

УДК 634.75:631.358

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫНОСНОЙ ФРЕЗЕРНОЙ СЕКЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПРИСТВОЛЬНЫХ ЗОНАХ ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

*Р. А. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук*

*Д. О. Хорт, кандидат сельскохозяйственных наук*

**ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (г. Москва)**

*E-mail: [vim\\_sad@mail.ru](mailto:vim_sad@mail.ru)*

*В. А. Шевкун, кандидат сельскохозяйственных наук*

**ФГБНУ ВСТИСП (г. Москва)**

*E-mail: [vladimirshevkun@yandex.ru](mailto:vladimirshevkun@yandex.ru)*

**Аннотация.** *Одной из составных частей технологии выращивания плодовых и ягодных культур является процесс обработки почвы в многолетних насаждениях. Качество его выполнения определяется показателями, которые зависят от функциональных возможностей применяемых технических средств. Существующие технические средства не полностью выполняют заданные агропробованиями качественные показатели обработки почвы, особенно в рядах многолетних насаждений. Проведенные исследования позволили установить, что защитное расстояние поперёк ряда должно быть не менее 0,20 м в каждую сторону, а у штамбов вдоль линии ряда 0,38 м и установить оптимальный размер выносной секции равный 0,55 м. Численное моделирование процесса обхода штамбов условиями позволило получить траекторию движения ножей поворотной секции при обработке почвы в ряду деревьев. Предложена оригинальная конструкция выносной секции фрезы садовой, использование которой позволит повысить точность и качество обработки межствольной зоны междурядий садовых насаждений.*

**Ключевые слова:** *межствольная зона, междурядья садовых насаждений, выносная секция фрезы садовой*

**Актуальность.** В межствольных полосах располагается более 50 %, а в интенсивных садах около 90% корневой системы плодовых деревьев. Засоренность межствольных полос снижает урожайность на 20-25 %, приводит к потерям во время уборки и исключает возможность применения

плодоуборочных машин. В то же время эти полосы являются наиболее труднообрабатываемыми элементами междурядий, требующими специальных машин [1,2]. Обработка почвы в межствольных зонах многолетних насаждений осуществляется орудиями, рабочий орган которых приближается к штамбу растения, оставляя защитную зону. Существующие технические средства не обеспечивают выполнение качественных показателей технологического процесса обработки почвы в рядах многолетних насаждений. Поэтому обработка почвы в рядах часто выполняется вручную или вообще не выполняется, что приводит к существенному снижению урожайности плодовых и ягодных культур. Целью данных исследований явилась разработка выносной секции садовой фрезы для обработки межствольной зоны междурядий садовых насаждений.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Рекомендуемые технологии содержания почвы в садах, требуют решения вопроса обработки почвы в приствольных полосах. Применение гербицидов решает эту проблему, однако далеко не везде можно использовать их в связи с экологическим загрязнением окружающей среды и продукции. Существующий набор гербицидов не полностью удовлетворяет содержание приствольных полос в чистом от сорной растительности состоянии, поэтому предложена выносная секция фрезы садовой для обработки приствольных полос с обходом штамбов плодовых деревьев, которая качественно выполняет технологический процесс ухода за межствольными полосами и в ближайшие годы позволит решать эту проблему [3].

Проведенный литературный и патентный поиск показал, что известно орудие для внутрирядной обработки почвы в плодовом саду [4], содержащее дисковую секцию, выполненную в виде батареи, установленную на раме, обеспечивающую выглубление и смещение секции в поперечной вертикальной плоскости. Недостатками известного орудия являются ограниченная

функциональность дисковых рабочих органов (орудие может быть использовано только при обработке почвы), высокая металлоемкость устройства, низкое качество обработанной поверхности почвы (т.к. выглубление и смещение секции происходит не одновременно) и повышенная травмируемость насаждений за счёт смещения дисковой секции в поперечной вертикальной плоскости. Известен фронтальный фрезерный культиватор междукустовой обработки виноградников, включающий подъёмный гидроцилиндр и подвижную раму секции с рабочими органами. Они выполнены в виде вертикальных фрез, приводимых в движение узлами вращения, позволяющих обрабатывать междурядья виноградников. Недостатком известного устройства является невозможность обработки межствольной зоны междурядий садовых насаждений [5].

