

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 631.353.73

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-81-90

**Моделирование технологического процесса
утилизации ветвей плодовых деревьев****Тимур Муаедович Апхудов^{✉1}, Людмила Зачиевна Шекихачева²**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>²sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

Аннотация. В результате обрезки появляется побочный продукт – срезанные плодовые ветви, которые загромождают междурядье сада и мешают проведению последующих культуртехнических работ по уходу за насаждениями. Таким образом, обрезка плодовых деревьев и утилизация образующихся при этом отходов является актуальной проблемой. Анализ показал, что существующие измельчители по типу конструкций можно классифицировать на следующие группы: стационарные, позиционные и передвижные. Стационарные измельчители в садоводстве чаще всего применяются в тех случаях, когда измельченная древесина в дальнейшем используется в перерабатывающей промышленности. Передвижные рубильные машины позволяют значительно снизить трудоемкость работ. Навесная система обеспечивает транспортное положение агрегата и позволяет регулировать заглубление рабочих органов измельчителя в почву. В результате моделирования технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев установлена зависимость силы резания и работы силы резания от основных параметров процесса измельчения ветвей плодовых деревьев ножевым диском. Рекомендованы двухслойные ножи с режущей частью из стали 9Х5ВФ, ножи с телом из стали марки 15 или цельные ножи из инструментальной стали У8А с твердостью режущей частью HRC=50-55. Показано, что сила резания тем больше, чем больше угол заточки. При этом в большей степени деформируется материал перед ножом, и соответственно, возникает большее давление. Это вызывает увеличение удельной силы резания. Получено выражение для установления оптимального значения угла заточки лезвия ножа, обеспечивающее минимальное значение коэффициента изнашивания ножа и минимальное значение удельной силы резания. Полученные выражения могут быть использованы при проектировании измельчительных машин.

Ключевые слова: плодовые насаждения, обрезка, утилизация, ветви, измельчитель, нож, сила резания

Для цитирования: Апхудов Т. М., Шекихачева Л. З. Моделирование технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова 2026. № 3(53). С. 81–90. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-81-90

Original article

Modeling the technological process of recycling fruit tree branches

Timur M. Apkhudov^{✉1}, Ludmila Z. Shekikhacheva²

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

¹✉apkhudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

²sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

Abstract. Pruning produces a byproduct – cut fruit branches – that clutters the orchard's row spacing and interferes with subsequent maintenance work. Therefore, pruning fruit trees and disposing of the resulting waste is a pressing issue. An analysis of the current state of fruit tree pruning disposal revealed that existing chippers can be classified by design into the following groups: stationary, positional, and mobile. Stationary chippers are most often used in horticulture when the chipped wood is subsequently used in the processing industry. Mobile chippers significantly reduce labor intensity. A mounted system ensures the unit's transport position and allows for adjustable penetration of the chipper's working parts into the soil. Modeling the fruit tree branch disposal process revealed the relationship between cutting force and the work of the cutting force on the key parameters of the fruit tree branch chipping process using a knife disk. Two-layer knives with a 9Kh5VF steel cutting edge, a grade 15 steel body, or solid knives made of U8A tool steel with a cutting edge hardness of HRC=50-55 are recommended. It has been shown that the greater the sharpening angle, the greater the cutting force. This leads to greater deformation of the material in front of the knife, resulting in greater pressure. This increases the specific cutting force. An expression has been derived for determining the optimal sharpening angle for the knife blade, which ensures the minimum knife wear coefficient and the lowest specific cutting force. These expressions can be used in the design of shredding machines.

Keywords: fruit orchards, pruning, recycling, branches, shredder, knife, cutting force

For citation: Apkhudov TM, Shekikhacheva LZ. Modeling the technological process of recycling fruit tree branches. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):81–90. (Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-81-90

Введение. Своевременная и качественная обрезка плодовых деревьев имеет большое значение при уходе за садом, но в результате обрезки появляется побочный продукт – срезанные плодовые ветви, которые загромождают междурядье сада и мешают проведению последующих агротехнических работ по уходу за насаждениями [1–3].

Вместе с тем в составе срезанных плодовых ветвей может содержаться (в зависимости от породы): азота 0,43–0,99%, фосфора 0,1–0,4%, калия 0,23–0,52%. В пересчете это эквивалентно 2–5 т навоза на 1 га [4]. Благодаря высокому содержанию органических и минеральных веществ в древесных отходах применение их в качестве мульчирующего материала – один из источников накопления в почве минеральных веществ и улучшения ее пищевого режима.

