

Научная статья

УДК 631.31

EDN NRJOMQ

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0480-0-286-292>

## **Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов на бороновании**

**Денис Владимирович Ермаков<sup>1</sup>,** аспирант

**Сергей Васильевич Щитов<sup>2</sup>,** доктор технических наук, профессор

**Павел Николаевич Школьников<sup>3</sup>,** доктор технических наук, доцент

<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [denermakov00@gmail.com](mailto:denermakov00@gmail.com), <sup>2</sup> [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru),

<sup>3</sup> [pavel.shkolnikov@mail.ru](mailto:pavel.shkolnikov@mail.ru)

**Аннотация.** В статье приводятся результаты исследований по использованию машинно-тракторного агрегата на подготовке почвы. Исследования проведены на примере агрегата, состоящего из трактора класса 1,4 с модернизированной бороной БДТ-3. Авторами рассмотрено влияние модернизированной бороны БДТ-3 с установленным устройством на физико-механические свойства почвы.

**Ключевые слова:** трактор, модернизированная борона, почва, физико-механические свойства

**Для цитирования:** Ермаков Д. В., Щитов С. В., Школьников П. Н. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов на бороновании // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 286–292.

Original article

## **Improving the efficiency of harrowing machinery and tractor units**

**Denis V. Ermakov<sup>1</sup>,** Postgraduate Student

**Sergey V. Shchitov<sup>2</sup>,** Doctor of Technical Sciences, Professor

**Pavel N. Shkolnikov<sup>3</sup>,** Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [denermakov00@gmail.com](mailto:denermakov00@gmail.com), <sup>2</sup> [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru),

<sup>3</sup> [pavel.shkolnikov@mail.ru](mailto:pavel.shkolnikov@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of research on the use of a machine-tractor unit in soil preparation. The research was carried out using the example of a unit consisting of a class 1.4 tractor with an upgraded BDT-3 harrow. The authors considered the effect of the upgraded BDT-3 harrow with an installed device on the physico-mechanical properties of the soil.

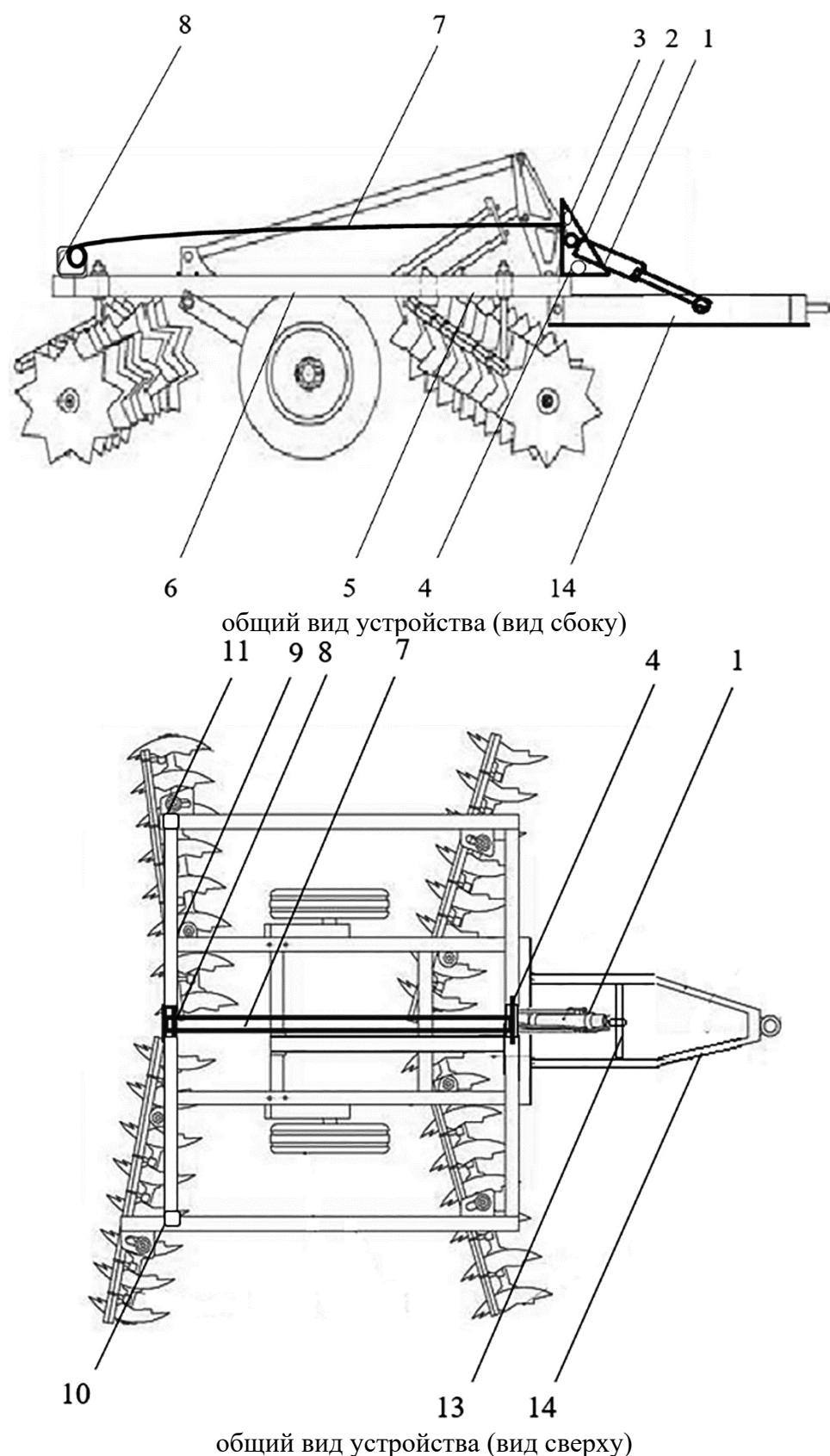
**Keywords:** tractor, upgraded harrow, soil, physical and mechanical properties