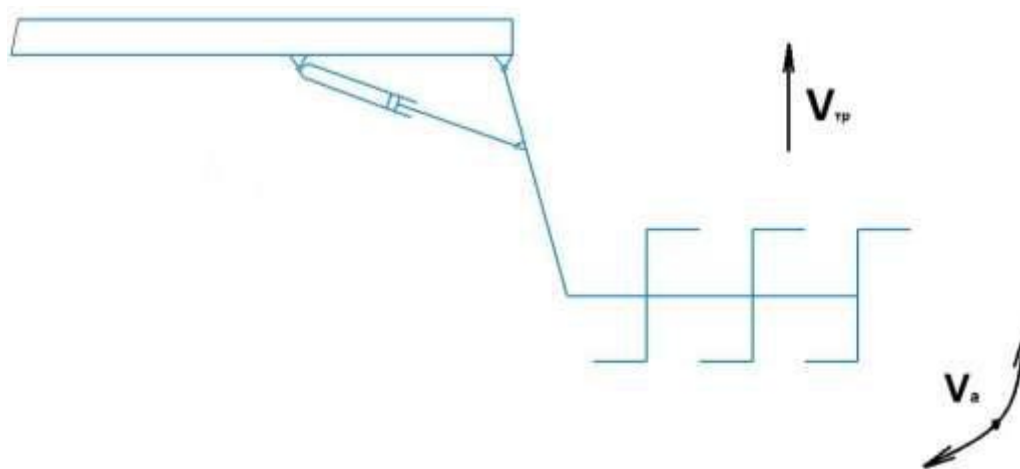
**Цель исследования** – обосновать конструкцию и разработать выносную фрезерную секцию для обработки почвы в приствольных зонах плодовых насаждений.

**Материалы и методы исследования.** Теоретические исследования проводились на основе известных положений высшей математики по общим инженерным расчетам. При выполнении работы применялся метод математического планирования с использованием частных методик. Лабораторно-полевая оценка агротехнических показателей проводилась по ОСТ 104.4 – 99 и другим государственным и отраслевым стандартам испытаний сельскохозяйственной техники. Для определения эффективности полученных результатов применены стандартные методики экономической и энергетической оценки технологических и технических разработок. Обработка экспериментальных данных проведена на персональном компьютере с использованием прикладных программ.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При обработке почвы в одном направлении остаётся не обработанная полоса почвы шириной 30 – 60 см. Это происходит из-за специфических условий работы в садах, где движение

тракторного агрегата близко к ряду деревьев невозможно из-за их раскидистой кроны. Поэтому машины для обработки приствольных полос и кругов являются несимметричными и имеют механизм выдвижения рабочего органа для ввода в линию ряда деревьев и обхода штамбов деревьев во время обработки приствольных полос.

В нашем случае при боковом отклонении совершается колебательное движение и рабочий орган описывает траекторию по дуге окружности (рис.1).



**Рис. 1. Схема механизма отклонения секции фрезы садовой**

При поступательной скорости  $V_{тр}$  трактора и скорости отвода  $V_a$  точка А описывает траекторию движения по результирующей  $V_p$ , которая всё время изменяется по величине и направлению (рис.2).

Траектория точки А представляет собой кривую  $AA_4$  с точкой перегиба ( $A_2$ ). Обе ветви кривой имеют выпуклость в сторону обратную движению трактора. Кривизна траектории возрастает быстрее на участке  $AA_1$  и  $A_2A_3$ , так как на участке АВ проекция скорости  $V_a$  на ось Y направлена в сторону, противоположную движению трактора.

Аналогично получается траектория на участке  $A_2A_3$  при движении точки А слева на право.

На участках  $A_1A_2$  и  $A_3A_4$  кривизна возрастает медленно за счёт сложения скоростей трактора и проекции скорости отвода секции на ось  $Y$ , так как скорость  $V_{ay}$  направлена по ходу движения агрегата

