

ВЫБОР СПОСОБА ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Н. А. Кузнецов, С. С. Канатпаев, А. В. Луковцев, А. В. Журавлев

В условиях засушливого земледелия стабилизировать продуктивность полей позволяет система мероприятий по накоплению влаги зимних осадков, сохранению и рациональному использованию в процессе вегетации растений. Особую роль в решении этой задачи играют рабочие органы, которые определяют влагосбережение и энергетику агрегатов. При обосновании способа посева необходимо учитывать условия увлажнения различных природно-климатических зон, а также вариации увлажнения (запас влаги) с учетом предшественника, способа обработки почвы и системы мероприятий по накоплению, сохранению и рациональному использованию влаги зимних и летних осадков. Это обуславливает целесообразность применения сменных рабочих органов для выбора способа посева с учетом агрофона и климатических условий зоны с учетом вариации увлажнения по годам. В зависимости от потенциала агрофона способ заделки семян осуществляется различными типами рабочих органов, анкерными или лаповыми с разбросным и рядковым распределением семян. Анкерные сошники могут использоваться как щелеватели с внесением минеральных удобрений на глубину 12–14 см, культиваторные лапы используются для борьбы с сорной растительностью в паровом поле или на других технологических операциях. Наиболее сложные условия возникают при прямом посеве анкерными рабочими органами по стерневому фону после очеса или по кулисам сидеральных культур. Это обуславливает наличие дискового рабочего органа, а прикапывающий каток должен образовывать на поверхности канавку при посеве на большую глубину для уменьшения толщины слоя земли над семенами. В работе обосновываются параметры рабочего органа для технологии влагосбережения и установлены показатели сопротивления при работе на различных скоростях и глубинах заделки семян.

Ключевые слова: анкер, тяговое сопротивление, глубина посева, система обработки почвы, скорость агрегата.

Производство зерна в южной степной части Челябинской области происходит в условиях засушливого земледелия, где годовое количество осадков находится в пределах 280–350 мм, большая часть которых выпадает за пределами периода вегетации растений. Поэтому современные технологии должны предусматривать накопление влаги зимних осадков, ее сохранение и рациональное использование для стабилизации урожайности возделываемых культур [1].

Известно, что удержать снег на поверхности поля позволяет высокая стерня или кулисы от посева подобранных для этой цели культур. В условиях сильных ветров это позволяет уменьшить выдувание растительных остатков урожая с поверхности поля и уменьшить иссушение почвы. Система обработки почвы, как правило, осуществляется без оборота пласта, что обуславливает соответствующие требова-

ния к выбору типов рабочих органов для посева зерновых культур [2, 3].

Исследования ЦелинНИИМЭСХ по обоснованию способа посева зерновых культур осуществлялись сравнением в типичных производственных условиях Костанайской области Республики Казахстан рядового посева и разбросного с подрезанием лапой шириной 27 см с анкерными сошниками (табл. 1). Наблюдение за посевами осуществлялось в течение 10 лет.

Наибольшую урожайность во влажный год дает разбросной посев, что и принято за 100% как база сравнения. Прямой посев анкером обеспечивает более стабильную урожайность по годам в сравнении с рядовым посевом стрельчатой лапой и разбросным способом [4].

При обосновании способа посева необходимо учитывать условия увлажнения различных природно-климатических зон, а также вариации увлажнения (запас влаги) с учетом



предшественника, способа обработки почвы и системы мероприятий по накоплению, сохранению и рациональному использованию влаги зимних и летних осадков. Например, паровое поле всегда имеет большой запас влаги. Это обуславливает целесообразность применения сменных рабочих органов для выбора способа посева с учетом агрофона и климатических условий зоны с учетом вариации увлажнения по годам.

Исследованиями Челябинского НИИ сельского хозяйства в условиях лесостепной зоны обоснованы пятипольные севообороты, включающие пар, две пшеницы, ячмень и горох в различных вариантах чередования. Изучались варианты способов посева в различных полях севооборота. Установлено, что по паровому полю наивысшую продуктивность дает дисковая сеялка СЗП-3,6. Для гороха при глубине заделки семян 8–10 см нужны анкерные рабочие органы СКП-2,1, а для второй пшеницы и ячменя посев этой же сеялкой по стерневому фону сошниками в виде культиваторных лап. С позиций ресурсосбережения вспашка с оборотом пласта производится в паровом поле и под горох. С позиций рациональной динамики посевных и уборочных работ последовательность севооборота: пар, пшеница, ячмень, горох, пшеница [5].

