

Научная статья

УДК 631.316.46

EDN INQIPD

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_115

Грядообразователь для возделывания сои

Ирина Александровна Лонцева¹, Владимир Анатольевич Мунгалов²,
Вячеслав Анатольевич Сенников³, Виктор Владимирович Епифанцев⁴

^{1, 2, 3, 4} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ largoil@mail.ru

Аннотация. Соя – теплолюбивая сельскохозяйственная культура с периодом вегетации более 100 дней. Как и многие другие культуры, соя не растёт на переувлажнённых почвах. В условиях переувлажнения и недостатка тепла рекомендуется использовать возделывание на грядах. Формирование гряд происходит в период весенних полевых работ перед посевом. Предлагаем конструкцию грядообразователя состоящую из лап-окучников, формирующих борозды; катков, выполняющих выравнивающе-прикатывающее действие на всей поверхности гряды; а также гибких пластин из резиноканевой ленты, размещённых на цилиндрической поверхности катка. Наличие гибких пластин увеличивает пятно контакта с почвой, уменьшает давление и сопротивление качению, смягчает ударные нагрузки и позволяет повысить рабочие скорости, а также вдавливают или разрушают глыбистые структуры.

Ключевые слова: грядообразователь, каток, гибкие планки, плотность почвы

Для цитирования: Лонцева И. А., Мунгалов В. А., Сенников В. А., Епифанцев В. В. Грядообразователь для возделывания сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 115–122. doi: 10.22450/199996837_2022_3_115.

Original article

A ridge formation machine for soybean cultivation

Irinz A. Lontseva¹, Vladimir A. Mungalov²,
Vyacheslav A Sennikov³, Victor V. Epifantsev⁴

^{1, 2, 3, 4} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ largoil@mail.ru

Abstract. Soybean is a thermophilic agricultural crop with a growing season of more than 100 days. Like many other crops, soybeans do not grow on waterlogged soils. In conditions of waterlogging and lack of heat, it is recommended to use cultivation on ridges. The formation of ridges occurs during the spring field work before sowing. We offer a design of a ridge-forming device consisting of paws-spud forming furrows; rollers performing a leveling and rolling action on the entire surface of the ridge; as well as flexible plates made of rubber-fabric tape placed on the cylindrical surface of the roller. The presence of flexible plates increases the contact spot with the soil, reduces pressure and rolling resistance, softens shock loads and allows increasing operating speeds, as well as pushes or destroys lumpy structures.

Keywords: machine for the formation of ridges, roller, flexible slats, soil density

For citation: Lontseva I. A., Mungalov V. A., Sennikov V. A., Epifantsev V. V. Gryadoobrazovatel' dlya vozdeleyvaniya soi [A ridge formation machine for soybean cultivation]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 115–122. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_115.

Введение. В связи с тем, что в последние годы возникают частые переувлажнения почв из-за продолжительных и проливных дождей необходимо внедрение новых технологий возделывания одной из ведущих культур Дальнего Востока и Амурской области – сои.

Одним из наиболее распространённых способов размещения семян всех зерновых сельскохозяйственных культур Амурской области является размещение по гладкому профилю поля. Соя – культура с продолжительным периодом вегетации. Посев сои на ровную поверхность рекомендуется для почв нормальной влажности или недостаточного увлажнения [1, 2]. Среднеспелые сорта сои имеют период вегетации 100–110 дней. Для успешного созревания семена таких культур целесообразно размещать на возвышенности. В условиях переувлажнения и недостатка тепла рекомендуется использовать возделывание большинства сельскохозяйственных культур на гребнях и грядах (рис. 1).

Цель работы – предложить почвообрабатывающий агрегат-грядообразователь для возделывания сои на переувлажнённых почвах.