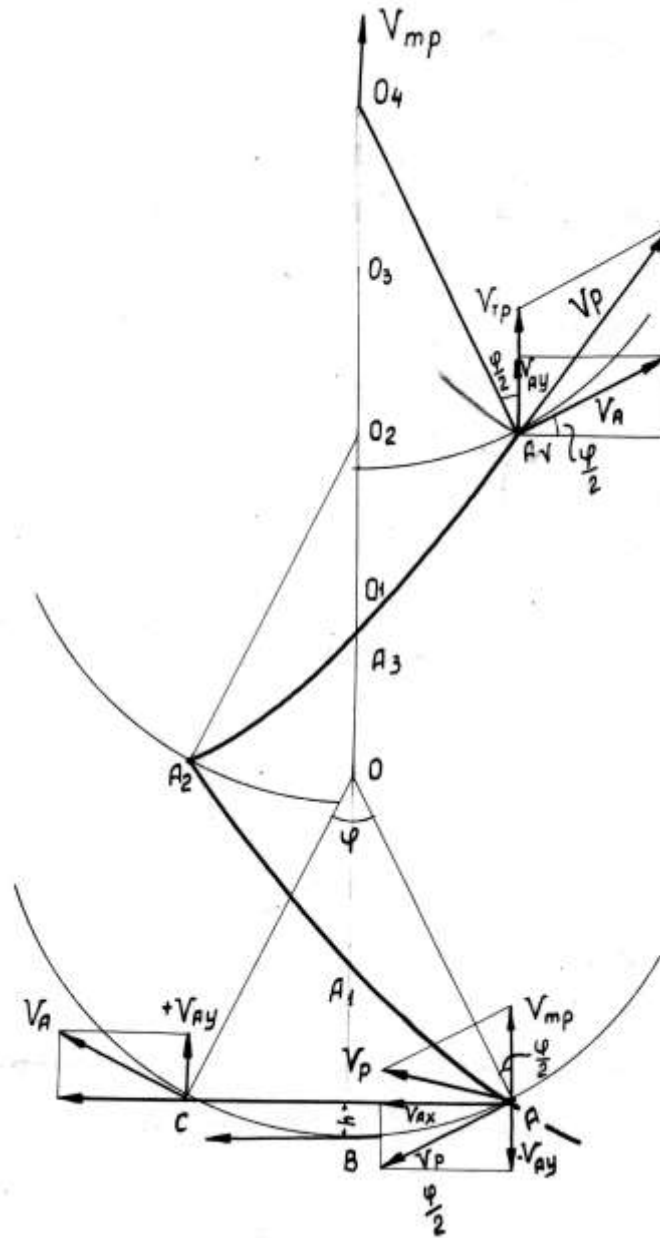
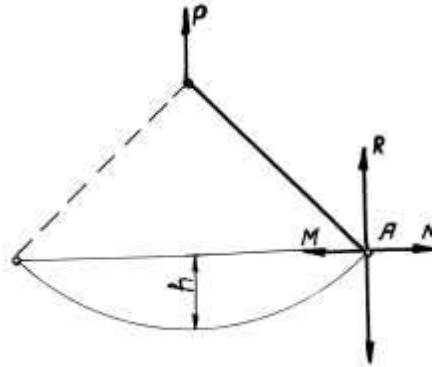


Рис. 2. Траектория движения точек рабочего органа

На фрезерную секцию в горизонтальной плоскости действуют: сила тяги  $P$ , сила реакции почв, сила сопротивления  $F$ . При выводе фрезерной секции

действуют: отводящая сила гидроцилиндра М и реактивная осевая сила бокового резания N (рис.3).

Для рассматриваемой системы, характерно движение фрезерной секции по дуге окружности радиусом r. В связи с этим появляется центробежная сила, направленная по радиусу против хода трактора.



**Рис. 3. Схема перемещения условной точки фрезерной секции при отклонении**

При обходе штамба дерева фрезерным рабочим под действием тяговой силы Р и отводящего усилия гидроцилиндра М точка дисковой секции А описывает траекторию в виде ромба. Так как выбранная точка связана жёсткой тягой с осью вращения и описывает дугу окружности при одновременном поступательном движении, то появляется центробежная сила, противодействующая силе тяги Р. Эта сила создаёт дополнительное тяговое сопротивление, передающееся на трактор.

В результате обхода штамба дерева выносная секция фрезы движется по кривой (рис.4).

Любая точка выносной секции фрезы садовой совершает сложное движение:

Относительное движение, определяется уравнением

$$x = C(1 - \cos \omega t), \quad (1)$$

Переносное движение, характеризуется уравнением

$$y = B \frac{\omega t}{\pi} = B \frac{\varphi}{\pi} \quad (2)$$

В нашем случае площадь выражена так:

$$S = \int_0^{\pi} C(1 - \cos\varphi) \frac{B}{\pi} d\varphi \quad (3)$$

Защитное расстояние поперёк ряда зависит от угла наклона штамба находится по формуле:

$$C = H_{\text{ш}} \sin Y_{\text{ш}} + \frac{D_{\text{ш}}}{2} \quad (4)$$

где  $H_{\text{ш}}$  -высота штамба, м,  $\sin Y_{\text{ш}}$  - угол наклона штамба, град.,  $D_{\text{ш}}$  - диаметр штамба, м