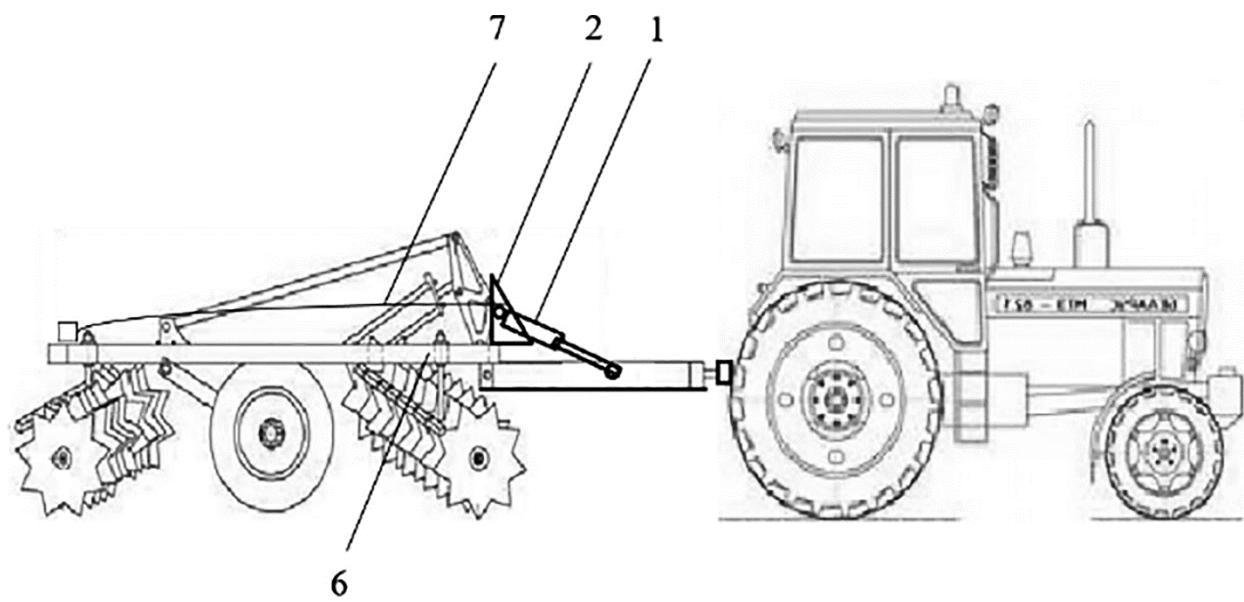
**For citation:** Ermakov D. V., Shchitov S. V., Shkolnikov P. N. Improving the efficiency of harrowing machinery and tractor units. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 286–292), Blagoveshchensk, Dalnevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

**Введение.** В современных крестьянско-фермерских хозяйствах боронование с использованием тяжелых дисковых борон стало ключевой технологической операцией при подготовке почвы к посеву. Это обусловлено необходимостью выполнения работ в сжатые сроки, соответствующие агрономическим стандартам. Обычно такие операции проводятся весной, что связано с поздними сроками уборки сои осенью, и зачастую совпадают с посевом.

В данном процессе активно задействуются многофункциональные универсально-пропашные колесные тракторы класса 1,4–2 в сочетании с тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3. Однако использование этих тракторов в весенний период сталкивается с проблемами, вызванными природными условиями, что затрудняет достижение высоких агрономических показателей при подготовке почвы. В этой связи актуальным становится вопрос улучшения качества почвообработки с помощью таких машинно-тракторных агрегатов. Для решения данной задачи было разработано устройство, позволяющее регулировать нагрузку на рабочие органы почвообрабатывающего орудия, что способствует повышению эффективности проводимых операций [1].

