

cation in Precision Farming / International Journal of Technology. Volume 14(1), pp. 109–118. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>.

2. Nukeshev S., Eskhozhin D., Lichman G., Karaivanov D., Zolotukhin E., Syzdykov D., 2016a. Theoretical Substantiation of The Design of a Seeding Device for Differentiated Intra Soil Application of Mineral Fertilizers. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Volume 64(1), pp. 115–122. [10.11118/actaun201664010115](https://doi.org/10.11118/actaun201664010115).

3. Nukeshev, S., Eskhozhin, K., Eskhozhin, D., Syzdykov, D., 2017a. Justification of Design and Parameters of Seeding Unit for Fertilizers. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Volume 39(4), pp. 1139–1149.

<https://doi.org/10.1007/s40430-016-0588-5>.

4. Nukeshev S., Slavov B., Karaivanov D., Balabekova A., Zhaksylykova Z., 2019. Forced Vibrations of the Hopper of Fertilizer Applying Machine. Mechanics, Volume 24(6), pp. 798–804. <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.6.22464>

5. Nukeshev S., Tanbayev K., Ramanuk M., Kakabayev N., Sugirbay A., Moldazhanov A., 2024. Spray Angle and Uniformity of the Flat Fan Nozzle of Deep Loosener Fertilizer for Intra-Soil Application of Fertilizers. AgriEngineering, Volume 6(2), 1365–1394. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020079>.

6. Nukeshev, S., Yeskhozhin, K., Tokushev, M., Zhazykbayeva, Z., 2016b. Substantiation of the Parameters of the Central Distributor for Mineral Fertilizers. International Journal of Environmental and Science Education, Volume 11, pp. 7932–7945. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1117306.pdf>

7. Nukeshev S., Sugirbay A., Dulatbay Y., Tanbaev K., Yeskhozhin K., Chen J., Nazarbayev Y., Sugirbaeva Z. Offset Straight-Tooth Roller Development Using the Discrete Element Method for Applying Granular Mineral Fertilizer / International Journal of Technology. Volume 15(6), 2024. – pp. 2060-2073. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i6.7311>.

УДК 631.8

## ЗЕРНОТУКОТРАВЯНАЯ СЕЯЛКА – РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.О. Нукешев<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор,

Н.Н. Романюк<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент,

А.А. Керейбаев<sup>1</sup>, А.С. Жетписбай<sup>1</sup>, М.В. Стрига<sup>2</sup>,

А.А. Буров<sup>2</sup>, студенты

<sup>1</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет  
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация:** В работе приведены результаты лабораторно-полевых исследований разработанной зернотукотравяной сеялки по определению потребного тягового усилия на рабочий орган, качества дозирования и заделки семян, удобрений внутри почвы.

*Abstract:* This paper presents the outcomes of laboratory and field experiments on the developed grain-fertilizer-grass seeder, including the determination of the draft force acting on the working body, and the evaluation of the quality of seed and fertilizer distribution and placement in the soil.

*Ключевые слова:* минеральные удобрения, сеялка, высевающий аппарат, сошник, равномерность дозирования, глубина заделки.

*Keywords:* mineral fertilizers, seeder, metering device, seed opener, dosing uniformity, seeding depth.

## **Введение**

В мировой практике сформировались два основных подхода к восстановлению и повышению продуктивности лугов и пастбищ – поверхностное и коренное улучшение. Оба метода получили распространение и в лугопастбищном хозяйстве Казахстана и Беларуси. Поверхностное улучшение предусматривает проведение мелиоративных мероприятий, внесение удобрений и подсев трав без обработки задернелой почвы. Однако его результативность часто ограничивается конкуренцией со стороны аборигенных видов, наиболее адаптированных к местным условиям. В связи с этим данный метод применим преимущественно на участках с изреженным травостоем или требует предварительной обработки дернины. Коренное улучшение используется в тех случаях, когда доля ценных кормовых трав не превышает 25 % и предполагает полную распашку угодий, внесение удобрений и посев специально подобранных травосмесей.

Несмотря на наличие различных способов повышения продуктивности угодий, сохраняется проблема снижения их эффективности при длительном использовании. Это обуславливает необходимость поиска новых технологических решений, позволяющих со-вмещать процессы подсева и внесения удобрений с сохранением эксплуатационной пригодности угодий.

Авторами предлагается технология улучшения кормовых и пастбищных угодий, основанная на одновременном посеве семян трав и внесении минеральных удобрений на разные горизонты почвы. Для её реализации разработана конструкция зернотукотравяной сеялки, обеспечивающей прямой посев и дифференцированное внесение удобрений с учётом состояния угодий [1-5].

