитирующим фактором урожайности, можно дополнительно получить 0,2-0,3 т/га зерна пшеницы. При цене на пшеницу третьего класса на российском рынке 11 000 руб./т это обеспечит дополнительный доход 2200-3300 руб./га. Выполнение предложенных способов противоэрозионной обработки на 1 млн га пашни, размещенной на склонах влагодефицитных регионов, обеспечит дополнительный доход 2,2-3,3 млрд руб. Кроме того, будут предотвращены проявления эрозии при ливневых осадках, сохранено плодородие почв.

Выводы

1. Для защиты почвы от эрозии и дефляции предложен способ обработки, выполняемый с чередо-

ванием разрыхленных полос с сохраненными на поверхности поля и заделанными в почву растительными остатками. В этих полосах нарезают прерывистые борозды глубиной не меньше 10 см. При этом участок борозды, ограниченный перемычками, длиннее перемычки, по крайней мере, в 4-5 раз, безотвально разрыхленная полоса шире борозды, а общая ширина полосы с заделанными растительными остатками и размещенной на ней прерывистой бороздой не превышает 0,4 м.

2. Для выполнения нового способа разработаны дисковые бороны:

- с двухдисковыми секциями, содержащими игольчатый (Ø 550 мм) и сферический (Ø 560-610 мм) диски в переднем ряду и такой же игольчатый и сферический с вырезом – в заднем ряду;

- с трехдисковыми секциями с игольчатыми дисками в переднем ряду и двумя игольчатыми и сферическим с вырезом – в заднем ряду.

3. При выполнении способа противоэрозионной бороны с двухдисковыми секциями с интервалом между дисками 180 и 250 мм и при их заглублении 10 см прерывистые борозды за один раз могут накопить 230 и 165 м³/га воды, а с трехдисковыми при таком же интервале – 153 и 110 м³/га соответственно. При заглублении дисков на 14 см вместимость борозд увеличивается в 1,6 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жук А.Ф. Рекомендации по применению комбинированных агрегатов для выполнения влагосберегающих технологических процессов. М.: АгроНИИТЭИТО, 1989. С. 13.
2. Жук А.Ф. Почвовлагосберегающие агроприемы, технологии и комбинированные машины. М.: Росинформротех, 2012. 144 с.
3. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
4. Спирин А.П. Противодефляционная обработка почвы. М.: ВИМ, 2006. 246 с.
5. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Сорокин Н.Т., Мазитов Н.К., Кравчук В.И., Жук А.Ф. и др. Влагоаккумулирующие технологии, техника для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях. М.: ВИМ; Рязань: ВНИИМС, 2014. С. 24-77.
6. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины. М.: Машиностроение, 1978. С. 46-49.
7. Уфиркин Н.А. Исследование процесса прерывистого бороздования на склонах // Труды ВИМ. 1975. Т. 70. С. 128-141.
8. Уфиркин Н.А., Алиев И.С. О водоудерживающей способности микролиманов // Труды ВИМ. 1975. Т. 70. С. 141-153.
9. Грибановский А.П. и др. Комплекс противоэрозионных машин. М.: Агропромиздат, 1989. С. 50-53.
10. Булгаков В.М. Танчик С.П., Надикто В.Т. Теория і практика обробітку ґрунту в сучасних умовах. Збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства». Вип. №2 (101). Глевах: ННЦ ІМЕСГ, 2015. С. 30-38.
11. Кушнарєв А.С., Кравчук В.И. Биосфера и агротехнологии: противоречия, проблемы, задачи науки, их решение. Збірник «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки, технологій для сільського господарства України». Дослідницьке: УкрНДІПВТ, 2012. Вип. 16(30). Книга 2. С. 4-22.
12. Смильский В.В. Сидорчук А.В. Математическое моделирование внутреннего строения почв. Системный подход: Материалы Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». Минск, 2011. Т. 1. С. 99-105.
13. Пат. N2100918 РФ, МПК A01B 21/08. Способ обработки почвы / Жук А.Ф. // Бюл. 1998. N1.
14. Пат. N2567008 РФ, МПК A01B 79/00, 21/08, 13/16. Способ обработки почвы и дисковая борона для его осуществления / Жук А.Ф. // Бюл. 2015. N30.
15. Пат. N2567015 РФ, МПК A01B 21/08. Почвообрабатывающая дисковая секция / Жук А.Ф. // Бюл. 2015. N30.

