

Почвообрабатывающий агрегат для подсобных хозяйств

Б.Ф. Тарасенко¹, В.А. Дробот¹, Э. Хавьяримана¹, И.П. Трояновская², С.А. Войнаш³, А.А. Ореховская⁴

¹ Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия;

² Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия;

³ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия;

⁴ Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, Белгород, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В условиях рыночной экономики фермерские хозяйства представляют собой основную альтернативу развития села. Одним из условий получения хорошего урожая является качественная обработка почвы. Особенностью фермерских хозяйств являются их небольшие размеры. Поэтому для механизации процессов возделывания сельскохозяйственных культур необходимо использовать малогабаритные энергетические средства.

Цель — разработать малогабаритное тягово-транспортное средство для основной обработки почвы в условиях малых подсобных хозяйств и определить его тяговые показатели в зависимости от режима работы.

Методы. Разработана конструкция малогабаритного почвообрабатывающего агрегата на основе мотоблока. Предложенное средство малой механизации приводится движением мотоциклетным двигателем и оснащено комбинированными рабочими орудиями: спереди расположена фреза, сзади — дисковая батарея. Для оценки энергозатрат представленного агрегата был проведён мощностной анализ, включающий сопротивление фрезы и дискового рабочего органа.

Результаты. В результате определены затраты мощности на сопротивление фрезы и дисковых рабочих органов. Получены зависимости суммарного тягового сопротивления от скорости движения агрегата и глубины обработки почвы.

Заключение. В итоге подтверждена работоспособность предлагаемого агрегата для основной обработки почвы в условиях малых фермерских хозяйств и определены его тяговые характеристики.

Ключевые слова: фермерское хозяйство; мотоблок; комбинированный агрегат; фреза; дисковые рабочие органы.

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Тарасенко Б.Ф., Дробот В.А., Хавьяримана Э., Трояновская И.П., Войнаш С.А., Ореховская А.А. Почвообрабатывающий агрегат для подсобных хозяйств // Тракторы и сельхозмашины. 2025. Т. 92, № 5. С. **x-y**. DOI: 10.17816/0321-4443-642291 EDN: JYHQ TJ

Tillage Unit for Subsidiary Farms

Boris F. Tarasenko¹, Viktor A. Drobot¹, Eric Khavyarimana¹, Irina P. Troyanovskaya², Sergey A. Voinash³, Alexandra A. Orekhovskaya⁴

¹ Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia;

² South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia;

³ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia;

⁴ Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: In a market economy, farms are the main alternative for rural development. One of the conditions for obtaining a good harvest is high-quality soil cultivation. A feature of farms is their small size. Therefore, it is necessary to use small-sized power units to mechanize the processes of cultivating agricultural crops.

AIM: Development of a small-sized traction and transport vehicle for primary soil cultivation in small subsidiary farms and determination of its traction indicators.

METHODS: A design of a small-sized soil-cultivating unit based on a walk-behind tractor has been developed. The proposed small-scale mechanization tool is driven by a motorcycle engine and is equipped with combined working tools: a cutter is located in the front, and a disk gang is at the back. A power analysis was carried out to assess the energy consumption of the proposed unit, including the resistance of the cutter and the disc working element.

RESULTS: As a result, the power costs for the resistance of the cutter and disk working bodies were determined. The dependencies of the total traction resistance on the unit velocity and the depth of soil tillage were obtained.

CONCLUSION: As a result, the operability of the proposed unit for primary soil tillage in small farms has been confirmed.

Keywords: farm; walk-behind tractor; combined unit; cutter; disc working bodies.

TO CITE THIS ARTICLE:

Tarasenko BF, Drobot VA, Khavyarimana E, Troyanovskaya IP, Voinash SA, Orekhovskaya AA. Tillage Unit for Subsidiary Farms. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2025;92(5):x-y. DOI: 10.17816/0321-4443-642291 EDN: JYHQTJ

ОБОСНОВАНИЕ

Определение крестьянского (фермерского) хозяйства дано в Федеральном законе №74-ФЗ¹ и представляет собой объединение граждан, связанных родством или общей собственностью и совместно осуществляющих производственную или иную хозяйственную деятельность (производство, переработку, хранение, транспортировку и реализацию сельскохозяйственной продукции), основанную на личном подсобном хозяйстве.

