

УДК 631.372:629.114.2

UDC 631.372:629.114.2

4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1 – Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИСКОВОЙ СЕЛЕКЦИОННОЙ СЕЯЛКИ

IMPROVING THE PERFORMANCE OF A DISC SEED DRILL

Поликутина Елена Сергеевна
Кандидат технических наук
РИНЦ SPIN–код: 5782–6936
email: e.polikytina@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Polikutina Elena Sergeevna
Candidate of Technical Sciences
RSCI SPIN–code: 5782–6936
email: e.polikytina@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Щитов Сергей Васильевич
Д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN–код: 4944–6871
email: shitov.sv1955@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Shchitov Sergey Vasilyevich
Dr.Sci.Tech., professor
RSCI SPIN–code: 4944–6871
email: shitov.sv1955@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Кривуца Зоя Фёдоровна
Д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN–код: 6124–5403
email: zfk20091@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Krivutsa Zoya Fedorovna
Dr.Sci.Tech., professor
RSCI SPIN–code: 6124–5403
email: zfk20091@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Евдокимов Вячеслав Генаэльевич
Д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN–код: 9607-9897
email: evdokimov.dvku@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Evdokimov Vyacheslav Genaelievich
Dr.Sci.Tech., Professor
RSCI SPIN code: 9607-9897
email: evdokimov.dvku@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Щитова Виктория Андреевна
Обучающаяся
email: vikasitova14@gmail.com

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Shchitova Victoria Andreevna
Student
email: vikasitova14@gmail.com

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Корольков Михаил Дмитриевич
Обучающийся
email: kmdforce@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Korolkov Mikhail Dmitrievich
Studentt
email: kmdforce@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Залог получения хорошего урожая во многом определяется рядом показателей, среди которых можно выделить наиболее значимые: – качество

The key to a good harvest is largely determined by a number of indicators, among which the most significant can be distinguished: - quality of seed

семенного материала; – применяемая технология; – средства механизации; – физико–механические свойства почвы; – природно–климатические условия. Огромное значение из вышеобозначенных показателей отводится выбору технологии, которая включает в себя: – подбор семенного материала; – обоснованность внесения вида и нормы удобрения; – обеспечение защиты растений; – соблюдение нормы высева семенного материала; – создание условий для благоприятного развития возделываемой культуры; – своевременное и качественное проведение работ по уходу за растениями; – рациональный подбор средств механизации и многие другие показатели. Как показал анализ ранее проведенных исследований, огромное значение отводится качеству проводимых посевных работ, которые во многом зависят от эффективности работы сеялок. Особенно это очень важно при получении в дальнейшем семенного материала с последующим воспроизводством. Большое влияние на прорастание и развитие возделываемой культуры оказывает глубина внесения семенного материала в почву с учетом физико–механических свойств поля. Используемые в настоящее время навесные селекционные сеялки не позволяют решать данную проблему без внесения дополнительных технических изменений. В связи с этим было предложено техническое решение, которое позволяет: – повысить эффективность внесения семенного материала навесными селекционными сеялками за счёт оптимизации глубины заделки; – улучшить условия роста возделываемой культуры с учетом физико–механических свойств почвы и глубины внесения семенного материала; – повысить урожайность сельскохозяйственных культур, особенно в условиях наличия подстилающего слоя в виде мерзлоты. В данной статье рассматривается вопрос повышения качественных показателей работы дисковой селекционной сеялки за счёт модернизации механизма управления глубиной внесения семенного материала в почву. Экспериментально установлено, что использование разработанного устройства позволяет снизить размах колебания глубины заделки семян с 0,03 м до 0,01 м