REFERENCES

1. Zhuk A.F. Rekomendatsii po primeneniyu kombinirovannykh agregatov dlya vypolneniya vlagosberegayushchikh tekhnologicheskikh protsessov [Recommendations for combined units use to perform water retention technological processes]. Moscow: AgroNIITEITO, 1989: 13. (In Russian)
2. Zhuk A.F. Pochvovlagosberegayushchie agropriemy, tekhnologii i kombinirovannye mashiny [Soil moisture retention agro-methods, technologies and combined machines]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2012: 144. (In Russian)
3. Kiryushin V.I. Ekologizatsiya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika [Soil management ecologization and technology policy]. Moscow: MSKhA, 2000: 473. (In Russian)
4. Spirin A.P. Protivodeflyatsionnaya obrabotka pochvy [Anti-deflationary soil cultivation]. Moscow: VIM, 2006. 246 s. (In Russian)
5. Lachuga Yu.F., Izmaylov A.Yu., Sorokin N.T., Mazitov N.K., Kravchuk V.I., Zhuk A.F., et al. Vлагоakkumuliruyushchie tekhnologii, tekhnika dlya obrabotki pochvy i ispol'zovanie mineral'nykh udobreniy v ekstremal'nykh usloviyakh [Water-retention technologies, machinery for soil cultivation and mineral fertilization under extreme conditions]. Moscow: VIM; Ryazan': VNIIMS, 2014: 24-77. (In Russian)
6. Strel'bitskiy V.F. Diskovye pochvoobrabatyvayushchie mashiny [Disk tilling machinery] Moscow: Mashinostroenie, 1978: 46-49. (In Russian)
7. Ufirkin N.A. Research of process of non-continuous furrowing on slopes. Trudy VIM. 1975. Vol. 70: 128-141. (In Russian)
8. Ufirkin N.A., Aliev I.S. About water-holding capacity of micro-lagoons. Trudy VIM. 1975. Vol. 70: 141-153. (In Russian)
9. Gribanovskiy A.P., et al. Kompleks protivooerozionnykh mashin [Complex of anti-erosion machines]. Moscow: Agropromizdat, 1989: 50-53. (In Russian)
10. Bulgakov V.M. Tanchik S.P. Nadikto V.T. Teoriya i praktika obrobтку gruntu v suchasnikh umovakh [Theory and practice of tillage in modern context]. Zbirnik «Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya sil'skogo gospodarstva». Vyp. 2 (101). Glevakha: NNTs IMESG, 2015: 30-38. (In Ukrainian)
11. Kushnarev A.S., Kravchuk V.I. Biosfera i agrotekhnologii: protivorechiya, problemy, zadachi nauki, ikh reshenie [Biosphere and agrotechnologies: contradictions, problems, tasks of science, their decision]. Zbirnik «Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvitku ta viprobuvannya novoi tekhniki, tekhnologiy dlya sil'skogo gospodarstva Ukraini». Doslidnits'ke: UkrNDIPVT, 2012. Vip. 16(30). Vol. 2: 4-22. (In Russian)
12. Smil'skiy V.V. Sidorchuk A.V. Matematicheskoe modelirovanie vnutrennego stroeniya pochv. Sistemnyy podkhod [Mathematical modeling of an internal structure of soils. System concept]: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve». Minsk, 2011. Vol. 1: 99-105. (In Russian)
13. Pat. N2100918 RF, MPK A01V 21/08. Sposob obrabotki pochvy [Soil tillage method]. Zhuk A.F. Byul. 1998. N1. (In Russian)
14. Pat. N2567008 RF, MPK A01V 79/00, 21/08, 13/16. Sposob obrabotki pochvy i diskovaya borona dlya ego osushchestvleniya [Soil tillage method and disk tiller for its performance] Zhuk A.F. Byul. 2015. N30. (In Russian)
15. Pat. N2567015 RF, MPK A01V 21/08. Pochvoobrabatyvayushchaya diskovaya sektsiya [Soil tilling disk section]. Zhuk A.F. Byul. 2015. N30. (In Russian)

Критерии авторства. Автор несет ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The author is responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