## **Основная часть**

В соответствии с поставленными задачами экспериментальные исследования проводились согласно ГОСТ 28714-2007 Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний, ГОСТ 31345-2007 «Сеялки тракторные. Методы испытания», ОСТ 70.5.1-83 «Испытания сельскохозяйственной техники. Маши-

ны посевные». Лабораторно-полевые эксперименты проводились в лабораториях технического факультета и на полях Кампуса (Целиноградский район, Акмолинская область) АО «Казахский агротехнический университет им С.Сейфуллина».

*Лабораторные тяговые испытания.* Для изучения влияния параметров рабочих органов сеялки на его тяговые характеристики проведены предварительные лабораторные испытания на почвенном канале. Почвенный канал оснащен измерительной информационной системой и электронным динамометром ДЭПЗ-1Д-10Р-2 с регистрацией данных на ПК и имеющим предельную допускаемую относительную погрешность соответствия по ГОСТ Р 8.663-2009 для 2-го класса  $\pm 0,45\%$ . Получены данные, характеризующие зависимость тягового сопротивления экспериментального сошника-щелевателя от его конструктивных параметров при различных скоростных режимах, рисунок 1. Аппроксимация экспериментальных данных зависимости тягового сопротивления экспериментального сошника от скорости поступательного движения позволила получить следующие уравнения:

при минимальной скорости

$$y = 123,57x^2 - 59,893x + 243,14$$

$$R^2 = 0,9081$$

при средней скорости

$$y = 47,857x^2 - 56,393x + 520,44$$

$$R^2 = 0,977$$

при максимальной скорости

$$y = 17,143x^2 - 54,857x + 851,8$$

$$R^2 = 0,8758.$$



Рисунок 1 – Изменения тягового усилия рабочих органов сеялки при скорости 0,5-0,75 м/с

Согласно результату динамометрирования усилие одного рабочего органа при глубине обработки 0,1 м варьировал от 238 до 808 Н при скоростях 0,1–1,75 м/с, рисунок 2.

Изменение тягового усилия рабочих органов сеялки в зависимости от скорости движения имеет параболический характер (рисунок 2). Это объясняется тем, что в начальный момент взаимодействия рабочего органа с почвой возникают инерционные силы, так как в это время нарушаются инерция покоя почвы, ее частицы приобретают определенные ускорения и некоторую абсолютную скорость, которая не совпадают с линией ската. Очевидно, инерционная сила будет направлена по линии абсолютной скорости частиц, только в обратную сторону. В установившемся процессе разрушения почвы тяговое усилие минимальное. Однако при дальнейшем увеличении поступательной скорости, тяговое усилие также возрастает.

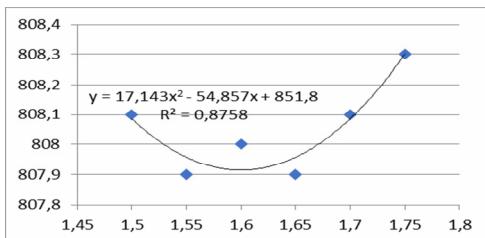


Рисунок 2 – Изменения тягового усилия рабочих органов сеялки при скорости 1,5–1,75 м/с

Лабораторно-полевые исследования показали, что высевающие аппараты зернотукотравянной сеялки с установленными в предыдущем этапе параметрами обеспечивают устойчивое дозирование семян трав и минеральных удобрений, неравномерность высева между высевающими аппаратами и неустойчивость высева варьируют в пределах 0,41–7,24%. Сошки-щелеватели также обеспечивают заделывание семян, при этом семена люцерны в основной массе расположены на глубине 1,8–3,2 см с коэффициентами вариации 19–28%. Семена костреца безостого расположены на глубине 2–4 см с коэффициентом вариации 8–15 %. Величина коэффициента вариации расположения на глубине свидетельствует об удовлетворительной рассеиваемости семян костреца безостого. Такой же характер рассева имеет семена эспарцета, при этом на глубине 2–3 см коэффициент вариации составляет 7–11%. Идентичный характер рассева

имеют семена житняка и донника, на глубине 2–3 см коэффициент вариации составляет 8–14%. Полевые исследования показали, что в нескольких рабочих органах имелось место забивания вертикальной стойки семяпровода из-за образования сводов над козырьком бокового ножа, долото с заостренной спереди кромкой с углом 60° при прорезании щели в почве подымает и отодвигает в сторону порезанные засохшие корки почвы. Выявленные недостатки предполагают изменения конструкции сошника-щелевателя в части снятия долота и увеличения размера сечения выходной части вертикальной стойки семяпровода.

