

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.317

DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-4-20-24

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ФРЕЗЫ  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В МЕЖДУРЯДЬЯХ МАЛИНЫ****ОЖЕРЕЛЬЕВ ВИКТОР НИКОЛАЕВИЧ** ✉, *д-р с.-х. наук, профессор*<sup>1</sup>

vicoz@bk.ru ✉

**ОЖЕРЕЛЬЕВА МАРИНА ВИКТОРОВНА**, *д-р экон. наук, профессор*<sup>2</sup>

marinavo@inbox.ru

<sup>1</sup> Брянский государственный аграрный университет; 243365, Российская Федерация, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а<sup>2</sup> Брянский государственный технический университет; 241035, Российская Федерация, Брянск, бул. 50 лет Октября, 7

**Аннотация.** При обработке почвы вертикально-ротационным ограничителем ширины ряда малины происходит ее поперечный перенос вращающимися ножами. В связи с этим целесообразно найти возможность управления указанным процессом. Выявлено влияние конструктивных параметров ограничителя ширины ряда малины на характер и степень бокового смещения поперечного сечения обработанной полосы почвы. Оценка интенсивности процесса поперечного перераспределения почвы производилась сравнением положений центров тяжести поперечного сечения обработанной полосы до обработки и после неё. Исследования проводились на средних и тяжелых суглинках с содержанием гумуса менее 2,5% и широкими пределами варьирования влажности и засоренности обрабатываемой полосы. При диаметре ротора порядка 900 мм боковое смещение центра тяжести поперечного сечения обрабатываемой полосы варьируется в пределах 50...100 мм. Авторами установлено, что управление поперечным смещением почвенного пласта возможно при постоянном угле наклона оси вращения ножевого ротора вперед, равном 18°, путем изменения величины угла поперечного наклона указанной оси в сторону центра междурядья в пределах от 10 до 20°. В результате значительная часть отбрасываемой почвы возвращается на поверхность обрабатываемой полосы, сводя к минимуму отброс за ее пределы и исключая возможность повреждения побегов малины. Предлагаемый авторами ограничитель, снабженный продольным отбойным щитком, установленным под углом к вертикали, при минимальной энергоёмкости процесса способствует поддержанию поперечного профиля поверхности междурядья малины в выровненном состоянии на протяжении всего срока эксплуатации плантации.

**Ключевые слова:** обработка почвы, ограничение ширины ряда малины, фреза, ротор, L-образный нож, отброс почвы.

**Формат цитирования:** Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В. Особенности применения вертикальной фрезы для обработки почвы в междурядьях малины // Агроинженерия. 2021. № 5(105). С. 20-24. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-5-4-20-24>.

© Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В., 2021



## ORIGINAL PAPER

**PECULIARITIES OF USING THE VERTICAL ROTARY CULTIVATOR  
FOR INTER-ROW SOIL TILLAGE OF RASPBERRY PLANTINGS****VIKTOR N. OZHERELYEV**, *DSc (Agr), Professor*<sup>1</sup>

vicoz@bk.ru ✉

**MARINA V. OZHERELYEVA**, *DSc (Econ), Professor*<sup>2</sup>

marinavo@inbox.ru

<sup>1</sup> Bryansk State Agrarian University; 2a, Sovetskaya Str., Kokino, Vygonichi district, Bryansk region., 243365, Russian Federation<sup>2</sup> Bryansk State Technical University; 7, 50 Let Oktyabrya Blvd., Bryansk, 241035, Russian Federation