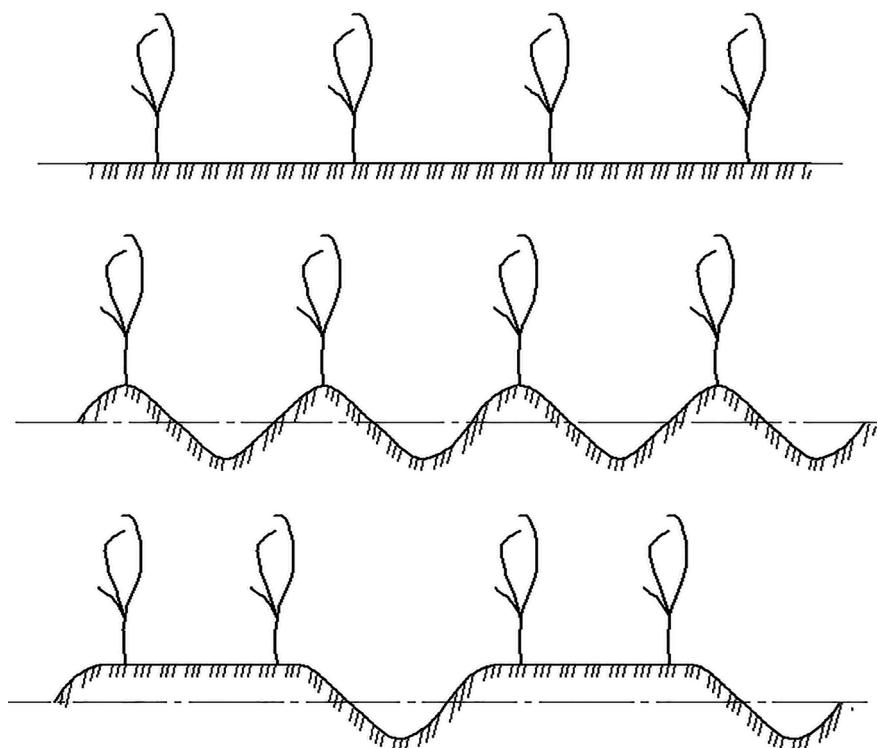
Условия и методы исследований.

Гребневой способ применяют в зонах повышенного увлажнения. На вершинах гребней семена располагают при избытке влаги и недостатке тепла [2, 3].

Гряды обеспечивают более устойчивый водно-воздушный и тепловой режимы. Они медленнее чем гребни просыхают и увлажняются, медленнее прогреваются и остывают. При недостатке влаги на грядковых системах более высокая степень влагозадержания, чем на гребнях, а при избытке влаги – меньшая опасность дождевого смыва (водной эрозии).

Нарезку гряд проводят весной, сразу после обработки почвы дисковыми боронами за 3–7 дней до посева. При дисковании происходит перемешивание почвы, заделка растительных остатков и доведение до мелкокомковатой структуры, а после формирования гряд почва лучше прогревается [4].

Актуальной задачей является формирование гряд, когда происходит смешение части почвы из борозды и уплотнение боковых и верхней поверхности гряд с одновременным разбиванием комьев.



сверху – гладкий; по центру – гребневой; снизу – грядовой

Рисунок 1 – Профиль поверхности поля при возделывании сои

Рабочим органом, формирующим гряды, является лапа-окучник, от параметров которой зависит первоначальная форма борозды [5]. В процессе дальнейших технологических процессов и воздействия факторов окружающей среды происходит изменение формы гряды. Соответственно, необходимо предпринять меры по обеспечению сохранения формы с учётом физико-механических свойств почвы.

Для этой цели предлагается каток гребнеобразователя сложной формы, позволяющий прикатывать верхнюю и боковую поверхность гряды (рис. 2).

Лапы окучников для обработки стыковых междурядий целесообразно применять без наружных крыльев, что позволяет направлять агрегат по сформированной полуборозде [6].

На рисунке 2 показан процесс образования гряд. При этом по обработанному участку поля движутся установленные на одинаковом расстоянии 110 см лапы, формирующие борозду, глубина которой может регулироваться от 15 до 25 см. За лапами расположен каток сложной формы, состоящий из шести секций. Каждая секция имеет сложную гантелеобразную

форму. Центральная часть секции катка – цилиндр для прикатывания поверхности гряды, боковые грани – конусообразные, для прикатывания краёв гряд.