Древесная мульча благодаря своим геометрическим параметрам создает более плотный слой, через который сорной растительности сложнее пробиваться к поверхности [5–7]. Кроме того, древесная мульча впитывает влагу, и слой становится тяжелее, что создает дополнительное воздействие на рост сорной растительности, находящейся под слоем мульчи [8–10].

Мульчирование измельченной древесиной, особенно с применением азотного удобрения, способствует повышению уровня биологической активности почвы. Использование древесных остатков в качестве мульчирующего материала способствует размножению дождевых червей в почве и в результате – повышению ее плодородия [11].

Таким образом, обрезка плодовых деревьев и утилизация образующихся при этом отходов является актуальной проблемой.

Исходя из вышеизложенного сформулирована **цель исследования** – моделирование технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование базируется на методах математического моделирования, сравнения.

В качестве объекта исследования использован измельчитель ветвей плодовых деревьев. Математическое моделирование осуществляли с использованием пакета прикладных программ «MathCAD 2001 Professional». Результаты обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA–5.0».

Результаты исследования. Технологии утилизации срезанных ветвей плодовых деревьев приведены на рисунке 1.

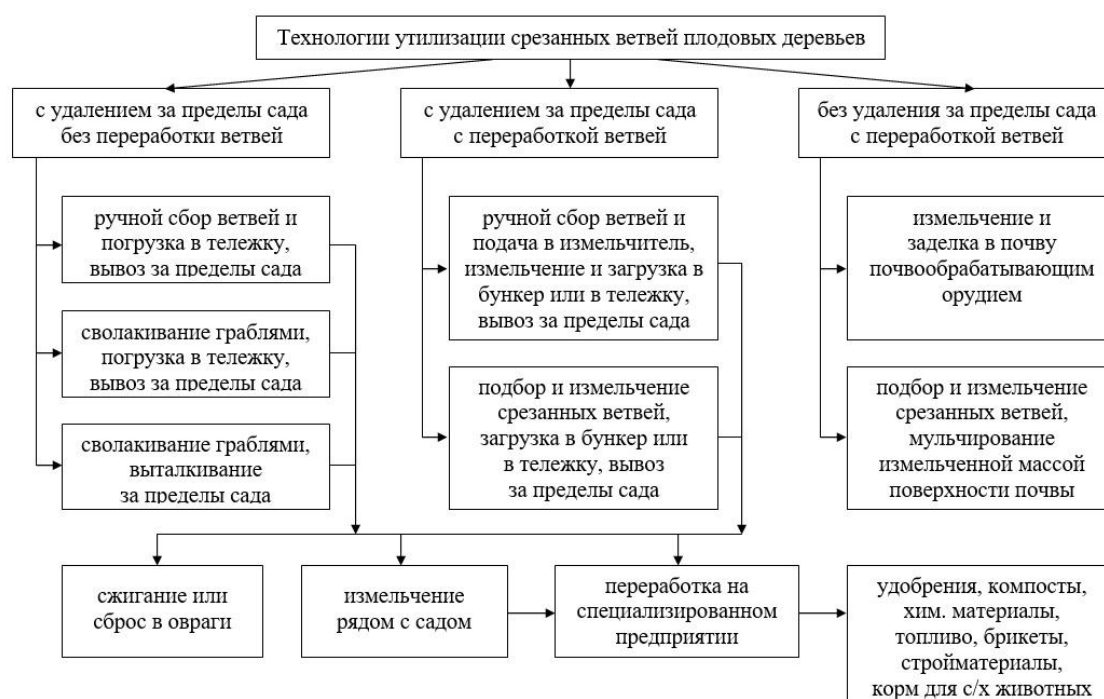


Рисунок 1. Классификация технологий утилизации срезанных ветвей плодовых деревьев
Figure 1. Classification of technologies for recycling cut branches of fruit trees

Все существующие измельчители по типу конструкций можно классифицировать на следующие группы: стационарные, позиционные и передвижные (рис. 2).

Стационарные измельчители в садоводстве чаще всего применяются в тех случаях, когда измельченная древесина в дальнейшем используется перерабатывающей промышленностью. Передвижные рубильные машины для садоводства представляют большой интерес. Их использование позволяет значительно снизить трудоемкость работ. Самоходные измельчители – это агрегаты, имеющие автономную энергетику и трансмиссию, способные самостоятельно передвигаться по междурядью сада.

