

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2026.  
№ 3 (84). С. 145–155.  
Buryat Agrarian Journal. 2026;3(84):145–155.

Научная статья

УДК 631.372:629.114.2

doi: 10.34655/bgsha.2026.84.3.016

### **Адаптация бороновального агрегата к почвенно–климатическим особенностям региона**

**Е.С. Поликутина, З.Ф. Кривуца, С.В. Щитов, П.Н. Школьников, Д.В. Ермаков**

Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Елена Сергеевна Поликутина,

e.polikytina@mail.ru

**Аннотация:** Эффективность применения средств механизации зависит от того, насколько они приспособлены (адаптированы) к почвенно-климатическим и производственным условиям региона. Как правило, наиболее уязвимыми являются небольшие крестьянско-фермерские хозяйства, которые из-за ограниченных финансовых возможностей не могут иметь достаточный набор средств механизации, способных выполнять работы с учётом изменяющихся условий. Особенно эта проблема стоит остро в весенний период, когда сроки проведения посевной кампании ограничены, а поздние сроки уборки сои не позволили подготовить почву под посев осенью. Для решения данной проблемы, как правило, используются тяжёлые дисковые бороны в агрегате с энергетическим средством (трактором). В связи с тем, что в процессе проведения уборочных работ выпадает большое количество осадков, ходовые системы средств механизации, используемые для этих целей, переуплотняют почву с одновременным увеличением её твёрдости. Исходя из вышеобозначенной проблемы, возникает необходимость регулировать нагрузку на рабочий орган бороны. Цель исследования – адаптировать тяжёлую дисковую борону БДТ-3 к почвенно-климатическим условиям региона. Как показала производственная проверка, величина нагрузки на рабочий орган бороны зависит от ширины захвата бороны, глубины обработки и выхода штока гидроцилиндра. В рамках проведенных исследований установлено, что наибольшее увеличение нагрузки, приходящейся на рабочий орган дисковой бороны БДТ-3 до 15%, фиксируется при длине штока гидроцилиндра (от нейтрального положения) при 0,30 м. Увеличение длины штока с 0,18 до 0,30 м позволяет равномерно изменять глубину обработки почвы от 0,16 до 0,20 м. Максимальная нагрузка, приходящаяся на рабочий орган дисковой бороны БДТ-3, составляет 4,6 кН при длине выхода штока 0,30 м и ширине захвата 2,7 м. Использование предлагаемого устройства позволяет изменять нагрузку, приходящуюся на рабочий орган дисковой бороны и регулировать глубину обработки почвы в зависимости от возделываемой культуры и физико-механических свойств почвы.

**Ключевые слова:** почвенно-климатические условия, адаптация почвообрабатывающих средств механизации, дисковая борона, почва, конструктивно-технологические параметры.

**Adaptation of harrowing unit to soil and climatic conditions of the region****Elena S. Polikutina, Zoya F. Krivutsa, Sergey V. Shchitov, Pavel N. Shkolnikov, Denis V. Ermakov**

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Corresponding author: Elena S. Polikutina, e.polikytina@mail.ru

**Abstract:** The efficiency of using mechanical equipment depends on how well it is adapted to the soil, climatic and technological conditions of the region. As a rule, the most vulnerable are small peasant farms, which, due to limited financial resources, cannot have a sufficient set of mechanization tools to perform work under changing conditions. This problem is especially acute in the spring, during the sowing campaign when it is necessary to work within a limited timeframe, and the late timing of soybean harvesting did not allow the soil to be prepared for sowing in the fall. To solve this problem, heavy disc harrows are usually used in a unit with a motor vehicle (tractor). Due to the fact that in the process of harvesting, a large amount of precipitation falls, the running systems of mechanization tools used for these purposes firm the soil simultaneously increase its hardness. Based on the above-mentioned problem, it is necessary to regulate the load on the working body of the harrow. The aim of the study is to adapt the heavy BDT-3-disc harrow to the soil and climatic conditions of the region. As the production check showed, the amount of load on the working element of the harrow depends on the width of the harrow grip, the depth of processing and the performance of the hydraulic cylinder rod. It was found that the greatest increase in the load on the working element of the disc harrow BDT-3 up to 15%, is recorded with the length of the hydraulic cylinder rod (from the neutral position) at 0.30 m. Increasing the length of the rod from 0.18 m to 0.30 m promotes the steady change of the depth of tillage from 0.16 m to 0.20 m. The maximum load on the working element of the BDT-3-disc harrow is 4.6kN with a rod outlet length of 0.30 m and a grip width of 2.7 m. Usage of the proposed device makes it possible to change load on a working element of a disk harrow BDT-3 and regulate the depth of soil cultivation depending on a cultivated crop and physical and mechanical properties of soil.

**Keywords:** soil and climatic conditions, adaptation of tillage tools of mechanization, disc harrow, soil, structural and technological parameters.