Ключевые слова: ПОСЕВ, ДИСКИ, ПОСЕВНЫЕ МАШИНЫ, КАЧЕСТВО, СЕМЕННОЙ МАТЕРИАЛ, ГЛУБИНА ВНЕСЕНИЯ, ПОЧВА

material; - applied technology; - mechanization means; - physical and mechanical properties of soil; - natural and climatic conditions. Of the above indicators, a huge importance is given to the choice of technology, which includes: - selection of seed material; - validity of fertilizer type and rate application; - plant protection; - compliance with the seeding rate; - creation of conditions for favorable development of cultivated crops; - timely and high-quality plant care; - rational selection of mechanization means and many other indicators. As the analysis of previous studies has shown, great importance is given to the quality of the sowing work, which largely depends on the effectiveness of the seeders. This is especially important in the subsequent production of seed material with subsequent reproduction. The depth of application of seed material into the soil, taking into account the physical and mechanical properties of the field, has a great influence on the germination and development of the cultivated crop. Currently used mounted selection planters do not allow solving this problem without making additional technical changes. In this regard, a technical solution was proposed that allows: - to increase efficiency of seed material application by hinged selection seeders due to optimization of embedment depth; - improve the conditions for the growth of the cultivated crop, taking into account the physical and mechanical properties of the soil and the depth of application of seed material; - increase crop productivity, especially in the presence of an underlying layer in the form of permafrost. This article considers the issue of improving the quality indicators of the disc selection planter due to the modernization of the mechanism for managing the depth of application of seed material into the soil

Keywords: SOWING, DISCS, SOWING MACHINES, QUALITY, SEED, DEPTH OF APPLICATION, SOIL

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-218-011>

Введение.

Одной из сельскохозяйственных операций, входящих в технологию возделывания культур в весенний период, предусмотрена такая операция,

<http://ej.kubagro.ru/2026/04/pdf/11.pdf>

как посев. К основным технологическим требованиям к качественному проведению посевных работ можно отнести следующие:

- подбор семенного материала;
- обоснованность внесения вида и нормы удобрения;
- обеспечение дальнейшей защиты растений;
- соблюдение нормы высева семенного материала;
- создание условий для дальнейшего благоприятного развития возделываемой культуры;
- рациональный подбор средств механизации, способных обеспечить необходимое качество выполнения посевных работ (Рисунок 1).

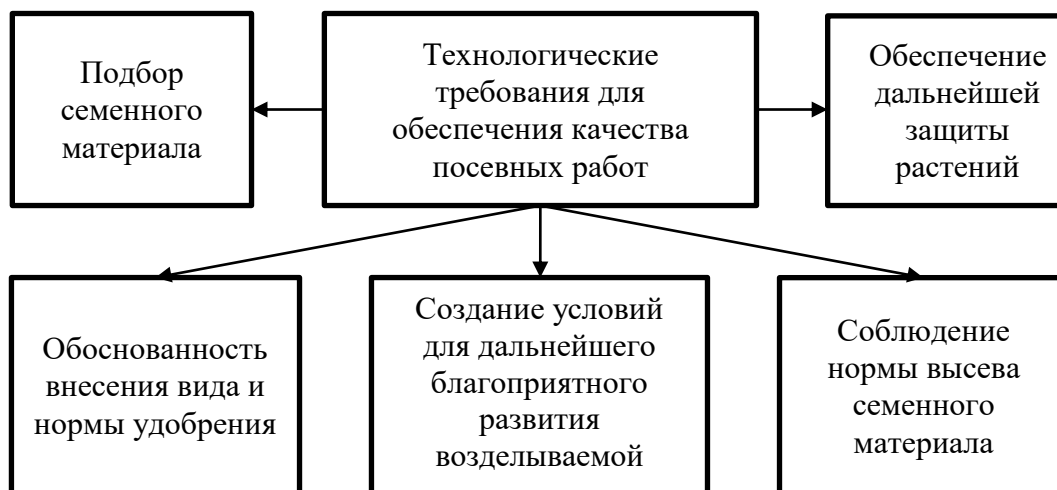


Рисунок 1– Технологические требования для обеспечения качества посевных работ

Анализируя представленные технологические требования для обеспечения качества посевных работ (Рисунок 1), можно отметить следующее: практически все они зависят от рационального подбора средств механизации, способных обеспечить необходимое качество выполнения посевных работ [1,2]. В связи с этим можно выделить ряд основных требований к посевным работам (машинам) (Рисунок 2).

