

## Оценка качества тресты при отдельной технологии уборки льна-долгунца

**Иван Валентинович Сизов,**  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: ivan.sizov.1976@mail.ru;

**Лариса Николаевна Пак,**  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
e-mail: pak\_lar@bk.ru;

**Елена Сергеевна Белякова,**  
кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: ebelacova@tvgscha.ru

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, Российская Федерация

**Реферат.** Рассмотрели технологические аспекты и приемы приготовления льняной тресты при отдельном способе уборки льна-долгунца. Данная технология позволяет продлить созревание семян на корню. Показали, что за время вылежки льносоломы в виде лент неочесанных стеблей семена в коробочках подсыхают и дозревают естественным образом. Это позволяет снизить расход топливных ресурсов в сравнении с традиционной схемой, получить качественное волокно и пригодные для посева семена. (*Цель исследования*) Оценить качество льносырья на этапе приготовления тресты. (*Материалы и методы*) Изучили процессы и технические средства при уборке льна-долгунца в соответствии с нормативной документацией на этапах выдергивания, вылежки, оборачивания, подбора и очесывания стеблей. (*Результаты и обсуждение*) Определены показатели биологической урожайности тресты и семян в процессе приготовления льнотресты. При различной норме высевы семян урожайность тресты достигала 23,1-24,8 центнера на 1 гектар и сроке вылежки 14 дней, а также 20,8-22,2 центнера на 1 гектар на 21-й день. Согласно исследованиям средняя урожайность при различных условиях уборки составляет 20-30 центнеров с 1 гектара. Урожайность льносемян от 2,9 до 4,1 центнера с 1 гектара при разных сроках вылежки можно считать вполне допустимой. Растянность ленты после оборачивания возрастала по сравнению с исходной при скорости комбайна 5,3 и 7,8 километра в 1 час, не превышая допустимого значения. При скорости 9,6 километра в 1 час агротехнические требования нарушались. (*Выводы*) Раздельная уборка льна эффективна при вылежке льносырья в течение трех недель. При оборачивании неочесанных лент рабочая скорость не должна превышать 9 километров в 1 час.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, отдельная уборка, приготовление тресты, неочесанные стебли, урожайность тресты, растянность лент.

■ **Для цитирования:** Сизов И.В., Пак Л.Н., Белякова Е.С. Оценка качества тресты при отдельной технологии уборки льна-долгунца // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. №2. С. 49-54. DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-54. EDN OCBUCT.

## Evaluation of Straw Flax Preparation Quality in the Framework of Separate Flax Harvesting Technology

**Ivan V. Sizov,**  
Ph.D.(Eng.), associate professor,  
e-mail: ivan.sizov.1976@mail.ru;

**Larisa N. Pak,**  
Ph.D.(Eng.), associate professor,  
e-mail: pak\_lar@bk.ru;

**Elena S. Belyakova,**  
Ph.D.(Eng.), associate professor,  
e-mail: ebelacova@tvgscha.ru

Tver State Agricultural Academy, Tver, Russian Federation

**Abstract.** The paper explores the technological aspects and methods involved in the preparation of flax straw within the framework of separate fiber flax harvesting technology. This particular technology allows for the prolonged maturation of seeds in the field. The study demonstrates that during the process of seasoning flax straw in the form of unprocessed stem ribbons, the seeds within the capsules undergo natural drying and ripening. This approach enables a reduction in fuel consumption compared to the

traditional scheme while obtaining high-quality fiber and seeds suitable for sowing. (*Research purpose*) The objective of this study is to assess the quality of raw flax during the stage of straw flax preparation. (*Materials and methods*) The study investigates the processes and technical units involved in fiber flax harvesting, adhering to regulatory guidelines during the stages of stem pulling, seasoning, turning, picking, and processing are thoroughly examined. (*Results and discussion*) The research results have revealed the indicators for biological productivity of straw and seeds during the process of straw flax preparation. Under different seeding rates, the yield of straw flax ranges from 23.1 to 24.8 centners per hectare during a 14-day seasoning period and from 20.8 to 22.2 centners per hectare on the 21st day. These findings demonstrate that the average yield under various harvesting conditions is 20-30 centners per hectare. The flaxseed yield, ranging from 2.9 to 4.1 centners per hectare at different maturation periods, can be considered satisfactory. Furthermore, it was observed that the elongation of the flax ribbon increases after turning, compared to its initial state, when the combine speed is 5.3 and 7.8 kilometers per hour, remaining within the acceptable limits. However, at a speed of 9.6 kilometers per hour, there was a violation of agrotechnical requirements. (*Conclusions*) The separate harvesting of flax has proven to be effective during a three-week period of raw flax seasoning. It is important to note that when turning unprocessed flax ribbons, the working speed should not exceed 9 kilometers per hour.

