

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.319.06

DOI: 10.26897/2687-1149-2023-3-30-34

**Обработка почвы и посев зерновых культур на склоновых полях****Николай Васильевич Алдошин** , д-р техн. наук, профессор¹aldoshin@rgau-msha.ru ; <https://orcid.org/0000-0002-0446-1096>; Scopus Autor ID: 5719413129; Researcher ID: AAD-6548-2022**Фармон Муртозевич Маматов**, д-р техн. наук, профессор²fmamatov_50@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8916-4225>**Ибрагим Ильхомович Исмаилов**, канд. техн. наук, доцент²ismailov.ibrat85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0681-9071>**Рустам Хужахмат Угли Тавашов**, канд. техн. наук²<https://orcid.org/0000-0002-7266-7387>**Александр Сергеевич Васильев**, канд. с.-х. наук, доцент¹vasilevtgsha@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0936-2011>; Scopus Autor ID: 57204957260; Researcher ID: Q-2092-2017¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49² Каршинский инженерно-экономический институт; 180100, Узбекистан, Кашкадарьинская область, Карши, пр-т. Мустакиллик, 225

Аннотация. Деградация почв за счет водной эрозии, сопровождаемая потерей плодородия, приводит к снижению урожайности зерновых культур. Для предотвращения водной эрозии на склоновых полях во время проведения обработки почвы и посева зерновых культур предложены технология и комбинированное орудие. Агрегат осуществляет обработку почвы и полосовой посев с образованием мини-террас, ширина которых обусловлена установкой бороздообразователей на расстоянии друг от друга, соответствующем ширине посева 6 рядков семян. Комбинированные сошники осуществляют посев зерновых культур в двух рядках на поверхности почвы, в трех рядках – на глубину 6...8 см, в последнем рядке – на глубину 14...15 см. Бороздообразователи формируют противоэрозионные бороздки глубиной до 9 см над рядками с семенами, высеванными на глубину 14...15 см, и образуют гребни над семенами, посеянными на поверхности. Гребни и бороздки предотвращают процессы водной эрозии на посевах склоновых полей. Гребнеобразователь устанавливается под углом 30...33° к направлению движения агрегата. Расстояние между рыхлительными лапами первого и второго рядов составляет не менее 45 см, а между рыхлительной лапой и гребнеобразователем – не менее 90 см. Предлагаемая технология и разработанное комбинированное орудие позволяют снизить прямые затраты энергии на обработку почвы и посев зерновых культур на 32%.

Ключевые слова: посев зерновых культур, комбинированное орудие для обработки почвы и посева, склоновые поля, водная эрозия

Формат цитирования: Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Исмаилов И.И., Тавашов Р.Х.У., Васильев А.С. Обработка почвы и посев зерновых культур на склоновых полях // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 3. С. 30-34. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-3-30-34>.

© Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Исмаилов И.И., Тавашов Р.Х.У., Васильев А.С., 2023

ORIGINAL ARTICLE

Soil tillage and crop sowing in slope fields**Nikolay V. Aldoshin** , DSc (Eng), Professor¹aldoshin@rgau-msha.ru ; <https://orcid.org/0000-0002-0446-1096>; Scopus Autor ID: 5719413129; Researcher ID: AAD-6548-2022**Farmon M. Mamatov**, DSc (Eng), Professor²fmamatov_50@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8916-4225>**Ibrat I. Ismailov**, CSc (Eng), Associate Professor²ismailov.ibrat85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0681-9071>

Rustam Kh. Ugli Tavashov, DSc (Eng)²

<https://orcid.org/0000-0002-7266-7387>

Aleksandr S. Vasiliev, CSc (Ag), Associate Professor¹

vasilievtgsha@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0936-2011>; Scopus Autor ID: 57204957260; Researcher ID: Q-2092-2017

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation

² Karshi Engineering Economics Institute; 225, av. Mustakillik, Karshi, Kashkadarya region, 180100, Republic of Uzbekistan

Abstract. Soil degradation due to water erosion accompanied by the loss of fertility results in reduced grain crop yields. To prevent water erosion on sloping fields during soil tillage and the sowing of grain crops, the authors offer an appropriate technology and a combined tool. The combine tool implements tillage and strip sowing by forming mini-terraces. Their width is determined by the installation of furrow formers at a distance from each other, which corresponds to the sowing width of six seed rows. Combined coulters sow cereals in two rows on the soil surface, in three rows – to a depth of 6 to 8 cm, in the last row – to a depth of 14 to 15 cm. Furrow shapers form anti-erosion furrows to a depth of 9 cm over the rows with seeds, sown to a depth of 14 to 15 cm and form ridges over the seeds sown on the surface. Ridges and furrows prevent water erosion on the slope crop fields. The ridge former is installed at an angle of 30 to 33° to the travel direction of the machine. The distance between ripper tines of the first and second rows shall be not less than 45 cm, and between cultivator teeth and the ridge former is not less than 90 cm. The proposed technology and the developed combined tool can reduce the direct energy consumption for tillage and the sowing of grain crops by 32%.