**Введение.** Эффективность любой технологии производства сельскохозяйственной продукции во многом определяется, насколько используемые средства механизации приспособлены к условиям региона. Это обусловлено тем, что не всегда предоставляется возможность реализовать заложенные в них функциональные возможности. Как правило, для успешного использования средств механизации в технологии производства продукции они должны быть адаптированы с учётом зональных почвенно-климатических и производственных особенностей [1-3]. Эта проблема особенно актуальна в тех регионах, где природно-климатические и естественно-производственные условия отличаются от центральных и западных регионов РФ. В связи с этим для успешной работы средств механизации и вы-

полнение ими заложенных в них возможностей необходима их адаптация [4-6]. При этом реализация вышесказанного должна идти на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований использования средств механизации, участвующих в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Амурская область как раз и является тем регионом, где эти специфические особенности явно выражены в небольших крестьянско-фермерских хозяйствах [7-9]:

- ограниченные финансовые возможности;
- ограниченные сроки проведения основных работ, связанных с подготовкой почвы и посевом весной;
- слабая сопротивляемость почвы воздействию на неё опорных оснований средств механизации;

- резкий перепад температурного режима в летне-зимний период;
- наличие энергетических средств с высоким нормальным давлением на почву;
- слабая обеспеченность необходимыми средствами механизации;
- поздние сроки окончания уборочных работ (с наступлением заморозков);
- невозможность подготовки почвы к посевным работам осенью.

В связи с вышеизложенным вопрос совершенствования средств механизации, участвующих в технологии возделывания сельскохозяйственных культур применительно к региону, является актуальным. Это объясняется тремя главными особенностями: невозможность подготовки почвы к посевным работам осенью, ограниченные сроки проведения основных работ, связанных с подготовкой поч-

вой и посевом весной, и слабая обеспеченность необходимыми средствами механизации. При этом выпадение осадков в период проведения уборочных работ усугубляет техногенное воздействие ходовых систем мобильных средств механизации, используемых при уборке сои. В связи с этим физико-механические показатели почвы, особенно плотность и твердость почвы, неодинаковые, а это, как правило, вызывает необходимость координировать тягово-сцепные свойства энергетического средства и нагрузку на рабочие органы почвообрабатывающего орудия (дисковой бороны) [10-13].

Наиболее наглядно необходимость адаптации почвообрабатывающих средств механизации к почвенно-климатическим и производственным условиям Амурской области представлена на рисунке 1.

