

На правах рукописи

СОЗОНТОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА И ТЕХНИЧЕСКОГО
СРЕДСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ПОЛОСНОГО
ПОСЕВА СЕМЯН ТРАВ В ДЕРНИНУ**

Специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киров – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Вятская государственная сельскохозяйственная академия» на кафедре «Эксплуатация и ремонт машинно-тракторного парка»

Научный руководитель: Курбанов Рустам Файзулхакович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», заведующий кафедрой «Эксплуатация и ремонт машинно-тракторного парка»

Официальные оппоненты: Савиных Петр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, Государственное научное учреждение Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого Российской академии сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией механизации животноводства

Юнусов Губейдулла Сибятуллович, доктор технических наук, профессор, Аграрно-технологический институт Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Марийский государственный университет», профессор кафедры «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия».

Защита состоится « 14 » июня 2013 года в 15 часов 00 минут на заседании диссертационного совета ДМ 006.048.01 при Государственном научном учреждении Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого Российской академии сельскохозяйственных наук по адресу: 610007, г. Киров, ул. Ленина, 166-а, ауд. 426.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного научного учреждения Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого Российской академии сельскохозяйственных наук.

Автореферат разослан « » мая 2013 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук

Глушков Андрей Леонидович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из основных направлений восстановления и повышения роли лугового кормопроизводства является улучшение естественных кормовых угодий, на которых производство кормов растительного происхождения возможно за счет существенного повышения урожайности сеяных трав, увеличения доли бобово-злаковых культур в составе травостоев и др. Это, в первую очередь, возможно за счет масштабного улучшения естественных сенокосов и пастбищ, создания высокопродуктивных травостоев со стабильной урожайностью, повышения периода производственного долголетия улучшенных травостоев лугов и пастбищ.

В связи с этим разработана система способа полосного посева семян трав на естественных кормовых угодьях, позволяющего получить травостой с длительным периодом производственного использования и со стабильным ежегодным валовым сбором, при минимальных затратах ресурсов, а также конструктивно-технологической схемы дернинной сеялки для осуществления этого способа на естественных и культурных угодьях, безусловно, актуальна.

Работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Вятская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА»), номер государственной регистрации 01.200.2 06494. - плана НИР ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА».

Цель и задачи исследований. Повышение эффективности полосного посева семян трав в дернину лугов и пастбищ путем разработки способа многокомпонентного посева семян многолетних трав с чередованием их в каждой полосе и совершенствования конструктивно-технологической схемы дернинной сеялки.

В соответствии с целью поставлены следующие задачи исследования:

- разработать способ многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в дернину с созданием чередующихся участков полос с целью получения ежегодного стабильного валового сбора сена и увеличения периода производственного использования улучшенных травостоев;

- усовершенствовать конструктивно-технологическую схему дернинной сеялки и механизм привода высевающих аппаратов;

- получить зависимости, позволяющие при различных конструктивно-технологических параметрах дернинной сеялки определить длины чередующихся участков полос, которые оказывают влияние на валовый выход сена, а также зависимости, описывающие рабочий процесс механизма привода высевающих аппаратов;

- провести экспериментальные исследования работы механизма привода высевающих аппаратов дернинной сеялки, определить его оптимальные параметры и режимы работы;

- определить технико-экономическую эффективность способа многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в дернину естественных кормовых угодий, применения дернинной сеялки с усовершенствованным механизмом привода высевающих аппаратов.

Научная новизна работы. Предложен способ многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в дернину, включающий полосной посев семян трав

раздельно друг от друга заданной длиной с созданием последовательно чередующихся участков полос, новизна которого подтверждена патентом № 2388205 РФ на изобретение. Разработана конструктивно-технологическая схема дернинной сеялки для многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину.

Теоретическая и практическая значимость. Выведены аналитические зависимости, позволяющие при различных конструктивно-технологических параметрах дернинной сеялки определить длины чередующихся участков полос, которые оказывают влияние на валовый выход травостоя.

Получены аналитические зависимости, описывающие рабочий процесс механизма привода высевающих аппаратов дернинной сеялки для многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав и определены его оптимальные конструктивно-технологические параметры.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований создан экспериментальный механизм привода высевающих аппаратов дернинной сеялки, обеспечивающий создание чередующихся участков полос для получения ежегодного стабильного валового сбора сена с улучшенных естественных кормовых угодий.

С учетом результатов исследований разработана и внедрена дернинная сеялка для многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в товариществе на вере (ТНВ) «Ванино», СПК колхоз «Заря» Кировской области.

Методология и методы исследования. Общая методика исследований предусматривала разработку теоретических предпосылок по изысканию способов повышения урожайности естественных кормовых угодий созданием чередующихся участков различных видов трав в обрабатываемых полосах и обоснованию конструктивно-технологических параметров дернинной сеялки, их экспериментальную проверку в полевых условиях, а также экономическую и энергетическую оценку результатов исследований.

Теоретические исследования выполнялись с учетом основных положений и законов механики и математики.

Экспериментальные исследования реализованы на опытном образце дернинной сеялки на базе СДК-2,8 с усовершенствованным механизмом привода высевающих аппаратов.

Положения, выносимые на защиту:

- способ многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в дернину с созданием чередующихся участков полос с целью получения ежегодно стабильного валового сбора сена и увеличения периода производственного использования улучшенных травостоев;

- конструктивно-технологические схемы дернинной сеялки и механизма привода высевающих аппаратов;

- аналитические зависимости, позволяющие при различных конструктивно-технологических параметрах дернинной сеялки определить длины чередующихся участков полос высеваемых культур, которые оказывают влияние на валовый выход травостоя, а также зависимости, описывающие рабочий процесс механизма привода высевающих аппаратов;

- результаты экспериментальных исследований и лабораторно-полевых ис-

пытаний дернинной сеялки и способа многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в дернину лугов и пастбищ с получением ежегодного стабильного валового сбора сена на протяжении всего периода производственного использования.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность основных выводов подтверждена результатами экспериментальных исследований механизма привода высевающих аппаратов и предварительных испытаний экспериментального образца дернинной сеялки для многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав, разработанной при участии автора.

Основные положения диссертационной работы доложены на научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской государственной сельскохозяйственной академии (Киров, 2008...2011 гг.); 11-й Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства» (Йошкар-Ола, 2008 г.), городских конференциях аспирантов и соискателей (Киров, 2008...2011 гг.).

По материалам исследований опубликовано 18 научных статей, в том числе 3 из перечня ВАК, 1 монография в соавторстве и получено 2 патента РФ на изобретения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, ее научная новизна, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования», проведен обзор патентной и научной литературы по изучению эффективности технологий восстановления и повышения продуктивности естественных кормовых угодий, технических средств для их улучшения, а также различных механизмов передач на вал высевающих аппаратов. Установлено, что полосной посев, как одна из технологий минимальной обработки, наиболее полно удовлетворяет требованиям: высокой эффективности при минимальных капитальных вложениях, снижения эрозионной опасности, экологической безопасности в сравнении со сплошной обработкой. С целью энерго- и ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве многокомпонентный полосной посев семян трав лучше производить дернинными сеялками.