**Объекты и методы исследований.** В качестве объекта исследований взята модернизированная борона, оснащенная дозагрузочно-распределяющим устройством (рис. 1).





общий вид МТА (вид сбоку)

**Рисунок 1 – Принципиальная схема догрузочно-распределяющего устройства для прицепной рамной дисковой бороны**

Силовой шарнир 3 закреплен в шарнирной опоре 4 на верхней фронтальной части рамы 5 бороны 6, передающей тяги 7, выполненной в виде плоской рессорной пружины, зафиксированной динамическим прогибом вверх и закрепленной окончаниями в силовом шарнире 3 уголкового кронштейна 2 и в заднем опорном шарнирном кронштейне 8 распределяющей тяги 9, выполненной в виде плоской рессорной пружины с динамическим прогибом вверх, установленной окончаниями между нагрузочными кронштейнами 10 и 11, расположеннымми сверху побортно в задней фронтальной части рамы бороны, и закрепленной в центральной части через технологическое отверстие болтовым соединением 12 в заднем опорном шарнирном кронштейне 8, стержневой пружины 13, проходящей через вилочную рабочую часть силового гидроцилиндра 1 и встроенной между поперечинами с니цы 14 бороны 6 [1].

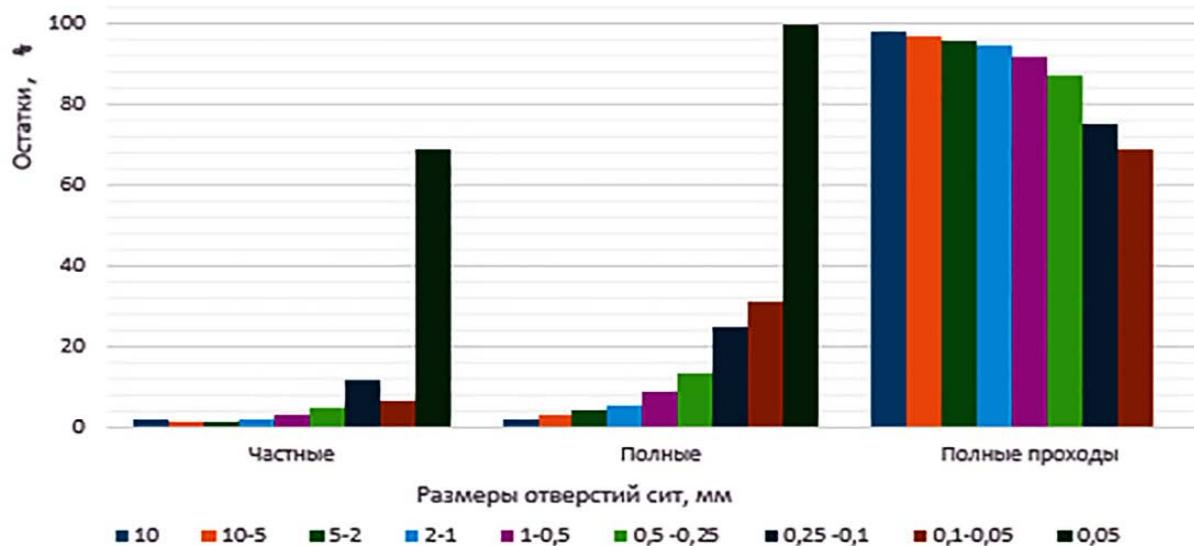
Чтобы оценить, насколько эффективно машино-тракторный агрегат обрабатывает почву в экспериментальных условиях, необходимо провести исследования агрегатного состояния почвы до и после работы устройства при раз-

## *Механизация, электрификация и транспортные технологии в АПК: ресурсосбережение, инновации, практика*

ных режимах его работы. Существует множество подходов и методов для анализа почвы, которые можно комбинировать, чтобы получить более полное представление о ее свойствах и их влиянии на функционирование дисковой бороны.

Для анализа свойств почвы важно понимать гранулометрический состав, следуя методике, описанной в ГОСТ 12536–2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава», которая предполагает использование ситового метода для определения гранулометрического (зернового) состава грунта. В нашем случае пробы почвы были собраны с помощью специализированного устройства, которое позволяет извлекать керн определенного объема с различных глубин, согласно требованиям ГОСТ 12071–2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов». Для сохранения естественной влажности пробы помещались в герметичные пакеты.