Поскольку часть почвы под действием лапы окучника смещается на поверхность гряды, то задача катка равномерно распределить эту почву и придать форму. Движение катка происходит от соприкосновения с почвой, поэтому частота его вращения зависит от скорости движения трактора. Для лучшего процесса прикатывания предлагаем установить дополнительно по цилиндрической части поверхности катка уплотняющие пластины из резиноканевой ленты (рис. 3).

Движение катка происходит с образованием колеи, при этом также происходит встреча с комьями почвы (рис. 4). При встрече комков должен разрушаться или вдавливаясь, а не протаскиваться вперёд, образуя почвенный валик. Характер этого взаимодействия зависит от размеров комьев и размера катка.

Максимальный радиус комьев ($r_{км\ max}$), который будет разрушаться или вдавливаясь без протаскивания определяется по формуле (1) [7]:

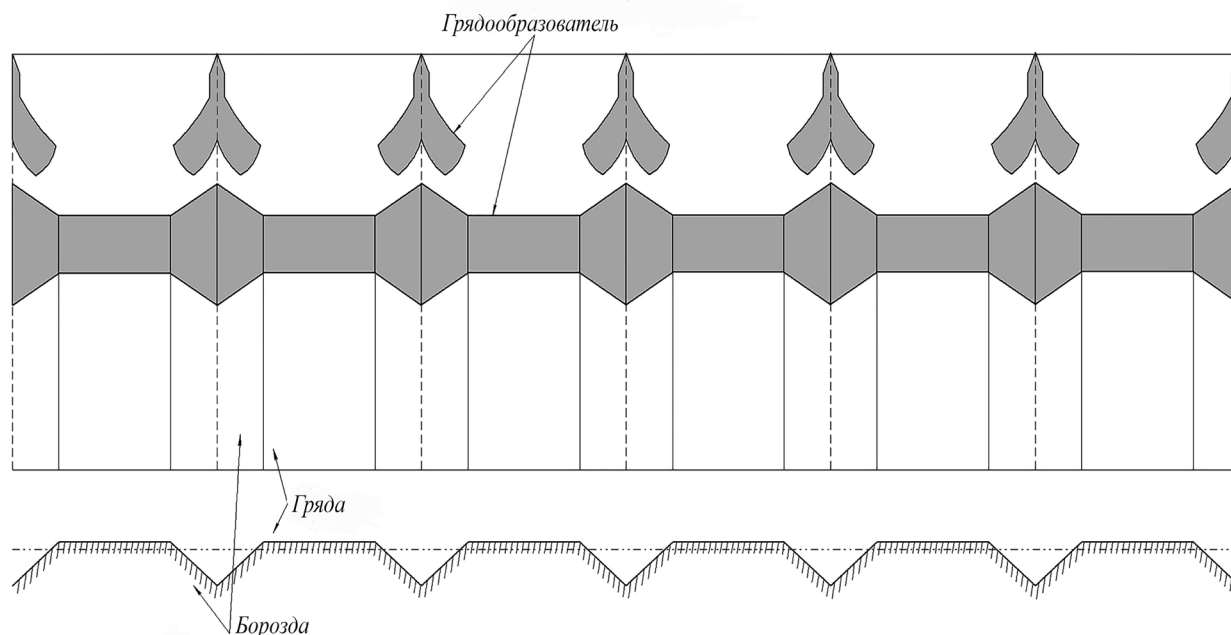


Рисунок 2 – Схема формирования гряд при помощи грядообразователя

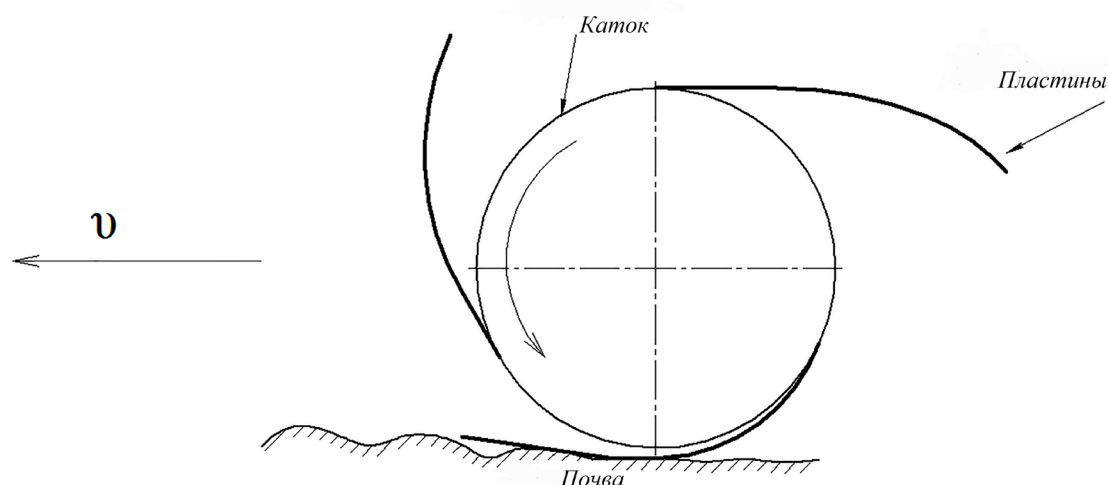