**Abstract.** When tilling the soil with a vertical-rotary limiter of the raspberry row width, rotating knives perform its transverse transferring. In this regard, it is advisable to find the means to control the process. The study revealed the influence of the design parameters of the raspberry row width limiter on the pattern and degree of the lateral displacement of the cross-section of the cultivated soil strip. The authors assessed the intensity of the process of transverse soil redistribution by comparing the positions of the gravity centers of the treated strip cross-section before and after the tillage operation. The studies analyzed medium and heavy loams with a humus content of less than 2.5% and a wide range of variation in moisture content and contamination

of the treated strip. With a rotor diameter of about 900 mm, the lateral displacement of the gravity center of the strip cross-section varies within the range of 50...100 mm. The authors found that the lateral displacement control of the soil layer is possible at a constant forward inclination angle of the rotation axis of the knife rotor, which is equal to 18°. This can be done by changing the lateral inclination angle of the specified axis towards the row spacing center in the range between 10 and 20°. As a result, a significant portion of the discarded soil returns to the treated strip surface, minimizing its outside throw-off and eliminating the possibility of injuring the raspberry shoots. The limiter proposed by the authors has a longitudinal baffle installed at an angle to the vertical with a minimum energy intensity of the process. It helps to maintain the cross-section of the surface of the row spacing of raspberries in a leveled state throughout the entire life of the plantation.

**Key words:** soil tillage, limiting the raspberry row width, tiller, rotor, L-shaped knife, soil throw-off.

**For citation:** Ozherelyev V.N., Ozherelyeva M.V. Peculiarities of using the vertical rotary cultivator for inter-row soil tillage of raspberry plantings. *Agricultural Engineering*, 2021; 5 (105): 20-24. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-5-20-24>.

**Введение.** Ротационные почвообрабатывающих машин обладают как рядом преимуществ перед орудиями с пассивными рабочими органами, так и свойственными им недостатками и проблемами, значимость которых уменьшается по мере совершенствования конструкции [1]. При этом неизменными остаются высокая энергоемкость и стоимость машин, а также их относительно низкая производительность [2].

В полной мере указанные проблемы можно отнести и к почвообрабатывающим машинам с вертикально-ротационными рабочими органами. Если в начале 1980-х гг. они рассматривались в качестве альтернативы почвообрабатывающим орудиям с пассивными рабочими органами, то в последние десятилетия реальная сфера их успешного практического применения уменьшилась до решения отдельных специфических задач [3, 4]. В частности, это касается картофелеводства и ухода за многолетними насаждениями [5-7]. Так, вертикально-ротационные рабочие органы позволяют обрабатывать покрытые слоем мульчирующей соломы междурядья ягодных кустарников при обеспечении максимальной сохранности мульчматериала, то есть при минимальной степени его перемешивания с почвой [8].

Еще более специфические задачи приходится решать при возделывании плантации малины, выращиваемой по технологии плодоношения на двухлетних стеблях. Как правило, плодоносящие стебли необходимо фиксировать в вертикальном положении на специальной шпалере [9]. При этом установлено, что ширина ряда малины коррелирует с числом плодоносящих стеблей на его погонном метре. Это позволило заменить чрезвычайно трудоемкую ручную операцию по нормировке густоты стеблестоя механическим ограничением ширины ряда посредством вертикального ножевого ротора, сочетающего вырезку лишних стеблей с обработкой почвы в полосе, примыкающей к плодовой стенке малины [10].

К числу важных технологических задач, решаемых при работе фрезерного ограничителя ширины ряда, относится и перераспределение почвы в поперечном направлении, необходимое для удаления ее излишков, образующихся, как правило, вдоль оснований кустов вследствие обработки междурядий дисковыми боронами. В результате был разработан многофункциональный агрегат по уходу за плантацией малины, обладающий возможностью выполнять основные технологические операции с приемлемым качеством, соответствующим агротребованиям [11].

На протяжении более 20 лет машина использовалась для ухода за плантацией малины площадью 5 га в крестьянском (фермерском) хозяйстве «Ягодное» (Брянская область, Выгоничский район). В течение этого периода конструкция продолжала совершенствоваться, в частности, в сторону оптимизации поперечного переноса части почвы ножами ротора. Генерированные при этом технические решения позволили сделать процесс поперечного перемещения почвы управляемым.