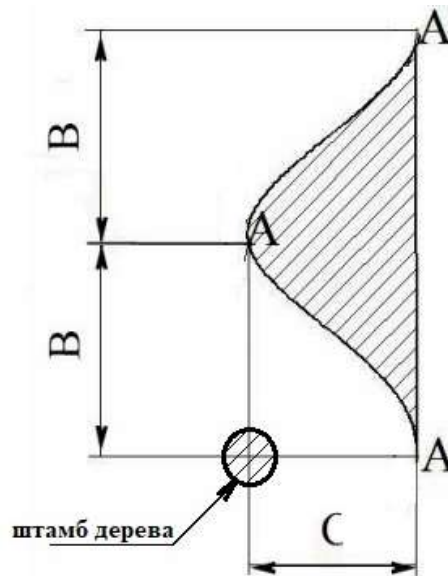


Рис. 4. К обоснованию параметров защитной зоны плодовых растений

Защитное расстояние по линии ряда, также зависит от диаметра, высоты и угла наклона штамба, определяется как

$$B = D_{\text{ш}} + 2 H_{\text{ш}} \sin Y_{\text{ш}} \quad (5)$$

Таким образом, для исключения повреждения штабмов плодовых деревьев защитная зона при их обходе должна иметь размеры: поперёк линии ряда (от крайней точки рабочих органов до оси ряда)  $C = 19,32$  см; вдоль линии ряда  $B = 38,43$  см, оптимальная длина фрезерной секции при этом не должна превышать 55 см.

В результате проведённых исследований была разработана конструкция выносной фрезерной секции с приводом рабочих органов от автономной гидросистемы которая размещается на раме фрезы сзади (с правой стороны по ходу движения) [7,8].



**Рис.5. Выносная секция фрезы садовой:**

- 1 – корпус секции; 2 – шланги гидросистемы; 3 - гидрораспределитель выносной секции с функцией регулировки чувствительности щупа;  
4 – гидромотор привода вала секции; 5 – гидроцилиндр поворота дополнительной секции относительно продольной оси МТА; 6 – гидроцилиндр подъема дополнительной секции; 7 – шарнирная подвеска секции;  
8 – гидроцилиндр регулировки наклона дополнительной секции в горизонтальной плоскости; 9 – сдвоенный следящий щуп отвода секции от штамба

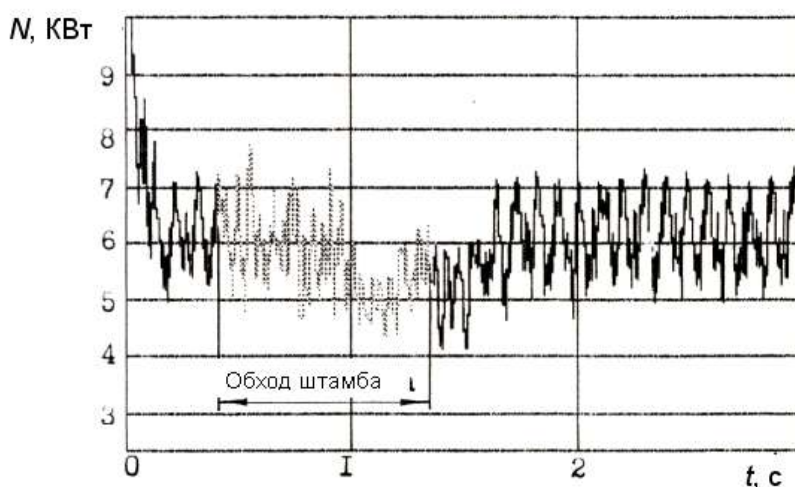
Выносная фрезерная секция (рис.5) состоит из корпуса 1, гидромотора привода вала секции 4, вращающихся на горизонтальном валу рабочих органов (ножей), гидрораспределителя 12 управления отводом секции, уплотнительного



катка и гидроцилиндров изменения положения секции в различных плоскостях. Передняя часть секции имеет резиноармированные щитки для исключения выбрасывания почвенных остатков. Ножевой барабан представляет собой вал с приваренными в шахматном порядке ушами для крепления почвообрабатывающих ножей. Количество ножей – 10 шт.