Keywords: sowing of cereal crops, combined tool for tillage and sowing, slope fields, water erosion

For citation: Aldoshin N.V., Mamatov F.M., Ismailov I.I., Tavashov R.Kh., Vasiliev A.S. Soil tillage and crop sowing in slope fields. *Agricultural Engineering (Moscow)*, 2023;25(3):30-34. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-3-30-34>.

Введение. За последние два века около 2 млрд га земель в мире утратили плодородные свойства. В настоящее время площадь всех распахиваемых территорий составляет 1,5 млрд га. Потеря плодородия ведет к снижению урожайности, наносит ущерб экономике, урон экологической обстановке и вызывает изменение климата нашей планеты. Причиной потери плодородия является ветровая и водная эрозия почв естественного и антропогенного характера [1, 2].

Деградация земель сельскохозяйственного назначения зависит от климата, растительного покрова, рельефа и геологии, характера использования земли [3, 4].

Рельеф – один из основных факторов, влияющих на степень деградации земель. Водная эрозия почв чаще наблюдается в рельефной местности, где верхний плодородный слой земли смывается тальми или ливневыми водами, что приводит к образованию вымоин и оврагов. В этом случае водная эрозия почв прямо зависит от выравнивания поля [5, 6]. Уклон местности в 2...4 град. увеличивает смыв полезных веществ почти в 2 раза по сравнению с ровной поверхностью. Рост уклона с 4 до 8 град. увеличивает смыв в 7,2 раза. Повышает риск смыва почвенного слоя и длина склона. Достаточно удвоить линию стока с 50 до 100 м, чтобы смылось в 3...3,7 раза больше гумуса. Слабосмытые почвы недодают 10...30%

урожая, среднесмытые – 30...50%, сильносмытые – 50...70% [7, 8]. Последствия водной эрозии представлены на рисунке 1.

В России деградации почв за счет водной эрозии подвержены около 36,5 млн га. Пашня из них



Рис. 1. Склоновые поля, подверженные водной эрозии

Fig. 1. Slope fields subject to water erosion

¹ Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Кузнецова О.А. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств: Монография. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2020. 142 с. EDN: SRJMTL.

составляет 24,7 млн га. Эрозионные процессы вызываются таянием снегов и ливнями² [9].

Разрушительным процессам подвержены почвенные покровы и в других странах. Так, пострадали территории Канады, Китая, Австралии. Не избежали потерь африканские, европейские и азиатские страны. В течение 300 лет пустыня Сахара расширилась на 400 км на юг. В Соединенных Штатах Америки к середине прошлого века деградация затронула 40 млн га пашни. В настоящее время повреждено или полностью уничтожено до 115 млн га пахотных земель. Разной степени эрозии подвержены 313 млн га.

Цель исследований: предотвращение процессов водной эрозии посевов зерновых культур путем создания машин для работы на склонах.

Материалы и методы. Для решения поставленной задачи разработаны технология и комбинированное орудие для посева зерновых культур на гребнях в условиях водной эрозии на склоновых почвах, способствующих снижению энергоемкости технологических процессов и предотвращению водной эрозии [10-12].

Технологию посева зерновых культур на склоновых полях осуществляют полосовыми мини-террасами, ширина которых обусловлена установкой бороздообразователей на расстоянии друг от друга, соответствующем ширине посева 6 рядков семян (рис. 2). Посев производят последовательно на трех уровнях: первые три рядка – на глубину 6...8 см (рис. 2, поз. 2), затем два рядка – на поверхности поля (поз. 1),

а последний ряд – на глубину 14...15 см (рис. 3, поз. 4). Бороздообразователи формируют бороздки глубиной 1...9 см над рядками 4 и образуют гребни 5 над двумя рядками 1 с семенами, высеванными на поверхности почвы (рис. 3). Гребни и бороздки предотвращают процессы водной эрозии на посевах склоновых полей.

Результаты и их обсуждение. В целях реализации рассматриваемой технологии предложено комбинированное орудие для обработки почвы и посева (рис. 4).