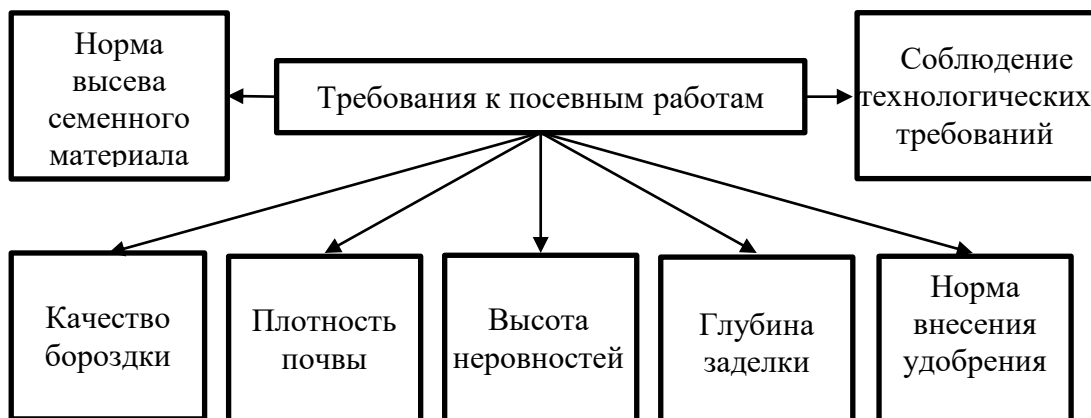


Рисунок 2 – Требования к посевным работам (машинам)

Одним из показателей, предъявляемых к посевным машинам, является глубина заделки семенного материала, которая зависит от характеристик сошниковой системы дисковых сеялок [3-5].

Материалы и методы.

Цель исследования – повышение эффективности работы сошниковой системы дисковой селекционной сеялки.

Задача исследования: провести исследования по повышению эффективности работы дисковой селекционной сеялки за счет автоматического регулирования глубины внесения семенного материала в почву.

В качестве объекта исследований был взят серийный машинно-тракторный агрегат, состоящий из трактора Беларусь 82.1 и сеялки СЗ-3,6, занятый на посеве сои. В качестве сравнения был взят машинно-тракторный агрегат, состоящий из трактора Беларусь 82.1 и сеялки СЗ-3,6 с установленным корректором-регулятором глубины внесения семенного материала в почву. Общее устройство, схема установки и принцип работы корректора-регулятора глубины внесения семенного материала в почву подробно описаны в работе [12] «Корректор–регулятор глубины внесения семенного материала в почву».

Исследования проводились на базе КФХ. Почвы представляли собой луговые черноземовидные с механическим составом – суглинки средней тяжести с углом наклона поверхности в пределах 2 градусов.

В процессе проведения экспериментальных исследований учитывались требования ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний» и ГОСТ 26955-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву».

Во время проведения производственных исследований определялись физико-механические характеристики почвы:

– величина влажности почвы определялась цифровым влагомером «PMS-710»;

– величина твёрдости почвы определялась цифровым измерителем твердости почвы ТУД-2;

– глубина внесения семенного материала определялась специально изготовленным устройством, включающим в себя измерительную линейку.

При проведении исследований влажность почвы составляла 14,5–15,2 %. Твёрдость почвы колебалась в пределах 34,4–39,6 МПа.

При проведении производственных исследований повторность опытов была пятикратной. На участке было выделено 5 делянок, длина каждого из которых составляла свыше 150 м. Опытные делянки располагались на расстоянии 11 м друг от друга, что соответствует кратности прохода сеялки. Повторность опытов на каждой выделенной делянке составляла 30 измерений. Результаты исследований представлены в таблице 1 (серийная /экспериментальная).

Таблица 1. Результаты полевых опытов

Номер опыта n		1	2	3	4	5	6	7	8
Глубина внесения, м	Серийная	0,07	0,08	0,06	0,07	0,04	0,08	0,07	0,03
	Экспериментальная	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05
Номер опыта n		9	10	11	12	13	14	15	16
Глубина внесения, м	Серийная	0,05	0,07	0,04	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07
	Экспериментальная	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
Номер опыта n		17	18	19	20	21	22	23	24
Глубина внесения, м	Серийная	0,04	0,08	0,04	0,05	0,07	0,06	0,04	0,07
	Экспериментальная	0,04	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04
Номер опыта n		25	26	27	28	29	30		
Глубина внесения, м	Серийная	0,04	0,04	0,07	0,04	0,07	0,03		
	Экспериментальная	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05		

Сравнительный статистический анализ выборок показал, что дисперсии в обеих группах приблизительно равны. Расчетное значение критерия Стьюдента (t-статистика) равно 2,1857, что больше его критического значения (t критическое двухстороннее) равного 2,0017. Вероятность ошибки $P=0,01644$, что меньше заданного уровня значимости 0,05. Доверительный интервал для серийной сеялки составил $h=(0,0577\pm 0,0283)$ м с доверительной вероятностью $\alpha=0,95$, тогда как для экспериментальной $h=(0,0506\pm 0,0098)$ м с доверительной вероятностью $\alpha=0,95$. Следовательно нулевая гипотеза отвергается. Таким образом, различия средних значений показателей статистически значимы, что доказывает возможность автоматической регулировки глубины заделки семенного материала в почву за счёт стабилизации нагрузки на дисковый сошник сеялки.