В нашей стране наибольшее распространение получили прицепные измельчители, в передней части рамы которых имеется при-

цепная скоба. В качестве примера можно привести измельчитель ИВС-1,5 [1].

Навесные измельчители навешиваются с помощью трехточечного навесного устройства трактора, оборудованного гидросистемой. Навесная система обеспечивает транспортное положение агрегата и позволяет регулировать заглубление рабочих органов измельчителя в почву.

На основании анализа существующих конструкций измельчительных машин разработана уточненная классификация рабочих органов для измельчения древесины срезанных ветвей деревьев (рис. 3).

Рассматривая сложное движение лезвия ножа, можно заключить, что скорость V_p в процессе работы меняет свое направление (рис. 4).



Рисунок 2. Классификация машин для измельчения древесины
Figure 2. Classification of wood chipping machines

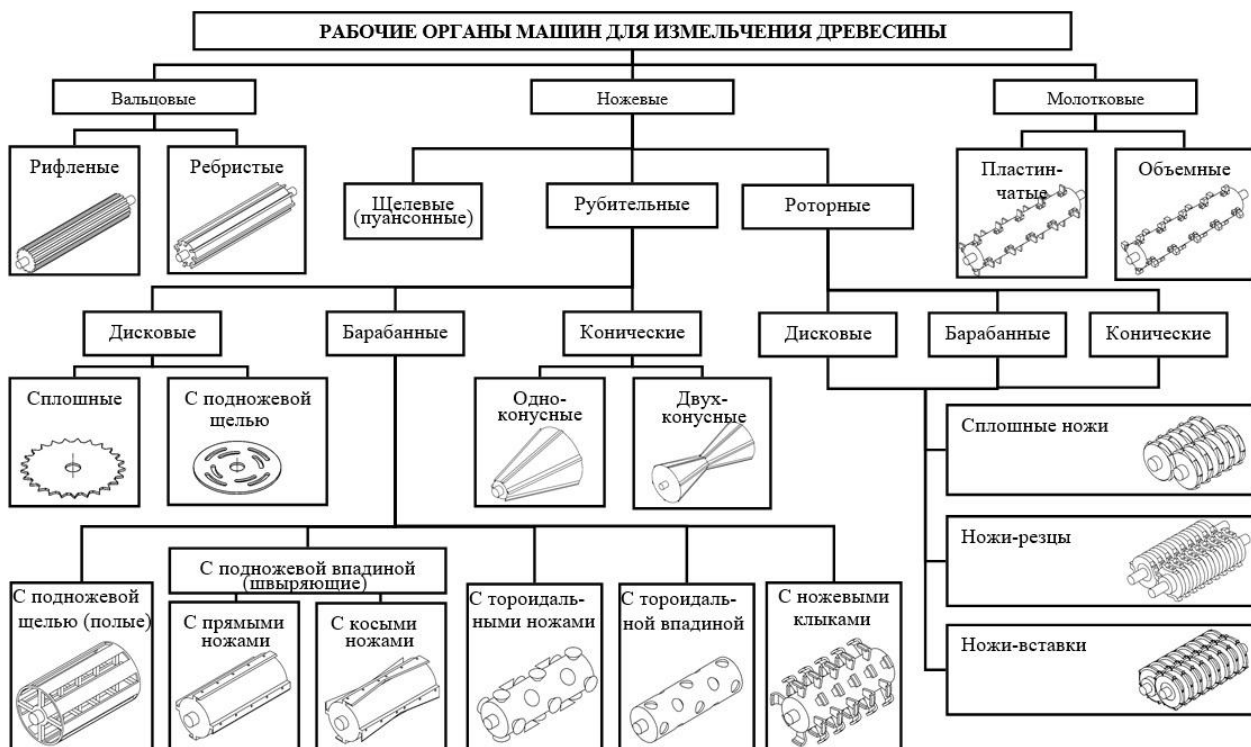


Рисунок 3. Классификация рабочих органов измельчающих машин
Figure 3. Classification of working bodies of grinding machines