В условиях лесостепной зоны посев ячменя в начале мая и в конце дают одинаковую урожайность, что дает возможность начать посевные работы с ячменя. Его раннее созревание позволяет провести вспашку в августе и подготовить агрофон под посев гороха. Таким обра-

зом, в пятипольном севообороте лучший вариант достигается при комбинации трех способов посева, что не всегда может быть реализовано. Выход представляется в обеспечении посевного комплекса сменными рабочими органами для разбросного способа посева и рядового анкерными рабочими органами. При этом в начальный период посевные комплексы оборудуют анкерными рабочими органами для высева ячменя и гороха на глубину 9–10 см с целью заглубления основной корневой системы и снижения влияния летней засухи на их урожай. Пшеница высевается одновременно с культивацией разбросным способом в лучшие для нее агротехнические сроки с 15 по 25 мая. Такая динамика посева позволяет сдвинуть уборку урожая на более ранние сроки.

Таким образом, наиболее распространенными рабочими органами для посева по стерневому фону являются анкеры и культиваторные лапы разбросного распределения семян. Исследования и производственный опыт показывают, что при потенциале поля свыше 15 ц/га предпочтителен разбросной способ посева, например, по паровому полю. После худших предшественников предпочтительнее анкерный рабочий орган, позволяющий к тому же уменьшить энергоемкость процесса при одинаковой глубине заделки семян. Однако при дефиците влаги требуется заделка семян на большую глубину, что сопровождается ростом удельного сопротивления [6].

В последние годы большинство сельскохозяйственных предприятий испытывают дефицит квалифицированных механизаторов,

Таблица 1 – Статистические характеристики урожайности зерновых культур при различных способах посева

Показатели	Способ посева		
	Рядовой стрельчатой лапой	Разбросной стрельчатой лапой	Прямой посев анкером
Подрезание сорняков, %	97	97	отсутствует
Ширина ленты высева, см	5–6	18–23	5–6
Площадь, занятая семенами, %	22–26	79–100	22–26
Максимальная урожайность во влажный год, %	75	100	75
Максимальная урожайность в сухой год, %	25	25	50
Среднее значение урожайности по годам, %	50	62,5	62,5
Коэффициент вариации, %	16,7	20	6,7
Среднее квадратическое отклонение урожайности, %	8,3	12	4,2

что обуславливает применение высокопроизводительных агрегатов или других вариантов увеличения рабочих периодов использования машинных комплексов. Известно, что увеличение параметров машин удорожает стоимость работ и сокращает номенклатуру выполняемых работ. Например, тракторы класса 7–8 нецелесообразно использовать на транспортных работах [7].

Увеличить период использования машин можно на основе их универсализации и увеличения номенклатуры возделываемых культур в многопольных севооборотах с несовпадающими сроками основных технологических операций. При этом чередование злаковых, бобовых и технических культур со стержневой корневой системой позволяет более успешно бороться с сорной растительностью и болезнями растений, обогащать почву азотом, фосфором и другими микроэлементами [1]. Особую значимость имеют бинарные посевы технических культур с бобовыми, которые не только подпитывают друг друга, но и создают хороший агрофон для зерновых культур. В результате уменьшается доля парового поля, стабилизируется урожайность и качество продукции, повышается эффективность производства [1].

Так, подсолнечник или лен и их смеси могут быть высеяны в ранние сроки до посева пшеницы, что позволяет, используя весеннюю влагу, развить корневую систему и подпитываться из подпахотного горизонта. Особого внимания заслуживает нут – это бобовая культура со стержневой корневой системой для засушливых условий, которая не осыпается после созревания, отдавая предпочтение уборке пшеницы.