Рисунок 3 – Схема прикатывающего рабочего органа с гибкими пластинами

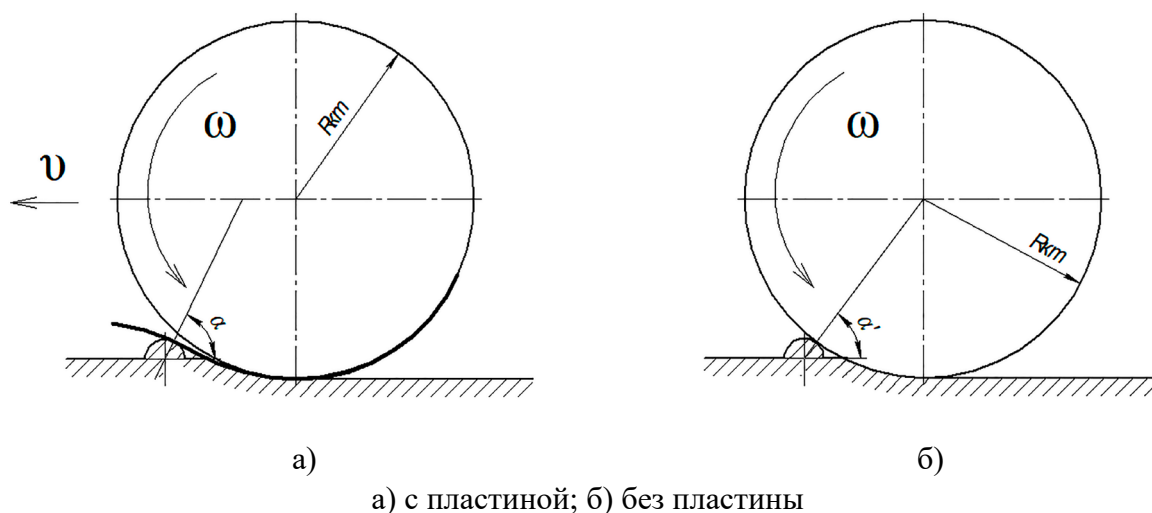


Рисунок 4 – Угол действия силы на ком почвы при движении катка

$$\tau_{\text{км max}} = \frac{R_{\text{кат}}(1 - \cos\alpha)}{(1 + \cos\alpha)} \quad (1)$$

где $R_{\text{кат}}$ – радиус катка;
 α – угол действия силы давления на комок.

В процессе движения пластины создают ударное воздействие на поверхность гряды, разрушая или вдавливая комки почвы и увеличивают площадь пятна контакта.

Максимальный радиус комков при которых происходит движение катка без образования валика с гибкой пластиной составляет 10,6 см, без пластины – 6,5 см.

При движении пластина, отгибаясь и выполняя ударное движение о почву, кроме воздействия на структуру почвы, увеличивает пятно контакта катка с почвой, что уменьшает давление и сопротивление качению. Выполненные из резинотканевой ленты планки служат ободом для металлической поверхности катка и, в свою очередь, смягчают ударные нагрузки и позволяют повысить рабочие скорости.