В условиях рыночной экономики фермерские хозяйства представляют собой основную альтернативу развития села [1]. Их отличительной чертой является возделывание небольших участков земли, расположенных вблизи от жилья и предназначенных для выращивания овощей, фруктов, ягод и других культурных растений. Владельцы (фермеры) этих участков производят необходимый уход для повышения и сохранения урожая: обработка почвы, ее удобрение, борьба с вредителями и т.д.

Одним из основных факторов получения хорошего урожая является правильная обработка почвы. Обработка почвы обеспечивает растениям необходимый тепловой и водно-воздушный режим [2], снижает риск заражения болезнями посевного слоя [3] и уничтожает сорную растительность [4].

Использование современных технологий предусматривает использование различного рода транспортно-технологических средств и комплексов, одним из негативных воздействий которых является уплотняющее воздействие их движителей на почву [5]. Для снижения уплотняющего воздействия на почву необходимо уменьшить количество проходов техники по посевной площадке за счёт использования комбинированных агрегатов, позволяющих совмещать сразу несколько операций за один проход [6].

Учитывая небольшие, как правило, размеры фермерских хозяйств, для механизации процессов при возделывании сельскохозяйственных культур рекомендуется использовать малогабаритные энергетические средства [7].

ЦЕЛЬ

Разработать малогабаритное тягово-транспортное средство для основной обработки почвы в условиях малых подсобных хозяйств и определить его тяговые показатели в зависимости от режима работы.

МЕТОДЫ

Основная обработка почвы при возделывании сельскохозяйственных культур должна включать в себя операцию фрезерования и дополнительное крошение пласта с измельчением корневой части сорной органики посредством дисковых рабочих органов [8–9]. Для обработки почвы в малых фермерских хозяйствах нами предложен малогабаритный агрегат (рис. 1).

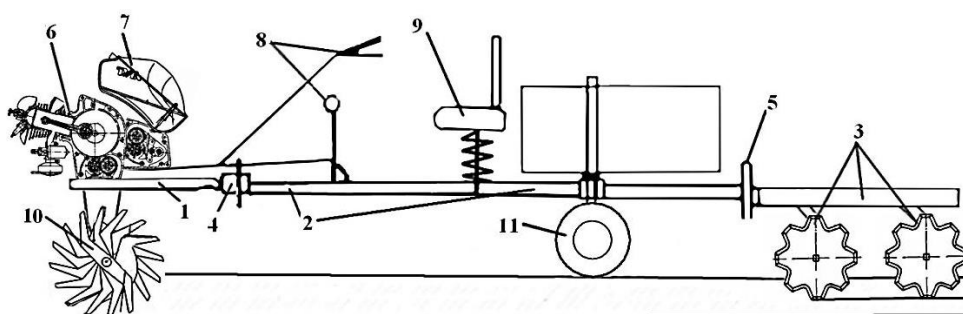


Рис. 1. Общий вид малогабаритного почвообрабатывающего агрегата с фрезой и дисковой батареей: 1 — подмоторная рама; 2 — рама транспортного средства (прицеп); 3 — дисковая батарея; 4 и 5 — соединительные кронштейны; 6 — силовая установка; 7 — топливный бак; 8 — рычаги управления; 9 — сидение оператора; 10 — рабочий орган (фреза).

¹ Федеральный закон №74-ФЗ от 11.06.2003 «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» Дата обращения: 28.11.2025. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=500978>

Fig. 1. General view of a small-sized soil-cultivating unit with a cutter and a disc gang: 1, sub-engine frame; 2, vehicle frame (trailer); 3, disk gang; 4 and 5, connecting brackets; 6, power unit; 7, fuel tank; 8, control levers; 9, operator's seat; 10, working element (cutter).

В качестве основного транспортного средства предлагается использовать прицеп 2, на котором расположено поддрессоренное сидение оператора 9 и все необходимые рычаги управления 8 (руль, рычаг сцепления и рычаг переключения передач). Впереди прицепа, с помощью кронштейна 4, крепится подмоторная рама 1 от мотоблока, на которой размещён двигатель от мотоцикла Восход-3М с коробкой передач 6 и топливным баком 7. Сзади прицепа посредством кронштейна 5 крепится заднее рабочее орудие, представляющее собой дисковую батарею 3.