Значительный вклад в исследование технологий и машин для поверхностного улучшения естественных кормовых угодий внесли: В.Р. Вильямс, А.М. Дмитриев, А.П. Щенников, Л.А. Чугунов, О.С. Марченко, В.И. Ларин, А.Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов, В.А. Сысуев, С.Л. Демшин, Ю.Ф. Казаков, Н.Г. Андреев, С.П. Смелов, В.А. Степашкин, Е.С. Шарашова и многие другие ученые. Однако проблема энерго- и ресурсосбережения при возделывании лугов и пастбищ остается открытой. Кроме того, недостаточно изучены и вопросы, связанные с использованием видового разнообразия бобовых и бобово-злаковых трав с различными периодами производственного долголетия. По результатам анализа поставлены цели и задачи исследований.

Во второй главе «Теоретические исследования» представлен способ посева

двух культур с разным периодом производственного долголетия (клевер луговой и лядвенец рогатый). Дано обоснование конструктивно-технологической схемы, основных параметров дернинной сеялки, представлена схема усовершенствованного механизма привода ее высевających аппаратов. Получены аналитические зависимости, позволяющие при различных конструктивно-технологических параметрах дернинной сеялки определить длины чередующихся участков полос, которые оказывают влияние на валовый выход сена, а также зависимости, описывающие рабочий процесс механизма привода высевających аппаратов.

Способ многокомпонентного полосного посева многолетних трав заключается в том, что с целью получения ежегодного стабильного валового сбора сена на протяжении всего периода производственного использования посев семян трав осуществляется в механически разрушенную дернину, отдельно друг от друга заданной длиной l_1 , l_2 , с созданием последовательно-чередующихся участков полосы шириной не менее 0,10 м (рисунок 1).

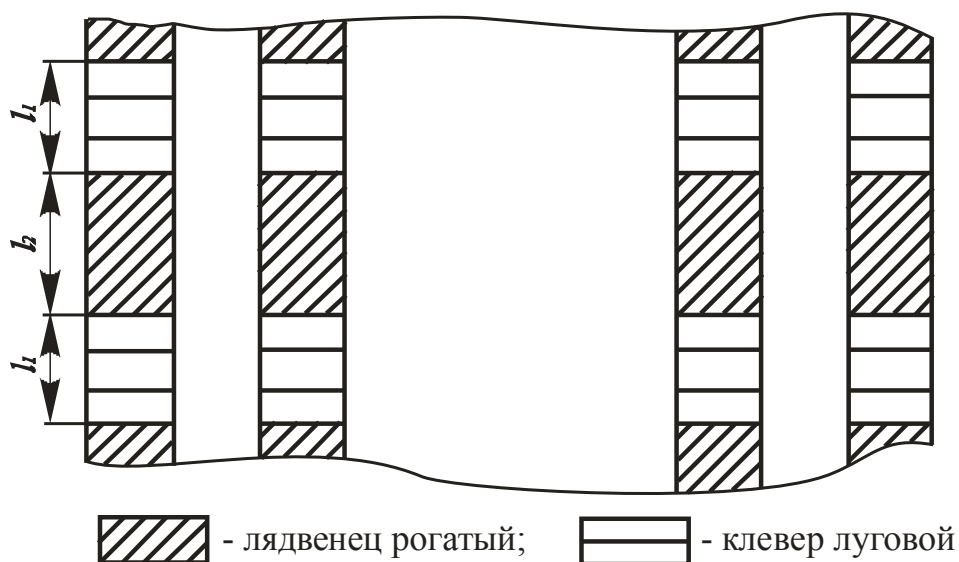


Рисунок 1 – Схема многокомпонентного полосного посева многолетних трав: l_1 – длина участка, засеваемого клевером луговым; l_2 – длина участка, засеваемого лядвенцем рогатым

Посев с первого же года производственного использования будет высокопродуктивным за счет клевера, в таком посеве в первые 2...3 года производственного использования лядвенец не будет угнетаться и разовьется нормально, а к 3...4 году продуктивность клевера ослабнет и будет восполнена лядвенцем рогатым, таким образом, получим высокоурожайный травостой долголетнего производственного использования.

При использовании методов ресурсосбережения путем повышения валового сбора сеяных и естественных трав особенно важно рассмотреть вопрос оценки эффективности применения чередующихся участков различных культур при полосном посеве и получения стабильного валового выхода на протяжении всего периода производственного использования травостоя.

Для осуществления технологического процесса высева семян по схеме, изображенной на рисунке 1 была усовершенствована дернинная сеялка СДК-2,8.

Механизм привода работает следующим образом: вращение от опорно-при-

водного колеса через цепную передачу передается органу управления работой валов высевающих аппаратов (рисунок 2, а), представляющего собой диск, с расположенными на нем контактными секторами регулируемой длины, которые замыкает контактный рычаг, включая в работу связанный с ним исполнительный механизм (рисунок 2, б).

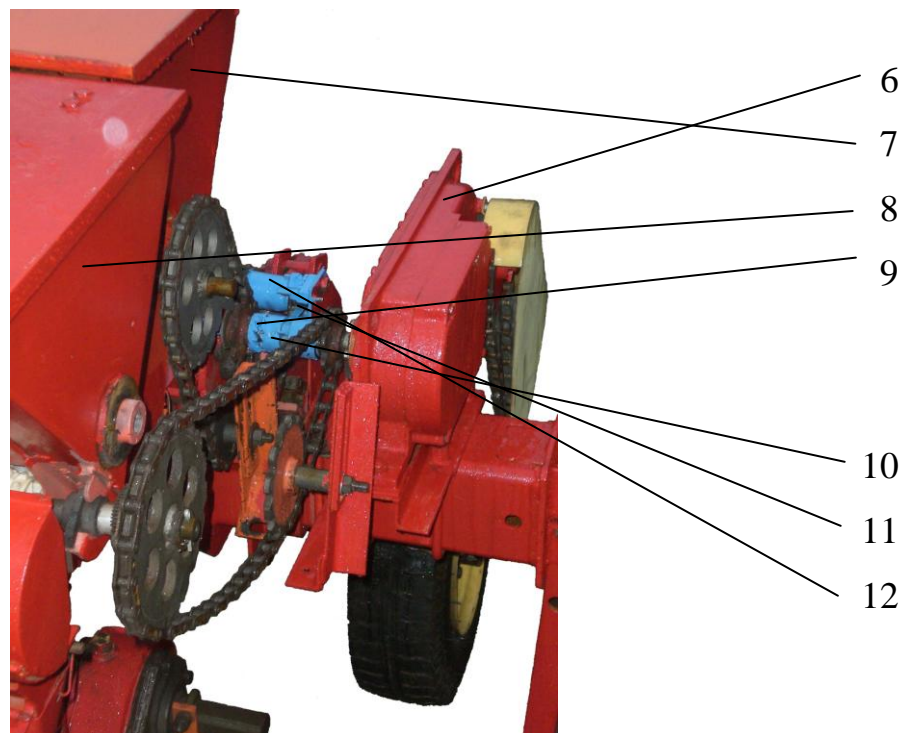
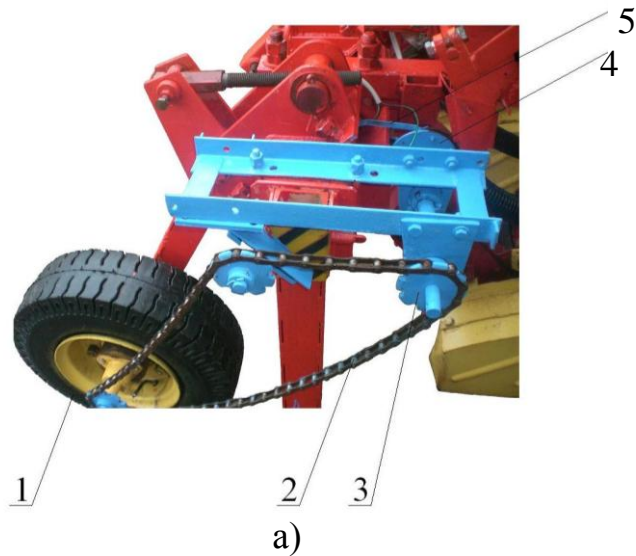


