

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.333.53

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2026-4-59-65>

Обоснование типа дозатора органических удобрений в виде пеллет для комбинированного почвообрабатывающего агрегата

М.С. Назаров

Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева; г. Нижний Новгород, Россия
bulldogmix99@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0000-3524-6244>

Аннотация. Повысить эффективность возделывания картофеля можно с помощью фрезерного почвообрабатывающего агрегата с одновременным внесением органических удобрений в виде пеллет, но для этого нужен специализированный дозатор. Исследования проведены с целью определения типа и конструкции дозирующего устройства органического удобрения в виде пеллет для комбинированного почвообрабатывающего агрегата. Предварительные исследования дозаторов показали, что шнековый дозирующий аппарат по сравнению с катушечным вариантом более простой по конструкции и менее энергоемкий при использовании. Производительность спроектированного шнекового дозирующего аппарата определяли в стационарных условиях на стенде согласно ГОСТ 28714-2007. Исследовали пропускную способность пеллет при 9 частотах вращения вала дозатора. Средние значения по каждой частоте вращения дозирующего вала не превысили заданную неравномерность между повторностями. Установлена функциональная зависимость частоты вращения шнекового вала от заданной дозы и скорости движения фрезерного почвообрабатывающего агрегата. Полученная математическая функция и экспериментальные данные имеют удовлетворительные статистике согласованности, что позволяет использовать полученную зависимость при настройке агрегата к работе. Установлено, что спроектированный дозатор способен вносить под картофель необходимую максимальную дозу птичьего помета в виде пеллет 4 т/га при движении фрезерного почвообрабатывающего агрегата в пределах 5 км/ч. Других норм внесения удобрений можно добиться путем снижения частоты вращения шнекового вала дозатора. Дальнейшие исследования будут направлены на достижение равномерности внесения удобрений шнековым дозирующим аппаратом как по ширине захвата, так и по длине работы машины.

Ключевые слова: комбинированный почвообрабатывающий агрегат; дозатор; удобрение в виде пеллет; картофель; помет; вал шнековый; шнековый дозирующий аппарат; частота вращения шнекового вала

Для цитирования: Назаров М.С. Обоснование типа дозатора органических удобрений в виде пеллет для комбинированного почвообрабатывающего агрегата // Агроинженерия. 2026. Т. 28, № 4. С. 59-65.
<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2026-4-59-65>

ORIGINAL ARTICLE

On feasibility of a pelleted organic fertilizer dispenser for the tillage implement

M.S. Nazarov

Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University; Nizhny Novgorod, Russia
bulldogmix99@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0000-3524-6244>

Abstract. The efficiency of potato cultivation can be improved using a rotary tillage implement with simultaneous application of pelletized organic fertilizers. However, this requires a specialized dispenser. The study aimed to determine the type and design of a dispenser for pelletized organic fertilizer for a combined tillage implement. Preliminary research on dispensers showed that, as compared to the fluted-roller type, the auger-type dispenser is simpler in design and less energy-intensive to operate. The throughput capacity of the designed auger-type dispenser was determined under stationary conditions on a test bench in accordance with GOST 28714-2007. The flow rate of pellets was investigated at nine speeds of the dispenser shaft. The mean values for each speed did not exceed the specified variability between replicates. A functional relationship was established between the auger shaft speed and the specified application rate and forward speed of the rotary tillage implement. The obtained mathematical function and experimental data show satisfactory statistical consistency, allowing the derived relationship to be used for adjusting the implement prior to operation. It was established that the designed dispenser meets the required maximum application rate of pelletized poultry manure for potatoes of 4 t/ha when the rotary tillage implement operates within a forward speed of 5 km/h. Other fertilizer application rates can be achieved

by reducing the speed of the auger shaft. Further research will focus on achieving uniformity of fertilizer application by the auger-type dispenser, both across the working width and along the length of machine travel.