При выполнении операции фрезерования и обработки дисковыми рабочими органами (после уборки предшествующих культур) колеса мотоблока снимаются и вместо них монтируются фрезерные рабочие органы 10. После проверки работы двигателя (на холостом ходу) включают первую передачу и фиксируют рычаг сцепления. После чего вращение передаётся от коробки переключения передач через трансмиссию к рабочему валу с закреплёнными на нём почвообрабатывающими фрезами 10. Колёса прицепа 11 фиксируются на высоте согласно глубине обработки дисковой батареей 3.

В результате фрезерования почвы осуществляется интенсивное рыхление и перемешивание плодородного слоя. Дополнительно вращение фрезы 10 обеспечивает перемещение агрегата вместе с прицепом 2 и блоком дисковой батареи 3. Диски 3 дополнительно разрезают и измельчают корневую часть сорной органики [10–11].

В настоящее время наиболее широкое распространение получили фрезерные рабочие органы с горизонтальной осью вращения [12]. Возможность вращения рабочих органов от механизма привода, даёт нам право рассматривать их как активные роторные рабочие органы. В исследуемом агрегате, отрезание почвенной стружки ножом фрезы начинается от поверхности поля, что соответствует прямому вращению ротора. Для рационального использования ротационных рабочих органов, необходимо определить параметры, влияющие на энергоёмкость агрегата [13].

Параметры дисковых рабочих органов и отрезаемого ими пласта почвы оказывают непосредственное влияние на качественные и энергетические показатели при обработке почвы [14]. Поэтому необходимо определить наиболее рациональные параметры разработанного агрегата для обеспечения наименьших энергозатрат при выполнении необходимых работ по обработке почвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определим **тяговое сопротивление на фрезерных рабочих органах**. Мощность фрезерного агрегата затрачивается на: преодоление постоянных сопротивлений N_n , на отрезание почвенных стружек N_p и на отбрасывание почвы N_o .

$$N = N_n + N_p + N_o \quad (1)$$

Мощность постоянных сопротивлений включает в себя потери в системе привода ротационного механизма и равна $N_n = 3,01$ кВт. Мощность на отрезание почвенных стружек определяется [15]

$$N_p = V_n l_p n [k_{\lambda} (\delta_c + l_{\kappa\lambda}) + k_o S_{\kappa c}] / S \quad (2)$$

где V_n — скорость движения фрезерного агрегата (для ручной мототехники $V_n = 0,83 \dots 1,4$ м/с); $l_p = 0,18$ м — длина дуги резания, зависящая от кинематических параметров фрезы (угла начала резания и высоты гребня в поперечной плоскости); $n = 8$ — число фрез в стандартном исполнении агрегата; $k_{\lambda} = 1,1$ кН/м — удельное сопротивление почвы резанию; $\delta_c = 0,06$ м — толщина почвенной стружки; $l_{\kappa\lambda} = 0,06 \dots 0,07$ м — длина лезвия крыла ножа; $k_o = 120$ кПа — удельное сопротивление почвы деформации; $S_{\kappa c} = 0,001183$ м³ — проекция лезвия ножа на фронтальную плоскость; $S = 0,08$ м — путь, пройденный фрезой от момента начала резания первым ножом диска фрезы до момента

начала резания вторым ножом.

Мощность на отбрасывание почвы равна

$$N_o = 0,5\rho_n B h K_o V_n^3 (\lambda - 1)^2 \quad (3)$$

где $\rho_n = 11300 \text{ Н/м}^3$ — плотность обрабатываемого пласта почвы; $B = 0,25 \text{ м}$ — ширина захвата ротора; $h = 0,06; 0,09; 0,12 \text{ м}$ — глубина обработки; $K_o = 0,7$ — коэффициент отбрасывания почвы; $\lambda = 4$ — кинематический параметр ротора.