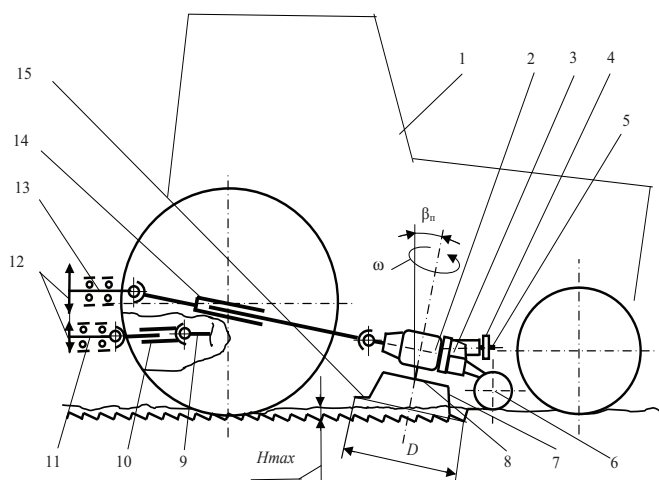
**Цель исследования:** выявление и совершенствование механизма поперечного переноса почвы ножами вертикально-ротационного ограничителя ширины ряда малины.

**Материал и методы.** Предметом исследования является вертикально-ротационный ограничитель ширины ряда малины (рис. 1). Объектом исследования является процесс взаимодействия *L*-образного наружу отогнутого ножа с почвой и характер ее перераспределения в поперечном направлении.

При конструировании машины в расчет были приняты два важнейших технологических аспекта. Во-первых, следовало исключить заброс почвы внутрь ряда малины, а во-вторых – свести к минимуму энергоемкость процесса. Поставленную задачу решает ножевой ротор 8, вращающийся вокруг оси, наклоненной вперед на угол  $\beta_n$ , снабженный четырьмя *L*-образными наружу отогнутыми ножами 7. При определенном сочетании угла наклона, диаметра и регулировке опорного колеса 6 взаимодействие ножей с почвой ограничено передней частью окружности, описываемой каждым из них в относительном движении. В результате подрезающие лезвия 15 ножей 7 срезают сорняки и лишние побеги малины, начиная заглубляться в почву в максимальной близости от основания ее плодовой стенки, а после поворота ротора на 90° начинается процесс постепенного выглубления рабочего органа, завершающийся при его повороте на 180° от начала контакта с почвой. При этом часть последней, а также сорняки и вырезанные стебли отбрасываются преимущественно в сторону середины междурядья.

Ножевой ротор 8 вместе с коническим редуктором 2 смонтирован на поперечной рукояти 3, один из концов которой посредством оси 5 закреплен на кронштейнах 7 остова трактора 1. Посредством гидроцилиндра (позиция 9 на рисунке 3) рукоять 3 может поворачиваться относительно оси 5, выглубляя рабочие органы и переводя их в транспортное положение. Привод ротора 8 осуществляется от ВОМ 9 трактора 1 посредством

двух карданных передач 10, 14 и цепной передачи 12. Поскольку энергоёмкость ротора 8 сведена к минимуму, то в к(ф)х «Ягодное» в качестве энергетического средства для агрегатирования ограничителя ширины ряда малины на протяжении 25 лет использовали трактор Т-25А.



**Рис. 1. Принципиальная схема вертикально-фрезерного ограничителя ширины ряда малины:**

- 1 – трактор; 2 – редуктор конический; 3 – рукоять;
- 4 – кронштейн; 5 – ось; 6 – колесо регулируемое;
- 7 – нож L-образный; 8 – ротор; 9 – ВОМ;
- 10, 14 – валы карданные; 11, 13 – корпуса в сборе;
- 12 – передача цепная;
- 15 – подрезающее лезвие L-образного ножа