Рисунок 2 – Общий вид органа управления механизма привода высевающих аппаратов (а) и исполнительного механизма (б): 1 – опорно-приводное колесо; 2 – цепная передача; 3 – сменная звездочка; 4 – диск с контактными секторами; 5 – контактный рычаг; 6 – редуктор; 7,8 – ящики для семян; 9 – разрывная муфта; 10 – подвижная муфта; 11 – рычаг; 12 – индукционная катушка

В процессе замыкания сектора и рычага контактной группы перемещается подвижная муфта 10, включая в работу вал высевающих аппаратов, который вы-

севают семена из ящика 7. После прохождения контактного рычага 5 по токопроводящему сектору она переходит на следующий сектор, изготовленный из диэлектрического материала, при этом муфта 10 возвращается в исходное положение и включает в работу вал с высевальными аппаратами, которые высевают семена из ящика 8. Затем вышеуказанные процессы повторяются циклически. Длиной секторов и изменением передаточного отношения цепной передачи на приводе органа управления достигается длина высевальных участков полос, а также их очередность. Вся электрическая цепь работает от бортовой сети трактора.

Теоретическое исследование влияния видового разнообразия многолетних трав на валовый сбор сеяных травостоев (при одновременном посеве различных культур) можно свести к валовому выходу продукции за период производственного использования:

$$Q = \bar{U} \cdot F, \quad (1)$$

где F – площадь травостоя, с которой убирается сено, га.

\bar{U}_i – средняя урожайность травостоя за год, т/га.

Средняя урожайность \bar{U} травостоя, состоящего из двух культур будет определяться:

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{i \cdot F}, \quad (2)$$

где $\sum Q_i$ – суммарный валовый сбор сена за весь период производственного долголетия по годам, т;

i – период производственного использования улучшенного травостоя, лет.

При этом ежегодный валовый сбор Q_i сеянного травостоя находится как сумма валового сбора отдельных видов культур. Рассмотрим на примере посева лядвенца рогатого и клевера лугового.

Так как при полосном посеве обрабатывается 30% луга, а остальную площадь занимает естественный травостой, тогда общая площадь улучшенного травостоя F запишется в виде:

$$F = (F_{кл.} + F_{ляд.}) + F_{ест} = 0,3 \cdot F + 0,7 \cdot F, \quad (3)$$

где $F_{кл.}$ – площадь занимаемая посевами клевера лугового, га;

$F_{ляд.}$ – площадь занимаемая посевами лядвенца рогатого, га;

$F_{ест}$ – площадь занимаемая естественной растительностью, га.

Площадь занимаемая клевером и лядвенцем при многокомпонентном полосном посеве трав определяется

$$F_{кл.} = L_{кл.} \cdot b \cdot 10^{-4}, \quad (4)$$

$$F_{ляд.} = L_{ляд.} \cdot b \cdot 10^{-4}, \quad (5)$$

где $L_{кл.}$, $L_{ляд.}$ – длина участка засеваемого клевером луговым и лядвенцем рогатым соответственно, м;

b – ширина обрабатываемого участка, м.

Принимаем допущение, что ежегодный валовой выход сена является стабильным, т.е. $Q = \text{const}$, тогда выражение (1) запишется в следующем виде:

$$\bar{U} \cdot [(L_{кл.} + L_{ляд.}) \cdot b \cdot 10^{-4} + 0,7 \cdot F] = Q = \text{const}. \quad (6)$$

Таким образом, ежегодный валовой сбор урожая на естественных кормовых угодьях засеваемых клевером луговым $L_{кл.}$ и лядвенцем рогатым $L_{ляд.}$ По схеме указанной на рисунке 1 зависит от длины участков на которые высеваются эти культуры. Теоретически соотношение между этими участками $L_{ляд.} / L_{кл.}$ вычислить трудно, к тому же оно будет вытекать из биологических возможностей высеваемых культур, то оно будет определено опытным путем.

Длина участка засеваемого культурой $L_{ляд.}$, $L_{кл.}$ определяется из выражения:

$$L_{уч} = V_c \cdot t_c, \quad (7)$$

где V_c – скорость движения сеялки, м/с;

t_c – время движения сеялки, с.

При этом время t движения дернинной сеялки (рисунок 3), которой осуществляется посев семян трав равно времени работы t_d диска с контактными секторами.

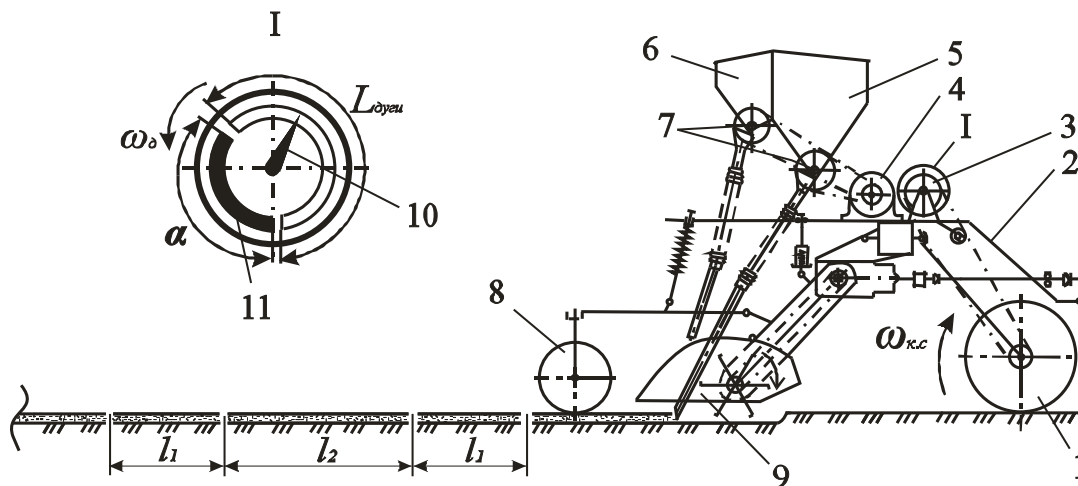


Рисунок 3 – Конструктивно-технологическая схема дернинной сеялки: 1 – опорно-приводное колесо, 2 – рама; 3 – орган управления, 4 – исполнительный механизм, 5,6 – ящики для семян, 7 – валы высевующих аппаратов, 8 – прикатывающий каток, 9 – фрезерная секция, 10 – контактный рычаг, 11 – контактный сектор

Для того чтобы определить время работы контактной группы, воспользуемся известными формулами

$$L_{дуги} = \alpha \cdot R_{сект.}, \quad (8)$$

где α – угол контактного сектора, рад.;

$R_{сект.}$ – радиус контактного сектора, м.

При этом

$$\alpha = \omega_\delta \cdot t, \quad (9)$$

где ω_δ – угловая скорость диска с контактными секторами, c^{-1} .