С другой стороны, мощность определяется усилием сопротивления фрезы P_ϕ (Н):

$$N = P_\phi V_n l_p / S, \quad (4)$$

что позволяет получить выражение для расчета силы сопротивления фрезы

$$P_\phi = \frac{S N_n}{V_n l_p} + n [k_\delta (\delta_c + l_{кл}) + k_o S_{кв}] + \frac{S}{l_p} 0,5\rho_n B h K_o V_n^2 (\lambda - 1)^2 \quad (5)$$

Согласно формуле (5) сила сопротивления на фрезе P_ϕ зависит от скорости движения агрегата V_n и глубины обработки почвы h (рис. 2–3).

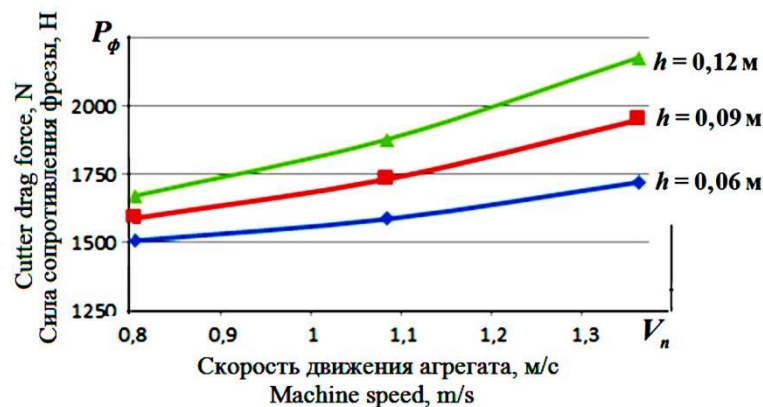


Рис. 2. Зависимость усилия сопротивления фрезы P_ϕ от скорости движения V_n при различной глубине обработки почвы h .

Fig. 2. Dependence of the cutter resistance force P_ϕ on the motion velocity V_n at various soil tillage depths h .

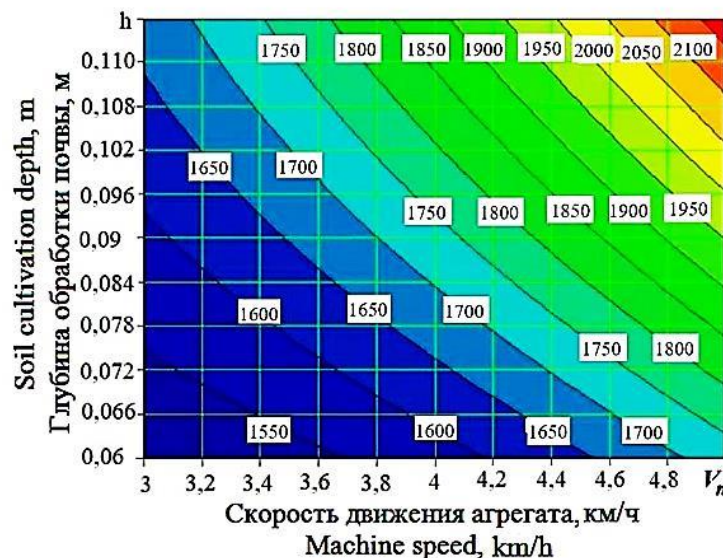


Рис. 3. Поверхность отклика силы реакции почвы на фрезу P_ϕ от скорости перемещения агрегата V_n и глубины обработки почвы h .

Fig. 3. Response surface of the soil reaction force on the cutter P_ϕ from the unit motion velocity V_n and the depth of soil tillage h .

Тяговое сопротивление дискового почвообрабатывающего рабочего органа зависит в основном от его геометрических параметров [16] (рис. 4)

$$P_d = G\chi \frac{\sin \varepsilon \sin \gamma + f(\cos^2 \gamma + \cos \varepsilon \sin \gamma)}{\cos \varepsilon - f \sin \gamma \sin \varepsilon} + hb(k + k_v V_n) +$$

$$+ hbl\gamma_o \frac{\sin \beta + f(\cos \gamma \operatorname{ctg} \gamma + \sin \gamma \cos \beta)}{\cos \beta - f \sin \gamma \sin \beta} +$$

$$+ hbl\gamma_o V_n^2 \frac{\sin^2 \gamma [\sin \beta + f \sin \gamma (\operatorname{ctg}^2 \gamma + \cos \beta)]}{g(\operatorname{ctg} \beta - f \sin \gamma)} \quad (6)$$