**Fig.1. Schematic diagram of the vertical rotary tiller for the width limitation of the raspberry row:**

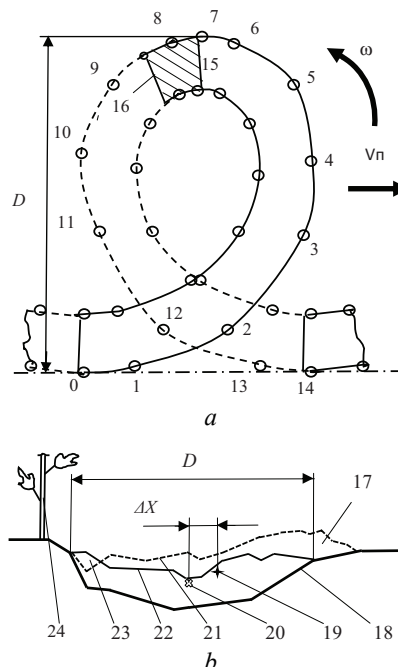
- 1 – tractor; 2 – bevel gear; 3 – handle;
- 4 – bracket; 5 – axis; 6 – adjustable wheel; 7 – L-shaped knife;
- 8 – rotor; 9 – PTO; 10, 14 – propeller shafts;
- 11, 13 – assembled housings; 12 – chain transmission;
- 15 – undercutting blade of an L-shaped knife

Изучение процесса поперечного отброса почвы происходило как посредством визуальной оценки ситуации при разном состоянии агрофона, так и путем точных замеров поперечного профиля обработанной полосы до и после прохода агрегата. На основании статистики многолетних наблюдений была сформулирована научная гипотеза, положенная в основу модернизации машины. Исследования проводили на средних и тяжелых суглинках с содержанием гумуса менее 2,5% и широким уровнем варьирования влажности и засоренности обрабатываемой полосы.

**Результаты и обсуждение.** При рассмотрении траектории абсолютного движения ножа фрезы (как горизонтальной, так и вертикальной) за основу, как правило, принимают плоскую трохойду. В связи с наклоном оси вращения ротора вперед по ходу агрегата на угол  $\beta_n$  траектория трансформируется в пространственную спираль, растянутую горизонтально под углом к ее оси. В результате проецирования пространственных витков на горизонтальную плоскость формируется периодическая кривая, близкая по форме к плоской трохойде (рис. 2а).

На схеме указанная проекция, построенная для наружной кромки подрезающего лезвия, обозначена точками

от 0 до 14, а внутренняя кромка (переходящая в стойку ножа) представлена последовательностью нумерованных точек. Траектория построена при диаметре ротора  $D = 600$  мм и ширине захвата подрезающего лезвия ножа, равной 100 мм. При этом для исключения пропусков подача на один оборот ротора равна 400 мм, что соответствует величине кинематического коэффициента  $\lambda = 3,14$ .



**Рис. 2. Взаимодействие L-образного ножа с почвой:**

- а) кинематика процесса;
- б) поперечное сечение обработанной полосы почвы (обозначения позиций – в тексте)

**Fig. 2. Interaction of the L-shaped knife with the soil:**

- а) kinematics of the process; б) cross-section of the treated strip of soil (positions are designated in the text)

При рассмотрении варианта без бокового наклона оси вращения ротора подрезающее лезвие ножа начинает процесс заглубления в позиции 0, а в позиции 15 выглубление рабочего органа завершается. Перемещаясь внутри почвенного слоя, он не только рыхлит почву обрабатываемой полосы, но и увлекает за собой ее значительную часть, сообщая почвенным фрагментам импульс движения. В результате происходит их отброс (в основном) в направлении, перпендикулярном радиусу, проведенному через ось вращения и внешнюю кромку подрезающего лезвия ножа. Поскольку ротор поворачивается, то вектор преимущественного направления отброса почвы постепенно меняет направление от перпендикулярного к  $V_n$  (в положении 4) до противоположного указанной скорости перемещения агрегата в положении 7 (рис. 2а). В результате суммирования элементарных «факелов» отброса происходит радикальное перераспределение почвы в поперечном направлении.

Характерный вид поперечного сечения обработанной полосы представлен на рисунке 2б. В результате изъятия ножами вращающегося ротора части почвы из зоны 23 (вблизи оснований побегов малины 24) происходит ее отложение в зоне 17 за пределами ширины захвата  $D$  ротора. При этом исходный профиль поверхности

22 трансформируется в профиль 21, а дугообразное в поперечном сечении дно борозды 18 в продольном направлении принимает характерный гребнистый вид (рис. 1).