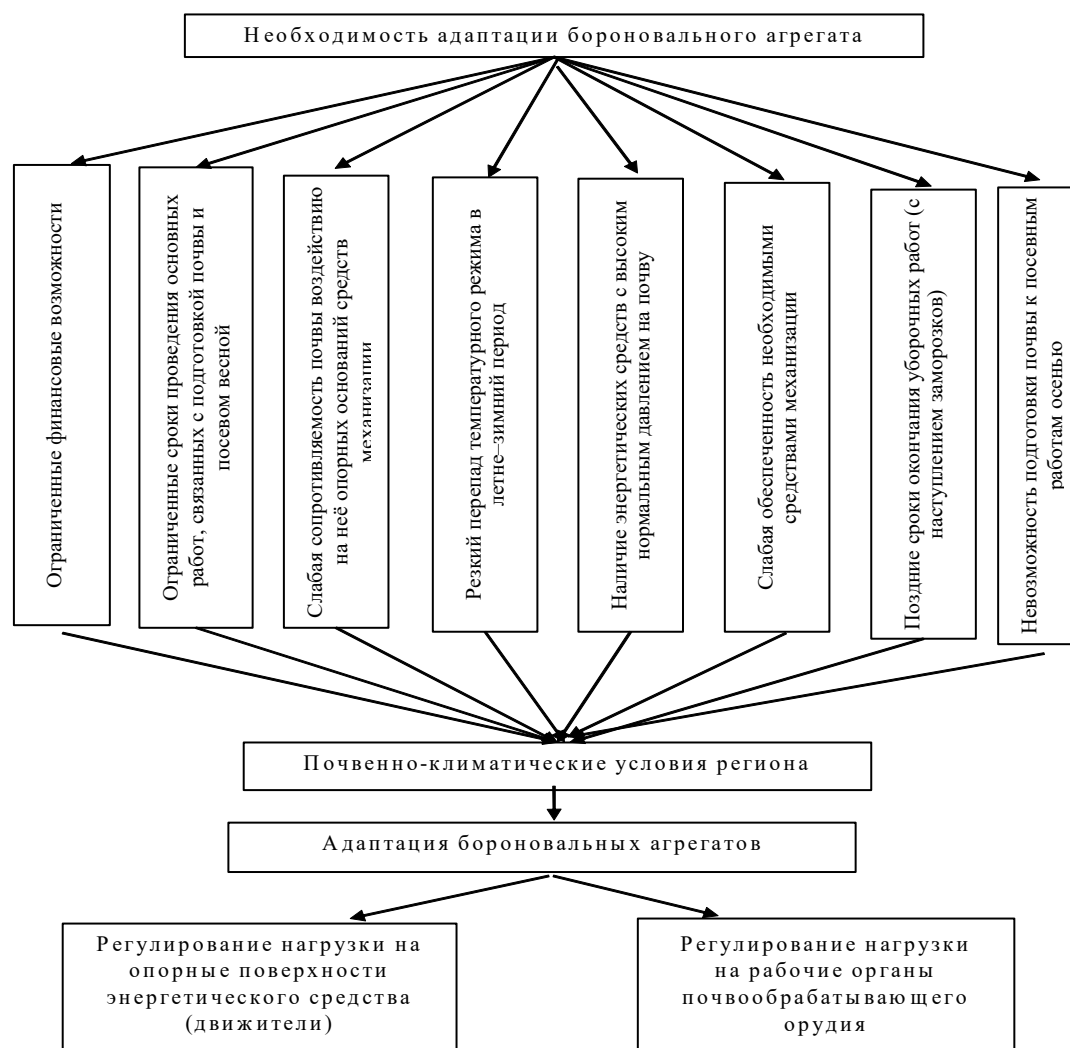


Рисунок 1. Необходимость адаптации бороновального агрегата к почвенно-климатическим условиям

В настоящее время в Амурской области на долю крестьянско-фермерских хозяйств приходится свыше двадцати пяти процентов производимой сельскохозяйственной продукции. При этом основной возделываемой ими сельскохозяйственной культурой остаётся соя, в связи с этим из-за поздних сроков её уборки подготовку почвы под посевные работы проводят весной. Как правило, для этого используются тяжёлые дисковые бороны БДТ-3 в связи с преобладанием полей с небольшой площадью. В качестве основного энергетического средства используются колёсные тракторы класса 1,4...2.

В связи с этим было разработано распределяюще-догружающее устройство

для прицепной рамной бороны [14] (рис. 2).

На основании вышеизложенного были сформулированы цель и задачи исследования.

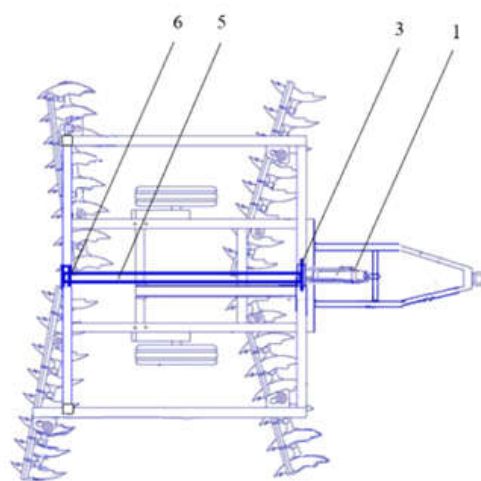
**Цель исследования** – адаптировать тяжёлую дисковую борону БДТ-3 к почвенно-климатическим условиям региона.

**Задачи исследования:**

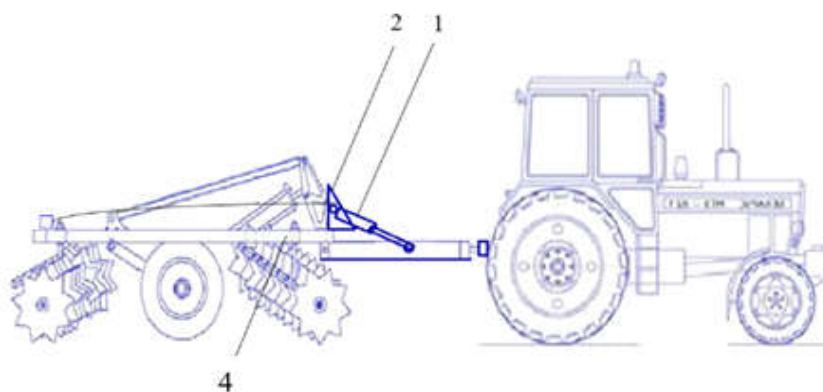
- провести проверку работы в производственных условиях адаптированной бороны БДТ-3;
- обосновать значимость факторов, влияющих на работу адаптированной бороны БДТ-3.



А)



Б)



В)

Рисунок 2. Предлагаемый бороновальный агрегат (МТЗ-80+ БДТ-3 + устройство).