Тогда

$$t = \frac{\alpha \cdot \pi}{\omega_{\partial} \cdot 180}. \quad (10)$$

Так как орган управления 3 приводится в движение от опорно-приводного колеса 1 сеялки, то на частоту вращения диска оказывает влияние передаточное отношение от опорно-приводного колеса к контактной группе $i_{к.з.}$:

$$i_{к.з.} = \frac{n_{кол.с}}{n_{\partial}} = \frac{\omega_{кол.с}}{\omega_{\partial}}, \quad (11)$$

где $n_{кол.с}$ – частота вращения опорно-приводного колеса сеялки, мин^{-1} ;

n_{∂} – частота вращения диска, мин^{-1} .

С учетом формул (9)...(11) и проводя некоторые преобразования, выражение (7) запишется в следующем виде

$$L_{уч} = V_c \cdot \frac{\pi \cdot \alpha \cdot i_{к.з.}}{180 \cdot \omega_{кол.с}}. \quad (12)$$

Выражение (12) позволяет определить конструктивные параметры дернинной сеялки, влияющие на длину соответствующего участка высева семян различных культур с созданием чередующихся участков травостоя в полосе. От качества работы высевающих аппаратов в значительной мере зависит равномерность потока семян, поступающих в семяпровод, а, следовательно, равномерность распределения семян по площади поля.

Наиболее существенно оказывает влияние на качество посева прохождение семян через семяпроводы, тем более нами в их конструкцию были внесены изменения, а именно, угол наклона.

Рассмотрим движение семени М в слое семян, предварительно разбив семяпровод на три участка АВ, ВС, CD (рисунок 4).

На вертикальном участке АВ на семя М массой m действуют сила тяжести P и сила сопротивления R ; движение от точки А, где $v_0=0$, до точки В длится t_1 с. На наклонном участке ВС на семя действуют сила трения F_{mp} (коэффициент трения семени равен f) и сила F , учитывающая движение слоя семян. При этом принимаем допущение о том, что при движении слоя семян будем учитывать его кинематическую вязкость и рассматривать ее как «жидкостную» вязкость. К тому же, согласно технологических требований, принимаем, что семяпровод заполняется на 1/3 от своего объема.

Спроектируем силы, действующие на семя на оси x , y , z

$$m \frac{dv_z}{dt} = P_z + R_z, \quad (13)$$

$$N - mg \cdot \cos \alpha_{сем} = 0, \quad (14)$$

$$m \frac{dv_x}{dt} = mg \sin \alpha_{сем} - F_{mpx} + F_x. \quad (15)$$

Выразим силу трения через коэффициент трения

$$F_{mp} = f \cdot mg \cdot \cos \alpha_{сем}, \quad (16)$$

где f – коэффициент трения.

$\alpha_{сем}$ – угол наклона семяпровода, град.

Решая и преобразуя уравнения (14)...(16), получаем аналитическую зависимость скорости движения семени от конструктивных параметров семяпровода дернинной сеялки на участке ВС

$$v_c = \frac{mg(\sin \alpha_{сем.} - f \cos \alpha_{сем.})}{\mu} + \frac{\mu}{m}(v - v_{сл}) - \left(\frac{mg(\sin \alpha_{сем.} - f \cos \alpha_{сем.})}{\mu} - \sqrt{\frac{mg}{\mu}} \cdot \frac{e^{2kt} + 1}{e^{2kt} - 1} \right) \cdot e^{-\frac{\mu}{m}t}. \quad (17)$$

Так как участок семяпровода CD является вертикальным, то делаем вывод о том, что пройдя участок ВС семя все равно попадет в обработанную полосу дернины (рисунок 4).

Таким образом, на своевременное прохождение семян через семяпровод, т.е. на скорость v_c и время $t_{сем.}$, а, следовательно, на качество посева оказывает угол наклона семяпровода $\alpha_{сем.}$ и коэффициент кинематической вязкости μ семенного слоя.

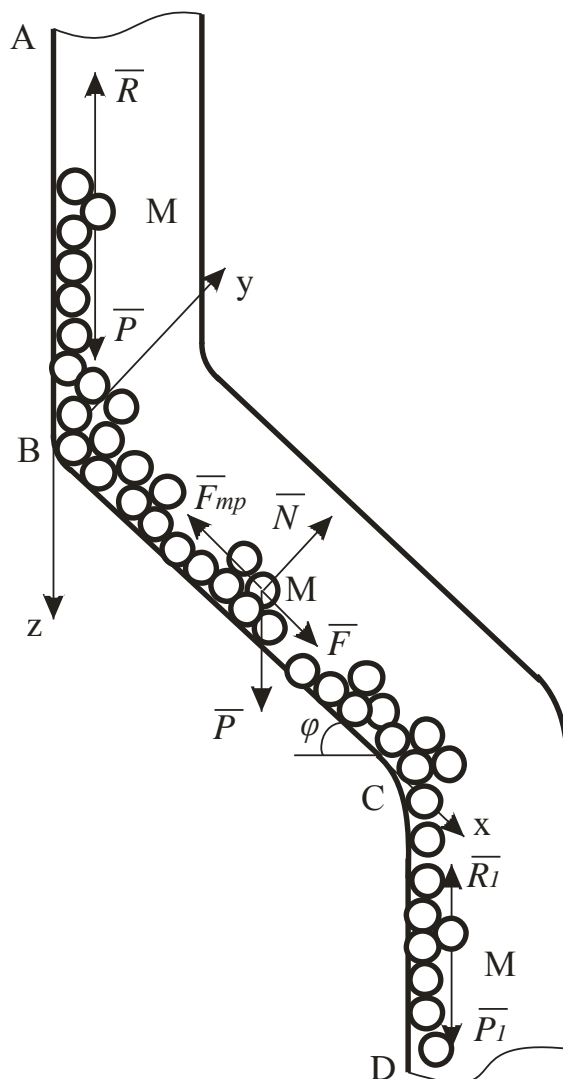


Рисунок 4 – Силы действующие на семя, проходящее через семяпровод

Работа механизма привода высевающих аппаратов (рисунок 2) является циклически-последовательной. Для того чтобы рычаг 11 передвинул муфту 10 необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$U \cdot \delta \cdot I \geq 1,5 \cdot F_n \cdot \delta \cdot v, \quad (18)$$

где I – сила тока индукционной катушки;
 δ – коэффициент вариации;
 F_n – нормальная сила направленная по линии зацепления;
 1,5 – коэффициент запаса прочности.

Нормальная сила F_n рассчитывается по формуле

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_w \cdot \cos \beta}, \quad (19)$$

где F_t – окружная сила, кН;
 α_w – угол зацепления, $\alpha_w = 20^\circ$.
 β – угол наклона зуба, $\beta = 45^\circ$.

Окружная сила F_t на валу, на котором установлены разрывная муфта и полумуфты определяется по формуле

$$F_t = \frac{2 \cdot T_e}{d_1}, \quad (20)$$

где d_1 – диаметр вала, на котором расположена разрывная муфта м;

T_e – крутящий момент, передаваемый на вал на котором установлена разрывная муфта, Н·м.

Для нахождения крутящего момента T_e воспользуемся известной методикой расчета передачи.

Далее подставляя результаты в выражения (19) и (20) находим зависимость описывающую условие работы исполнительного механизма привода высевающих аппаратов

$$U \cdot \delta \cdot I \geq 1,5 \cdot \frac{0,008 \cdot F_{цз} \cdot n_3 \cdot i_p \cdot \eta_{пр.пер}}{d_1 \cdot \cos \alpha_w \cdot \cos \beta} F_n \cdot \delta \cdot v. \quad (21)$$

В результате расчета аналитической зависимости, описывающей процесс работы исполнительного механизма привода высевающих аппаратов, было определено, что на условие его работы влияют следующие конструктивные параметры: сила тока индукционной катушки I ; частота вращения приводной звездочки n_3 ; диаметр вала d_1 , на котором расположена разрывная муфта; передаточное число цепной передачи опорно-приводного колеса, $i_{цеп.пер}$.