На глубину внесения семенного материала в почву большое влияние оказывает сошниковая система, а именно точка крепления сошника к остову сеялки [6-8]. При этом в настоящее время на сеялках в основном устанавливается сошниковая система с неменяющейся точкой крепления

сошника к остову сеялки. При этом глубина внесения семенного материала в почву во многом зависит ещё и от физико-механических свойств почвы. В связи с этим возникает необходимость автоматически регулировать нагрузку на сошник в зависимости от её физико-механических свойств [9-11].

Для обеспечения автоматического регулирования глубины внесения семенного материала в почву разработаны устройства [12, 13]. Особенность которых заключается в том, что они позволяют автоматически регулировать глубину заделки семенного материала в почву за счёт стабилизации нагрузки на дисковый сошник сеялки. Это позволяет:

- выдерживать оптимальную глубину внесения семенного материала в почву независимо от её физико-механических показателей;
- не использовать дополнительных балластов, позволяющих увеличить силовую нагрузку на дисковый сошник на тяжёлых почвах.

Результаты и обсуждение

Для оценки работы любых систем принято использовать статистические характеристики системы следующего вида

$$Y^0 = f(X^0), \quad (1)$$

где Y^0 , X^0 – соответственно входная и выходная координаты системы в установившемся режиме выполняемой работы.

При использовании посевных дисковых сеялок наиболее достоверно оценить их работу возможно на основе анализа работы сошниковой системы. Это можно объяснить тем, что при работе дисковой сеялки глубина заделки семенного материала во многом зависит от качество подготовленной почвы под посев. В связи с этим с учётом уравнения (1) статистическая характеристика сошниковой системы примет следующий вид

$$H^0 = f(h^0), \quad (2)$$

где H^0 – глубина погружения сошника в почву, м;

h^0 – высота неровностей поверхности почвы после работ связанных с подготовкой почвы под посев, м.

На работу сошниковой системы большое влияние оказывает сила сопротивления почвы (реакция почвы) на сошник. Исходя из этого выражение (2) можно представить следующим образом

$$H^0 = f(R_B^0), \quad (3)$$

где R_B^0 – вертикальная составляющая силы сопротивления почва (реакция почвы), Н.

В связи с тем, что при работе посевной машины сошниковая система копирует поверхность почвы подготовленной под посев зависимость (3) можно представить таким образом

$$R_B^0 = f(h^0). \quad (4)$$

Для оценки работы сошниковой системы воспользуемся схемой сил сошниковой системы (рисунок 3).