где $G = 120$ Н — вес дисковой бороны; $\chi = 0,3 \dots 0,4$ — коэффициент; $\varepsilon = 10^\circ \dots 12^\circ$ — задний угол резания; $\gamma = 4^\circ$ — угол скоса лезвия с направлением движения; $f = 0,6$ — коэффициент трения; h — глубина обработки почвы; $b = 0,3$ м — ширина почвенного пласта; $k = 1,9 \dots 2,2$ кН/м — коэффициент сопротивления почвы; $k_v = 0,05$ — коэффициент скоростного сопротивления, зависящий от свойств почвы и геометрической формы поверхностей рабочих органов; V_n — поступательная скорость; $l = 0,45$ м — длина почвенного пласта; $\gamma_o = 14500$ Н/м³ — объёмный вес почвы; $\beta = 5^\circ$ — угол крошения; $g = 9,81$ м/с² — ускорение свободного падения.

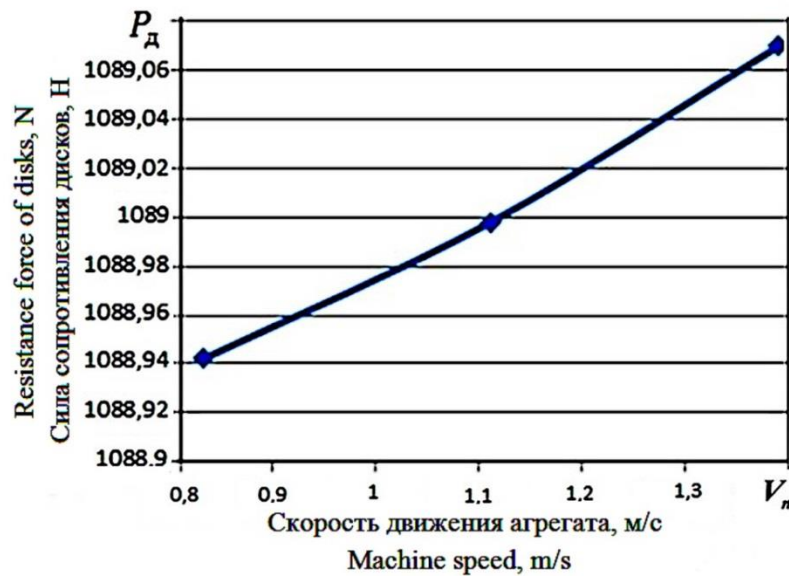


Рис. 4. Зависимость силы сопротивления дискового рабочего органа P_d от скорости движения агрегата V_n при глубине обработки почвы $h=0,06$ м.

Fig. 4. Dependence of the resistance force of the disk working element P_d on the speed of the unit velocity V_n at a soil tillage depth of $h=0,06$ m.

Тогда суммарное тяговое сопротивление агрегата P определяется согласно [17]

$$P = P_\phi + P_d + fG_a, \quad (7)$$

где $G_a = 1670$ Н — вес агрегата.

Зависимость суммарного тягового сопротивления от скорости движения агрегата V_n представлена на рис. 5-6.

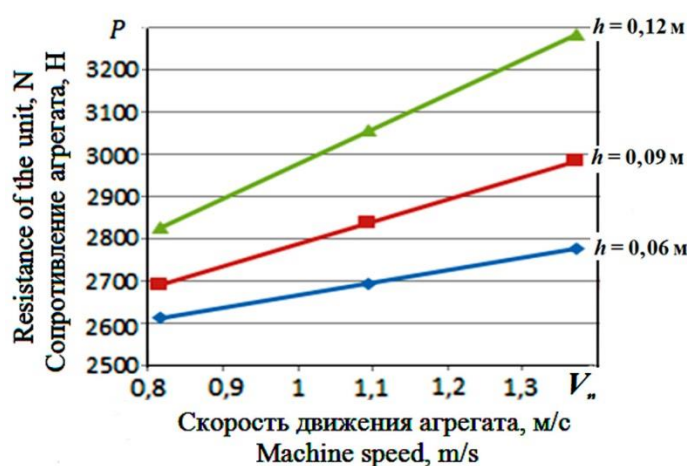


Рис. 5. Зависимость тягового сопротивления агрегата P от скорости движения агрегата V_n при различной глубине обработки почвы h .