При этом необходимо иметь ввиду, что для стабильной работы механизма привода высевающих аппаратов и нахождения оптимальных значений его конструктивных параметров необходимо чтобы, сила тока индукционной катушки была в интервале 19...22 А.

В третьей главе «Программа, методика экспериментальных исследований и оборудование» изложены программа и методика исследований.

Основными задачами экспериментальных исследований являлись: агротехническая оценка многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в лабораторно-полевых условиях, исследование влияния длин чередующихся участков на валовый сбор сена с улучшенных кормовых угодий и период их производственного использования, оценка работоспособности экспериментального образца дернинной сеялки, определение оптимальных конструктивных параметров и режимов работы предлагаемого механизма привода высевающих аппаратов.

Общий вид разработанной дернинной сеялки для многокомпонентного полосного посева семян трав представлен на рисунке 5.

Сеялка представляет собой навесную машину и агрегатируется с тракторами тягового усилия 14 кН. Состоит из плоской рамы 5, двух опорно-приводных колес 1, прикатывающих катков 8, двух ящиков 2 и 3 для семян культур с различным периодом производственного долголетия, кожухов фрезерных рабочих органов 6, редуктора 9 установленного на раме, на которой также установлены механизм управления валами высеваящих аппаратов 7 и механизм привода высеваящих аппаратов 4.

Экспериментальные исследования и обработка результатов проводились в соответствии с действующими ГОСТами и общепринятыми методиками, а также ряда частных методик.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» представлены и проанализированы данные исследований.

Проводилась проверка работоспособности дернинной сеялки для многокомпонентного полосного посева семян трав с различным периодом производственного использования (рисунок 5). В результате выявлено, что в целом экспериментальный образец сеялки удовлетворяет агротехническим требованиям и условиям работы машин для возделывания кормовых угодий.

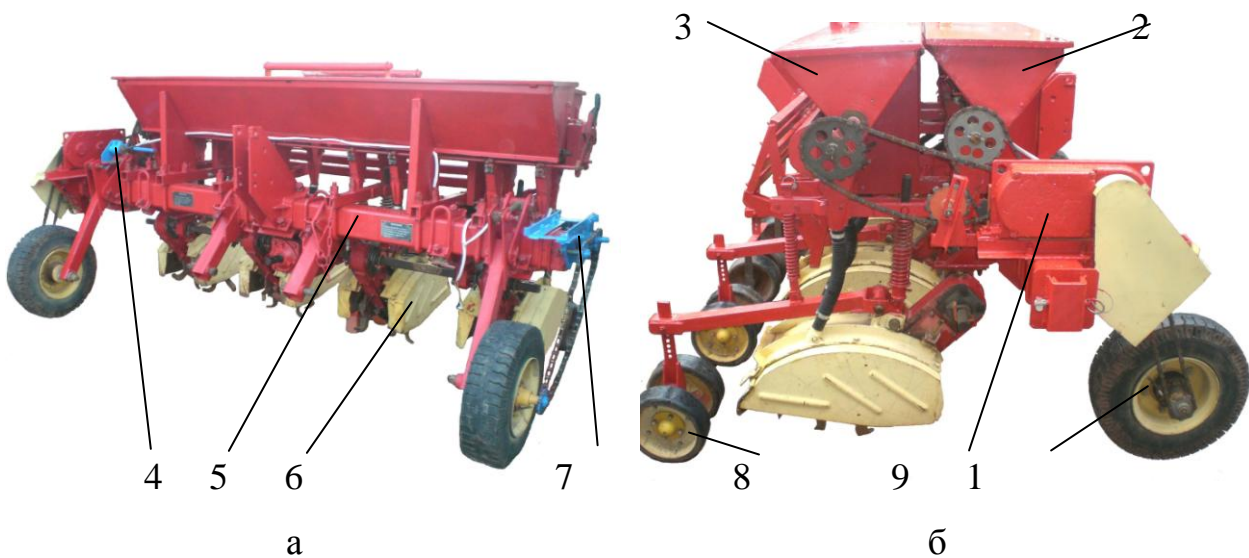


Рисунок 5 – Общий вид дернинной сеялки для многокомпонентного полосного посева: а – вид спереди; б) вид сбоку: 1 – колесо опорно-приводное; 2,3 – ящики для семян многолетних трав; 4 – механизм привода высеваящих аппаратов; 5 – рама; 6 – кожух фрезерного рабочего органа; 7 – механизм управления валами высеваящих аппаратов; 8 – каток прикатывающий; 9 – редуктор

В процессе изучения многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину были получены зависимости влияния длин чередующихся участков засеваемых клевером луговым и лядвенцем рогатым, а также нормы высева на ежегодный валовый выход сена (рисунок 6).

В результате проведенных экспериментальных исследований влияния соотношения видов трав и нормы высева на валовый выход сухого вещества (СВ) улучшенных естественных кормовых угодий, была подтверждена достоверность

теоретических расчетов, поэтому рекомендуемое значение соотношения $L_{\text{ляд}}/L_{\text{кл}} = 2,0 \dots 2,1$, а норма высева семян $N_{\text{сем}} = 4,8$ кг/га, так как при этих значениях была получена самая высокая и стабильная урожайность.

Экспериментально подтвердилось, что наибольшее влияние на время $t_{\text{сем}}$ прохождения семян высеваемых культур по семяпроводу оказывает его угол наклона $\alpha_{\text{сем}}$, величина же кинематической вязкости оказалась настолько мала, что существенно не повлияла на процесс высева семян. Зависимость показывает, что при увеличении угла наклона семяпровода происходит снижение времени высева, это объясняется тем, что не происходит сильного забивания семенным материалом и процесс работы механизма привода высевающих аппаратов не нарушается (рисунок 7).

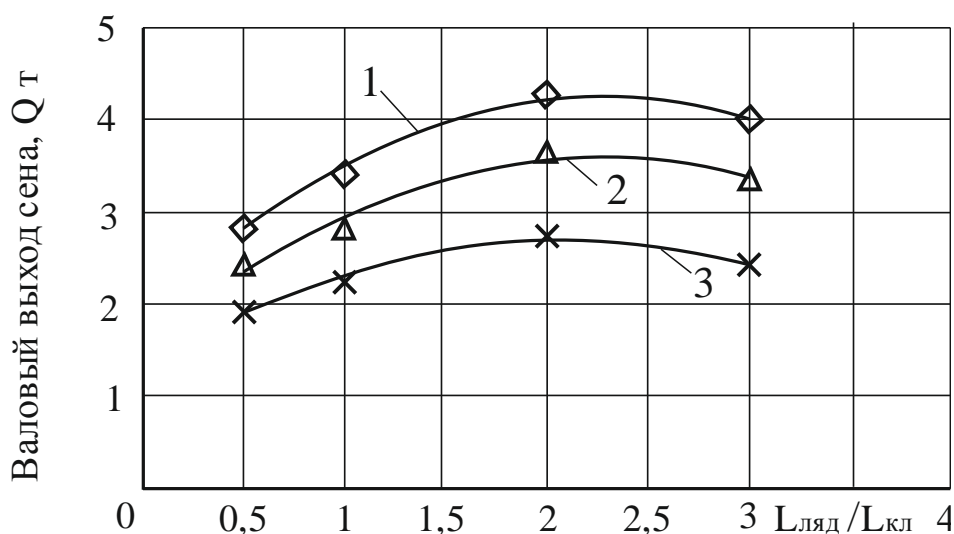


Рисунок 6 – Зависимости валового выхода сена с 1 га площади от соотношения длин чередующихся участков с нормой высева семян лядвенца рогатого и клевера лугового: \diamond - $N_{\text{сем}} = 4,8$ кг/га; \triangle - $N_{\text{сем}} = 3,6$ кг/га; \times - $N_{\text{сем}} = 2,4$ кг/га