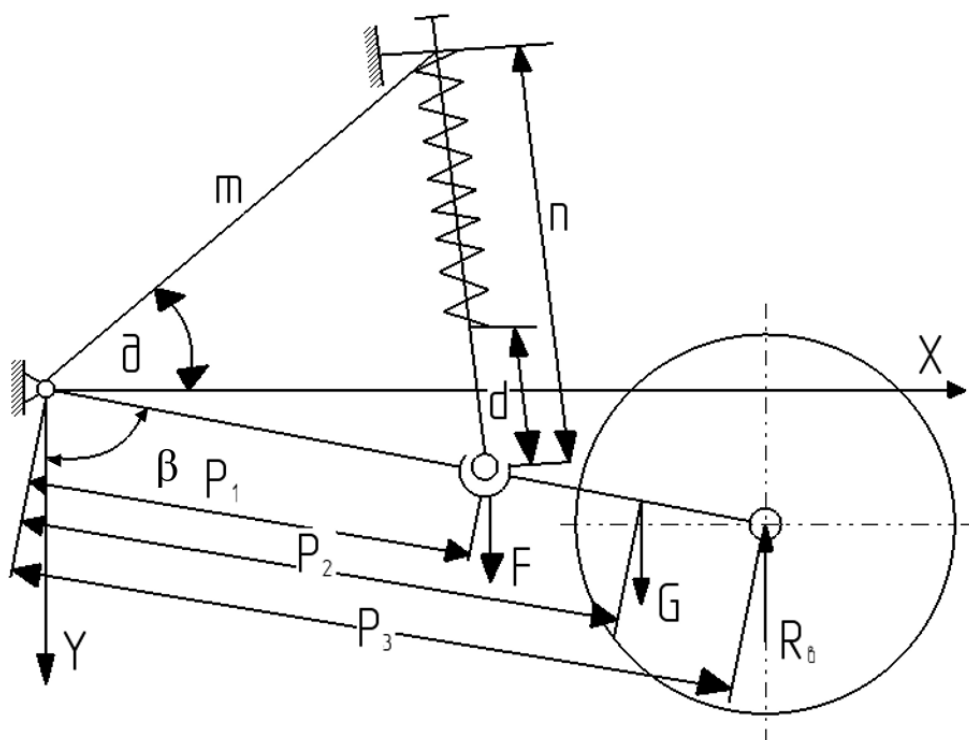


Рисунок 3 – Схема сил, действующих на сошниковую систему с меняющейся точкой крепления сошника к остову сеялки

P_3 – расстояние от точки крепления соединения механизма управления глубины внесения семенного материала в почву с остовом сеялки до точки приложения вектора силы тяжести сошника; P_2 – расстояние от точки крепления соединения механизма управления глубины внесения семенного материала в почву с остовом сеялки до точки приложения вектора силы тяжести поводка; P_1 – расстояние от точки крепления соединения механизма управления глубины внесения семенного материала в почву с остовом сеялки до точки приложения вектора силы от воздействия пружины сошника; Π – расстояние между точками крепления пружины сошника; m – расстояние от точки крепления соединения механизма управления глубины внесения семенного материала в почву с остовом сеялки до точки крепления пружины сошника к сеялки; β – угол наклона поводка сошника; d – деформация пружины сошника; R_B – вертикальная составляющая силы сопротивления почва (реакция почвы); F – сила воздействия пружина сошника на поводок.

На основании рисунка 3 силу сопротивления почвы (реакция почвы) можно выразить через обобщенную координату

$$R_B^0 = f(\beta), \quad (5)$$

где β – обобщённая координата сошниковой системы (угол отклонения поводка от горизонта), град.

Таким образом для оценки статистической характеристики сошниковой системы можно использовать полученные зависимости (4 и 5).

Положение равновесия механизма подвески определим на основании равенства нулю обобщенного момента системы (рисунок 2):

$$R \frac{dY_R}{d\beta} - G \frac{dY_G}{d\beta} + F'(S) \frac{dS}{d\beta} = 0, \quad (6)$$

где Y_R, Y_G – координаты точки приложения реакции почвы R и центра тяжести G системы; S – величина деформации пружины, м; $F'(S)=cS$ – сила деформации упругой связи системы, Н; c – жесткость пружины, Н/м.

Для стандартной сошниковой подвески координаты имеют вид

$$\left. \begin{aligned} Y_R &= P_3 \cos \beta \\ Y_G &= P_2 \cos \beta \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Величина деформации пружины определяется (рисунок 3)

$$S=l_{\pi} - l_c, \quad (8)$$

где $l_c=n-d$.

Выразив текущее значение величины сжатой пружины через параметры подвески (рисунок 2), получаем

$$S = l_{\pi} - d - \sqrt{m^2 + P_1^2 - 2mP_1 \sin(\beta - \alpha)}. \quad (9)$$

Продифференцировав уравнения (7) и (9) по обобщенной координате и подставив полученные координаты в уравнение (6), получаем

$$R_B P_3 \sin \beta + G P_2 \sin \beta + cmP_1 \cos(\beta - \alpha) \left[\frac{l_{\pi} + d}{\sqrt{m^2 + P_1^2 - 2mP_1 \sin(\beta - \alpha)}} - 1 \right] = 0. \quad (10)$$

Статистическая характеристика рассматриваемой системы принимает вид

$$R_B = G \frac{P_2}{P_3} + cm \frac{P_1 \cos(\beta - \alpha)}{P_2 \sin \beta} \left[\frac{l_{\pi} + d}{\sqrt{m^2 + P_1^2 - 2mP_1 \sin(\beta - \alpha)}} - 1 \right]. \quad (11)$$

Формула (11) и кривая 1 на рисунке 4 показывают, что вертикальная составляющая реакции почвы зависит в основном от положения сошника относительно рамы сеялки и что получить постоянное вертикальное давление на почву при стандартной подвеске невозможно.