Комбинированное орудие состоит из рамы 1, емкости для семян 2, высевывающих аппаратов 3, передних комбинированных сошников 4 и 6 соответственно для высева семян на поверхность поля 5 и на глубину 7 ($a_2 = 6...8$ см), комбинированных сошников второго ряда 8, 9 и 10 соответственно для высева семян на поверхность поля 5, на глубину 7 ($a_2 = 6...8$ см) и глубину 11 (14...15 см). При этом за комбинированными сошниками 10, высевывающими рядки семян на глубину 14...15 см, установлены бороздообразователи 12, обеспечивающие формирование гребней над двумя рядками семян, высеванных на поверхности поля [8]. Бороздообразователи 12 установлены друг от друга на расстоянии B_m , соответствующем ширине 6 междурядий рядков высеванных семян. Комбинированные сошники установлены на расстояниях b_p друг от друга, а смежные сошники – в каждом ряду на расстоянии $2b_p$. Комбинированные сошники 4, 6, 8, 9 и 10 выполнены долотообразными с рыхлящими ножами 13. Нижняя кромка бороздообразователя 12

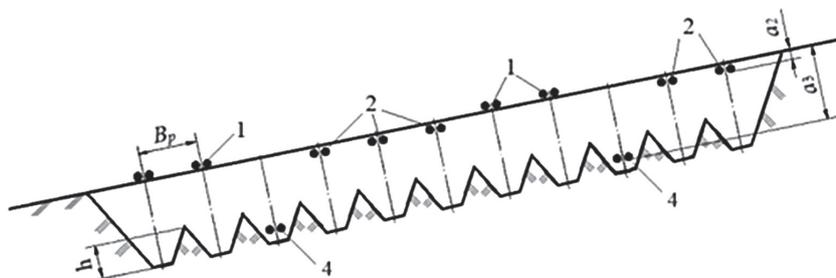


Рис. 2. Профиль поперечного сечения поля после посева семян на трех уровнях
 Fig. 2. Cross-sectional profile of the field after sowing seeds on three levels

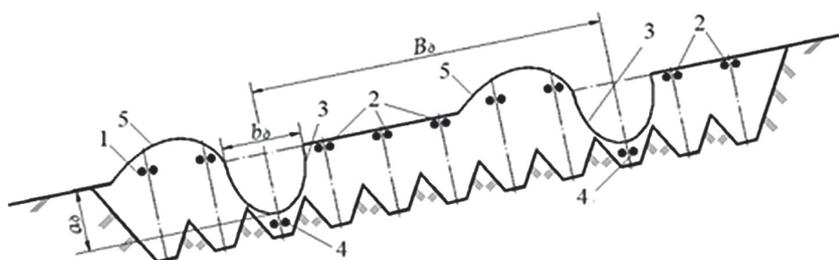


Рис. 3. Профиль поперечного сечения поля после прохода посевного орудия
 Fig. 3. Profile of the field cross-section after the passage of the sowing tool

² Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. Благовещенск: ДальГАУ, 2017. 200 с. EDN: XONHXY.

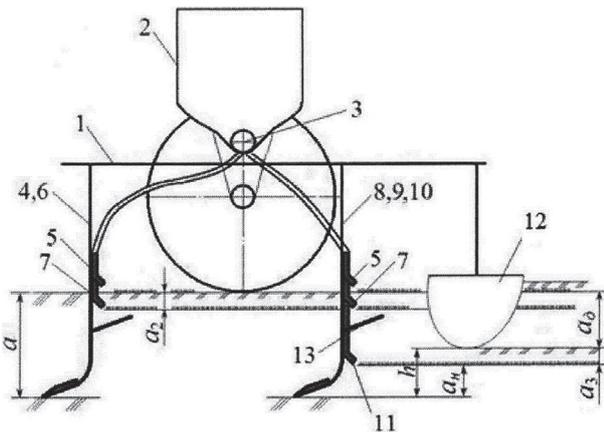


Рис. 4. Схема орудия для обработки почвы и посева зерновых культур на склоновых полях
Fig. 4. Scheme of the tool for tillage and sowing of grain crops on slope fields

установлена на глубину a_2 , что выше заделки семян соответствующих рядков: $a_3 = 6 \dots 8$ см.

Комбинированное орудие для обработки почвы и посева работает следующим образом. Комбинированные сошники 4 и 8 осуществляют посев семян на поверхности почвы; 6 и 9 – на глубину $a_2 = 6 \dots 8$ см; 10 – на глубину 14...15 см. Бороздообразователи 12 формируют бороздки над рядками семян, высеванных на глубину 14...15 см. Бороздообразователи 12, формируя противоэрозионные бороздки, присыпают почвой семена, посеянные на поверхности поля, и образуют над ними гребни. Гребни и бороздки предотвращают процессы водной эрозии на посевах на склоновых полях.