На рисунке 5 представлен машинно-тракторный агрегат, состоящий из трактора второго тягового класса и грядообразователя. Увеличить функциональность машины можно за счёт установки



Рисунок 5 – Грядообразователь

дополнительных бункеров для внесения минеральных удобрений.

Работа машины происходит следующим образом. Установленные впереди лапы окучника формируют борозды, как видно из рисунков 2, 5. Количество борозд равно семи. По краям машины, как было сказано ранее, установлены лапы без левого и правого крыла соответственно. При проходе агрегата по следу в полуборозде происходит её окончательное формирование, что также служит ориентиром для движения машинно-тракторного агрегата.

Установленные на машине бункеры для минеральных удобрений позволяют при помощи тукопроводов направлять материал в два ряда по ширине каждой гряды. Прикатывающие цилиндрические элементы гантелеобразной формы с гибкими пластинами формируют уплотнённую выровненную поверхность гряды.

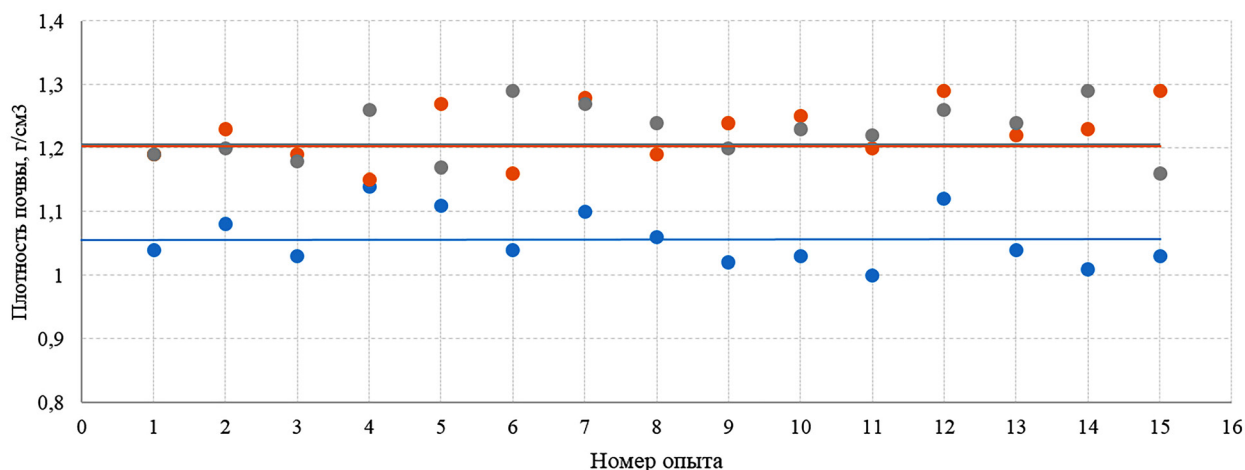
Гряды хорошо прогреваются на солнце, сохраняют почвенную влагу во время посева, имеют мелкокомковатую структуру, не разрушаются от природных и технологических воздействий. Всё это в целом обеспечивает благоприятные условия для роста и развития растений сои.

Результаты исследований. Основная задача прикатывающих машин – создать оптимальные условия для роста и развития будущих растений оптимальной плотности.

Исследование плотности почвы без прикатывания, после прикатывания гладким катком и катком с гибкими пластинами проводилось на глубине 5 см с рабочими скоростями 1,5 и 2,5 м/с.