Сдвинуть сроки посева и уборки в центральной и северной частях области можно посевами озимых культур, а для южной зоны за счет ранних посевов ячменя. Многолетние опыты Брединского сортоучастка показывают, что посев в первой и последней пятинднейках дают одинаковый урожай, что при использовании гербицидов на ранних посевах позволяет начать уборку в конце июля и закончить уборкой подсолнечника в конце сентября и существенно уменьшить потребность в технике.

Учитывая, что в зависимости от потенциала агрофона способ заделки семян осуществляется различными типами рабочих органов, анкерными или лаповыми с разбросным распределением семян. Анкерные сошники могут

использоваться как щелеватели с внесением минеральных удобрений на глубину 12–14 см, культиваторные лапы используются для борьбы с сорной растительностью в паровом поле или на других технологических операциях, например, при подготовке поля для посева подсолнечника.

Наиболее сложные условия возникают при прямом посеве анкерными рабочими органами по стерневому фону после очеса или по кулисам сидеральных культур, что обуславливает наличие дискового рабочего органа, а прикатывающий каток должен образовывать на поверхности канавку при посеве на большую глубину для уменьшения толщины слоя земли над семенами [8]. Целью данной работы является получение энергетических показателей посевной секции и посевного агрегата СЗС-4,2 для различных режимов и условий их использования.

Материалы и методы

При проведении лабораторно-полевых исследований посевной секции и посевного агрегата СЗС-4,2 использовались методика определения условий испытаний [9] и методика энергетической оценки сельскохозяйственных машин согласно ОСТ 102.2-2002. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки. Определялась влажность, твердость и плотность почвы. В качестве основных факторов, влияющих на энергетические показатели посевной секции и сеялки СЗС-4,2, были выбраны глубина заделки семян, скорость движения агрегата и удельное сопротивление почвы.

Результаты и обсуждение

Для реализации изложенной концепции нами получены патенты на способ возделывания зерновых культур и рабочий орган для посева по стерневому фону [10, 11].

Последние могут использоваться как в широкозахватных агрегатах с пневмовысевом, так и на сеялках с катушечным высевающим аппаратом.

Для формирования рациональных параметров посевных агрегатов проведены лабораторные и полевые испытания по изучению динамики изменения энергетики от глубины заделки семян и скорости движения. На рисунке 2 приведены условия проведения испытаний, которые отражают динамику физико-механических свойств почвы в зависимости от глубины почвенного горизонта.

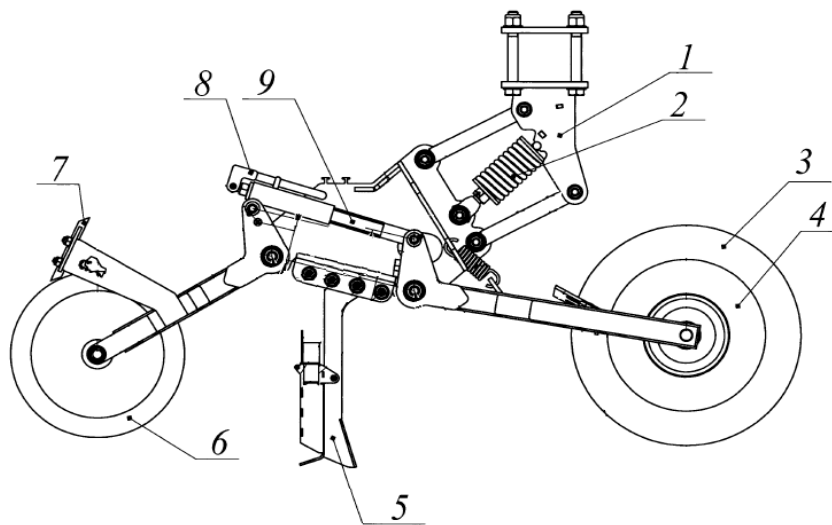


Испытания проводились в соответствии с ГОСТ на сертифицированном оборудовании совместно с испытательным центром ЮУрГАУ.

В результате обоснования требований и исследования энергетических параметров рабочего органа получены показатели изменения тягового сопротивления посевной секции, что позволяет обоснованно решать задачи параметров и компоновки посевных агрегатов

с учетом технических характеристик тракторов (рис. 3, 4).