Keywords: combined tillage implement; dispenser; pelletized fertilizer; potato; poultry manure; auger shaft; auger-type dispenser; auger shaft speed

For citation: Nazarov M.S. On feasibility of a pelleted organic fertilizer dispenser for the tillage implement. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2026;28(4):59-65. (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2026-4-59-65>

Введение

Нижегородская область является одним из регионов-лидеров по производству картофеля¹. В Приволжском федеральном округе к 1 октября 2025 г. было собрано 4,078 млн т картофеля, из них 352,3 тыс. т – в Нижегородской области².

Внесение удобрений под картофель является необходимым условием для получения высокого и качественного урожая во всех почвенно-климатических зонах страны. В условиях роста цен на минеральные удобрения и больших затрат на внесение органического удобрения (коровьего навоза) все более актуальным становится поиск альтернативных источников для восполнения и повышения почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. Таким источником могут быть удобрения, полученные путем переработки куриного помета. Например, органическое удобрение, полученное при термической обработке куриного помета, улучшает урожайность картофеля за счет увеличения доли крупных клубней, повышает содержание крахмала, витамина С и растворимых углеводов³. Множество компаний в России – таких, как «Биоорганика» (г. Казань), «Биогран» (г. Калуга), «СХП Арал» (г. Уфа) и другие, предлагают данные удобрения в виде пеллет.

Еще одним условием, обеспечивающим получение высоких урожаев картофеля, является создание мощного, рыхлого, хорошо аэрируемого пахотного слоя почвы. При обработке почвы улучшаются физические и химические свойства, уничтожаются сорняки, вредители, возбудители болезней, вносятся органические и минеральные удобрения. Обработка почвы под картофель дифференцируется в зависимости от почвенной

разности, мощности гумусового горизонта и видов сорняков. Многие исследователи отмечают, что фрезерование улучшает продуктивные свойства почвы [1] и влияет на урожайность картофеля [2-4].

Фрезерование можно использовать одновременно с внесением органических удобрений в виде пеллет, что положительно скажется на развитии картофеля. Анализ источников литературы показал⁴ [5-7], что для внесения пеллет отсутствуют специализированные машины, а следовательно, требуется разработка агрегата для выполнения данного процесса. В первую очередь требуется создание дозирующего устройства.

Цель исследований: обосновать тип дозирующего аппарата для комбинированного почвообрабатывающего агрегата с одновременным внесением органических удобрений в виде пеллет и определить его пропускную способность.

Материалы и методы

В результате исследований физико-механических свойств пеллет, в том числе аэродинамических [8], установили, что органическое удобрение в виде пеллет по физическим свойствам ближе к минеральным удобрениям, но значительно превышает размер частиц минеральных удобрений. Минеральные удобрения в основном вносят от 0,1 до 2,0 т на 1 га, а дозировка внесения пеллет варьируется в диапазоне от 2,8 до 4 т на 1 га⁵. Используемое оборудование, соответственно, не отвечает требованиям эффективного внесения пеллет.

На основе анализа аппаратов для дозирования, используемых в сеялках, культиваторах-растения-питателях и в других машинах [9-11], и результатов проделанных опытов [12] сделали вывод о том, что для дозирования пеллет в комбинированном агрегате больше подходит катушечный и шнековые высевальные аппараты. Изготовленные рабочие органы – прототипы высевальных аппаратов – представлены на рисунках 1, 2. Схема работы высевальных аппаратов представлена на рисунке 3.

¹ Картофелеводство Нижегородской области // Картофельная Система: Электронный журнал. 2020. 6 июня. URL: <https://potatosystem.ru/kartofelevodstvo-nizhegorodskoj-oblasti/> (дата обращения: 22.07.2025).

² Орехова Е. Где больше всего в РФ собрали картофеля в организованном секторе к 1 октября // Агроэксперт: Сайт делового федерального СМИ. 2025. 21 октября. URL: <https://agroexpert.press/rasteniya/kartofelya-v-rf-v-organizovanom-sektore-k-1-oktyabrya-nakopano-pochti-58-mln-tonn-rossstat/> (дата обращения: 24.02.2025).

³ Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: Учебное пособие. Т. 3. Биологические науки. Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2021. Ч. 1. 343 с.