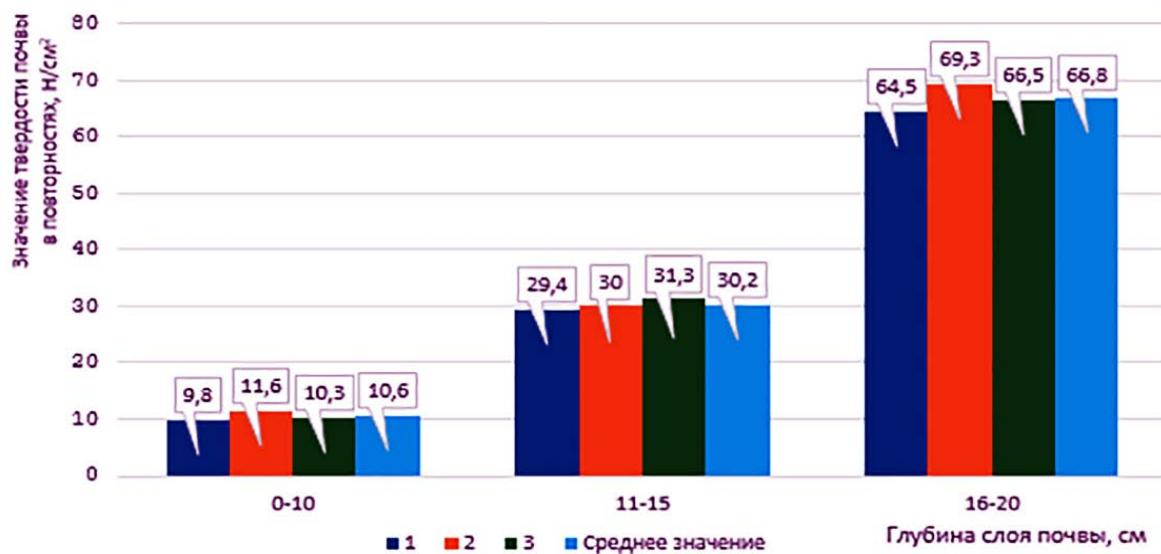
**Результаты исследований.** Результаты анализа собранных образцов представлены в виде диаграммы, где указано процентное содержание различных фракций в грунте, полученное в результате лабораторного разделения почвы (рис. 2).



**Рисунок 2 – Гранулометрический состав почвы**

Согласно полученным данным, можно сделать вывод, что данная проба грунта классифицируется по ГОСТ 25100–2020 «Грунты. Классификация» как грунт дисперсный – суглинок легкий пылеватый.

Для определения твердости почвы использовали твердомер. Произведенные расчеты твердости на различной глубине можно представить в виде диаграммы на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Значения твердости почвы исследуемого поля**

Таким образом, из полученных значений можно заметить, что исследуемое поле проходило поверхностную обработку почвы до 10–15 см, где твердость почвы минимальная ( $9,8\text{--}11,6 \text{ Н/см}^2$ ). На глубине 16–20 см твердость почвы возрастает почти в 6 раз по сравнению с верхним слоем.

Для оценки воздействия изменений нагрузки на рабочие элементы бороны были проведены производственные эксперименты, в ходе которых изменились различные физико-механические характеристики почвы, такие как плотность и структурный состав. Результаты исследований показали, что плотность почвы после прохождения бороновального агрегата, состоящего из трактора класса 1,4 и бороны БДТ-3 с установленным устройством, изменилась на 15,2–16,4 % по сравнению с исходными показателями. При этом она оставалась в пределах, приемлемых для оптимального роста растений.

---

**Заключение.** По результатам анализа естественно-производственных условий взятия проб исследуемого участка, на котором происходил забор грунта, были выявлены показатели, отражающие возможность и целесообразность применения предлагаемого устройства на подобных почвах.

Изучение особенностей и свойств почвы играет ключевую роль в рациональном применении дисковых борон. Знание физических, химических и биологических характеристик почвы помогает агрономам улучшить процессы обработки и увеличить объем урожая. Полученные значения позволяют более детально изучить вопрос применения предлагаемого догрузочно-распределяющего устройства для прицепной рамной дисковой бороны.

### **Список источников**

1. Патент № 2812473 Российской Федерации. Догрузочно-распределяющее устройство для прицепной рамной дисковой бороны : № 2023124750 : заявл. 27.09.2023 : опубл. 30.01.2024 / Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Ермаков Д. В., Школьников П. Н., Панова Е. В. Бюл. № 4. 10 с.

### **References**

1. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Ermakov D. V., Shkolnikov P. N., Panova E. V. Preloading and distributing device for trailed frame disc harrow. *Patents RF, No. 2812473* [patents.google.com/patent/RU2812473C1/ru](https://patents.google.com/patent/RU2812473C1/ru) (Accessed 15 January 2025) (in Russ.).

© Ермаков Д. В., Щитов С. В., Школьников П. Н., 2025

Статья поступила в редакцию 31.03.2025; одобрена после рецензирования 07.05.2025; принята к публикации 22.07.2025.

The article was submitted 31.03.2025; approved after reviewing 07.05.2025; accepted for publication 22.07.2025.