Объективно оценить интенсивность поперечного отброса почвы позволяет сравнение положений центров тяжести 20 (исходного сечения) и 19 обработанной полосы (рис. 2б). В качестве числового критерия оценки использована величина  $\Delta X$  поперечного смещения центра тяжести. Эксперименты свидетельствуют о том, что величина  $\Delta X$  варьируется в пределах 50...100 мм (в зависимости от характера исходного профиля поверхности междурядья). При решении задачи выравнивания профиля поверхности, сформированного в результате нерационального использования дисковой борона в предшествующий период, такой итог можно считать позитивным. Это обусловлено, в частности, тем, что ликвидация валов почвы, образующихся после дискования междурядья вдоль основания плодовой стенки малины, улучшает условия для применения малиноуборочного комбайна. Если же обработке подлежит изначально выровненное междурядье, то целесообразно каким-то образом компенсировать неизбежный поперечный отброс почвы.

Многолетний практический опыт ухода за плантацией малины в к(ф)х «Ягодное» позволил сформулировать следующее направление решения проблемы. Целесообразно сместить точку выглубления подрезающего лезвия ножа в положение 16 (рис. 2а), удлинив таким образом его путь в заглубленном состоянии в задней половине окружности относительного движения. Тогда заштрихованный участок почвы (между положениями 15 и 16) будет подрезан и частично отброшен назад или даже под острым углом к вектору скорости  $V_n$ , то есть распределен по исходной ширине  $D$  обрабатываемой полосы.

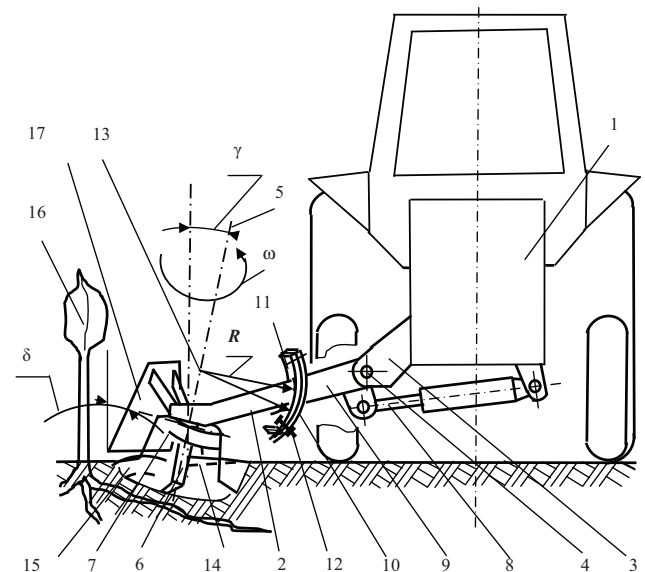
Для реализации указанного решения целесообразно дополнительно наклонить ось 5 вращения ротора 7 в сторону трактора 1 на угол  $\gamma$  (рис. 3). С этой целью рукоять 2 была дополнительно снабжена удлинителем 9, с которым она соединена дугообразными пластинами 10 и 11, скрепленными между собой болтовыми соединениями 12. При этом радиус кривизны поверхностей пластин  $R$  равен расстоянию от них до оси 13 входного вала редуктора (позиция 2 на рисунке 1). В каждой из пластин выполнены по два вертикальных ряда отверстий, за счет которых их можно соединять друг с другом при относительном смещении на значительную величину. Вследствие этого в широких пределах меняется угол между рукоятью 2 и ее удлинителем 9, а ротор 7 вместе с редуктором поворачиваются относительно горизонтальной оси 13 его входного вала, сохраняющей неизменным свое положение в пространстве.

Таким образом, поворот ротора 7 (с редуктором) в поперечно-вертикальной плоскости позволяет устанавливать необходимую величину угла  $\gamma$ , оперативно реагируя на состояние исходного агрофона.