Испытания машины успешно прошли в предгорных районах Республики Узбекистан. Агрегат на базе комбинированного орудия в работе представлен на рисунке 5.

Машина оборудована двумя рядами рыхлительных лап с ножами, сошниками, расположенными на разной высоте, а также гребнеобразователями в виде полудисков. Гребнеобразователь устанавливается под углом $30 \dots 33^\circ$ к направлению движения. Расстояние между рыхлительными лапами первого и второго рядов составляет не менее 45 см, а между рыхлительной лапой и гребнеобразователем – не менее 90 см (рис. 5). Вид поля после прохода агрегата показан на рисунке 6.

Список использованных источников

1. Umurzakov U., Mamatov F., Aldoshin N., Mirzaev B. Exploration of tillage technologies in the Republic of Uzbekistan. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020;614:012168. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012168>
2. Шорина И.В., Макарычев С.В. Особенности водного режима на склоновых землях и пути его регулирования // Вестник Алтайского государственного



Рис. 5. Комбинированное орудие для обработки почвы и посева, работающее на склоновом поле
Fig. 5. Combined tool for tillage and sowing, operating on a slope field



Рис. 6. Вид обработанного участка поля после прохода агрегата
Fig. 6. View of the cultivated field area after the passage of the unit

Предлагаемые технология и комбинированное орудие позволяют снизить прямые затраты энергии на обработку почвы и посев зерновых культур на 32%.

Выводы

Предлагаемые технология и комбинированное орудие для обработки почвы и посева зерновых культур на склоновых полях позволяют предотвратить процессы водной эрозии при снижении энергоёмкости выполняемых технологических процессов на 32%.

References

1. Umurzakov U., Mamatov F., Aldoshin N., Mirzaev B. Exploration of tillage technologies in the Republic of Uzbekistan. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020;614:012168. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012168>
2. Shorina I.V., Makarychev S.V. Features of the water regime on slope lands and ways of its regulation. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2020;9:48-54. (In Rus.)

аграрного университета. 2020. № 9 (191). С. 48-54. EDN: KNGEBZ.

3. Аушев М.К., Плиева А.А. Обзор основных методов борьбы с водной эрозией на склоновых землях // Известия Дагестанского ГАУ. 2021. № 2 (10). С. 62-67. EDN: RJXLJZ.

4. Джибилов С.М., Гулуева Л.Р., Солдатова И.Э., Хохоева Н.Т., Гагиева С.С. Совершенствование средств механизации и агротехнологий в горных и предгорных районах Северного Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2019. Т. 189, № 10. С. 9-16. https://doi.org/10.32417/article_5db43060bb87e6.86550212

5. Васильев С.А., Лопоткин А.М., Васильев А.А. Обоснование и выбор конструктивно-технологических параметров активной борона для контурной обработки почвы склоновых земель // Вестник НГИЭИ. 2019. № 6 (97). С. 106-116. EDN: EEZMGL.

6. Магомедов Н.Н., Магомедов Н.Р., Абдуллаев Ж.Н., Абдуллаев А.А., Тамазаев Т.И. Влияние способов обработки на формирование урожайности озимой пшеницы на склоновых землях // Горное сельское хозяйство. 2019. № 3. С. 61-63. <https://doi.org/10.25691/GSH.2019.3.010>

7. Тарчоков Х.Ш., Чочаев М.М., Кушхабиев А.З., Шогенов А.Х., Гажева Р.А. Противоэрозионная эффективность способов посева на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 3 (35). С. 66-72. EDN: DVFEЕК.

8. Алдошин Н.В., Васильев А.С., Голубев В.В. Модернизация селки для посева зерновых колосовых культур // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 31 (194). С. 82-92. EDN: NAYPLJ.

9. Шуравин А.А., Пономарев Н.В., Беляков Д.В., Панова Е.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. К вопросу стабилизации ходовой системы и повышения устойчивости против опрокидывания колесного энергетического средства // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Т. 16, № 4. С. 144-150. https://doi.org/10.22450/199996837_2022_4_144

10. Способ посева зерновых культур на склоновых полях: Патент RU2769724 C1 / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, И.И. Исмаилов, С.Ф. Маматов, Р.Х. Тавашов, Х.Т. Махамов. МПК А01С 7/00 (2006.01), заяв. № 2021119478 от 02.07.2021. EDN: EAOOSN.

