

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

Научная статья

УДК 631.352

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-75-81

**Устройство для обработки зоны приствольного круга  
интенсивного сада на склоновых землях****Аслан Каральбиевич Апажев<sup>1</sup>, Артур Мухамедович Егожев<sup>✉2</sup>,  
Низам Алейдарович Алиев<sup>3</sup>, Хасан Асланович Апхудов<sup>4</sup>**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782><sup>✉2</sup>artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107><sup>3</sup>07nizam1997@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2943-4462><sup>4</sup>aphudov07@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

**Аннотация.** Существующие конструкции машин для обработки приствольных зон не позволяют полностью обрабатывать приствольную полосу плодовых насаждений при однократном проходе агрегата вдоль линии ряда, что отрицательно сказывается на эффективности их применения на террасированных склонах, где подход к линии ряда возможен только с одной стороны. В основном, производители плодово-ягодной продукции, осуществляющие свою деятельность в условиях предгорного склонового садоводства, не имеют специальных машин и механизмов для поверхностной обработки приштамбовой зоны в один проход агрегата. Следовательно, разработка технических средств для обхода штамба дерева в условиях склонового террасного садоводства и реализация на его основе механизма конструкции косилки является актуальной проблемой. Для повышения качественных показателей работы и снижения энергетических затрат работы устройства при проворачивании поворотной секции с установленными на ней роторными рабочими органами с ножами вокруг штамба дерева предлагается конструктивно-технологическая схема двухроторной косилки для обработки зоны приствольного круга деревьев в условиях террасы за один проход машинотракторного агрегата. Полученные результаты лабораторных исследований технических и технологических параметров, а также производственных испытаний механизма двухроторной косилки подтвердили высокое качество выполнения технологического процесса.

**Ключевые слова:** двухроторная косилка, штамб дерева, приствольная зона, склоновое земледелие

**Для цитирования:** Апажев А. К., Егожев А. М., Алиев Н. А., Апхудов Х. А. Устройство для обработки зоны приствольного круга интенсивного сада на склоновых землях // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 75–81.

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-75-81

Original article

## A device for processing the zone of the trunk circle of an intensive garden on sloping lands

Aslan K. Apazhev<sup>1</sup>, Artur M. Egozhev<sup>✉2</sup>, Nizam A. Aliev<sup>3</sup>, Khasan A. Apkhudov<sup>4</sup>

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

<sup>2</sup>artyr-egozhev@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4220-9107>

<sup>3</sup>07nizam1997@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2943-4462>

<sup>4</sup>aphudov07@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

**Abstract.** The existing designs of machines for processing trunk zones do not allow to process fully the trunk strip of fruit plantations with a single pass of the unit along the row line, which negatively affects the effectiveness of their use on terraced slopes, where the approach to the row line is possible only from one side. Basically, producers of fruit and berry products operating in the conditions of foothill slope gardening do not have special machines and mechanisms for surface treatment of the tamping zone in one pass of the unit. Therefore, the development of technical means for bypassing the stem of a tree in the conditions of slope terraced gardening and the implementation of a mower design mechanism based on it is an urgent problem. To improve the quality and reduce the energy performance of the mower when turning the rotary section, with rotary working bodies with knives mounted on it, around the tree stem, a design and technological scheme of a two-rotor mower is proposed for processing the area of the trunk circle of trees in a terrace in one pass of a machine-tractor unit. The obtained results of laboratory studies of technical and technological parameters, as well as production tests of the two-rotor mower mechanism, confirmed the high quality of the technological process.

**Keywords:** two-rotor mower, tree trunk, trunk area, slope farming

**For citation.** Apazhev A.K., Egozhev A.M., Aliev N.A., Apkhudov K.A. A device for processing the zone of the trunk circle of an intensive garden on sloping lands. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):75–81. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-75-81

**Введение.** Существующие конструкции машин для обработки приствольных зон не позволяют полностью обрабатывать приствольную полосу плодовых насаждений при однократном проходе агрегата вдоль линии ряда, что отрицательно сказывается на эффективности их применения на террасированных склонах, где подход к линии ряда возможен только с одной стороны [1–4]. Разработка технических средств для обхода штамба дерева в условиях склонового террасного садоводства и реализация на его основе механизма конструкции косилки является актуальной проблемой.

**Цель исследования** – Разработка и обоснование конструктивно-технологических параметров двухроторной косилки.

**Задачи исследования:**

1. Разработать новую конструкцию двухроторной косилки, обеспечивающую полную

обработку приствольной зоны за один проход агрегата вдоль линии ряда.