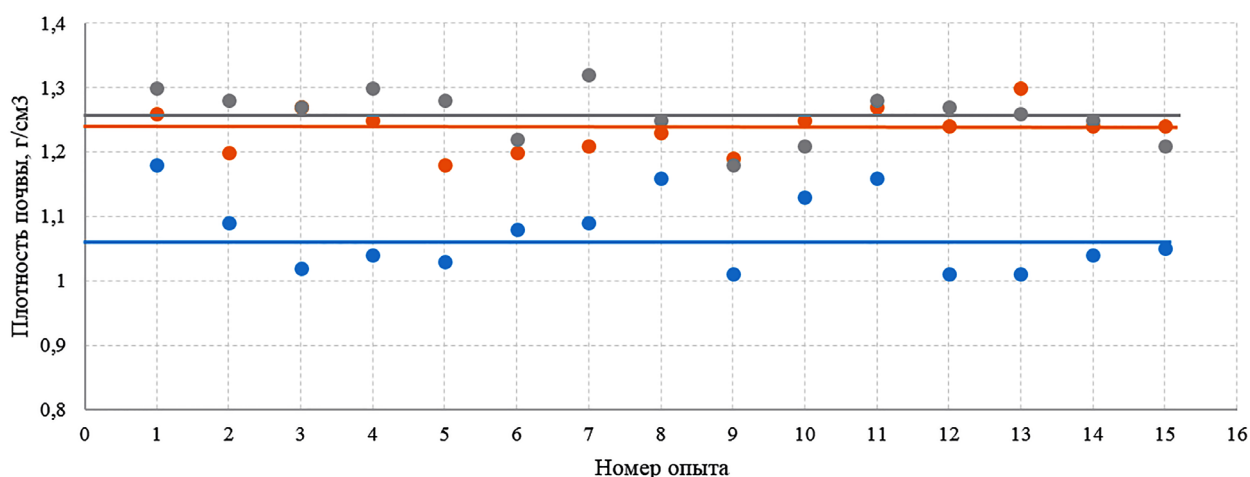
Анализируя полученные графики (рис. 6, 7), можно отметить, что плотность почвы на глубине 5 см при движении агрегата с катком без планок и с гибкими планками различна на скорости 2,5 м/с. Тогда как наличие планок на катке при движении агрегата на скорости 1,5 м/с на уплотнение почвы не оказывает заметного влияния в условиях проведения эксперимента. Это связано с тем, что при меньшей скорости движения гибкие планки ударяют с меньшей силой о поверхность почвы и полученное ударное воздействие компенсируется другими факторами.

Кроме того, установлено, что при увеличении скорости движения агрегата увеличивается плотность поверхностного слоя. При этом более сильное уплотняющее воздействие происходит за счёт удара



синий цвет – плотность почвы без прикатывания ($1,06 \text{ г/см}^3$)
 оранжевый цвет – плотность почвы после прохода катка без планок ($1,20 \text{ г/см}^3$)
 серый цвет – плотность почвы после прохода катка с планками ($1,20 \text{ г/см}^3$)

Рисунок 6 – Уплотнение почвы на глубине 5 см при скорости движения агрегата 1,5 м/с



синий цвет – плотность почвы без прикатывания гряды ($1,07 \text{ г/см}^3$)
 оранжевый цвет – плотность почвы после прохода катка без планок ($1,24 \text{ г/см}^3$)
 серый цвет – плотность почвы после прохода катка с планками ($1,26 \text{ г/см}^3$)

Рисунок 7 – Уплотнение почвы на глубине 5 см при скорости движения агрегата 2,5 м/с

о почву гибкими планками. Так на скорости 1,5 м/с плотность составила $1,20 \text{ г/см}^3$, а на скорости 2,5 м/с – $1,26 \text{ г/см}^3$.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что эффективная работа грядообразователя с установленными на цилиндрической части катка гибкими пластинами будет выполняться на рабочей скорости 2,5 м/с. Работа на скорости выше 3 м/с не позво-

лит планкам катка выполнять ударные движения о почву с необходимым усилием.

Полученные значения уплотняющего воздействия благоприятны для проведения следующих технологических операций (посева). Но необходимо учитывать, что со временем плотность почвы будет естественным образом повышаться и достигнет значений $1,4\text{--}1,5 \text{ г/см}^3$.