### **Заключение**

Лабораторно-полевые исследования разработанной зернотукотравянной сеялки показали, что усилие одного рабочего органа при глубине обработки 0,1 м варьирует от 238 до 808 Н при скоростях 0,1–1,75 м/с, высевающие аппараты обеспечивают устойчивое дозирование семян трав и минеральных удобрений, неравномерность высева между высевающими аппаратами и неустойчивость высева варьируют в пределах 0,41–7,24%. Сошники-щелеватели также обеспечивают заделывание семян с коэффициентом вариации 1,8–28%. Полевые исследования также показали, что в нескольких рабочих органах имелось место забивание вертикальной стойки семяпровода из-за образования сводов над козырьком бокового ножа, долото с заостренной спереди кромкой с углом 60° при прорезании щели в почве подымает и отодвигает в сторону порезанные засохшие корки почвы. Выявленные недостатки предполагают изменения конструкции сошника-щелевателя.

### **Список использованной литературы**

1. Nukeshev S., Kossatbekova D., Ramaniuk M., Sagitov A., Akhmetov E., Mamyrbayeva I., Tanbayev K., Tleumbetov K. Traction Force, Sowing Quality, and Deformation Characteristics of the Coulter of a Grain–Fertilizer–Grass Seeder / AgriEngineering 2024, 6, 2326–2351. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6030136>
2. Nukeshev S., Eskhozhin D., Mamyrbayeva I., Karaivanov D., Gubasheva A., Tleumbetov K., Kossatbekova D., Tanbayev K. Mathematical modelling and designing of a universal conical spreader for granular material / Acta Technologica Agriculturae 3 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, Volume 26 – Issue 3, 2023, pp. 152–158. <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0020>.
3. Nukeshev S., Yeskhozhin K., Akhmetov Y., Kossatbekova D., Tleumbetov K., Tanbayev K. Traction force investigation of the new working body of the sod seeder / International Journal of Technology. Volume 14(3), 2023. – pp. 536–548. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i3.6008>.

4. Евразийский Патент №.038584. Зернотукотравяная противоэрозионная сеялка / КАТУ им.С.Сейфуллина.; опубл. 17.09.2021, www.eapo.org. – 3 с.: ил.

5. Зернотукотравяная сеялка : патент на изобретение 35155 В Респ. Казахстан, МПК A01B 49/06, A01B 49/04, A01C 7/20 / С.О.Нукешев (KZ); Д.З.Есхожин (KZ); Н.Н.Романюк (BY); В.А.Агейчик (BY); К.Д.Есхожин (KZ); Р.К.Кусаинов (KZ); Е.С.Ахметов (KZ); Б.Н.Горбунов (KZ), К.М.Тлеумбетов (KZ); Д.Ш.Косатбекова (KZ); заявитель НАО «Казахский агротехнический университет им. Сакена Сейфуллина». – № 2020/0206.1; заявл. 27.03.2020 ; зарегистрир. 27.03.2021 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2021. – Бюл. №25.

УДК 631.8

## ВЫБОР ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОВЫШЕННЫХ ДОЗ

С.О. Нукешев<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор,

Н.Н. Романюк<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент,

К.Г. Гафнер<sup>1</sup>, А.А. Турсынбек<sup>1</sup>, М.В. Стрига<sup>2</sup>,

А.А. Буров<sup>2</sup>, студенты

<sup>1</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет

им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический

университет», г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация:** В работе рассмотрены конструкции экспериментальных штифтово-катушечных и желобчато-катушечных высевающих аппаратов для внесения повышенных доз минеральных удобрений. Проведены сравнительные исследования качества и количества высева.

**Abstract:** The paper considers the designs of experimental pin-coil and trough-coil sowing machines for applying increased doses of mineral fertilizers. Comparative studies of sowing quality and quantity were conducted.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, высевающий аппарат, равномерность дозирования, количество высева.

**Keywords:** mineral fertilizers, metering device, dosing uniformity, application rate.

### Введение

Анализ конструкций высевающих аппаратов и рассмотрение технологического процесса их работы показывает, что наиболее перспективным направлением в совершенствовании устройств для внесения туков является использование высевающих аппаратов с рабочими органами, позволяющими активно выполнять отбор минеральных удобрений в бункере и принудительно перемещать их в тукопровод к сошнику [1–6].