Многолетний опыт практического использования ограничителя ширины ряда позволил выявить следующие нюансы технологического процесса. «Факел» отброса почвы ножами вращающегося ротора при определенных условиях может иметь ширину, превышающую величину обрабатываемой полосы. Тогда часть почвы может оказаться отброшенной не только в зону насыпного слоя 15, но и внутрь ряда малины 16, что недопустимо. Кроме

того, отдельные крупномерные сорняки захватываются ножом ротора и, вращаясь некоторое время вместе с ним, наносят хлесткие удары по молодым побегам 16. В результате создаются условия для развития грибных болезней, споры которых легко проникают сквозь поврежденный механически поверхностный слой побега малины.

Для исключения указанных негативных явлений ограничитель был снабжен продольным отбойным щитком 17, установленным под углом  $\delta$  к вертикали. В результате практически полностью исключена возможность заброса почвы внутрь ряда малины и повреждения ее побегов захваченными ножами ротора сорняками и вырезанными лишними стеблями.



**Рис. 3. Ограничитель ширины ряда малины после модернизации:**

- 1 – трактор; 2 – рукоять; 3 – кронштейн; 4 – ось;
- 5 – ось вращения ротора; 6 – L-образный нож;
- 7 – ротор; 8 – гидроцилиндр; 9 – удлинитель рукояти;
- 10, 11 – пластины; 12 – соединение болтовое;
- 13 – входной вал редуктора; 14 – нижняя поверхность насыпного слоя почвы; 15 – насыпной слой почвы;
- 16 – побег малины; 17 – щиток отбойный

**Fig. 3. Raspberry row-width limiter after modernization:**

- 1 – tractor; 2 – handle; 3 – bracket; 4 – axis;
- 5 – rotation axis of the rotor; 6 – L-shaped knife; 7 – rotor;
- 8 – hydraulic cylinder; 9 – handle extension; 10, 11 – plates;
- 12 – bolted connection; 13 – gearbox input shaft;
- 14 – lower surface of a bulk soil layer; 15 – bulk soil layer;
- 16 – raspberry shoot; 17 – baffle plate

## Выводы

1. Управление поперечным смещением почвенного пласта возможно при постоянном угле  $\beta_n = 18^\circ$  наклона оси вращения ножевого ротора вперед путем изменения величины угла  $\gamma$  поперечного наклона указанной оси в сторону центра междурядья в пределах от 10 до 20°.

2. Многолетний опыт практического использования машины в к(ф)х «Ягодное» свидетельствует о том, что поддержание поперечного профиля поверхности междурядья малины в выровненном состоянии возможно на протяжении всего срока эксплуатации плантации.

## Библиографический список

1. Blednykh V., Svechnikov P. Theoretical foundations of tillage, tillers and aggregates. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2014. 174 p.
2. Матяшин Ю.И., Гринчук И.М., Егоров Г.В. Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин. М.: ВО «Агропромиздат», 1988. 176 с.
3. Бычков В.В. Экспериментально-теоретическое обоснование параметров вертикально-ротационных рабочих органов для обработки тяжелых почв: Дис. ... канд. техн. наук. М., 1982. 158 с.
4. Инаекян С.А. Механико-технологическое обоснование параметров вертикально-ротационной почвообрабатывающей машины: Дис. ... канд. техн. наук. М., 1982. 195 с.
5. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшечников и др. М.: Агроспас, 2010. 316 с.
6. Блохин В.Н. Исследование процесса и рабочего органа для ухода за междустовой зоной на ягодниках: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1993. 22 с.
7. Агрегат для ухода за высокостебельными культурами: А. с. 1724040 СССР. № 4654677/30-15 / В.Н. Блохин, В.Н. Ожерельев, А.А. Цымбал; заявл. 24.02.89; опубл. 07.04.92, Бюл. 13. 4 с.
8. Ожерельев В.Н. Машина для обработки почвы при мульчировании междурядий малины // Садоводство и виноградарство. 1991. № 7. С. 29-30.
9. Ожерельев В.Н. Шпалера для возделывания малины // Садоводство и виноградарство. 1996. № 1. С. 12-13.
10. Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В. Механизация нормировки стеблей малины на плантации // Садоводство и виноградарство. 2000. № 1. С. 16.
11. Чвала С.В. Совершенствование технологии по уходу за товарной плантацией малины и разработка режущего аппарата для ограничения высоты стеблей: Дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 2008. 215 с.