Примечание. А – общий вид МТА; Б, В – конструктивно-технологические схемы бороновального агрегата: 1 – силовой гидроцилиндр; 2 – передний кронштейн; 3 – опора; 4 – рама бороны; 5 – передающая тяга; 6 – задний шарнирный кронштейн

### Материалы и методы исследований.

Производственная проверка была проведена на базе крестьянско-фермерского хозяйства в весенний период (апрель месяц). Особенность подготовки почвы в этот период заключается в том, что при её подготовке к посевным работам наблюдается наличие мерзлотных очагов, которые снижают тягово-сцепные свойства трактора и эффективность обработки (глубину). Почвы КФХ являются типичными для Амурской области – лугово-чернозёмовидные. При проведении исследований выбирались участки, на которых наблюдалось наличие мерзлотных очагов. Уклон поверхности поля составлял не более 2°. Повторность опытов пятикратная. При проведении исследований использовались электронные весы марки МВСК(В): диапазон измерения до 10 т с погрешностью до 4%. Глубину обработки и выход штока гидроцилиндра измеряли при помощи металлической линейки. Влажность почвы определялась анализатором PMS710, твёрдость почвы – цифровым твердомером TYD-2. При определении твёрдости и влажности почвы повторность опытов десятикратная.

Принцип работы предлагаемого адаптированного бороновального агрегата заключается в том, что при проезде мерзлотных очагов для повышения тягово-сцепных свойств трактора часть нагрузки (кратковременно) с бороновального агрегата передаётся на его движители. При обработке рабочими органами мерзлотных очагов, наоборот, часть нагрузки (кратковременно) передаётся с трактора на секции бороны. При работе серийной бороны БТТ-3 нагрузку изменяют с помощью балласта, который на обычных участках поля не всегда нужен. При установке предлагаемого устройства масса бороны увеличивается на 78 кг. Более подробно общее устройство и принцип работы описаны в работе [15]. В связи с тем, что при обработке участков с мерзлотными основаниями для повышения качества (выдерживания глубины обработки) часто нагрузки, приходящейся на рабочие органы, не хватает, представляет практи-

ческий интерес вопрос о том, можно ли изменить нагрузку на рабочие органы за счёт изменения ширины захвата путём уменьшения количества рабочих органов (дисков). При проведении исследований угол атаки был установлен 18 градусов.

**Результаты и обсуждение.** При проведении производственной проверки работоспособности предлагаемого устройства были проведены исследования по определению изменения твёрдости в процессе подготовки почвы дисковой бороной (серийной и с установленным устройством), так как она определяет в дальнейшем энергоёмкость данной операции:

- до прохода бороновального агрегата твёрдость почвы составляла на глубине 0,1 м – 136 кг/см<sup>2</sup> и 154 кг/см<sup>2</sup> на глубине 0,25...0,3 м;

- после прохода серийного бороновального агрегата твёрдость почвы, соответственно, составила 150 кг/см<sup>2</sup> и 167 кг/см<sup>2</sup>;

- после прохода бороновального агрегата с установленным устройством твёрдость почвы, соответственно, составила 139 кг/см<sup>2</sup> и 158 кг/см<sup>2</sup>.

Влажность почвы составляла 20,3...24,6%.

Для определения влияния конструктивно-технологических параметров распределяюще-догружающего устройства прицепной рамной бороны на величину нагрузки, приходящейся на рабочий орган, исследованы следующие факторы: фактор 1 – глубина обработки почвы, м; фактор 2 – скорость движения, м/с; фактор 3 – ширина захвата, м; фактор 4 – угол наклона рамы бороны в сторону задней секции, град; фактор 5 – угол наклона рамы бороны в сторону передней секции, град; фактор 6 – длина выхода штока гидроцилиндра, м. Для оценки и ранжирования факторов построена диаграмма Парето (рис. 3). Учитывая принцип Парето (правило 80/20), значимыми факторами являются фактор 1 – глубина обработки почвы, м; фактор 6 – длина выхода штока гидроцилиндра, м; фактор 3 – ширина захвата, м.