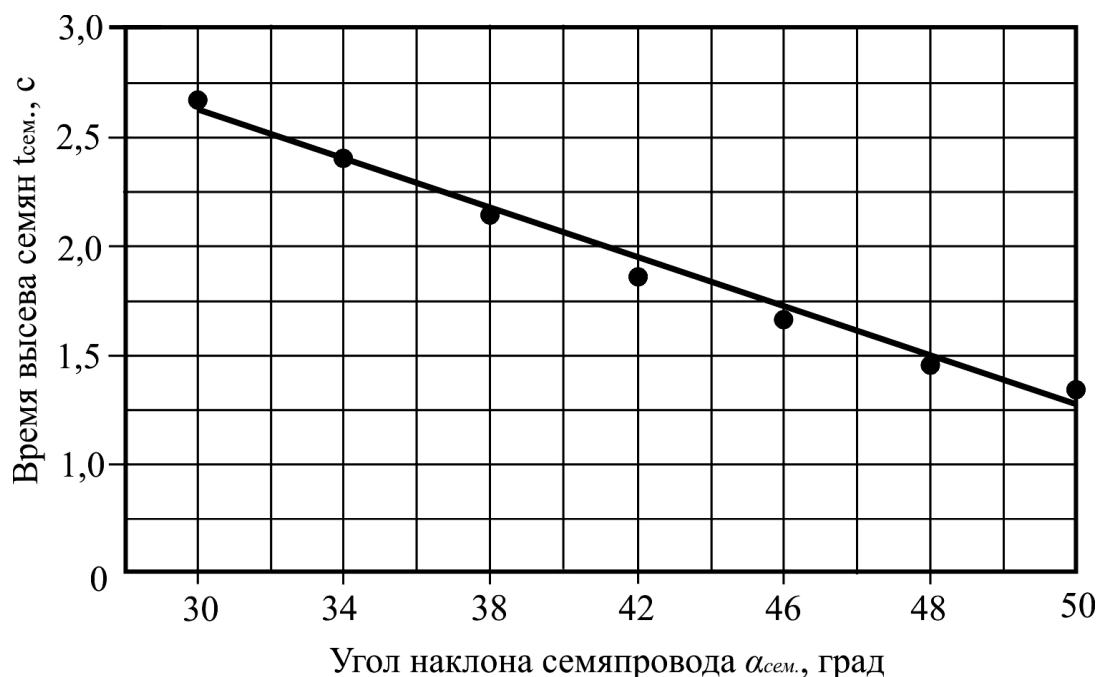


Рисунок 7 – Зависимость времени высева семян $t_{\text{сем}}$ от угла наклона семяпровода $\alpha_{\text{сем}}$.

Для оптимизации конструктивно-технологических параметров дернинной сеялки и процесса работы механизма привода высевяющих аппаратов реализован трехуровневый план эксперимента Бокса-Бенкина второго порядка для трех факторов.

В качестве критериев оптимизации приняты валовый выход СВ улучшенного луга Q , т (Y_1) и соотношение длин чередующихся участков (Y_2). В качестве факторов планирования эксперимента выбрана: частота вращения диска с контактными секторами n , мин⁻¹ (x_1), угол контактного сектора α , град (x_2), норма высева семян трав $N_{сем}$, кг/га (x_3).

После реализации плана эксперимента и обработки результатов получены следующие модели регрессии

$$Y_1 = 4,223 + 2,055 \cdot x_3 - 0,022 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,027 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,019 \cdot x_1^2, \quad (22)$$

$$Y_2 = 3,000 - 1,300 \cdot x_1 - 1,128 \cdot x_2 + 0,048 \cdot x_3 + 0,420 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,095 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,218 \cdot x_1^2 + 0,438 \cdot x_2^2 - 0,033 \cdot x_3^2. \quad (23)$$

Для изучения влияния факторов на критерии оптимизации Y_1 и Y_2 использовали двумерные сечения поверхности отклика (рисунок 8 и 9).

Анализ выражения (22) показал, что угол контактного сектора в пределах $\alpha = 120 \dots 240^\circ$ и частота вращения диска с контактным сектором в интервале $n = 0,31 \dots 0,91$ мин⁻¹ не оказывают значительного влияния на изменение валового выхода сена (0,7...4,3% во всем изученном интервале). При увеличении нормы высева семян $N_{сем}$ от 2,0 до 6,0 кг/га происходит рост валового выхода сена с 1 га с 2,10...2,17 до 6,21...6,30 т (в 2,87...2,98 раза), а при ее фиксированных значениях угол контактного сектора и частота вращения диска оказывают влияние друг на друга.

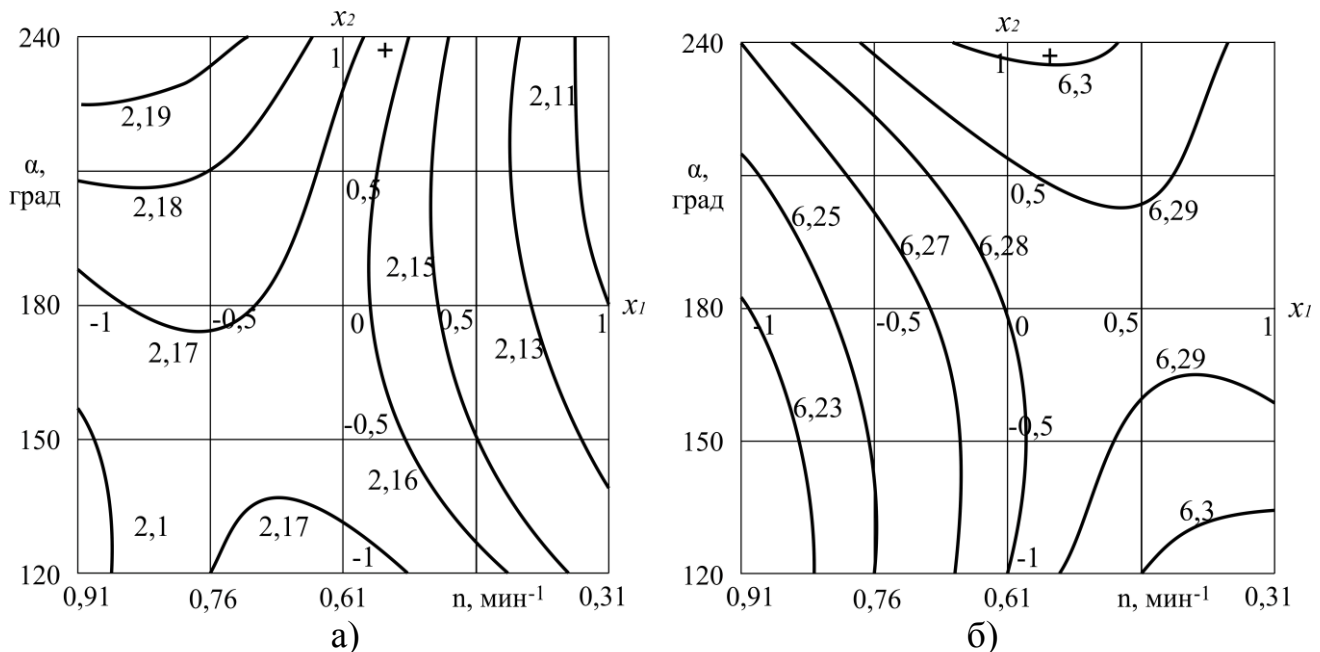


Рисунок 8 – Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующие изменение валового сбора сена с 1 га площади (Y_1) от факторов x_1 (частота вращения диска с контактным сектором, n) и x_2 (угол контактного сектора α) при фиксированном значении фактора x_3 : а – при $x_3 = -1$ ($N_{сем} = 2$ кг/га); б – при $x_3 = 1$ ($N_{сем} = 6$ кг/га)