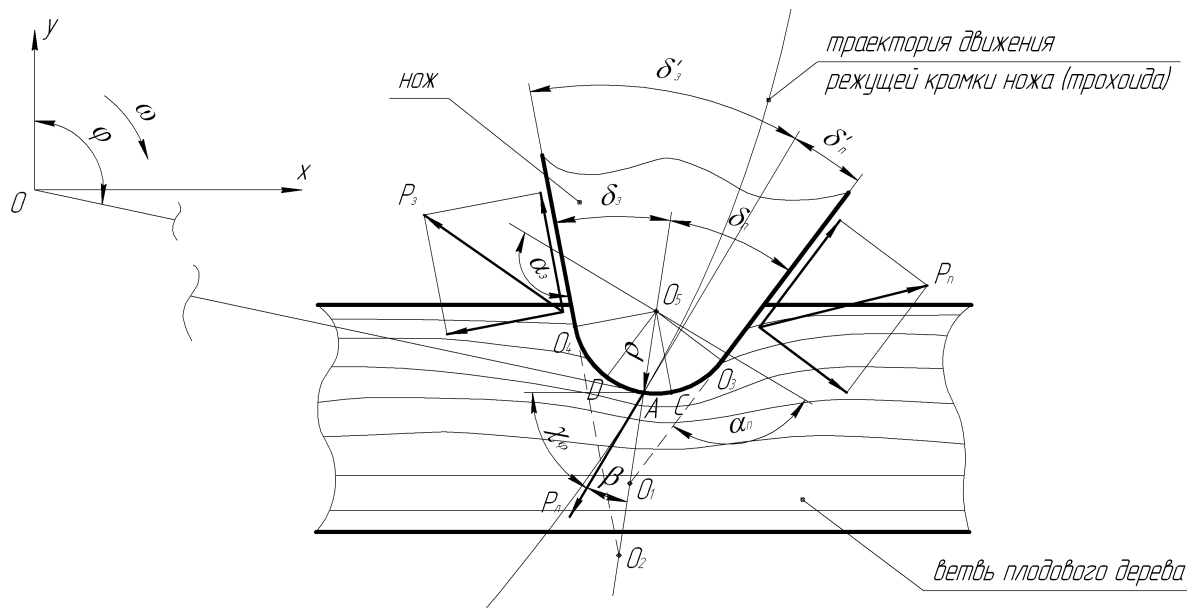


Рисунок 5. Схема силового взаимодействия режущей кромки ножа с ветвью плодового дерева
Figure 5. Diagram of the force interaction between the cutting edge of a knife and a branch of a fruit tree

Из треугольников ΔO_1O_3O и ΔOO_2O_4 видно, что

$$\chi = \frac{\pi}{2} - \delta,$$

следовательно,

$$\ell = \rho \left(\frac{\pi}{2} - \delta \right).$$

Тогда

$$\ell = \rho (\pi - (\delta_n + \delta_z)).$$

Подставив это выражение в уравнение (3), получим (в Н/мм):

$$P_n = \frac{\rho (\pi - (\delta_n + \delta_z)) \sigma_{сж\parallel}}{1 + \left(\frac{\sigma_{сж\parallel}}{\sigma_{сж\perp}} - 1 \right) \sin^2 \theta}. \quad (7)$$

Выражение (4) справедливо для определения сил по обеим граням. Однако ввиду криволинейного перемещения ножа в слое материала значения угла α для передней и задней граней будут разными. Кроме того, угол α – величина переменная, зависящая от угла поворота ножевого диска φ :

$$\alpha = f(\varphi), \quad (8)$$

где

φ – угол поворота ножевого диска, град.

Можно считать, что ось ОХ на рисунке 5 задает мгновенное направление перемещения ножа. Тогда угол δ' будет определять

угол между направлением движения и гранью ножа. Выражая α через δ' , получим:

$$\alpha = \left(\frac{\pi}{2} - \delta' \right). \quad (9)$$

Следовательно, необходимо выявить зависимость δ' от угла поворота ножевого диска и конфигурации заточки ножа.

Направление движения в момент времени t определяется касательной к траектории в точке контакта лезвия ножа. Поворот ножа относительно центра вращения задается углом φ между начальным и текущим положением радиальной линии ОА, проходящей через точку А кромки лезвия ножа. Задний δ_z и передний δ_n углы заточки отражают положение граней относительно радиальной линии ОА и определяют вид заточки. Если $\delta_z = \delta_n$, то заточка симметричная, в противном случае заточка будет смещена в одну сторону.