⁴ Александров В.А., Козьмин С.Ф., Шоль Н.Р., Александров А.В. Механизация лесного хозяйства и садово-паркового строительства: Учебник. СПб.: Лань, 2025. 528 с.

⁵ Вильдфлуш И.Р. и др. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии: Рекомендации. Горки: БГСХА, 2015. 50 с.



Рис. 1. Вал шнековый

Fig. 1. Auger shaft



Рис. 2. Вал катушечный

Fig. 2. Roller shaft

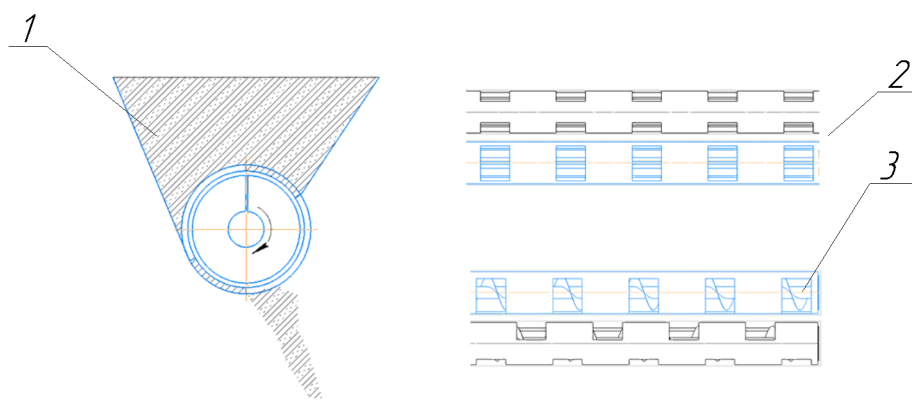


Рис. 3. Схема дозатора:

1 – расположение бункера и дозирующего механизма;
2 – катушечный дозирующий механизм; 3 – шнековый дозирующий механизм

Fig. 3. Dispenser diagram:

1 – position of the hopper and the dispenser; 2 – roller-type dispenser; 3 – auger-type dispenser

Результаты и их обсуждение

Для оценки энергетической эффективности определили значение крутящего момента на валу высевающего аппарата. Установили, что при повороте вала шнекового аппарата крутящий момент был практически в 4 раза меньше, чем у катушечного аппарата. При испытании дозирующего катушечного аппарата существенное влияние оказывал активный слой удобрения (пеллет), захватываемый при вращении катушек. Из этого можно сделать вывод о том, что повышение крутящего момента при работе дозатора требует увеличения металлоемкости, а следовательно, усложнения его конструкции.

В шнековом аппарате наблюдается режим скользящего резания при ограничении порции удобрений. Винтовая поверхность шнека выступает в роли лезвия, движущегося по материалу не перпендикулярно

собственной режущей кромке, а под определенным углом, что обеспечивает проскальзывание лезвия вдоль поверхности разрезаемого материала и в большей степени проталкивает удобрение (пеллеты), чем их перерезает. Данный эффект использовали при проектировании загрузочного окна шнекового аппарата. Загрузочное окно, выполненное в виде щели, расположено по всей длине конструкции. Ширина щели определена из условия отсутствия сводообразования при питании дозатора⁶. В результате выбрали шнековый дозирующий аппарат. Новизна конструктивного решения подтверждена патентом на полезную модель № 241846 «Аппарат для дозирования твердых сухих органических удобрений».

⁶Зенков Р.Л., Гриневич Г.П., Исаев В.С. Бункерные устройства. Москва: Машиностроение, 1977. 223 с.

Спроектированный аппарат для дозирования твердых сухих органических удобрений в виде пеллет (рис. 4) состоит из бункера 1, включающего в себя обойму 4, образованную круглой трубой с единым продольным загрузочным окном 2 с одной стороны и пятью выгрузными окнами прямоугольного сечения 6 – с противоположной. Окна расположены равномерно вдоль выходной рабочей зоны обоймы. Внутри обоймы установлен винтовой вращающийся вал 3 и шесть вертикальных круглых ограничительных шайб 5, размещенных на одинаковом расстоянии друг от друга по внутренним границам правых поперечных кромок выгрузных окон 6. Крайняя левая ограничительная шайба размещена во внутреннем закрытом пространстве обоймы.