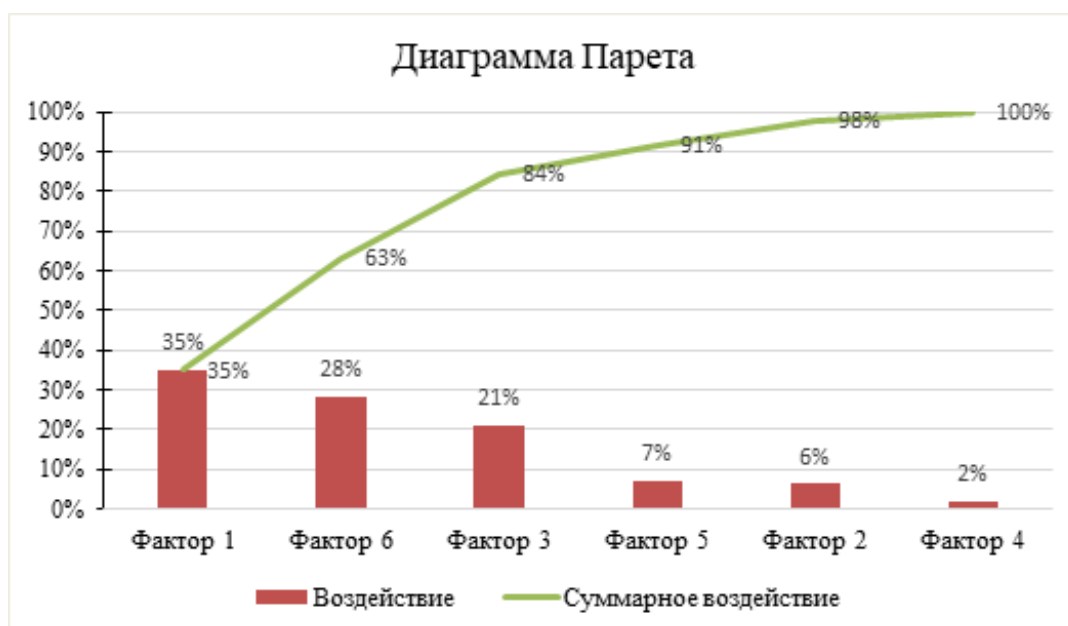


Рисунок 3. Оценка и ранжирование входных факторов

В качестве входных факторов определены следующие параметры:

- $X_1$  (b), м – ширина захвата;
- $X_2$  h, м – глубина обработки почвы;

-  $X_3$  (a), м – длина выхода штока гидроцилиндра.

Уровни и факторы их варьирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные параметры

| Факторы              | b, м  | h, м  | a, м. |
|----------------------|-------|-------|-------|
| Обозначение          | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ |
| Верхний уровень (+1) | 3     | 0,20  | 0,34  |
| Основной уровень (0) | 2,75  | 0,18  | 0,255 |
| Нижний уровень (-1)  | 2,5   | 0,16  | 0,17  |

Достоверность прогнозирования и моделирования конструктивно-технологических параметров распределяюще-догружающего устройства для прицепной рамной бороны на величину нагрузки определяется использованием регрессионных закономерностей, получаемых в ходе проведения эксперимента. Преимуществом такого метода является способ-

ность описания любого объекта при полном соблюдении алгоритма активного эксперимента. С целью определения дальнейшей стратегии проведения исследований воспользовались методикой полного факторного эксперимента для вычисления математической модели исследуемого процесса:

$$Y(X_1, X_2, X_3) = b'_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + b_{123} X_1 X_2 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2. \quad (1)$$

В соответствии с выбранной методикой исследования определялась значи-

мость коэффициентов регрессии и адекватность математической модели:

$$Y(X_1, X_2, X_3) = 4,084959 + 0,120354 X_2 + 0,118412 X_3 - 0,124134 X_1^2 + 0,047415 X_2^2 - 0,05638 X_3^2. \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \frac{b-2,75}{0,25} = 4b - 2,5 \\ X_2 &= \frac{h-0,18}{0,02} = 50h - 9 \\ X_3 &= \frac{a-0,255}{0,085} = 11,76a - 3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Подставив систему уравнений (3) в предлагаемую математическую модель (2), получаем:

$$Y(b, h, a) = 4,084959 + 0,120354(50h - 9) + 0,118412(11,76a - 3) - 0,124134(4b - 2,5)^2 + 0,047415(50h - 9)^2 - 0,05638(11,76a - 3)^2. \quad (4)$$

После проведения ряда математических преобразований искомое уравнение имеет вид:

$$Y(b, h, a) = 5,31 + 124h^2 - 39h - 8,19a^2 + 5,7a - 2b^2 + 2,5b \quad (5)$$

Промоделируем влияние исследуемых конструктивно-технологических параметров на величину нагрузки, приходящуюся на рабочий орган дисковой бороны

БДТ-3 для определения оптимальных режимов работы разработанного распределяюще-догружающего устройства для прицепной рамной бороны (рис. 4-6).

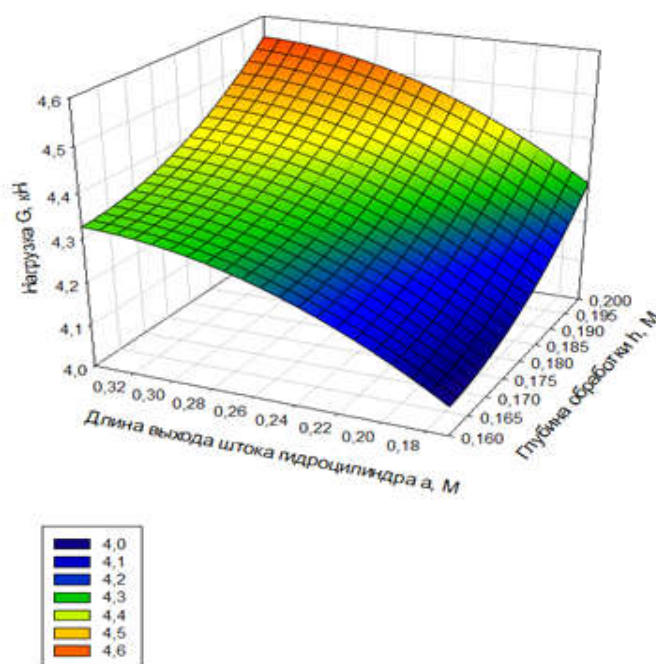


Рисунок 4. Нагрузка на рабочий орган в зависимости от хода штока гидроцилиндра и глубины обработки почвы ( $b=2,75$  м)