**Keywords:** fiber flax, separate harvesting, preparation of flax straw, unprocessed stems, straw yield, elongation of ribbons.

■ **For citation:** Sizov I.V., Pak L.N., Belyakova E.S. Otsenka kachestva tresty pri razdel'noy tekhnologii uborki l'nodolguntsa [Evaluation of straw flax preparation quality in the framework of separate flax harvesting technology]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2023. Vol. 17. N2. 49-54 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-54. EDN OCBUCT.

Производство продукции льноводства для многих хозяйств становится нерентабельным из-за роста затрат на топливо. Ситуация ухудшается также из-за низкого качества посевного материала, что приводит к сокращению объемов льняного волокна. Для решения проблемы начало уборки льнокомбайнами смещается на более поздние сроки [1]. Такая мера позволяет продлить вызревание семян на корню, однако может отразиться на состоянии льнотресты как сырья для переработки на волокно.

Другим способом повышения кондиционных свойств семян для высева можно считать уборку льна по раздельной схеме [2]. В этом случае уборку начинают на 10-12 дней раньше, чем при комбайновой технологии, и после тербления семенные коробочки отчесывают не сразу, а оставляют на некоторое время на стеблях, расстиланых в виде лент. Таким образом коробочки подсыхают и семена дозревают естественным образом. При данной технологии расход топлива непосредственно на уборку льна комбайном снижается на 150-160 кг/га, повышается качество волокна и пригодность к посеву семян [3, 4].

Через 2-3 недели после вылежки льносоломы для получения тресты коробочки отделяют в поле, если позволяет погода, подборщиками-очесывателями, либо на стационарных площадках. Для транспортировки ленты льнотресты закатываются в рулоны.

Сроки вылежки в поле во многом зависят не только от погодных условий, но и использования определенных технологических приемов, в частности оборачивания ленты стеблей на 180°. Это особенно эффективно при урожайности льносоломы 4 т/га. Качество льносырья повышается на 0,5-1 сортономер и более [5], значительно ускоряется процесс приготовления тресты, выравниваются цвет и влажность.

Техническим средством для оборачивания ленты льна служит подборщик-оборачиватель [6-8]. Принцип работы большинства таких агрегатов основан на подборе ленты, ее перемещении в канале, образованном прижимными прутками, с постепенным разворотом ремнем на 180° и расстиле ленты сзади машины. Основными рабочими органами служат подбирающий барабан 1, прижимные прутки 2, перекрестный ремень 3 и шкив 4, который в некоторых конструкциях является ведущим (рис. 1).

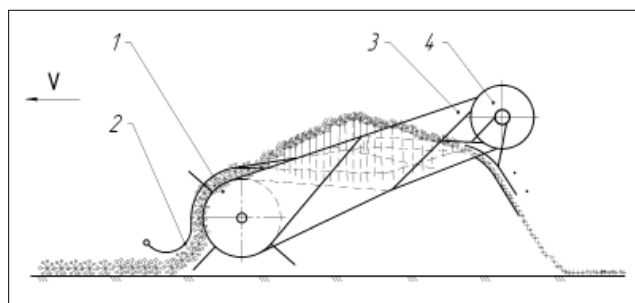


Рис. 1. Технологический процесс оборачивания ленты льна: 1 – подбирающий барабан; 2 – прижимные прутки; 3 – перекрестный ремень; 4 – шкив

Fig. 1. Technological process of flax ribbon turning: 1 – pick-up drum; 2 – clamping bars; 3 – cross belt; 4 – pulley

Главная особенность приготовления тресты при раздельной уборке льна заключается в правильной организации операций с неочесанными лентами. Период вылежки льносырья зависит от погоды и может занять несколько недель. Если очес не был произведен в полевых условиях, то стебли находятся на льнице до начала их подбора для прессования. Коробочки разрушаются, и потери семян неизбежны как при длительной вылежке, так и при транспортировке льна.