В результате обработки экспериментальных данных, полученных при определении тягового сопротивления посевной секции от скорости движения рабочего органа V_p и глубины посева a , получена графическая зависимость (рис. 3). Коэффициент корреляции в результате обработки опытных данных составил



- 1 – корпус с параллелограммным подвесным устройством; 2 – пружина сжатия; 3 – дисковый нож; 4 – опорное колесо; 5 – анкерный сошник; 6 – прикатывающее колесо; 7 – чистик; 8 – ручка регулировки; 9 – тяга регулировки глубины хода сошника

Рис. 1. Посевная секция

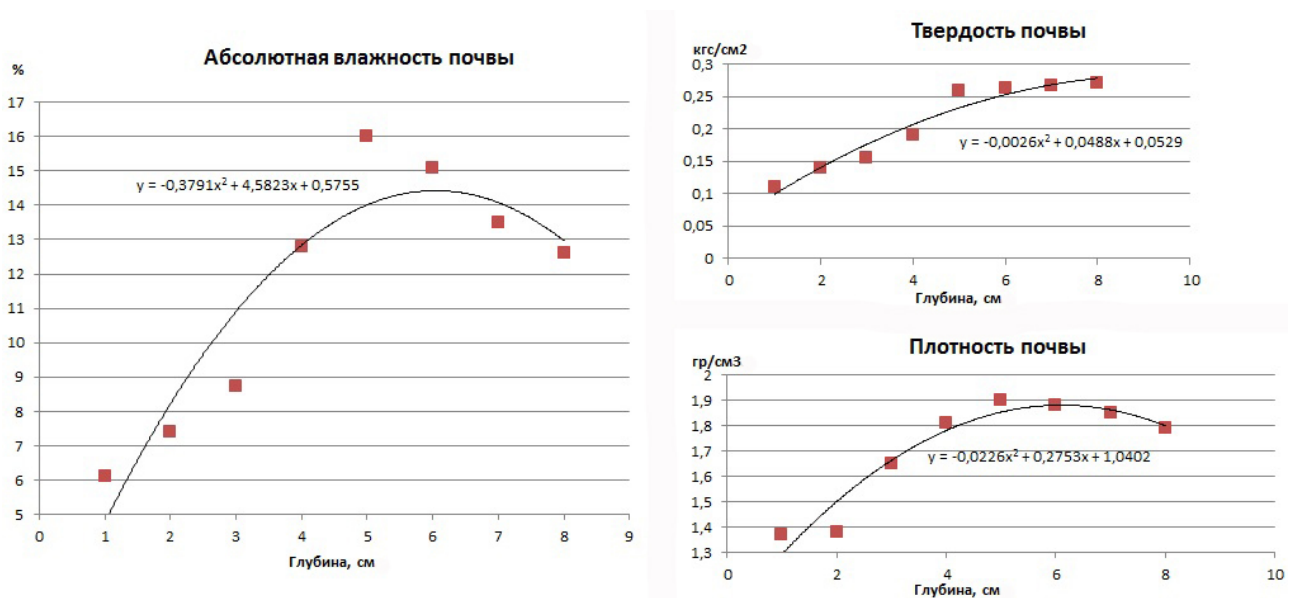


Рис. 2. Условия проведения экспериментов

$R_k = 0,997$. Из графика видно, что с увеличением параметров V_p и a происходит увеличение тягового сопротивления R посевной секции. На рисунке 4 представлены результаты расчета изменения тягового сопротивления посевной секции R в зависимости от условий использования. Из представленной зависимости видно, что существенное изменение R вызывает удельное

сопротивление почвы. Так, при увеличении K с 30 до 60 кН/м² значение параметра R при скорости движения $V_p = 2$ м/с увеличивается с 0,38 кН до 0,98 кН.

Производственными испытаниями и аналитическими расчетами установлены основные факторы, влияющие на тяговое сопротивление на примере сеялки СЗС-4,2 (рис. 5, 6).