Экспериментальные исследования показали (рис. 4), что наибольшее увеличение нагрузки, приходящейся на прицепную рамную борону, фиксируется при длине штока гидроцилиндра (от нейтрального положения) при 0,30 м и может превышать исходное значение на 16%. Увели-

чение длины штока с 0,18 до 0,30 м позволяет равномерно изменять глубину обработки почвы от 0,16 до 0,20 м. Дальнейшее выдвижение штока не позволяет повысить нагрузку при фиксированном значении ширины захвата.

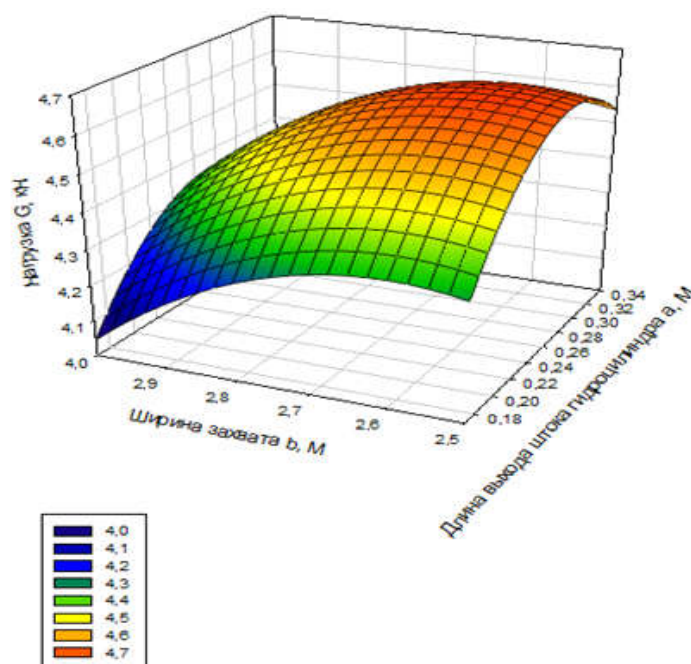


Рисунок 5. Нагрузка на рабочий орган в зависимости от ширины захвата и длины выхода штока гидроцилиндра при глубине обработки почвы ( $h=0,18$  м)

При фиксированной глубине обработки почвы эксплуатация предлагаемого устройства позволяет увеличить силовое воздействие на рабочий орган дисковой бороны БДТ-3 до 4,6 кН при выходе што-

ка гидроцилиндра на 0,30 м и ширине захвата 2,7 м. Дальнейшее увеличение ширины захвата приводит к снижению нагрузки при увеличении длины штока гидроцилиндра.

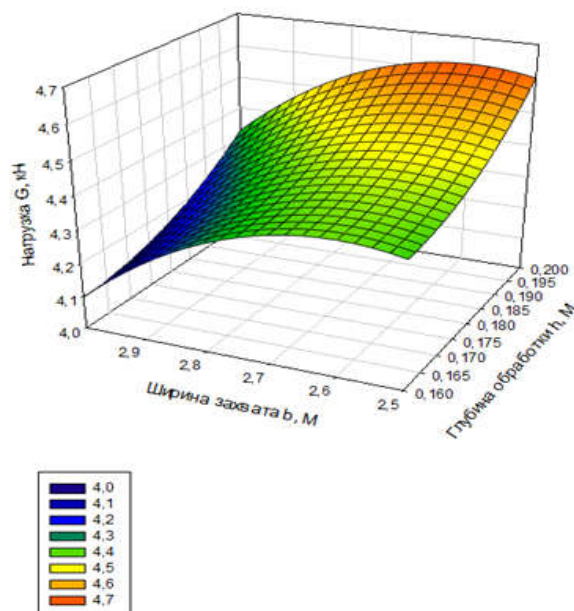


Рисунок 6. Нагрузка на рабочий орган в зависимости от глубины обработки почвы и ширины захвата при длине выхода штока гидроцилиндра ( $a=0,255$  м)

Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что при фиксированном значении длины выхода штока гидроцилиндра увеличение ширины захвата до 2,7 м позволяет повысить нагрузку на ра-

бочий орган дисковой бороны БДТ-3 на 15% и регулировать глубину обработки почвы в заданном диапазоне.