Для исключения повреждения деревьев во время работы, секция оснащена следящей системой. Следящее устройство – щуп 9 – двойной стержень, подключенный к гидравлическому распределителю 3, который активирует гидроцилиндр 5 отвода секции за фрезу во время наезда на препятствие (ствол дерева).

График изменения мощности, расходуемой на фрезерование почвы по мере продвижения вдоль ряда (рис.6), показывает, что при обходе штамба энергоемкость процесса падает. Это объясняется уменьшением ширины захвата рабочих органов.



**Рис. 6. Зависимость мощности  $N$ , расходуемой на фрезерование почвы, от времени  $t$**

**Выводы и перспективы.** Существующие технические средства не обеспечивают выполнения качественных показателей технологического

процесса обработки почвы в рядах многолетних насаждений, что приводит к существенному снижению урожайности плодовых и ягодных культур.

Теоретический анализ показал, защитное расстояние поперёк ряда должно быть не менее 0,20 м по каждую сторону, а у штамбов вдоль линии ряда 0,38 м, длина самой выносной секции не должна превышать 55 см.

Экспериментальные исследования выносной фрезерной секции в целом подтверждают результаты теоретических выводов, фактическая защитная площадь штамбов деревьев, подрезаемость сорняков и фракционный состав почвы соответствуют агротребованиям на данный технологический процесс, а применение фрезы садовой с выносной секцией позволяет повысить в 1,5 раза производительность по сравнению с обычной фрезой.

### **Список литературы**

1. Смирнов И.Г. Нормативно-техническая база данных машин для современных технологий промышленного садоводства / И. Г. Смирнов, Д. О. Хорт, Р. А. Филиппов // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. Междунар. науч.- техн. конф. Ч.1. – М.: ВИМ, 2013. – С.202-205.

2. Смирнов И.Г. Совершенствование технологии обработки межствольной зоны междурядий садовых насаждений выносной фрезерной секцией / И. Г. Смирнов, Д. О. Хорт, Р. А. Филиппов, С. В. Есипов // Вестник рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева. – 2017. – №2(34). – С. 83-88.

3. Смирнов И.Г. Техническое обеспечение работ по уходу за междурядьями в садах интенсивного типа / И. Г. Смирнов, Д. О. Хорт, Р. А. Филиппов // Материалы Международной научно-технической конференции (Минск, 16–17 октября 2013 г.) Том 1«Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – С.303-311.

4. Шевкун В. А. Борона дисковая садовая для обработки почвы в рядах плодовых деревьев / В. А. Шевкун // Дис... к. с-х. наук. – Москва, 2008. – 165 с.

5. Шевкун В.А. Определение защитной зоны в процессе обхода штамба плодовых деревьев дисковым рабочим органом / В. А. Шевкун // Садоводство и виноградарство. – 2008. – № 2. – С. 23-24.

6. Филиппов Р.А. Повышение эффективности использования высококлиренсного фрезерного культиватора в садоводстве / Р. А. Филиппов //

Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства: Сб. Докл. науч. техн. конф. Ч.1 – М.:ВИМ, 2015. – С. 336-339.

7. Пат. 2544378 РФ. Выносная секция фрезы садовой/ Р.А. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Романюк Н.Н. // 29.11.2013

8. Филиппов Р.А., Хорт Д.О. [Фреза садовая универсальная ФСУ-2,5](#) / Р. А. Филиппов, Д. О. Хорт // [Молодые ученые в решении актуальных проблем науки](#): Сб. докл. V Междунар. науч.- практ. конф. – Владикавказ:, 2014. – С. 42-43.

## References

1. Smirnov, I. G., Hort, D. O., Filippov, R. A. (2013). Normativno-tekhnicheskaya baza dannyh mashin dlya sovremennyh tekhnologij promyshlennogo sadovodstva [Normative and technical database of machines for modern technologies of industrial gardening]. Sistema tekhnologij i mashin dlya innovacionnogo razvitiya APK Rossii: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.- tekhn. konf. CH.1, 202-205.

2. Smirnov, I. G., Hort, D. O., Filippov, R. A., Romanyuk, N. N., Esipov, S. V. (2017). Sovershenstvovanie tekhnologii obrabotki mezhstvol'noj zony mezhduryadij sadovyh nasazhdenij vynosnoj frezernoj sekciej [Improvement of technology of processing of the interstellar zone of aisles of plantings in gardens by remote milling section]. Vestnik ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A.Kostycheva, №2(34), 83-88.