## Критерии авторства

Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и подготовили рукопись. Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021

Одобрена после рецензирования 22.07.2021

Принята к публикации 23.07.2021

## References

1. Blednykh V., Svechnikov P. Theoretical foundations of tillage, tillers and aggregates. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2014: 174.
2. Matyashin Yu.I., Grinchuk I.M., Yegorov G.V. Raschet i proyektirovanie rotatsionnykh pochvoobrabatyvayushchikh mashin [Calculation and design of rotary tillage machines]. Moscow, VO "Agropromizdat", 1988: 176. (In Rus.)
3. Bychkov V.V. Eksperimental'no-teoreticheskoe obosnovanie parametrov vertikal'no-rotatsionnykh rabochikh organov dlya obrabotki tyazhelykh pochv [Experimental and theoretical grounds for determining the parameters of vertical rotary working units for the treatment of heavy soils]: PhD (Eng) thesis. Moscow, 1982: 158. (In Rus.)
4. Inaekyan S.A. Mekhaniko-tekhnologicheskoe obosnovanie parametrov vertikal'no-rotatsionnoy pochvoobrabatyvayushchey mashiny [Mechanical and technological grounds for determining the parameters of a vertical rotary tillage machine]: PhD (Eng) thesis. Moscow, 1982: 195. (In Rus.)
5. Tubolev S.S., Shelomentsev S.I., Pshechnikov K.A. et al. Mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya proizvodstva kartofelya [Machine technologies and equipment for potato production]. Moscow, Agrosapas, 2010: 316. (In Rus.)
6. Blokhin V.N. Issledovanie protsessa i rabocheho organa dlya ukhoda za mezhkustovoy zonoj na yagodnikakh [Study of the process and the working units for cultivating the inter-bush zone on the berry plantings]: Self-review of PhD (Eng) thesis. Moscow, 1993: 22. (In Rus.)
7. Blokhin V.N., Ozherel'yev V.N., Tsymbal A.A. Agregat dlya ukhoda za vysokostebel'nymi kul'turami [Unit for the cultivation of high-stemmed crops]: Authorship certificate 1724040 SSSR. No. 4654677/30-15. 1992. (In Rus.)
8. Ozherel'yev V.N. Mashina dlya obrabotki pochvy pri mul'chirovanii mezhduradyiy maliny [Soil cultivation machine used for mulching raspberry rows]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 1991; 7: 29-30. (In Rus.)
9. Ozherel'yev V.N. Shpalera dlya vozdelvaniya maliny [Trellis for raspberry cultivation]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 1996; 1: 12-13. (In Rus.)
10. Ozherel'yev V.N., Ozherel'yeva M.V. Mekhanizatsiya normirovki stebley maliny na plantatsii [Mechanization means for normalizing raspberry stems on plantations]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2000; 1: 16. (In Rus.)
11. Chvala S.V. Sovershenstvovanie tekhnologii po ukhodu za tovarnoy plantatsiey maliny i razrabotka rezhushchego apparata dlya ogranicheniya vysoty stebley [Improving the cultivation technology of a commercial raspberry plantation and developing a cutting unit to limit the stem height]: PhD (Eng) thesis. Bryansk, 2008: 215. (In Rus.)

## Contribution

V.N. Ozherelyev, M.V. Ozherelyeva performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. V.N. Ozherelyev, M.V. Ozherelyeva have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

## Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received 11.05.2021

Approved after reviewing 22.07.2021

Accepted for publication 23.07.2021