2. Обосновать теоретически конструктивно-технологические параметры предлагаемой конструкции косилки.

**Объект исследования** – основные параметры устройства при полном обходе штамба дерева.

**Методы исследования.** Теоретические исследования проводились с использованием основных положений теоретической механики и деталей машин. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных и натуральных условиях.

**Результаты исследования.** Зона приствольной полосы ряда всегда является менее доступным для всех видов обработок, по этой причине устройства и механизмы для ее осуществления существенно усложняются [4–6].

Устройства и механизмы для максимально полной обработки приствольных зон интенсивного сада по основным принципам функционирования делятся на две группы [7, 8]:

1. Без выведения рабочей части из приствольной зоны при обработке;
2. С принудительным выведением и последующим введением рабочей части из приствольной зоны.

В устройствах первой группы при обходе штамба имеет место отклонения роторов при касании штамба дерева.

Достоинством данной схемы является высокая надежность по причине отсутствия рабочего механизма принудительного ввода, а недостатком – высокая вероятность травмирования штамба, что особенно актуально для молодых деревьев.

В устройствах второй группы всегда имеет место обход штамба с принудительным перемещением всей конструкции устройства при минимально допустимом значении расстояния, определяемом параметрами инерционных сил самой конструкции.

Узлы деталей машины для принудительного ввода, а также вывода преимущественно состоят из гидроследящего механизма с сигнальным щупом, связанным с плунжерным гидрораспределителем, а также механизмом для перемещения исполнительного рабочего органа. Принудительное введение, а также выведение конструкции устройства происходит при срабатывании сигнального щупа. Данная схема работы механизма исключает также возможность травмирования штамба.

Основным недостатком этой схемы является оставление необработанной зоны приствольного круга за штаблом дерева, а также сложность конструкции и высокая стоимость.

Существующие конструкции устройств и механизмов для обработки зон приствольной полосы не полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к машинам по производительности и качеству обработки при однократном прохождении агрегата по линии ряда, что существенно снижает эффективность их использования на склоновых землях.

Следовательно, разработка и внедрение устройств для обхода штамба дерева в условиях склонового террасного садоводства и реали-

зация на его основе конструкции двухроторной косилки является актуальной проблемой.

Для повышения качественных показателей и снижения энергетических затрат работы устройства при проворачивании поворотной секции вокруг штамба дерева нами разработана и испытана в полевых условиях конструкция двухроторной косилки для поверхностной обработки приствольной зоны деревьев в один проход агрегата (рис. 1).

По предлагаемой конструкции косилки получен патент Российской Федерации на полезную модель (Пат. РФ № 221758) [9].

Поворотная секция косилки представляет собой жесткую балку 1, которая установлена под углом  $\alpha$  к линии ряда, с расположенными на ее концах роторными рабочими органами с ножами 2 различного диаметра и предохранительными колесами 3, которые свободно вращаются на осях и обеспечивают перемещение роторов по окружности вокруг штамба, предохраняя их от повреждения ножами [10].

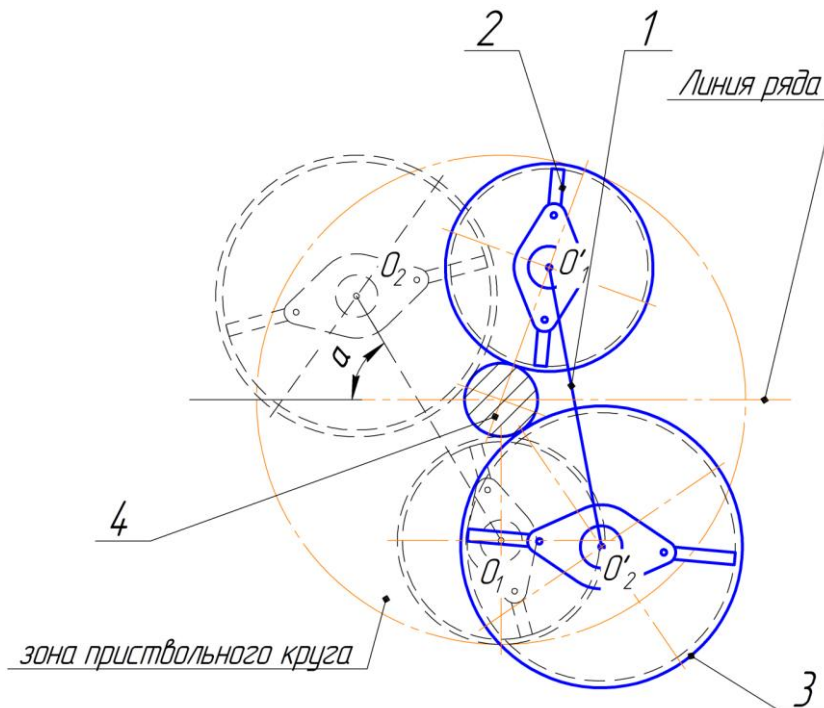
При приближении устройства к дереву предохранительные колеса 3 соприкасаются со штаблом 4, далее эти колеса, перекатываясь по поверхности штамба, проворачивают полностью поворотную секцию с размещенными на ней роторными рабочими органами 2 различного диаметра и обеспечивают полное скашивание растительности вокруг штамба дерева при однократном проходе.