#### **Заключение.**

В результате производственной про-

верки получены следующие результаты:

- методом оценки и ранжирования факторов Парето определены значимые конструктивно-технологические параметры распределяюще-догружающего устройства прицепной рамной бороны, влияющие на работу адаптированной бороны БДТ-3. Таковыми являются глубина обработки почвы, м; длина выхода штока гидроцилиндра, м; ширина захвата, м;
- применение предлагаемого устрой-

ства даёт возможность изменять нагрузку, приходящуюся на рабочий орган дисковой бороны БДТ-3;

- использование предлагаемого устройства дает возможность регулировать глубину обработки почвы в зависимости от возделываемой культуры и физико-механических свойств почвы;

- максимальная нагрузка достигает 4,7 кН на рабочий орган дисковой бороны БДТ-3 при длине выхода штока 0,30 м.

#### Список источников

1. Результаты производственных испытаний по использованию корректора-распределителя сцепного веса бороновального агрегата / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина, В.В. Леонов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 1 (78). С. 140-147. DOI: 10.34655/bgsha.2025.78.1.017. EDN: MOSSIH.
2. Демчук Е.В., Кем А.А., Мальцева Е.И. Анализ эксплуатационных показателей работы агрегатов для поверхностной обработки почвы / Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 4 (81). С. 108-115. DOI: 10.34655/bgsha.2025.81.4.013. EDN: KICEVU.
3. Оптимальные параметры трактора и пахотного агрегата по различным критериям оптимизации / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов, И.Ю. Тюрин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 155-160. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp155-160. EDN: ZIUWJV.
4. Шепелев А.Б., Припоров Е.В., Ширин Д.В. Повышение тягово-сцепных свойств колёсного трактора в составе тракторно-транспортного агрегата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (81). С. 85 – 89. EDN: LWHNPNE.
5. Иванов А.С., Пузырев М.С. Силовой анализ комбинированной почвообрабатывающей машины // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (83). С. 184 – 188. EDN: DLISBS.
6. Хафизов К.А., Халиуллин Ф.Х. Пути повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов // Техника и оборудование для села. 2015. № 10. С. 20-22. EDN: UQFKLR.
7. Experimental research into new harrowing unit based on gantry agricultural implement carrier / V. Kuvačov, V. Bulgakov, V. Adamchuk [et al.] // Agronomy Research. 2021;19(1):126–135. DOI: 10.15159/AR.20.239.
8. Соколов Н.М., Стрельцов С.Б., Покусаев П.А. Влияние конструктивных и режимных параметров рабочих органов на энергетические показатели почвообрабатывающего орудия // Аграрный научный журнал. 2024. № 5. С. 147–153. DOI: 10.28983/asj.y2024i5pp147-153. EDN: NGFITJ.
9. Комплексная механизация сельскохозяйственного производства / Д.Н. Раднаев, З.Ю. Стрекаловская, А.И. Неустроева, А.В. Спиридонова // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 270-272. EDN: LFYSQ.
10. Беляев В.И., Соколова Л.В. Перспективные агротехнологии производства зерна в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (162). С. 5–12. EDN: XMZPZZ.
11. Шишлов С.А., Шишлов А.Н., Шишлов Д.С. К вопросу деформационно-энергетической оценки состояния почвы при обработке // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Т. 18. № 1. С. 99 –104. DOI: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-99-104. EDN: IGBPEL.
12. Беляев В.И., Кузнецов В.Н. Влияние основной обработки почвы на запасы почвенной влаги перед посевом яровых культур в различных агроклиматических условиях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. № 1 (243). С. 49–56. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56. EDN: AYPPZQ.
13. Relationship between speed, soil movement into the cereal row and intra-row weed control efficacy by weed harrowing / A. Cirujeda, B. Melander, K. Rasmussen, I. A. Rasmussen // First published: 21 July 2003. Pp. 285–296. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2003.00345.
14. Патент РФ № 2821900 С1 Распределяюще-догружающее устройство для прицепной рамной бороны / С.В. Щитов, К.Е. Кузнецов, Д.В. Ермаков [и др.]: заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный аграрный университет. 27.06.2024. EDN: LCJSCM.

15. Регулирование силовых нагрузок на опорные поверхности энергетического средства при работе с прицепными агрегатами / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2025. № 1 (53). С. 78-88. EDN: TPVVWO.