11. Комбинированное посевное орудие для склоновых полей: Патент RU207802 U1 / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, И.И. Исмаилов, С.Ф. Маматов, Р.Х. Тавашов, Х.Т. Махамов. МПК А01С 7/00 (2006.01), заяв. № 2021119480 от 02.07.2021. EDN: OWYYUH.

12. Алдошин Н.В., Васильев А.С., Голубев В.В. Результаты лабораторных исследований комбинированного сошника для посева кормовых культур // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020. № 23 (186). С. 111-122. EDN: UVJEQL.

Вклад авторов

Н.В. Алдошин – формулирование основной концепции исследования. Ф.М. Маматов – разработка методологии исследования.

И.И. Исмаилов – табличное и графическое представление результатов, описание результатов и формирование выводов исследования. Р.Х. Тавашов – подготовка начального варианта текста, формирование выводов, анализ литературы, патентный анализ.

А.С. Васильев – описание результатов и формирование выводов исследования, анализ литературы.

Авторы предложили технологию, изготовили опытный образец орудия и выполнили экспериментальные исследования, на основании полученных результатов подготовили рукопись.

Конфликт интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 29.03.2023; поступила после рецензирования и доработки 05.04.2023; принята к публикации 06.04.2023

3. Aushev M.K., Plieva A.A. Overview of the main methods of water erosion control on slope fields. *Izvestiya Dagestanskogo GAU*. 2021;2:62-67. (In Rus.)

4. Dzhibilov S.M., Gulueva L.R., Soldatova I.E., Khokhueva N.T., Gagieva S.S. Improvement of mechanization and agricultural technologies in the mountainous and foothill regions of the North Caucasus. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019;10:9-16. (In Rus.) https://doi.org/10.32417/article_5db43060bb87e6.86550212

5. Vasilev S.A., Lopotkin A.M., Vasilev A.A. The rationale for the choice of constructive-technological parameters of the active harrows for contour tillage of sloping land. *Bulletin NGIEI*. 2019;6:106-116. (In Rus.)

6. Magomedov N.N., Magomedov N.R., Abdullaev Zh.N., Abdullaev A.A., Tamazaev T.I. Influence of processing methods on yield formation winter wheat on slope lands. *Gornoe selskoe khozyaystvo*. 2019;3:61-63. (In Rus.) <https://doi.org/10.25691/GSH.2019.3.010>

7. Tarchokov Kh.Sh., Chochaev M.M., Kushkhabiev A.Z., Shogenov A.Kh., Gazheva R.A. Anti-erosion efficiency of sowing methods on the slope lands of the Kabardino-Balkar Republic. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2019;3:66-72. (In Rus.)

8. Aldoshin N.V., Vasilev A.S., Golubev V.V. Modernization of the seeder for sowing grain crops. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2022;31:82-92. (In Rus.)

9. Shuravin A.A., Ponomarev N.V., Belyakov D.V., Panova E.V., Kuznetsov E.E., Shitov S.V. On the issue of the running system stabilizing and the stability increasing against rollover of a wheeled power vehicle. *Dalnevostochniy agrarniy vestnik = Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022;16(4):144-150. (In Rus.) https://doi.org/10.22450/199996837_2022_4_144

10. Aldoshin N.V., Mamatov F.M., Ismailov I.I., Mamatov S.F., Tavashov R.Kh., Makhamov Kh.T. Method of sowing cereals on slope fields: Patent RF No. 2769724. МПК А01С7/00 (2006.01), No. 2021119478, 2022. (In Rus.)

11. Aldoshin N.V., Mamatov F.M., Ismailov I.I., Mamatov S.F., Tavashov R.Kh., Makhamov Kh.T. Combined seeding tool for operating on slope fields: Patent RF No. 207802. МПК А01С7/00 (2006.01), No. 2021119480, 2021. (In Rus.)

12. Aldoshin N.V., Vasilev A.S., Golubev V.V. Results of laboratory studies of the combined coulter for sowing forage crops. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2020;23(186):111-122. (In Rus.)

Contribution of the authors

N.V. Aldoshin – formulation of the basic research concept.

F.M. Mamatov – development of the research methodology.

I.I. Ismailov – tabular and graphical presentation of the results, description of the results and formation of the conclusions of the study.

R.Kh. Tavashov – writing the initial version of the text, forming conclusions, literature review, and patent analysis.

A.S. Vasiliev – description of the study results and formulation of the conclusions, literature review.

The authors proposed the technology, produced a prototype of the tool and carried out experimental research, and prepared a manuscript based on the results.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article and bear equal responsibility for plagiarism.

Received 29.03.2023; revised 05.04.2023; accepted 06.04.2023