Ограничительные шайбы 5 позволили получить приемлемую равномерность высева по выгрузным окнам. Без них существенная доля удобрений выходила из последнего окна по ходу вращения шнека, в первом же окне высев был незначительным. По конструкционным соображениям ширина захвата разработанного нами бункера составила 1 м.

Пропускную способность дозирующего аппарата определили в соответствии с прокручиванием подающих рабочих органов на стенде⁷. В качестве минимального времени измерения приняли 1 мин (по ГОСТ 28714-2007 – не менее 30 с). Испытания проводили на максимальной, минимальной и нескольких промежуточных частотах вращения вала дозатора. Результаты девяти опытов представлены в таблице 1.

Пропускная способность (табл. 1) дает представление только о производительности дозатора

в зависимости от скорости вращения шнекового вала. На практике при внесении удобрений необходимо оперировать понятием нормы внесения удобрений на 1 га (кг/га или т/га). В связи с этим необходимо выявить зависимость дозы внесения удобрений (т/га) от скорости движения агрегата и частоты вращения вала дозатора при работе комбинированного почвообрабатывающего агрегата с одновременным внесением удобрений.

Компоновочное решение (вид спереди) данной машины представлено на рисунке 5. В качестве базовой машины выбрана фреза для трактора тягового класса 1,4 кН рабочей шириной захвата 2 м (1GQN-200 УРАЛЕЦ), соответственно на ней располагаются два дозирующих аппарата с бункерами. Предлагаемый

Таблица 1
Пропускная способность пеллет шнековым дозирующим аппаратом

Table 1
Pellet-carrying capacity in the auger-type dispenser

Частота вращения шнекового вала n , мин ⁻¹	Пропускная способность q , кг/(мин м)
739	33,70
603	34,15
505	34,15
392	30,40
375	30,00
302	28,30
194	23,20
115	15,65
36	6,25

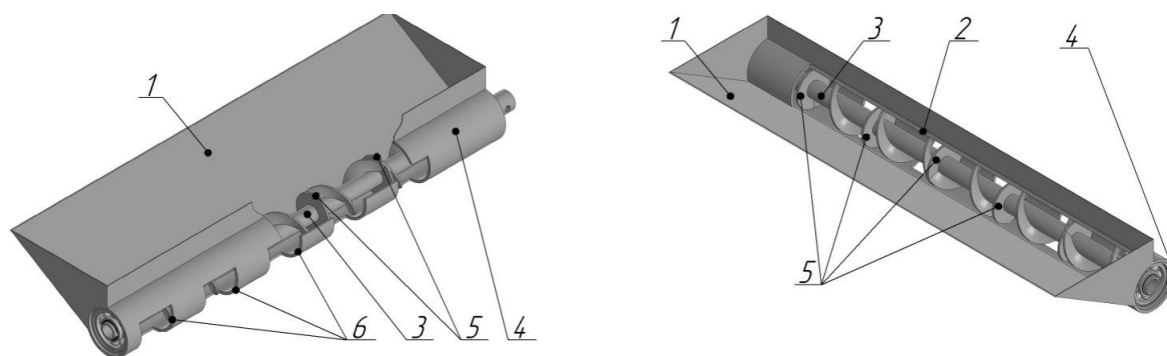


Рис. 4. Дозирующий аппарат с бункером:

1 – бункер; 2 – загрузочное окно; 3 – вал с винтовой поверхностью; 4 – обойма дозирующего аппарата; 5 – ограничительные шайбы; 6 – выгрузные окна

Fig. 4. Dispenser device with a hopper:

1 – hopper; 2 – loading door; 3 – spiral shaft; 4 – dispenser device casing; 5 – restriction orifice; 6 – unloading door

⁷ГОСТ 28714-2007. Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний: Межгосударственный стандарт. Издание официальное: введ. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2008 г. № 289-ст в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2009: введ. взамен ГОСТ 28714-90. М.: Стандартинформ, 2008.