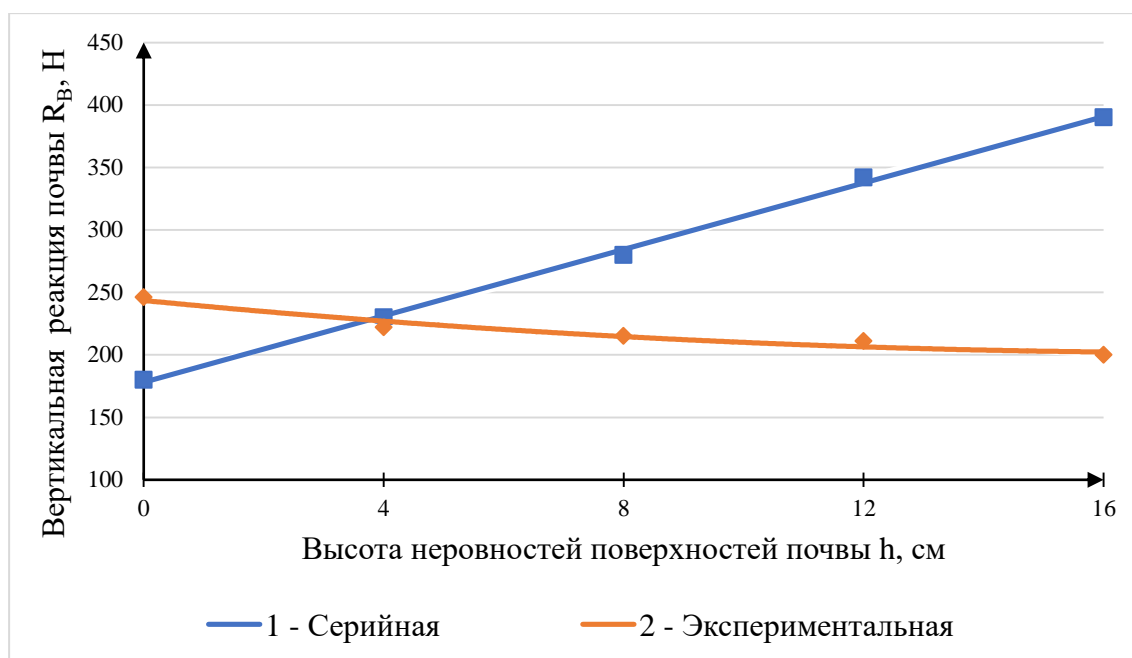


Рисунок 4 – Статистические характеристики сошниковых систем серийная (1) и экспериментальная (2)

Теоретическими исследованиями установлено (выражение 3), что глубина погружения сошника в почву на прямую зависит от вертикальной составляющей силы сопротивления почвы (реакция почвы R_v). Рассматривая результаты, отображённые на рисунке 4, можно сделать следующие выводы: полученные экспериментальные и теоретические данные находятся в пределах доверительных интервалов, что свидетельствует о достоверности полученных результатов; использование предлагаемых устройств [12, 13] позволяет снизить величину вертикальной нагрузки на сошниковую систему для обеспечения необходимой глубины погружения сошника в почву.

Исследованиями С.А. Шишлова доказано, что в условиях Дальневосточного региона при наличии твёрдого подстилающего слоя от качества внесения семенного материала во многом зависит будущий урожай [12].

Одним из путей решения данной проблемы является установка дополнительных устройств [13, 14], позволяющих автоматически

регулировать глубину внесения семенного материала в почву с учётом ранее составленной карты поля посредством программируемого логического контроллера, управляющего силовой нагрузкой на сошниковую систему. Предлагаемое техническое решение может быть использовано для любых типов почв так как оно автоматически регулирует нагрузку на сошниковую систему согласно карте поля.

В процессе исследований установлено следующее:

- при работе трактора Беларус 82.1 с серийной сеялкой СЗ-3,6 глубина внесения семенного материала (сои) в почву колебалась в пределах 0,04–0,07 м;

- при работе трактора Беларус 82.1 с сеялкой СЗ-3,6 и установленным устройством глубина внесения семенного материала (сои) в почву колебалась в пределах 0,05–0,06 м.

Заключение. На основании проведенных исследований установлено, что использование предлагаемых технических устройств позволяет оптимизировать глубину внесения семенного материала, что особенно важно на почвах с тяжёлым механическим составом при наличии твёрдого подстилающего основания. Таким образом, установка предлагаемого устройства, обеспечивающего автоматическую регулировку глубины внесения семенного материала в почву, позволила снизить размах колебаний глубины внесения семенного материала (сои) в почву с 0,03 м до 0,01 м.