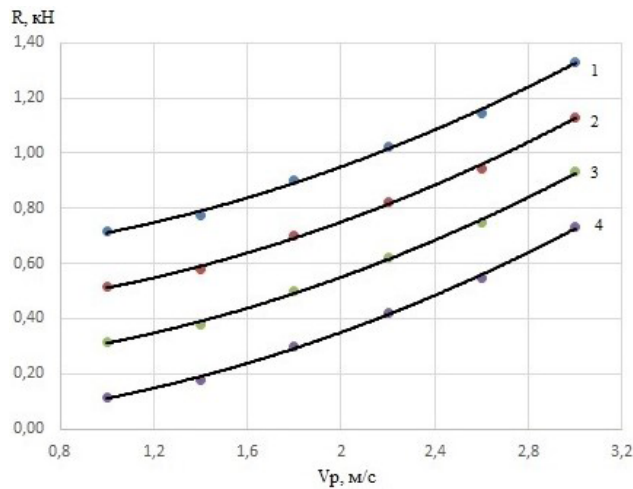
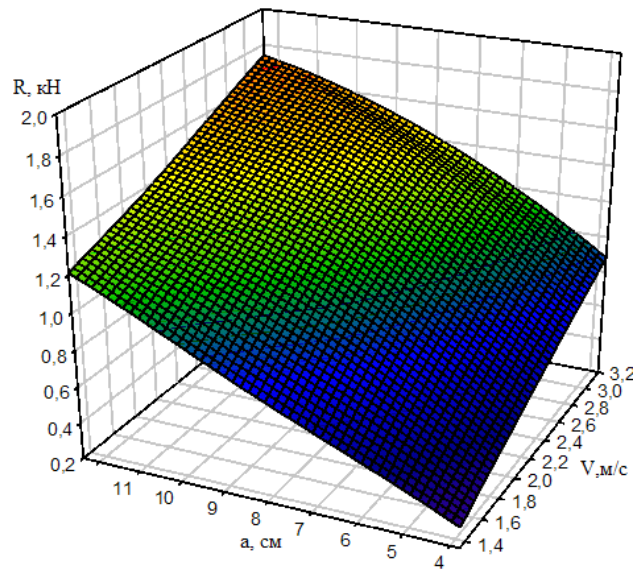


Рис. 3. Зависимость тягового сопротивления посевной секции R от скорости движения V_p , м/с, и глубины хода сошников a , см



1 – $K = 60$ кН/м²; 2 – $K = 50$ кН/м²; 3 – $K = 40$ кН/м²; 4 – $K = 30$ кН/м²

Рис. 4. Изменение тягового сопротивления R посевной секции в зависимости от скорости движения и удельного сопротивления почвы при глубине заделки семян ($h = 8$ см)

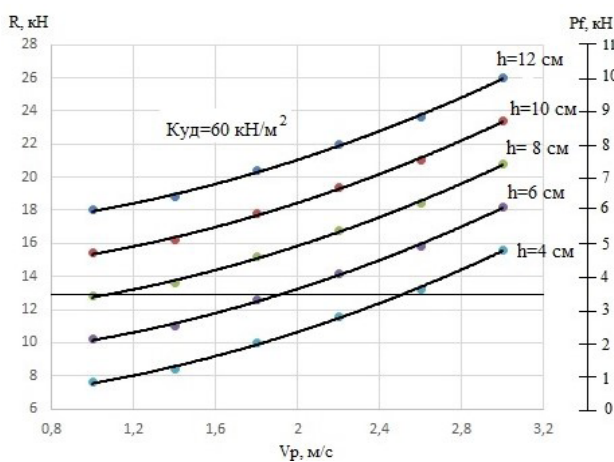


Рис. 5. Тяговое сопротивление R и холостой ход Pf СЗС-4,2 ($K_{уд} = 60$ кН/м² при глубине 12; 10; 8; 6; 4 см)

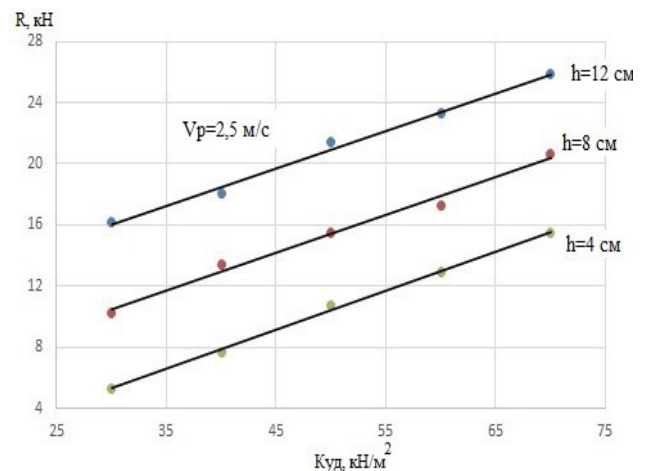


Рис. 6. Изменение тягового сопротивления R агрегата СЗС-4,2 в зависимости от удельного сопротивления почвы