Fig. 5. Dependence of the traction resistance of the unit P on the unit velocity V_n at various depths h of soil tillage.

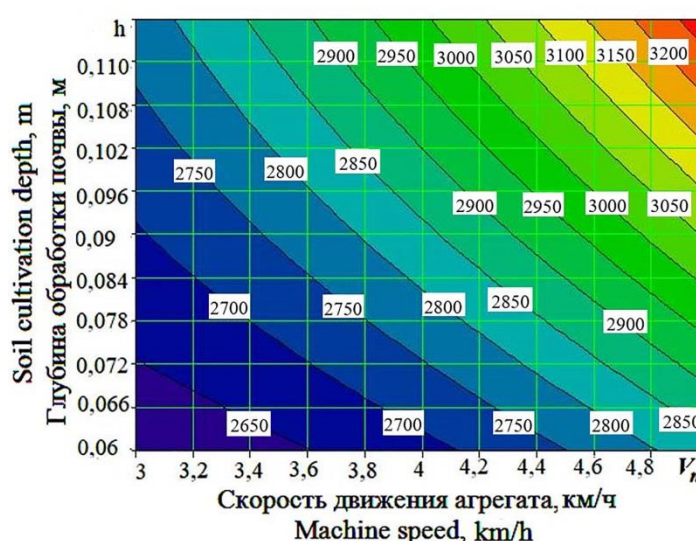


Рис. 6. Поверхность отклика тягового сопротивления P от скорости движения агрегата V_n и глубины обработки h .

Fig. 6. Response surface of traction resistance P from the unit velocity V_n and the depth h of tillage.

ОБСУЖДЕНИЕ

Зависимость $P_\phi(V_n, h)$ усилия сопротивления фрезы от скорости движения машинно-тракторного агрегата и глубины обработки, представленная на рис. 2, легко описывается полиномом второй степени

$$P_\phi(V_n, h) = 2033 - 333,583V_n - 4678h + 2442V_nh + 37,5V_n^2 + 3 \cdot 10^{-7}h^2 \quad (8)$$

Сопротивление почвы дисковому рабочему органу зависит в основном только от его геометрических параметров. Связь силы сопротивления с глубиной обработки h носит линейный характер, а со скоростью движения – квадратичный (6).

Обработка зависимости суммарного тягового сопротивления агрегата от скорости движения и глубины обработки (см. рис. 5) позволила получить следующий полиномом второй степени

$$P(V_n, h) = 3138 - 338,083V_n - 4744h + 2442V_nh + 37,3V_n^2 + 370h^2 \quad (9)$$

Эта зависимость может быть положена в основу тягового расчёта при проектировании нового машинно-тракторного агрегата с комбинированным рабочим органом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых исследований на базе мотоблока было разработано малогабаритное транспортное средство для механизации основных сельскохозяйственных операций для обработки в малых фермерских хозяйствах. Данный агрегат позволяет проводить основную обработку почвы путем фрезерования с одновременным разрыхлением дисковыми рабочими органами.

Дополнительно проведён тягово-мощностной расчёт, позволяющий определить требуемую мощность в зависимости от скорости движения агрегата и глубины обработки почвы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Б.Ф. Тарасенко — научная идея и общее руководство работой; В.А. Дробот и Э. Хавьяримана — поиск необходимых данных и проведение численных расчётов; И.П. Трояновская — написание статьи, форматирование рукописи, редактирование изображений, перевод и связь с редакцией; С.А. Войнаш — статистическая обработка результатов; А.А. Ореховская — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Неприменимо.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими организациями), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При проведении исследования и создании настоящей статьи авторы не использовали ранее полученные и опубликованные сведения (данные, текст, иллюстрации).