Для определения δ' следует найти угол между касательной к траектории в точке А и радиальной линией ОА, который определяется как

$$\beta = \varphi - \gamma, \quad (10)$$

где

γ – угол между вектором абсолютной скорости и осью ОХ:

$$\gamma = \arctg \frac{v_y}{v_x}, \quad (11)$$

где

v_x и v_y – проекции скоростей резания на оси неподвижной системы координат.

Подставив в это выражение уравнение (1), получим:

$$\gamma = \arctg \frac{-v_o \sin \varphi}{v_o \cos \varphi + v_n}. \quad (12)$$

С учетом уравнения (4) получим:

$$\begin{aligned} \delta'_n &= \delta_n + (\varphi - \gamma); \\ \delta'_3 &= \delta_3 + (\varphi - \gamma). \end{aligned} \quad (13)$$

Тогда α для обеих граней выражается как:

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma); \\ \alpha_3 &= \frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma). \end{aligned} \quad (14)$$

Составляющие P_n и P_3 удельного усилия резания можно рассчитать по выражению:

$$\begin{aligned} P_n &= \frac{c_\sigma}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma)\right)} \times \\ &\times \left[\frac{2\sigma_n}{\sqrt{3}} \cos 2\eta_g \cos\left(\frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma)\right) + \frac{\sigma_t}{\sqrt{3}} \sin 2\eta_g \sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma)\right) \right]; \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{c_\sigma}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma)\right)} \times \\ &\times \left[\frac{2\sigma_n}{\sqrt{3}} \cos 2\eta_g \cos\left(\frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma)\right) + \frac{\sigma_t}{\sqrt{3}} \sin 2\eta_g \sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma)\right) \right]. \end{aligned} \quad (16)$$

Анализ выражений (1), (2), (7), (15) и (16) показывает, что сила резания тем больше, чем больше угол заточки. При этом в большей степени деформируется материал перед ножом и, соответственно, возникает большее давление. Это вызывает увеличение удельной силы резания. В связи с этим было бы целесообразным угол γ делать наименьшим, вплоть до нулевого значения.

В соответствии с ГОСТ 6567-75 рекомендованы двухслойные ножи с режущей частью из стали 9Х5ВФ или Р4, ножи с телом из стали марки 15 или цельные ножи из инструментальной стали У8А с твердостью режущей частью HRC=50-55. В соответствии с этим для машины по измельчению срезанных ветвей плодовых деревьев рекомендованы ножи из инструментальной стали У8А.

На основании выражения (2) можно установить оптимальное значение угла заточки γ , которое обеспечивает минимальное значение коэффициента изнашивания ножа и минимальное значение удельной силы резания. Результаты моделирования представлены на ри-

сунке 6, из которого видно, что оптимальными будут значения: $\gamma = 50-60^\circ$; $\delta_n = -10^\circ$; $\delta_3 = 60-70^\circ$.

Выводы. В результате моделирования технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев установлена зависимость силы резания и работы силы резания от основных параметров процесса измельчения ветвей плодовых деревьев ножевым диском.

Рекомендованы двухслойные ножи с режущей частью из стали 9Х5ВФ, с телом из стали марки 15 или цельные ножи из инструментальной стали У8А с твердостью режущей частью HRC=50-55.

Показано, что сила резания тем больше, чем больше угол заточки. При этом в большей степени деформируется материал перед ножом, и соответственно, возникает большее давление. Это вызывает увеличение удельной силы резания. Получено выражение для установления оптимального значения угла заточки лезвия ножа, обеспечи-

вающее минимальное значение коэффициента изнашивания ножа и минимальное значение удельной силы резания.

Полученные выражения могут быть использованы при проектировании измельчительных машин.