Список источников

1. Ларюшин Н. П., Шумаев В. В., Шуков А. В. Технология и средства механизации посева мелкосеменных масличных культур комбинированными сошниками сеялки. Теория, конструкция, расчёт : монография. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2018. 178 с.
2. Тюлин В. А., Митрофанов Ю. И., Королева Ю. С. Адаптивно-ландшафтное растениеводство : учебное пособие. Тверь : Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. 156 с.
3. Организация и особенности проектирования экологически безопасных агроландшафтов : учебное пособие / под ред. Л. П. Степановой. СПб : Лань, 2019. 268 с.
4. Завражнов А. И., Бобрович Л. В. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве. СПб : Лань, 2022. 688 с.
5. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов // Агропанорама. 2019. № 5. С. 22–26.
6. Сельскохозяйственные машины : учебное пособие / С. Н. Алейник, А. В. Рыжков, К. В. Казаков [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, 2020. 357 с.
7. Кузнецов В. В. Сельскохозяйственные машины : учебно-методическое пособие. Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2018. Часть 2. 116 с.

References

1. Laryushin N. P., Shumaev V. V., Shukov A. V. *Tekhnologiya i sredstva mekhanizacii poseva melkosemennyyh maslichnyh kul'tur kombinirovannymi soshnikami seyalki. Teoriya, konstrukciya, raschyot: monografiya [Technology and means of mechanization of sowing of small-seeded oilseeds with combined seeder coulters. Theory, construction, calculation: monograph]*, Penza, Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018, 178 p. (in Russ.).
2. Tyulin V. A., Mitrofanov Yu. I., Koroleva Yu. S. *Adaptivno-landshaftnoe rastenievodstvo: uchebnoe posobie [Adaptive landscape plant growing: a textbook]*, Tver', Tverskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2019, 156 p. (in Russ.).
3. Stepanova L. P. (Eds.). *Organizaciya i osobennosti proektirovaniya ekologicheski bezopasnyh agrolandshaftov: uchebnoe posobie [Organization and design features of environmentally friendly agricultural landscapes: textbook]*, Sankt-Peterburg, Lan', 2019, 268 p. (in Russ.).
4. Zavrazhnov A. I., Bobrovich L. V. *Tendencii razvitiya inzhenerenogo obespecheniya v sel'skom hozyajstve [Trends in the development of engineering support in agriculture]*, Sankt-Peterburg, Lan', 2022, 688 p. (in Russ.).
5. Chebotarev V. P., Ednach V. N., Zayats A. V., Filippov A. I. K voprosu formirovaniya uzkoprofil'nyh gryad [On the issue of the formation of narrow-profile ridges]. *Agropanorama*, 2019; 5: 22–26 (in Russ.).
6. Aleinik S. N., Ryzhkov A. V., Kazakov K. V., Makarenko A. N., Machkarin A. V., Saenko Yu. V. [et al.]. *Sel'skohozyajstvennyye mashiny: uchebnoe posobie [Agricultural machines: a textbook]*, Belgorod, Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V. Ya. Gorina, 2020, 357 p. (in Russ.).
7. Kuznetsov V. V. *Sel'skohozyajstvennyye mashiny: uchebno-metodicheskoe posobie. Chast' 2 [Agricultural machines: an educational and methodical manual. Part 2]*, Bryansk, Bryanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018, 116 p. (in Russ.).

© Лонцева И. А., Мунгалов В. А., Сенников В. А., Епифанцев В. В., 2022

Статья поступила в редакцию 01.08.2022; одобрена после рецензирования 12.09.2022; принята к публикации 13.09.2022.

The article was submitted 01.08.2022; approved after reviewing 12.09.2022; accepted for publication 13.09.2022.

Информация об авторах

Лонцева Ирина Александровна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, largoil@mail.ru;

Мунгалов Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, декан факультета механизации сельского хозяйства, Дальневосточный государственный аграрный университет, fmskh@dalgau.ru;

Сенников Вячеслав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, sennikovva@mail.ru;

Епифанцев Виктор Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about the authors

Irina A. Lontseva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, largoil@mail.ru;

Vladimir A. Mungalov, Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Agricultural Mechanization, Far Eastern State Agrarian University, fmskh@dalgau.ru;

Vyacheslav A. Sennikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, sennikovva@mail.ru;

Victor V. Epifantsev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University