3. Smirnov, I. G., Hort, D. O., Filippov, R. A. (2008). Tekhnicheskoe obespechenie rabot po uhodu za mezhduryad'yami v sadah intensivnogo tipa derev'ev [Technical support of works on care of row spacing in horticultural of intensive type] // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii (Minsk, 16–17 oktyabrya 2013 g.) Vol.1«Nauchno-tekhnicheskij progress v sel'skohozyajstvennom proizvodstve», Minsk: NPC NAN Belarusi po mekhanizacii sel'skogo hozyajstva, 303-311.

4. Shevkun. V.A. (2008). Borona diskovaya sadovaya dlya obrabotki pochvy v ryadah plodovyh derev'ev [Garden disc harrow for soil cultivation in rows of fruit trees] // Dis... k. s-h. nauk. – Moskva. 2008, 165.

5. Shevkun, V.A. (2008). Opredelenie zashchitnoj zony v processe obhoda shtamba plodovyh derev'ev diskovym rabochim organom [Determination of the protective zone in the process of circumvention of the fruit tree headquarters by the disk working body]. Sadovodstvo i vinogradarstvo, № 2, 23-24.

6. Filippov, R. A. (2015). Povyshenie ehffektivnosti ispol'zovaniya vysokoklirensnogo frezernogo kul'tivatora v sadovodstve [Improving the efficiency of using a high-performance milling cultivator in horticulture]. Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizacii gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva: Сб. Dokl. nauch. tekhn. konf. Ch.1, 336-339.

7. Pat. 2544378 RF. Vynosnaya sekciya frezy sadovoj [Remote section of the horticultural cutter ] / R.A. Izmajlov A.YU., Lobachevskij YA.P., Smirnov I.G., Hort D.O., Filippov R.A., Romanyuk N.N. // 29.11.2013.

8. Filippov, R.A., Hort, D.O. (2014). Freza sadovaya universal'naya FSU-2,5 [ Horticultural universal milling cutter FSU-2,5] // Molodye uchenye v reshenii aktual'nyh problem nauki: Sb. dokl. V Mezhdunar. nauch.- prakt. konf. Vladikavkaz., 42-43.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІНОСНОЇ ФРЕЗЕРНОЇ СЕКЦІЇ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ПРИСТОВБУРНИХ ЗОНАХ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ**

***Р. О. Філіппов, Д. О. Хорт, В. А. Шевкун***

**Анотація.** Однією із складових частин технології вирощування плодкових і ягідних культур є процес обробітку ґрунту в багаторічних насадженнях. Якість його виконання визначається показниками, які залежать від функціональних можливостей застосовуваних технічних засобів. Існуючі технічні засоби не повністю забезпечують задані агровимогами якісні показники обробітку ґрунту, особливо в рядах багаторічних насаджень. Проведені дослідження дозволили встановити, що захисна відстань поперек ряду повинна бути не менше 0,20 м в кожную сторону, а при штамбах уздовж лінії ряду 0,38 м і визначити оптимальний розмір виносної секції рівний 0,55 м. Чисельне моделювання процесу обходу штамбів дозволило отримати траєкторію руху ножів поворотної секції при обробітку ґрунту в ряду дерев. Запропоновано оригінальну конструкцію виносної секції фрези садової, використання якої дозволить підвищити точність і якість обробітку пристовбурної зони міжрядь садових насаджень.

**Ключові слова:** *пристовбурна зона, міжряддя садових насаджень, виносна секція фрези садової*

## **JUSTIFICATION PARAMETERS OF PORTABLE MILLING SECTION FOR SOIL PROCESSING IN THE AREAS FRUIT PLANTS**

***R. Filippov., D.. Khort., V. Shevkun***

**Abstract.** *One components technology of growing fruit and berry crops is the process of tillage in perennial plants. The quality its performance is determined by indicators that depend on the functionality technical means used. The existing technical facilities do not fully meet the high-quality indicators soil treatment set by agricultural demands, especially in the rows perennial plants. Carried out researches have allowed to establish that the safety distance across the series should not be less than 0.20 m in each direction, and trunks along the line 0.38 m and to establish the optimal size of the extension section is 0.55 m. Numerical modeling of bypass trunks conditions allowed us to obtain the trajectory of the knives of the turning section when*

*processing soil in a row of trees. The original design of the external section of the horticultural cutter is proposed, the use of which will improve the accuracy and quality of processing of the interstellar zone of the row spacing of garden plantings*

**Keywords: interstitials zone, aisle rows, remote garden cutter section**