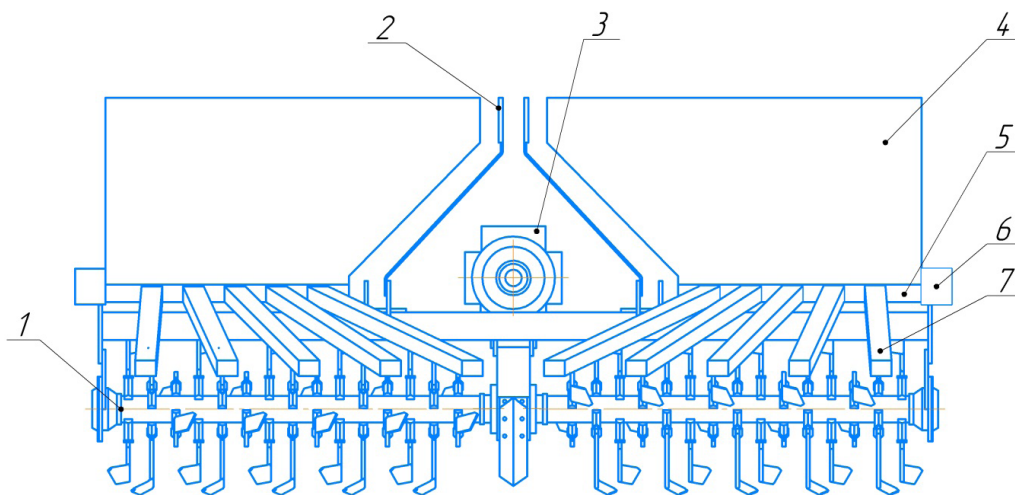


Рис. 5. Комбинированная почвообрабатывающая машина:

1 – фреза; 2 – сцепное устройство; 3 – редуктор фрезы; 4 – бункер для удобрений;
5 – дозирующее устройство; 6 – привод вала дозатора; 7 – распределяющее устройство

Fig. 5. Combined soil cultivation machine:

1 – rotavator; 2 – hitching device; 3 – rotavator gearbox; 4 – fertilizer hopper;
5 – dispenser; 6 – dispenser shaft drive; 7 – distribution unit

комплексный агрегат (рис. 5) сцепным устройством 2 соединяется с трактором. Фреза приводится в движение от вала отбора мощности последнего. Частота вращения дозирующего аппарата 5 регулируется приводом дозатора 6, пеллеты, вышедшие из окон дозатора, распределяются по ширине устройствами 7.

Поступательная скорость фрезерного агрегата при обработке почвы⁸ может составлять не более 1,5 м/с. При этом для задернелых и легких почв со скоростью резания 9 м/с поступательная скорость агрегата обычно находится в диапазоне 0,6...1,5 м/с, а для старопахотных, залежных, средних и среднетяжелых почв⁹ – 0,6...0,8 м/с.

Норма внесения шнекового дозатора, т/га, определяется по формуле:

$$Q = 0,6 \frac{q}{V}, \quad (1)$$

где q – пропускная способность дозатора, кг/(мин·м); V – скорость движения агрегата, км/ч.

Результаты расчетов нормы внесения удобрений по формуле 1 сведены в таблицу 2.

Формула (1) не дает ответа на вопрос о том, какую частоту вращения вала задавать дозатору при реальной скорости движения агрегата и заданной дозе внесения пеллет. На основании данных таблиц 1, 2

Норма внесения удобрений в зависимости от скорости движения агрегата и пропускной способности дозатора

Таблица 2

Table 2

Relationship between the fertilizer application rate, the unit speed, and the dispenser capacity