Дальнейший анализ показал, что при фиксированных значениях нормы высева семян угол контактного сектора и частота вращения диска влияют друг на друга, например, при $N_{сем} = 4,0$ кг/га – $Q = 2,24$ т ($\alpha = 240^0$, $n = 0,73$ мин⁻¹).

Таким образом, для получения стабильного ежегодного валового выхода сена норма высева семян $N_{сем}$ трав должна быть как можно больше, но не превышать значение 6 кг/га, ограниченного агротехническими требованиями. Выбор угла контактного сектора α зависит от частоты вращения диска n .

Анализ выражения (23) показал, что на соотношение длин чередующихся участков $L_{ляд}/L_{кл}$ оказывают значительное влияние угол контактного сектора в пределах $\alpha = 120 \dots 240^0$, частота вращения диска с контактным сектором в интервале $n = 0,31 \dots 0,91$ мин⁻¹, а норма высева семян $N_{сем}$ – незначительное (рисунок 9).

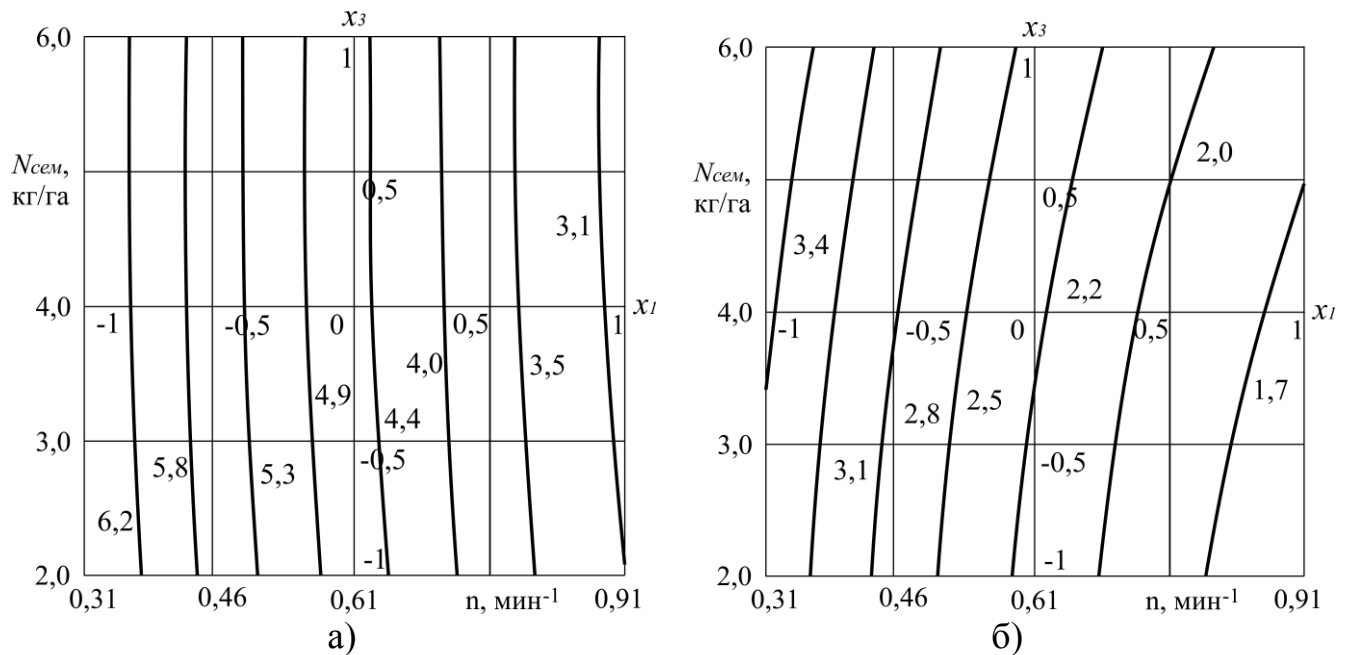


Рисунок 9 - Двумерные сечение поверхности отклика, характеризующее соотношение длин чередующихся участков (Y_2) от факторов x_1 (частота вращения диска с контактным сектором, n) и x_3 (норма высева семян трав $N_{сем}$) при фиксированном значении фактора x_2 : а – при $x_2 = -1$ ($\alpha = 120^0$); б – при $x_2 = 1$ ($\alpha = 240^0$)

Дальнейший анализ показал, что при фиксированных значениях нормы высева семян $N_{сем}$ на соотношение длин участков занятых лядвенцем рогатым и клевером луговым оказывают угол контактного сектора и частота вращения диска, требуемое значение соотношения $L_{ляд}/L_{кл} = 2,0 \dots 2,1$ достигается при угле контактного сектора $\alpha = 168^0 \dots 240^0$ и частоте вращения диска с контактными секторами $n = 0,310 \dots 0,496$ мин⁻¹.

В результате проведенного многофакторного эксперимента и решения компромиссной задачи, были выявлены оптимальные значения конструктивных параметров механизма привода высевающих аппаратов дерниной сеялки: частота вращения диска с контактными секторами $n = 0,61$ мин⁻¹; угол контактного сектора $\alpha = 240^0$; норма высева семян $Q = 4,8$ кг/га.

В пятой главе «Эффективность многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав в дернину» приведены результаты экономической и

энергетической оценки использования дернинной сеялки для многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину в замен базовой технологии.

Анализ результатов расчетов показал, естественные сенокосы улучшенные полосным посевом семян трав бобовых культур по отдельности друг от друга с использованием дернинных сеялок семейства СДК: естественный травостой (неулучшенный) – 982,2 руб./т (2,54 т/га); посев клевера лугового – 866,9 руб./т (3,59 т/га); посев лядвенца рогатого – 851,50 руб./т (4,35 т/га). В скобках указаны средние значения урожайности периода использования травостоя, за который проводились наблюдения. Предложенный нами способ многокомпонентного полосного посева семян трав имеет высокую эффективность, при этом себестоимость сена – 819,9 руб./т, а урожайность остается ежегодно стабильной (4,46 т/га), при этом период производственного долголетия увеличился до 7...8 лет (время производственного использования лядвенца рогатого). Расчетный годовой экономический эффект от внедрения технологии возделывания трав по сравнению с базовым вариантом равен 554 руб/га.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Разработан способ многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину с созданием чередующихся участков полос. Семена не менее чем двух культур высеваются циклически последовательно в полосах, причем для сохранения ежегодного валового выхода сена на протяжении всего периода производственного использования посеянного травостоя на одном и том же уровне, длины чередующихся участков должны быть разными (Патент РФ № 2388205).