### References

1. Shchitov S.V., Krivutsa Z.F., Polikutina E.S., Leonov V.V. Results of performance tests of the use of the corrector-distributor of adhesion weight of harrow unit. *Buryat Agrarian Journal*. 2025;1(78):140-147 (In Russ.). DOI: 10.34655/bgsha.2025.78.1.017.
2. Demchuk E.V., Kem A.A., Maltseva E.I. Analysis of operational indicators of units for surface tillage. *Buryat Agrarian Journal*. 2025;4(81):108-115 (In Russ.). EDN: KICEVU. DOI: 10.34655/bgsha.2025.81.4.013.
3. Khafizov K.A., Khafizov R.N., Tyurin I.Yu., Levchenko G.V., Gamayunov D.V., Lushnikov A.A. Optimal parameters of a tractor and a plowing unit based on various optimization criteria. *Agrarian scientific journal*. 2023;1:155-160 (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp155-160. EDN: ZIUWJV.
4. Shepelev A.B., Priporov E.V., Shirin D.V. Improving the traction properties of a wheeled tractor as part of a tractor-transport unit. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2020; 1 (81): 85–89. (In Russ.) EDN: LWHPNE.
5. Ivanov A.S., Puzyrev M.S. Power Analysis of a Combined Tillage Machine. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2020;3(83):184–188 (In Russ.). EDN: DLISBS.
6. Khafizov K.A., Khaliullin F.Kh. Ways to Improve the Efficiency of Machine-Tractor Units. *Machinery and Equipment for the Village*. 2015; 10: 20–22 (In Russ.). EDN: UQFKLR.
7. Kuvachov V., Bulgakov V., Adamchuk V., Kaminskiy V., Melnik V., Olt Jьri. Experimental research into new harrowing unit based on gantry agricultural implement carrier. *Agronomy Research*. 2021;19(1):126–135. DOI: 10.15159/AR.20.239.
8. Sokolov N.M., Streltsov S.B., Pokusaev P.A. Influence of Design and Operating Parameters of Working Bodies on the Energy Performance of Tillage Implements. *Agrarian Scientific Journal*. 2024;5:147–153 (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2024i5pp147-153. EDN: NGFITJ.
9. Radnaev D.N., Strekalovskaya Z.Yu., Neustroeva A.I., Spiridonova A.V. Integrated Mechanization of Agricultural Production. *Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region*. 2023;6:270–272 (In Russ.). EDN: LFYSDQ.
10. Belyaev V.I., Sokolova L.V. Promising agricultural technologies for grain production in Altai Krai. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2018;4(162):5–12 (In Russ.). EDN: XMZPZZ.
11. Shishlov S.A., Shishlov A.N., Shishlov D.S. On the issue of deformation-energy assessment of the soil condition during cultivation. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2024;18(1):99–104 (In Russ.). DOI: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-99-104. EDN: IGBPEL.
12. Belyaev V.I., Kuznetsov V.N. The Impact of Primary Tillage on Soil Moisture Reserves Before Sowing Spring Crops in Various Agroclimatic Conditions. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2025;1(243):49–56 (In Russ.). DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56. EDN: AYPPZQ.
13. Cirujeda A., Melander B., Rasmussen K., Rasmussen I.A. Relationship between speed, soil movement into the cereal row and intra-row weed control efficacy by weed harrowing. *First published*: 21 July 2003:285–296. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2003.00345.
14. RF patent No. 2821900 C1 “Distributing-loading device for trailed frame harrow”/ S.V. Shchitov, K.E. Kuznetsov, D.V. Ermakov, P.N. Shkolnikov, E.S. Polikutina, E.V. Panova: applicant and patent holder of the Far Eastern State Agrarian University. 27.06.2024 (In Russ.). EDN: LCJSCM.
15. Shchitov S.V., Krivutsa Z.F., Polikutina E.S., Kovshun A.A., Shchitova V.A. Adjustment of power loads on supporting surfaces of the power facility when working with trailed units. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2025;1(53):78-88 (In Russ.). EDN: TPVVWO.

### Сведения об авторах

**Елена Сергеевна Поликутина** – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники, Дальневосточный государственный аграрный университет, e.polikytina@mail.ru;

**Зоя Фёдоровна Кривуца** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физики, математики и информатики, Дальневосточный государственный аграрный университет, zfk20091@mail.ru;

**Сергей Васильевич Щитов** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, Дальневосточный государственный аграрный университет, shitov.sv1955@mail.ru;

**Павел Николаевич Школьников** – доктор технических наук, доцент кафедры строительного производства и инженерных конструкций, Дальневосточный государственный аграрный университет, pavel.shkolnikov@mail.ru;

**Денис Владимирович Ермаков** – аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, denermakov00@gmail.com.

**Information about the authors**

**Elena S. Polikutina** – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Chair of Electric Power Engineering, Far Eastern State Agrarian University, e.polikytina@mail.ru;

**Zoya F. Krivutsa** – Doctor of Science (Engineering), Professor, Head of the Chair of Physics, Mathematics and Informatics, zfk20091@mail.ru;

**Sergey V. Shchitov** – Doctor of Science ((Engineering), Professor, Chair of Transport and Energy Means and Mechanization of the Agro-Industrial Complex, Far Eastern State Agrarian University, shitov.sv1955@mail.ru;

**Pavel N. Shkolnikov** – Doctor of Science (Engineering), Associate Professor, Chair of Construction Production and Engineering Structures, Far Eastern State Agrarian University, pavel.shkolnikov@mail.ru;

**Denis V. Ermakov** – Postgraduate student, Far Eastern State Agrarian University, denermakov00@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 22.08.2025; одобрена после рецензирования 25.06.2026; принята к публикации 07.07.2026.

The article was submitted 22.08.2025; approved after reviewing 25.06.2026; accepted for publication 07.07.2026.