Пропускная способность q , кг/(мин·м)	Скорость движения агрегата V , км/ч									
	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60	3,96	4,32	4,68	5,04	5,40
34,15	9,49	8,13	7,11	6,32	5,69	5,17	4,74	4,38	4,07	3,79
34,15	9,49	8,13	7,11	6,32	5,69	5,17	4,74	4,38	4,07	3,79
30,40	8,44	7,24	6,33	5,63	5,07	4,61	4,22	3,90	3,62	3,38
30,00	8,33	7,14	6,25	5,56	5,00	4,55	4,17	3,85	3,57	3,33
28,30	7,86	6,74	5,90	5,24	4,72	4,29	3,93	3,63	3,37	3,14
23,20	6,44	5,52	4,83	4,30	3,87	3,52	3,22	2,97	2,76	2,58
15,65	4,35	3,73	3,26	2,90	2,61	2,37	2,17	2,01	1,86	1,74

⁸ Александров В.А., Козьмин С.Ф., Шоль Н.Р., Александров А.В. Механизация лесного хозяйства и садово-паркового строительства: Учебник. СПб.: Лань, 2025. 528 с.

⁹ Там же

установим зависимость частоты вращения вала дозатора от заданной нормы внесения удобрений и реальной скорости движения агрегата. За основу приняли уравнение нелинейного оценивания:

$$n = a + b_1 V + b_2 Q + c_1 V^2 + c_2 Q^2 + d V Q, \quad (2)$$

где a, b_1, b_2, c_1, c_2, d – коэффициенты.

При обработке данных использовали пакет STATISTICA с выбранным вычислительным методом Левенберга-Марквардта и получили уравнение регрессии:

$$z = -112,3 \cdot x + 9,8 \cdot x^2 + 38,3 \cdot y \cdot x, \quad (3)$$

где z – частота вращения шнекового вала, мин^{-1} ; x – заданная норма внесения, т/га ; y – скорость движения агрегата, км/ч .

Коэффициенты модели принимаются на уровне значимости $\alpha = 0,05$. При этом $p < \alpha$, то есть коэффициенты модели значимы.

Для оценки качества полученной модели использовали коэффициент детерминации R^2 и критерий Фишера. Коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,844$. Это свидетельствует о том, что 84,4% вариации частоты вращения шнекового вала объясняется варьированием нормы внесения удобрений Q и скорости движения агрегата V . Коэффициент множественной корреляции $R = 0,919$ указывает на сильную связь между фактическими и предсказанными значениями.

Для проверки адекватности модели рассчитан F -критерий Фишера $F_{\text{рас}} = 119,1$. При уровне значимости $\alpha = 0,05$ и степенях свободы $df_1 = 3$ и $df_2 = 66$ табличное значение $F_{\text{табл}} = 2,74$. Поскольку $F_{\text{рас}} = 119,1 > F_{\text{табл}} = 2,74$, нулевая гипотеза о незначимости модели отклоняется. Следовательно, полученное уравнение регрессии адекватно экспериментальным данным и может быть использовано для прогнозирования частоты вращения шнекового вала в зависимости от заданной нормы внесения удобрений и скорости движения агрегата.

График функции (рис. 6) и значения оценки параметров модели показывают, что модель адекватна результатам наблюдения.

Таким образом, зная реальную скорость движения комбинированного почвообрабатывающего агрегата с одновременным внесением удобрений в виде пеллет и заданную норму внесения удобрений, тракторист-машинист выставляет необходимую частоту вращения вала дозатора по вышеустановленной зависимости.

Список источников

1. Ивенин В.В., Ивенин А.В., Строкин В.Л. Адаптация и модернизация голландской системы обработки почвы под различные сорта картофеля на светло-серых лесных почвах