Доступ к данным. Все данные, полученные в настоящем исследовании, представлены в статье.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: B.F. Tarasenko: scientific idea and general supervision of the study; V.A. Drobot and E. Khavyarimana: search for the necessary data and numerical calculations; I.P. Troyanovskaya: writing and formatting the manuscript, editing images, translating and communicating with the editors; S.A. Voinash: statistical processing of the results; A.A. Orekhovskaya: literature review, collection and analysis of literary sources. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that issues related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: Not applicable.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously obtained or published material (text, images, or data) was used in this study or article.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work as no new data was collected or created.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review involved two external reviewers, a member of the editorial board, and the in-house scientific editor.

Authors' contribution. All authors confirm their authorship compliance with the ICMJE international criteria (all authors made a significant contribution to the conceptualization, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The contribution is distributed as follows:

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Mukhamatullina ZI. Farming: advantages and disadvantages. *Current problems and prospects for economic development: Russian and foreign experience*. 2021;5(37):58–60. EDN: ZTTJPE (in Russ.)
2. Blednykh VV, Svechnikov PG, Troyanovskaya IP. Calculation model of technological process of soil crumbling by means of tillage working organs. *Tractors and agricultural machinery*. 2016;83(3):22–26. EDN: VPWKTH (in Russ.)
3. Syromyatnikov Yu, Semenenko I, Orekhovskaya A, et al. Influence of Cultivation Technology on the Yield of Winter Wheat. *E3S Web of Conferences*. 2023;443. doi: 10.1051/e3sconf/202344302001 EDN: WUXHFT
4. Drobot VA, Brusentsov AS. Agromeliorative techniques for surface soil cultivation. *Year of Science and Technology 2021*. 2021;252. EDN: IGOQKS (in Russ.)
5. Kokieva GE, Troyanovskaya IP, Orekhovskaya AA, et al. Research of Soil Compaction Process in Area of Contact with a Wheel Mover. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021;2094. doi: 10.1088/1742-6596/2094/4/042003 EDN: PYXLDC
6. Yudina EM, Yudin MO, Zhuriy A. Prospects for the creation of domestic combined units for soil cultivation. *News of the Velikiye Luki State Agricultural Academy*. 2015;1:46–50. EDN: TNVQHD (in Russ.)
7. Pozin BM, Troyanovskaya IP, Naradovyi DI. Efficiency of the transport unit on the basis of the tractor "Uralets". *Mechanization and electrification of agriculture*. 2015;7:22–26. EDN: URVKPL (in Russ.)
8. Tarasenko BF, Khav'yarimana E, Drobot VA, et al. Field testing of a disk-chisel harrow. *Tractors and agricultural machinery*. 2023;90(3):225–232. doi: 10.17816/0321-4443-229490 (in Russ.) EDN: RCGYMN
9. Syromyatnikov Yu, Voinash S, Zagidullin R, et al. Chisel Tillage under Spring Barley in the Forest-Steppe. *Acta Technologica Agriculturae*. 2024;27(1):30–34. doi: 10.2478/ata-2024-0005 EDN: WBSAOB
10. Tarasenko BF, Niyomuvunyi A, Drobot VA, et al. Soil cultivating with a tiller with v-shaped knives. *Tractors and agricultural machinery*. 2023;90(4):307–314. doi: 10.17816/0321-4443-254888 (in Russ.) EDN: TJJCOF
11. Troyanovskaya IP, Raznoshinskaya AV, Kozminykh VA, et al. Experimental tests of industrial-scale ripping of soil. *Gornyi Zhurnal*. 2021(5):87–90. doi: 10.17580/gzh.2021.05.11 (in Russ.) EDN: YSEKUQ
12. Tarasenko BF, Drobot V, Troyanovskaya I, et al. Research and Development of a Combined Unit for Tillage with a Layer Turnover. *Journal of Terramechanics*. 2022;99:29–33. doi: 10.1016/j.jterra.2021.11.002 EDN: ZWUDQT
13. Syromyatnikov Yu, Kuts A, Troyanovskaya I, et al. Transporting Ability Calculation of the Rotor of Soil-Cultivating Loosening and Separating Vehicle. *Acta Technologica Agriculturae*. 2022;2:73–78. doi: 10.2478/ata-2022-0012 EDN: JUUDCO
14. Syromyatnikov Yu, Voinash S, Troyanovskaya I, et al. Selection of Parameters of the Disc Working Bodies of the Ripping-Separating Machine for Soil Treatment. *Journal of Terramechanics*. 2023;108:1–5. doi: 10.1016/j.jterra.2023.03.005 EDN: DOOGFD
15. Kanarev FM. Power of an electric pulse. *Energy supply and energy saving in agriculture*. 2006;1:224–229. EDN: PHHCKD (in Russ.)
16. Drobot VA, Tsybulevsky VV. Optimization of the parameters of the process of surface soil cultivation with horizontally located disk working bodies. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2010;23:181–186. EDN: MSOQVN (in Russ.)
17. Pozin BM, Troyanovskaya IP. *Tractor traction characteristics (Theory basics and calculation)*. Chelyabinsk; 2016. EDN: WIGYTP (in Russ.)