Установка роторов устройства под углом  $\alpha$  к линии ряда позволяет меньшему по диаметру ротору обеспечить на начало проворачивания вокруг штамба полную обработку зоны приствольного круга, расположенной за штаблом.

Конструктивное исполнение роторов различного диаметра позволяет при проворачивании вокруг штамба дерева ротору, движущемуся первым с наибольшим диаметром, увеличить обрабатываемую им часть зоны приствольного круга, а также снизить энергоемкость процесса скашивания, так как при выполнении технологического процесса полезную работу совершает перемещающийся первым по направляющей окружности больший по размеру ротор, меньший же по размеру ротор в тот момент совершает холостую работу, перемещаясь по уже обработанной поверхности.

Размер площадки при обработке зоны приствольного круга определяется геометрией деталей поворотной секции и углом поворота устройства.

При испытании устройства в полевых условиях была достигнута высокая эффективность применения данной конструкции (рис. 2).



**Рисунок 1.** Конструктивная и технологическая схемы поворотного механизма косилки (Пат. РФ № 221758)  
**Figure 1.** The design and technological scheme of the rotary mechanism of the mower (Pat. R.F. № 221758)



**Рисунок 2.** Двухроторная косилка в рабочем положении  
**Figure 2.** Two-rotor mower in working position

**Выводы.** Предлагаемая нами конструкция косилки имеет высокую эффективность и полностью будет удовлетворять существующие требования производителей по снижению стоимости поверхностной обработки.

Внедрение в производство предлагаемого нами конструктивно-технологического ре-

шения обеспечит полное удаление сорной растительности в приствольной полосе и зоне приствольного круга, а также снизит энергоемкость его обработки при однократном проходе агрегата по линии ряда до 35% по сравнению с существующими методами обработки в современных садах.

### Список литературы

1. Комплекс технологий и технических средств возделывания сельскохозяйственных культур в системе органического земледелия с использованием инновационных биологических средств защиты, методов мелиорации и экологизации / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов, Е. А. Полищук [и др.]. Нальчик, 2020. 216 с. EDN: CRADJB
2. Минсельхоз РФ: темпы закладки садов в КБР вдвое превышают показатели по стране [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/v-strane/9342469>
3. Бухман Н. С., Манаенков К. А. О прямом математическом моделировании процесса обхода штамбов деревьев фрезерными рабочими органами с вертикальной осью вращения // Сельскохозяйственное производство и высшая школа на переломном этапе реформирования: матер. обл. науч.-практ. конф. 21-22 мая 1996 г. Мичуринск, 1996. Сб. 2. Ч. 2. С. 75–76.
4. Математическое моделирование процесса скашивания растительности с приствольных полос плодовых деревьев в садах / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Х. К. Каздохов, Е. А. Полищук // Агро-ЭкоИнфо. 2020. № 3. С. 20. EDN: MLIIGP
5. Двухроторная фреза для террасного садоводства / А. К. Апажев, А. М. Егожев, Е. А. Полищук, А. А. Егожев // Сельский механизатор. 2022. № 4. С. 10-11 EDN: RQRCKA
6. Apazhev A.K., Polishchuk E.A. Mathematical model of the operating process of a mower for mowing vegetation in the near-trunk strip To cite this article. 2020 *J. Phys.: Conf. Ser.* 1679.
7. Бакуев Ж. Х. Освоение склонов Северного Кавказа под интенсивные сады // Генезис, география, классификация почв и оценка почвенных ресурсов: матер. Всеросс. науч. конф. Архангельск, 2010. С. 247–250.
8. Косилка для террасного садоводства / А. М. Егожев, М. Х. Мисиров, Е. А. Полищук, А. А. Егожев // Сельский механизатор. 2018. № 9. С. 10–13. EDN: YOCLFB
9. Пат. 221758 Российская Федерация, МПК А01D 34/84. Косилка для обработки зоны приствольного круга / А. М. Егожев, А. К. Апажев, Е. А. Полищук, М. Х. Мисиров, А. А. Егожев, Н. А. Алиев; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарский ГАУ. №2023115356; заявл. 09.06.2023; опубл. 22.11.2023. Бюл. № 33. 3 с.
10. Яблонский А. А., Никифорова В. М. Курс теоретической механики: учебное пособие для ВТУЗов. Москва: КНОРУС, 2010. 608 с.