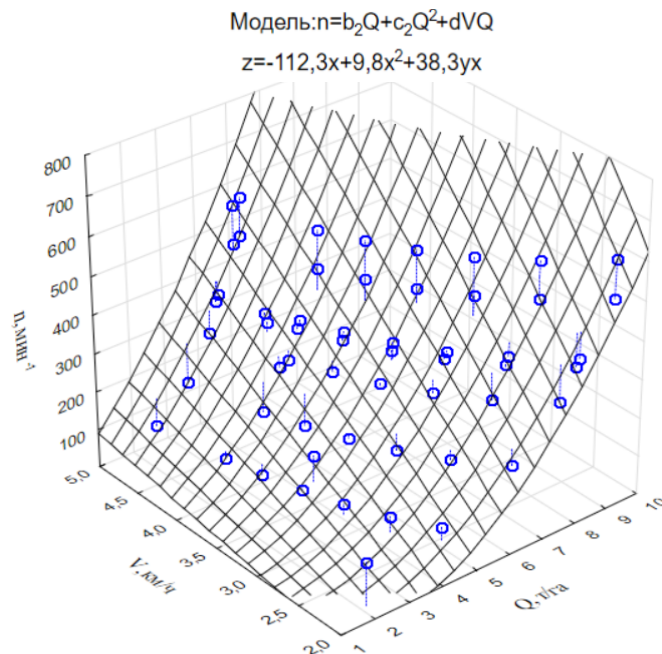


Рис. 6. Трехмерная диаграмма рассеивания: поверхность – подогнанная функция; точки – значение данных; n – частота вращения дозирующего вала, мин^{-1} ; V – скорость движения агрегата, км/ч ; Q – заданная норма внесения удобрений, т/га

Fig. 6. 3-D spreading diagram: surface – fitted function; dots – data value; n – rotation rate of the dispenser shaft, min^{-1} ; V – machine velocity, km/h ; Q – preset manure application rate, t/h

Выводы

1. В комбинированном почвообрабатывающем агрегате при фрезеровании и одновременном внесении органических удобрений (птичьего помета) в виде пеллет целесообразно применять дозатор со шнековым рабочим органом.

2. Установленная функция определения частоты вращения вала шнека дозатора от его скорости движения и заданной нормы внесения удобрения и экспериментальные данные имеют удовлетворительные статистике согласованности при заданной компоновке фрезерного почвообрабатывающего агрегата. Полученную зависимость можно применять при настройке агрегата к работе.

3. Спроектированный дозатор способен вносить под картофель необходимую максимальную дозу птичьего помета в виде пеллет 4 т/га при движении фрезерного почвообрабатывающего агрегата в пределах 5 км/ч . Других норм внесения удобрений можно добиться путем снижения частоты вращения шнекового вала дозатора.

References

1. Ivenin V.V., Ivenin A.V., Strokin V.L. Adaptation and improvement of the Dutch system of soil tillage for different potato varieties of light-grey forest soils of Volg-Vyat

Волго-Вятского региона // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2. С. 31-35. EDN: YZHOYP

2. Кулыгин В.А. Влияние фрезерования почвы на условия вегетации и урожайность картофеля при орошении // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2005. № 13. С. 56-60. EDN: JWXOMJ

3. Рыжих Л.Ю. Влияние различных вариантов обработки почвы на урожайность картофеля // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8, № 3. С. 122-125. EDN: REJNND

4. Сурикова Н.В., Шуравилин А.В., Пивень Е.А., Кой Камссу. Урожайность и качество продукции картофеля при промышленной (голландской) технологии возделывания в условиях юго-востока Московской области // Природообустройство. 2019. № 1. С. 84-91. EDN: ULGHKX

5. Шварц А.А., Беседин Б.П., Колесников Е.Ю. Обоснование конструктивно-режимных параметров рабочего органа низкорамного разбрасывателя удобрений // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 203-207. EDN: UOGVMB

6. Бричагина А.А., Кузьмин А.Е. Обзор технических средств, применяемых для внесения органических удобрений // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 42. С. 51-57. EDN: NDKXRX

7. Юнин В.А., Захаров А.М., Кузнецов Н.Н. и др. Способ и техническое средство для локального внесения твердых органических удобрений при посадке картофеля // АгроЭкоИнженерия. 2020. № 105. С. 62-79. EDN: CARRVZ

8. Пасин А.В., Кошелев Р.В., Никулин А.В. и др. Определение аэродинамических свойств пеллет органического удобрения // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3. С. 100-106. EDN: RAMEJQ