Предлагаемое техническое решение может быть использовано для любых типов почв, так как оно автоматически регулирует нагрузку на сошниковую систему согласно карты поля.

Список использованной литературы

1. Марадудин А.М., Курыленко Д.Д. Анализ теоретических исследований тягового сопротивления сошников// Аграрный научный журнал. 2025. № 8. С. 131–139. DOI: 10.28983/asj.y2025i8pp131-139. EDN: PALLHV
2. Соколов Н.М. Влияние конструктивных и режимных параметров рабочих органов на энергетические показатели почвообрабатывающего орудия/ Н.М. Соколов, С.В. Стрельцов, П.А. Покусаев // Аграрный научный журнал. 2024. – № 5. – С. 147–153. DOI: 10.28983/asj.y2024i5pp147-153. EDN: NGFITJ.
3. Раднаев Д.Н. 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: LFYSDQ.
4. Щитов С.В. Результаты исследований по использованию комбинированного почвообрабатывающего агрегата в зоне «рискованного» земледелия/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина, В.Г. Евдокимов, Р.О. Сурин// Пермский аграрный вестник. 2025. №1 (49). С. 13-23. EDN: BDCBUI
5. Беляев В.И. Перспективные агротехнологии производства зерна в Алтайском крае/ В.И. Беляев, Л.В. Соколова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. – № 4(162). – С. 5–12. EDN: XMZPZZ.
6. Шишлов С.А. К вопросу деформационно-энергетической оценки состояния почвы при обработке /С.А. Шишлов, А.Н. Шишлов, Д.С. Шишлов// Дальневосточный аграрный вестник. 2024. – Т. 18. № 1. – С. 99 –104. DOI: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-99-104. EDN IGBPEL
7. Беляев В.И. Влияние основной обработки почвы на запасы почвенной влаги перед посевом яровых культур в различных агроклиматических условиях/ В.И. Беляев, В.Н. Кузнецов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. – № 1 (243). – С. 49–56. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56. EDN: AYPPZQ
8. Alfaro H. Albasheer Design and preliminary evaluation of a precision cylindrical air-assisted drill sowing device for rapeseed, wheat, and rice/ Alfaro H. Albasheer, Qingxi Liao, Lei Wang, Anas Dafaallah Abdallah, Jianxin Lin// *Agriculture* 2024, 14(12), 2355; <https://doi.org/10.3390/agriculture14122355>
9. Chandel NS Indices for comparative performance evaluation of seed drills/ NS Chandel, D Jat, CR Mehta // *AGRICULTURAL MECHANIZATION IN ASIA, AFRICA AND LATIN AMERICA: 2021–VOL.52 NO.3* – P 61-70
10. Поликутина Е.С. Повышение эффективности работы пахотного машинно-тракторного агрегата/ Е.С. Поликутина, Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Щитова В.А.// Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3 (83). С. 171-178. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_3_171-178. EDN: UBDEQA
11. Щитов С.В. Повышение эффективности подготовки почвы к посевным работам в весенний период/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, С. Н. Поликутина, Д.В. Ермаков, В.А. Щитова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2026. № 215. С. 169-183. DOI: 10.21515/1990-4665-215-025 EDN: RKMFSH
12. Пат. №240689 U1 Российская Федерация. Корректор–регулятор глубины внесения семенного материала в почву / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др.; заявитель и патентообладатель *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ*

АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» – № 22025128193; заявл. 15.10.2025; опубл. 22.01.2026, Бюл. № 4. –3с: ил. EDN: НХСРВJ.

13. Пат. № 236232 U1 Российская Федерация. Автоматический регулятор глубины внесения минерального удобрения навесной селекционной сеялкой / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др.; заявитель и патентообладатель *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»* – № 2025112480; заявл. 14.05.2025; опубл. 26.08.2025, Бюл. № 17. –3с: ил. EDN: ВХНЕИР

References

1. Maradudin A.M., Kurylenko D.D. Analiz teoreticheskix issledovanij tyagovogo soprotivleniya soshnikov// Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2025. № 8. S. 131–139. DOI: 10.28983/asj.y2025i8pp131-139. EDN: PALLHV

2. Sokolov N.M. Vliyanie konstruktivnyx i rezhimnyx parametrov rabochix organov na energeticheskie pokazateli pochvoobrabatyvayushhego orudiya/ N.M. Sokolov, S.B. Strel'czov, P.A. Pokusaev // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2024. –№ 5. – S. 147–153. DOI: 10.28983/asj.y2024i5pp147-153. EDN: NGFITJ.