2. Конструктивно-технологическая схема дернинной сеялки и механизм привода высевających аппаратов, состоящий из электрического источника энергии, индукционной катушки приводящей в работу разрывную муфту, включающую последовательно в работу валы высевających аппаратов (не менее двух), а также контактной группы управляющей работой индукционной катушки.

3. Получены аналитические выражения зависимости, позволяющие при различных конструктивно-технологических параметрах дернинной сеялки определить чередующиеся участки полос, которые оказывают влияние на валовый выход травостоя (12), а также аналитические зависимости, описывающие рабочий процесс механизма привода высевających аппаратов (17) и (21)

4. Экспериментальными исследованиями установлено, что при посеве клевера лугового и лядвенца рогатого оптимальное значение соотношения длин участков в обрабатываемой полосе при котором достигается ежегодный стабильный валовый сбор сена равно $L_{\text{ляд}}/L_{\text{кл}} = 2,1$. Величина угла контактного сектора и частота вращения диска, на котором расположен этот сектор для оптимальных условий работы равны 240° и $0,61 \text{ мин}^{-1}$ соответственно.

5. Способ многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину с созданием чередующихся участков полос и дернинной сеялки для его осуществления взамен существующих, позволяет снизить прямые эксплуатационные затраты – на 97,8 руб./т. При этом средняя урожайность травостоя повышается на 40,1% по сравнению с естественными сенокосами. Расчетный экономический эф-

фект от изменения качества продукции при внедрении технологии многокомпонентного полосного посева составляет 554 руб./га.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Созонтов А.В. Повышение качества посева семян трав и зерновых культур путем совершенствования фрезерного сошника дернинной сеялки / А.В. Созонтов, Г.В. Широков. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2011. - №3. - С. 64-67.

2. Курбанов Р.Ф. Многокомпонентный полосной посев – залог долголетия травостоя выродившихся пастбищ / Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов, Г.В. Широков // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2012. - №4. - С. 35-37.

3. Курбанов Р.Ф. Повышение эффективности многокомпонентного полосного посева семян многолетних трав путем совершенствования конструктивно-технологической схемы дерниной сеялки / Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов, А.Н. Морозов. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2012. - №9. - С. 19-21.

Патенты

4. Патент на изобретение № 2388205 RU. Способ возделывания трав / Кормщиков А.Д., Курбанов Р.Ф., Фигурин В.А., Созонтов А.В., Широков Г.В.: заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2008115064/12; Заявлено 16.04.2008. Опубл. 10.05.2010. Бюлл. № 13.

5. Патент на изобретение № 2403696 RU. Сеялка дернинная / Кормщиков А.Д., Курбанов Р.Ф., Лукин И.Д., Созонтов А.В., Широков Г.В.: заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2009109471/12; Заявлено 16.03.2009. Опубл. 20.11.2010 Бюлл. № 32.

Монографии, учебные пособия, рекомендации

6. Курбанов Р.Ф. Совершенствование способа и технического средства многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину: монография / Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов. - Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2012. - 95 с.

Публикации в центральных журналах, сборниках научных трудов и материалах конференций

7. Кормщиков А.Д. Технологии повышения продуктивности лугов и пастбищ / А.Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов, Г.В. Широков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. «Наука-Технология-Ресурсосбережение»: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2008. - Вып. 8. - С. 98-102.

8. Кормщиков А.Д. Технические средства полосного способа посева семян трав в дернину / А.Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов, Г.В. Широков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. «Наука-Технология-Ресурсосбережение»: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2008. - Вып. 8. - С. 103-108.

9. Кормщиков А.Д. Рабочие органы машин для полосного смешанного посева семян трав в дернину / А.Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов, Г.В. Широков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. «Наука-Технология-

- Ресурсосбережение»: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2008. - Вып. 8. - С. 91-97.
10. Кормщиков А.Д. Технологии полосного посева семян трав на сенокосах и пастбищах / А.Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. «Наука-Технология-Ресурсосбережение»: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2009. - Вып. 9. - С. 143-147.
11. Кормщиков А.Д. Повышение эффективности полосного посева трав на сенокосах и пастбищах / А.Д. Кормщиков, А.В. Созонтов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы Международ. науч.-практ. конф. - Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2009. - Вып. XI. - С. 198-201.
12. Курбанов Р.Ф. Способ возделывания трав на естественных кормовых угодьях с созданием чередующихся участков / Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы II Международ. науч.-практ. конф. «Наука-Технология-Ресурсосбережение»: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2009. - Вып. 10. - С. 59-63.
13. Созонтов А.В. Исследование процесса работы катушечного высевашного аппарата / А.В. Созонтов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы Международ. науч.-практ. конф. - Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2010. - Вып. XII. - С. 225-227.
14. Курбанов Р.Ф. Теоретическое исследование влияния конструктивно-технологических параметров дернинной сеялки на показатели работы высевашного аппарата / Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов, А.Н. Морозов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы III Международной науч.-практ. конф. «Наука-Технология-Ресурсосбережение», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2010. - Вып. 11. - С. 97-100.
15. Созонтов А.В. Анализ способов повышения продуктивности лугов и пастбищ / А.В. Созонтов, А.Н. Морозов // Знания молодых - новому веку: материалы Всероссийской студенческой науч. конф.: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2008. - С. 212-213.
16. Созонтов А.В. Анализ способа возделывания трав на естественных сенокосах в условиях лабораторно-полевых испытаний / А.В. Созонтов, А.Н. Морозов // Знания молодых - новому веку: материалы Всероссийской студенческой науч. конф.: Сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2009. - С. 194-196.
17. Созонтов А.В. Анализ процесса работы катушечного высевашного аппарата / А.В. Созонтов // Науке нового века - знания молодых. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей, посвященной 80-летию Вятской ГСХА: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2010. - С. 204-208.
18. Кормщиков А.Д. Технологии и технические средства для повышения продуктивности кормовых угодий / А.Д. Кормщиков, А.В. Созонтов // Знания молодых - новому веку: материалы межвуз. студ. науч. конф.: сб. науч. тр. - Киров: Вятская ГСХА, 2007. - С. 210-213.

19. Созонтов А.В. Совершенствование технологий и технических средств повышения урожайности трав на естественных кормовых угодьях / А.В. Созонтов // Науке нового века - знания молодых: Сборник статей 8-й научной конференции аспирантов и соискателей: в 2 ч. - Киров: Вятская ГСХА, 2008. - Ч.2. - С. 73-76.

20. Кормщиков А.Д. Совершенствование технологии полосного посева семян трав в дернину / А.Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов, А.В. Созонтов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2009. - №1. - С. 148-153.

21. Созонтов А.В. Результаты определения физико-механических свойств почвы и полевой всхожести семян трав в условиях лабораторно-полевых испытаний / А.В. Созонтов // Науке нового века - знания молодых: Сборник статей 9-й научной конференции аспирантов и соискателей: в 2 ч. - Киров: Вятская ГСХА, 2009. - Ч.2. - С. 50-53.

Заказ №___ Подписано к печати _____
Тираж 95 экз. Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,0

ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия»
610017. г. Киров, Октябрьский пр-т, 133

Отпечатано с оригинал-макета в типографии ФГБОУ ВПО Вятской ГСХА