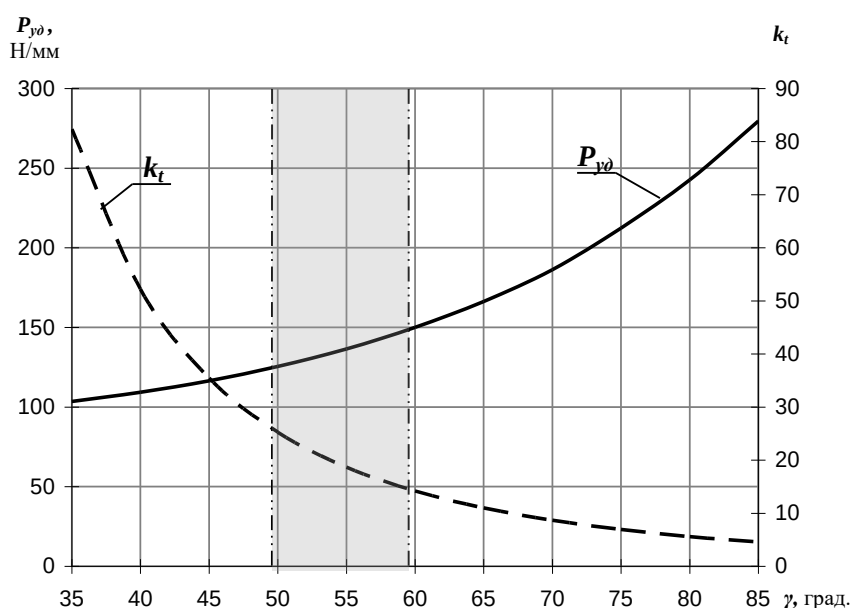


Рисунок 6. Зависимость удельной силы резания $P_{y\partial}$ и коэффициента изнашивания ножа k_t от угла заточки γ

Figure 6. Dependence of specific cutting force $P_{y\partial}$ and knife wear coefficient k_t on sharpening angle γ

Список литературы

1. Кудзаев А. Б., Тавасиев Р. М. Обоснование конструктивно-технологической схемы обрезки ветвей // Известия Горского государственного аграрного университета. 2009. Т. 46. № 2. С. 82–86. EDN: MVJLDD
2. Математическое моделирование процесса работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений / Л. М. Хажметов, Т. М. Апхулов, А. У. Заммиев, И. О. Макуашев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 98–109. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-98-109. EDN: BEYONZ
3. Энергоемкость процесса измельчения срезанных ветвей плодовых деревьев двухвалковым роторным измельчителем / Л. М. Хажметов, В. Б. Дзуганов, Т. М. Апхулов, А. У. Заммиев, И. О. Макуашев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 114–121. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-114-121. EDN: NOQIZA
4. Тавасиев Р. М. Обоснование энергетического средства для крестьянских (фермерских) хозяйств // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 11. С. 42–43. EDN: ICCUGV
5. Шекихачев Ю. А., Мишхожев В. Х., Шекихачева Л. З. Исследование процесса работы косилки для мульчирования растительности в плодовых садах // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3(71). С. 220–227. DOI: 10.18286/1816-4501-2025-3-220-227. EDN: IENTYO
6. Бакуев Ж. Х., Темиржанов И. О., Аушев М. К. Новый способ содержания почвы в садах на склонах // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 40. № 1. С. 37–40. EDN: SXJNUL
7. Обоснование мероприятий по повышению плодородия почв Прохладненского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики [Электронный ресурс] / Ю. А. Шекихачев, А. Ш. Тешев, В. Х. Мишхожев [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2024. № 2(62). Режим доступа: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_235.pdf. DOI: 10.51419/202142235. EDN: DFSFVH

8. Аушев М. К., Темиржанов И. О. Повышение плодородия почвы в приствольных полосах в горном и предгорном садоводстве // Сборник научных трудов Ингушского государственного университета. Назрань, 2012. С. 34–38. EDN: UEMTVX
9. Бербекоев В. Н., Бакуев Ж. Х., Темиржанов И. О. Способ ускоренного создания гумусового слоя в приствольных полосах молодых садов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 2. С. 27–28. EDN: NEAAST
10. Бжеумыхов В. С., Шекихачев Ю. А. Основные направления рационального использования, охраны и улучшения почвенных ресурсов в Кабардино-Балкарской республике // АгроЭкоИнфо. 2017. № 4(30). Режим доступа: https://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_412.doc. EDN: YNGYHI
11. Повышение эксплуатационной надежности сельскохозяйственных машин / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов [и др.] // Техника и оборудование для села. 2023. № 4(310). С. 12–16. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-4-12-16. EDN: HHJDDY
12. Тавасиев Р. М., Кудзаев А. Б., Туриев О. И. Математическая модель гидравлической цепи обрезчика ветвей // Аграрная наука. 2008. № 9. С. 13. EDN: JUYNPD
13. Влияние геометрии и кинематики режущего инструмента на усилие обрезки садов и виноградников: теоретический и численный анализ / В. В. Красовский, И. М. Трофимов, А. А. Завалий, Ю. Б. Гербер // Таврический вестник аграрной науки. 2026. № 1(45). С. 66–79. DOI: 10.5281/zenodo.19216701. EDN: EOINKD