Из рисунков 5 и 6 видно, что энергетические показатели сеялки СЗС-4,2, оснащенной рассматриваемой посевной секцией, изменяются в зависимости от режимов и условий использования. К примеру, из рисунка 5 видно, что при движении со скоростью $V_p = 2,5$ м/с, удельным тяговым сопротивлением $K_{уд} = 60$ кН и глубиной заделки семян $a = 8$ см тяговое сопротивление сеялки СЗС-4,2 составит порядка 18 кН, что сопоставимо с тяговыми возможностями тракторов класса 20 кН.

Выводы

Таким образом, оснащение посевных комплексов анкерными сошниками, лаповыми сошниками с разбросным распределением семян и посевной секцией, осуществляющей посев зерновых культур по высокой стерне, позволяет выполнить агротехнические требования к посеву в различных полях севооборота, стабилизировать технологический процесс посева зерновых культур по стерневому фону после уборки зерновых культур методом очеса.

Список литературы

1. Диверсификация и поточность в условиях засушливого земледелия / Г. А. Окунев, Г. В. Редреев, Н. А. Кузнецов, С. С. Канатпаев // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (44). С. 222–232. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_4_222.
2. Reasoning of modular-type tillage and seeding machines construction diagram and parameters / S. G. Mudarisov [et al.] // Journal of the Balkan Tribological Association. 2019. Т. 25. № 3. С. 695–707.
3. Modeling the technological process of tillage / S. G. Mudarisov [et al.] // Soil & Tillage Research. 2019. Т. 190. С. 70–77. DOI: 10.1016/j.still.2018.12.004.
4. Астафьев В. Л., Курач А. А. Статистические характеристики урожайности при различных способах посева зерновых культур стерневыми сеялками // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2014. Т. 69. С. 5–9.
5. Зеленин А. В. Пути повышения урожайности зерновых культур на основе внедрения ресурсосберегающих сельскохозяйственных машин нового поколения // Материалы XLVIII Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск, 2009. Ч. 4. С. 64–69.
6. Рахимов Р. С., Рахимов И. Р., Фетисов Е. О. Определение сил, действующих на универсальную посевную секцию // АПК России. 2020. Т. 27. № 5. С. 797–807.
7. Aspects of the formation of a tractor fleet of agricultural enterprises / G. Okunev, S. Shepelev, N. Kuznetsov, A. Lukovtsev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 – Papers». 2021. С. 032050. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032050.
8. Повышение эффективности использования машинно-тракторного парка в условиях засушливого земледелия / Г. А. Окунев, С. С. Канатпаев, А. В. Луковцев, Е. О. Фетисов // Сельский механизатор. 2019. № 9. С. 4–5.
9. ГОСТ 20915-75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний.
10. Пат. № 192232. Способ возделывания сельскохозяйственных культур / Р. С. Рахимов [и др.] ; опубл. 09.09.2019 г. Бюл. № 25.
11. Пат. № 192232. Посевная секция для сеялок с механическим и пневматическим высевом семян / Р. С. Рахимов [и др.] ; опубл. 09.09.2019 г. Бюл. № 25.

Кузнецов Николай Александрович, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: kuznetcof@mail.ru.

Канатпаев Санжар Сабетович, аспирант, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка им. проф. М. П. Сергеева», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: s.kanatpaev@gmail.com.

Луковцев Александр Вячеславович, аспирант, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка им. проф. М. П. Сергеева», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: plast.11@mail.ru.

Журавлев Андрей Владимирович, магистрант, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка им. проф. М. П. Сергеева», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: z.iurawlew@yandex.ru.

* * *