3. Radnaev D.N. Kompleksnaya mexanizaciya sel'skoxozyajstvennogo proizvodstva/D.N. Radnaev, Z.Yu. Strekalovskaya, A.I. Neustroeva, A.V.

Spiridonova // Nauchno-texnicheskij vestnik Povolzh'ya. 2023. – № 6. – S. 270-272. EDN: LFYSDQ.

4. Shhitov S.V. Rezul'taty issledovanij po ispol'zovaniyu kombinirovannogo pochvoobrabatyvayushhego agregata v zone «riskovannogo» zemledeliya/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivucza, E.S. Polikutina, V.G. Evdokimov, R.O. Surin// Permskij agrarnyj vestnik. 2025. №1 (49). S. 13-23. EDN: BDCBUI

5. Belyaev V.I. Perspektivnye agrotexnologii proizvodstva zerna v Altajskom krae/ V.I. Belyaev, L.V. Sokolova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. – № 4(162). – S. 5–12. EDN: XMZPZZ.

6. Shishlov S.A. K voprosu deformacionno-energeticheskoy ocenki sostoyaniya pochvy pri obrabotke /S.A. Shishlov, A.N. Shishlov, D.S. Shishlov// Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2024. – T. 18. № 1. – S. 99 –104. DOI: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-99-104. EDN IGBPEL.

7. Belyaev V.I. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na zapasy pochvennoj vlagi pered posevom yarovyx kul'tur v razlichnyx agroklimaticheskix usloviyax/

V.I. Belyaev, V.N. Kuznecov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. –№ 1 (243). – S. 49–56. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56. EDN: AYPPZQ.

8. Alfarg H. Albasheer Design and preliminary evaluation of a precision cylindrical air-assisted drill sowing device for rapeseed, wheat, and rice/ Alfarg H. Albasheer, Qingxi Liao, Lei Wang, Anas Dafaallah Abdallah, Jianxin Lin// Agriculture 2024, 14(12), 2355; <https://doi.org/10.3390/agriculture14122355>

9. Chandel NS Indices for comparative performance evaluation of seed drills/ NS Chandel, D Jat, CR Mehta // AGRICULTURAL MECHANIZATION IN ASIA, AFRICA AND LATIN AMERICA: 2021–VOL.52 NO.3 – R 61-70

10. Polikutina E.S. Povyshenie effektivnosti raboty paxotnogo mashinno-traktornogo agregata/ E.S. Polikutina, Shhitov S.V., Krivucza Z.F., Shhitova V.A.// Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2025. № 3 (83). S. 171-178. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_3_171-178. EDN: UBDEQA

11. Shhitov S.V. Povyshenie effektivnosti podgotovki pochvy k posevny'm rabotam v vesennij period/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivucza, S. N. Polikutina, D.V. Ermakov, V.A. Shhitova // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2026. № 215. S. 169-183. DOI: 10.21515/1990-4665-215-025 EDN: RKMFCB

12. Pat. №240689 U1 Rossijskaya Federaciya. Korrektor–regulyator glubiny` vneseniya semennogo materiala v pochvu / S.V. Shhitov, Z.F. Krivucza i dr.; zayavitel` i patentoobladatel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «DAL`NEVOSTOChNY`J GOSUDARSTVENNY`J AGRARNY`J UNIVERSITET» – № 22025128193; zayavl.15.10.2025; opubl. 22.01.2026, Byul. № 4. –3s: il. EDN: HXCPVJ

13. Pat. № 236232 U1 Rossijskaya Federaciya. Avtomaticheskij regulyator glubiny` vneseniya mineral`nogo udobreniya navesnoj selekcionnoj seyalkoj / S.V. Shhitov, Z.F. Krivucza i dr.; zayavitel` i patentoobladatel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «DAL`NEVOSTOChNY`J GOSUDARSTVENNY`J AGRARNY`J UNIVERSITET» – № 2025112480; zayavl. 14.05.2025; opubl. 26.08.2025, Byul. № 17. –3s: il. EDN: BXNEIR