9. Костенко М.Ю., Успенский И.А., Юхин И.А. и др. Разработка шнекового дозирующего устройства минеральных удобрений // Техника и оборудование для села. 2023. № 5 (311). С. 16-21. EDN: YQUMVR

10. Дёмшин С.Л. Разработка туковой сеялки с дозирующим устройством на базе гибкого односпирального шнека // Молочно-хозяйственный вестник. 2018. № 3. С. 104-115. EDN: YLWXAD

11. Канаев М.А., Парфенов О.М., Карпов О.В. и др. Неравномерность дозирования минеральных удобрений шнековыми туковысевающими аппаратами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 3. С. 121-127. EDN: QSEQAV

12. Назаров М.С., Костерин А.А. Проектирование и испытание катушки высевающего аппарата для дозирования органических удобрений в виде пеллет // Вестник науки. 2025. Т. 4, № 5. С. 2071-2080. EDN: EPOWQK

Информация об авторе

Назаров Михаил Сергеевич, аспирант, Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева; 603107, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97; bulldogmix99@gmail.com; https://orcid.org/0009-0000-3524-6244; SPIN-код: 9510-9803

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов и несет ответственность за плагиат

Статья поступила 02.03.2026, после рецензирования и доработки 29.06.2026; принята к публикации 03.07.2026

region. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017;2:31-35. (In Russ.)

2. Kulygin V.A. Effect of rotary tillage on vegetation conditions and potato yield under irrigation. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2005;13:56-60. (In Russ.)

3. Ryzhikh L.Y. Effect of different tillage options on potato yield. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2013;8(3):122-125. (In Russ.)

4. Surikova N.V., Shuravilin A.V., Piven E.A., Koj Kamssu. Yield and quality of potato products for industrial (Dutch) technology of cultivation in South-East Moscow region. *Prirodoobustroystvo*. 2019;1:84-91. (In Russ.)

5. Shwartz A.A., Besedin B.P., Kolesnikov E.Y. Justification of design and operating parameters of the low fertilizer spreader tool. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2015;3:203-208. (In Russ.)

6. Brichagina A.A., Kuzmin A.E. Overview of the technical means used for organic fertilization. *Vestnik IRGSHA*. 2011;42:51-57. (In Russ.)

7. Yunin V.A., Zakharov A.M., Kuznetsov N.N., Slizkov A.M., Zykov A.V. Method and device for local application of solid organic fertilisers in potato planting. *AgroEkoInzheneriya*. 2020;105:62-79. (In Russ.)

8. Passin A.V., Koshelev R.V., Nikulin A.V., Nazarov M.S., Kosterin A.A. Identifying aerodynamic properties of organic fertilizer pellets. *Vestnik Nizhegorodskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2025;3:100-106. (In Russ.)

9. Kostenko M.Yu., Uspensky I.A., Yukhin I.A., Lipatov N.V., Teterin V.S., Pekhnov S.A. Screw dosing device for solid mineral fertilizers. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2023;5:16-21. (In Russ.)

10. Dyemshin S.L. The development of a seed cum fertilizer drill with a dosing device based on a flexible single helix auger. *Molochnokhozyaystvenny Vestnik*. 2018;3:104-115. (In Russ.)

11. Kanaev M.A., Parfenov O.M., Karpov O.V., Denisov S.V., Baimishev R.Kh. Uneven dosing of mineral fertilizers by auger fertilizer spreaders. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023;3:121-127. (In Russ.)

12. Nazarov M.S., Kosterin A.A., Koshelev R.V. Design and testing of seeding machine coil for dispensing organic fertilizers in form of pellets. *Science Bulletin*. 2025;4(5):2071-2080. (In Russ.)

Author Information

Mikhail S. Nazarov, postgraduate student, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University; 97 Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russian Federation, bulldogmix99@gmail.com; https://orcid.org/0009-0000-3524-6244

Conflict of interests

The author declares no conflict of interest and is responsible for plagiarism

Received 02.03.2026; Revised 29.06.2026; Accepted 03.07.2026