### References

1. Apazhev A.K. [et al.]. *Kompleks tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv vozdeliyaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v sisteme organicheskogo zemledeliya s ispol'zovaniyem innovatsionnykh biologicheskikh sredstv zashchity, metodov melioratsii i ekologizatsii* [Complex of technologies and technical means for cultivating agricultural crops in the organic farming system using innovative biological means of protection, methods of reclamation and ecologization]. Nalchik, 2020. 216 p. (In Russ.). EDN: CRADJB
2. Ministry of Agriculture of the Russian Federation: the pace of laying gardens in the KBR is twice as high as the country's indicators [Electronic resource]. Access mode: <https://tass.ru/v-strane/9342469> (date of application 01.10.2020). (In Russ.)
3. Bukhman N.S., Manaenkov K.A. On direct mathematical modeling of the process of bypassing tree trunks with milling working bodies with a vertical axis of rotation. *Sel'skokhozyaystvennoye proizvodstvo i vysshaya shkola na perelomnom etape reformirovaniya: mater. obl. nauch.-prakt. conf. 21-22 maya 1996 g.* [Agricultural production and higher school at the turning point of reform: material. region scientific-practical conf. May 21-22, 1996]. Michurinsk, 1996. Sat. 2. Part 2. Pp. 75–76. (In Russ.)

4. Apazhev A.K. [et al.]. Mathematical modeling of the process of mowing vegetation from near-trunk strips of fruit trees in orchards / A.K. Apazhev, Yu.A. Shekikhachev, H.K. Kazdokhov, E.A. Polishchuk. *AgroEcoInfo*. 2020;(3). (In Russ.). EDN: MLIIGP
5. Apazhev, A.K. [et al.]. Two-rotor milling cutter for terraced gardening. *Selskiy Mechanizator*. 2022;(4):10-11. (In Russ.). EDN: RQRCKA
6. Apazhev A.K., Polishchuk E.A. Mathematical model of the operating process of a mower for mowing vegetation in the near-trunk strip To cite this article. 2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1679
7. Bakuev Zh.Kh. Development of the slopes of the North Caucasus for intensive gardens. *Genesis, geografiya, klassifikatsiya pochv i otsenka pochvennykh resursov: mater. Vseross. nauch. konf.* [Genesis, geography, classification of soils and assessment of soil resources: material. All-Russian scientific conf.]. Arkhangelsk, 2010. Pp. 247–250. (In Russ.)
8. Yegorzhev A.M. [et al.]. Mower for terraced gardening. *Selskiy Mechanizator*. 2018;(9):10–13. (In Russ.). EDN: YOCLFB
9. Pat. 221758 Russian Federation, IPC A01D 34/84. Mower for processing the tree trunk area. A.M. Egozhev, A.K. Apazhev, E.A. Polishchuk, M.Kh. Misirov, A.A. Egozhev, N.A. Aliev; applicant and patent holder Kabardino-Balkarian State Agrarian University. No. 2023115356; appl. 09.06.2023; publ. 22.11.2023. Bull. No. 33. 3 p. (In Russ.)
10. Yablonsky A.A., Nikiforova V.M. *Kurs teoreticheskoy mekhaniki: uchebnoye posobiye dlya VTUZov* [Course in theoretical mechanics: a textbook for technical colleges. Moscow: KNORUS], 2010. 608 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Апажев Аслан Каральбиевич** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1530-1950, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Егожев Артур Мухамедович** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код:1074-2232, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

**Алиев Низам Алейдарович** – аспирант 2-го года обучения кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

**Апхудов Хасан Асланович** – аспирант 1-го года обучения кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

#### Information about the authors

**Aslan K. Apazhev** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1530-1950, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Artyr M. Egozhev** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

**Nizam A. Aliev** – Postgraduate student of the Faculty of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

---

**Khasan A. Arkhudov** – Post graduate student of the Faculty of Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

---

**Авторский вклад.** Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Author's contribution.** All authors were directly involved into the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

---

*Статья поступила в редакцию 20.05.2024;  
одобрена после рецензирования 07.06.2024;  
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 20.05.2024;  
approved after reviewing 07.06.2024;  
accepted for publication 14.06.2024.*