*** Трояновская Ирина Павловна,**
д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры «Тракторы,
сельскохозяйственные машины и земледелие»
Института агроинженерии;
адрес: Россия, 457103, Троицк, ул. Гагарина, д. 13;
ORCID: 0000-0003-2763-0515;
eLibrary SPIN: 6845-7532;
e-mail: tripav63@mail.ru

Соавторы:

Тарасенко Борис Фёдорович
д-р техн. наук, доцент,
профессор кафедры «Тракторы, автомобили и
техническая механика»;
ORCID: 0000-0001-9957-5979;
eLibrary SPIN: 7415-7870;
e-mail: b.tarasenko@inbox.ru

Дробот Виктор Александрович,
канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Сопротивление
материалов»;
ORCID: 0000-0002-3136-6481;
eLibrary SPIN: 7889-3176;
e-mail: viktor.drobot.85@mail.ru

Хавьяримана Эрик (Республика Бурунди),
аспирант кафедры «Тракторы, автомобили и
техническая механика»;
ORCID: 0009-0008-3746-8359;
eLibrary SPIN: 1494-0069;
e-mail: donsergio38@gmail.com

Войнаш Сергей Александрович,
ассистент кафедры архитектуры и реставрации;
ORCID: 0000-0001-5239-9883;
eLibrary SPIN: 9532-4604;
e-mail: sergeyvoinash@yandex.ru

Ореховская Александра Александровна,
канд. с.-х. наук,
начальник отдела по работе с грантами и НОЦ;
ORCID: 0000-0001-8149-7191;
eLibrary SPIN: 4274-8150;
e-mail: i@aorehovskaja.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

*** Irina P. Troyanovskaya,**
Dr. Sci. (Engineering), professor,
Professor of the Tractors, Agricultural
Machinery and Agriculture Department of
Institute of Agricultural Engineering;
address: 13 Gagarina st, Troitsk, Russia,
457103;
ORCID: 0000-0003-2763-0515;
eLibrary SPIN: 6845-7532;
e-mail: tripav63@mail.ru

Co-Authors:

Boris F. Tarasenko
Dr. Sci. (Engineering), assistant professor,
Professor of the Tractors, Automobiles and
Technical Mechanics Department;
ORCID: 0000-0001-9957-5979;
eLibrary SPIN: 7415-7870;
e-mail: b.tarasenko@inbox.ru

Viktor A. Drobot,
Cand. Sci. (Engineering), assistant professor,
Head of the Strength of Materials Department;
ORCID: 0000-0002-3136-6481;
eLibrary SPIN: 7889-3176;
e-mail: viktor.drobot.85@mail.ru

Eric Khavyarimana (Republic of Burundi),
Postgraduate of the Tractors, Automobiles and
Technical Mechanics; Department;
ORCID: 0009-0008-3746-8359;
eLibrary SPIN: 1494-0069;
e-mail: donsergio38@gmail.com

Sergey A. Voinash,
Assistant lecturer of the Architecture and
Restoration Department;
ORCID: 0000-0001-5239-9883;
eLibrary SPIN: 9532-4604;
e-mail: sergeyvoinash@yandex.ru

Alexandra A. Orekhovskaya
Cand. Sci. (Agriculture),
Head of the Department for Work with Grants
and Scientific & Educational Centers;
ORCID: 0000-0001-8149-7191;
eLibrary SPIN: 4274-8150;
e-mail: i@aorehovskaja.ru