References

1. Kudzaev AB, Tavasiev RM. *Obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskoy skhemy obrezchika vetvej* [Justification of the design and technological scheme of the branch cutter]. *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2009;46(2):82–86. (In Russ.). EDN: MVJLDD
2. Khazhmetov LM, Apkhudov TM, Zammoev AU, Makuashev IO. Mathematical modeling of the process of operation of a picker-chopper of cut branches of fruit trees. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024;(2):98–109. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-98-109. EDN: BEYONZ
3. Khazhmetov LM, Dzuganov VB, Apkhudov TM, Zammoev AU, Makuashev IO. Energy intensity of the process of shredding cut branches of fruit trees with a two-roll rotary shredder. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;(2):114–121. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-114-121. EDN: NOQIZA
4. Tavasiev RM. *Obosnovanie energeticheskogo sredstva dlya krest'yanskikh (fermerskikh) khozyajstv* [Justification of the energy source for peasant (farmer) households]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva*. 2007;(11):42–43. (In Russ.). EDN: ICCUGV
5. Shekikhachev YuA, Mishkhozhev VKh, Shekikhacheva LZ. Study of the operation process of a mower for mulching vegetation in orchards. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2025;(3):220–227. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2025-3-220-227. EDN: IENTYO
6. Bakuev ZhKh, Temirzhanov IO, Aushev MK. New method of soil maintenance in gardens on slopes. *Pomiculture & small fruits culture in Russia*. 2014;40(1):37–40. EDN: SXJNUL
7. Shekikhachev YuA, Teshev AS, Mishkhozhev VK [et al.]. Justification of measures to increase soil fertility in the prokhladnensky municipal district of the Kabardino-Balkarian Republic. *AgroEcoInfo*. 2024;(2). Access mode: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_235.pdf. (In Russ.). DOI: 10.51419/202142235. EDN: DFSFVH
8. Aushev MK, Temirzhanov IO. Increasing soil fertility in tree trunk strips in mountain and foothill horticulture. *Sbornik nauchnykh trudov Ingushskogo gosudarstvennogo universiteta* [Collection of scientific papers of the Ingush State University]. Nazran, 2012. Pp. 34–38. (In Russ.). EDN: UEMTVX
9. Berbekov VN, Bakuev ZhKh, Temirzhanov IO. Method for accelerated production of humus layer in inter-row space of young orchards. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2011;(2):27–28. (In Russ.). EDN: NEAAST
10. Bzheumykhov VS, Shekikhachev YuA. Main directions of rational use, protection and improvement of soil resources in the Kabardino-Balkarian Republic *AgroEcoInfo*. 2017;(4). Access mode: https://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_412.doc. (In Russ.). DOI: 10.51419/202142235. EDN: DFSFVH
11. Apazhev AK, Shekikhachev YuA, Khazhmetov LM [et al.]. Improving the operational reliability of agricultural machines. *Machinery and equipment for rural area*. 2023;(4):12–16. (In Russ.). DOI: 10.33267/2072-9642-2023-4-12-16. EDN: HHJDDY

12. Tavasiev RM, Kudzaev AB, Turiev OI. Mathematical model of hydraulic chain of branch cutter. *Agrarian Science*. 2008;(9):13. (In Russ.). EDN: JUYNPD

13. Krasovskiy VV, Trofimov IM, Zavaliy AA, Gerber YuB. Influence of cutting tool geometry and kinematics on the process of pruning orchards and vineyards: theoretical and numerical analysis. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2026;(1):66–79. (In Russ.). DOI: 10.5281/zenodo.19216701. EDN: EOINKD

Сведения об авторах

Апхудов Тимур Муаедович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7421-4358, Scopus ID: 57219057974

Шекхачева Людмила Зачиевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8551-6400, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

Information about the authors

Timur M. Aphudov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7421-4358, Scopus ID: 57219057974

Ludmila L. Shekikhacheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Management and Real Estate Expertise, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6853-7172, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-20

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

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 30.06.2026;
одобрена после рецензирования 27.07.2026;
принята к публикации 03.08.2026.*

*The article was submitted 30.06.2026;
approved after reviewing 27.07.2026;
accepted for publication 03.08.2026.*