В льноводческих хозяйствах машины для подбора и очеса льна из лент практически отсутствуют, кроме того, их применение не всегда возможно из-за погоды. Следовательно, важно сократить период вылежки льносырья за счет таких операций, как оборачивание ленты. При этом работа с лентами должна выполняться качественно, чтобы предотвратить излишние потери семенного материала.

**Цель исследования** – оценить качество льносырья на этапе приготовления тресты при раздельной схеме уборки льна.

**Материалы и методы.** Исследовались процессы полевой выдержки и техническое средство для оборачивания лент льна. Условия испытаний и агротехнические показатели при полевых опытах определялись согласно ГОСТ 20915-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний» и СТО АИСТ 8.9-2004 «Машины для уборки льна. Методы оценки функциональных показателей».

Испытания проходили в агротехнопарке Тверской ГСХА с использованием льноуборочного комбайна ЛК-4А с отключенным очесывающим аппаратом (рис. 2).



Рис. 2. Уборка льнокомбайном ЛК-4А; справа неочесанные ленты льна

Fig. 2. Harvesting with LK-4A flax combine; on the right – unprocessed flax ribbons

Во время вылежки неочесанные ленты неоднократно оборачивались (рис. 3). Определялся ряд показателей качества процесса и характеристик льносырья.



Рис. 3. Оборачивание льна; справа лента после оборачивания

Fig. 3. Flax ribbon turning; on the right – flax ribbons after turning

Качество работы оборачивающего агрегата оце-

нивалось по растянутости ленты льна и биологической урожайности семян в коробочках неочесанных стеблей до и после оборачивания. Характер растянутости лент влияет на размеры рулонов, формируемых при завершении вылежки для транспортировки на перерабатывающие предприятия. Растянутость зависит от смещения стеблей в ленте относительно друг друга и определяется как отношение средней ширины ленты к горстевой длине стеблей массой около 200 г, выравненных по комлям. Ширина ленты и длина стеблей измеряются на выбранных участках лент. Допустимая величина показателя растянутости ленты составляет 1,2.

Второй показатель – биологическая урожайность льносемян до и после оборачивания отражает потерю коробочек при подъеме, оборачивании и расстиле неочесанных лент.

**Результаты и обсуждение.** Получены данные о биологической урожайности тресты и семян на этапах вылежки и проведения работ по оборачиванию лент. Пробы (снопы) отбирались на разных стадиях вылежки льносоломы в тресту (в 7-й, 14-й и 21-й дни) на нескольких опытных участках с различной нормой высева семян (80, 85 и 90 кг/га). Как пример в *таблице 1* представлены результаты измерений на 21-й день.

Обобщенные результаты исследований урожайности тресты и льносемян за весь период опытов сведены в *таблицу 2*.

Биологическая урожайность тресты снижалась по мере увеличения срока вылежки стеблей. При разной норме высева данный показатель достигал 23,1-24,8 ц/га при вылежке в течение 14 дней и 20,8-22,2 ц/га на 21-й день. Согласно исследованиям качества льнопродукции, средняя урожайность при различных условиях уборки составляет 20-25 ц/га [9]. Учитывая, что для полноценной вылежки льносырья необходимы как минимум три недели, считаем 21 день наиболее приемлемым сроком вылежки.

При изучении раздельной технологии уборки льна установлено, что при урожайности льносемян 2,5-3 ц/га эта отрасль растениеводства может быть полностью обеспечена посевным материалом [10-13]. Таким образом, при различных сроках вылежки полученные значения урожайности льносемян от 2,9 до 3,7 ц/га (на 21-й день при норме высева соответственно 80 и 90 кг/га) можно считать вполне допустимыми. Однако затягивание процесса вылежки в полевых условиях может привести к нежелательному снижению урожайности и качества как льнотресты, так и семян по причине перележки стеблей и потери льносемян в коробочках.

Результаты экспериментальных исследований растянутости и биологической урожайности льносемян в коробочках до и после оборачивания неочесанных стеблей лент при разной скорости движения оборачивающего агрегата приведены в *таблицах 3 и 4*.

Растянутость лент льна определялась по различ-



Таблица 1				Table 1			
ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ ТРЕСТЫ И СЕМЯН / ESTIMATES OF THE FLAX STRAW AND SEED YIELD							
Учетный сноп Sheaf sample	Характеристика слоя стеблей на 1 метр ленты, шт. Characteristics of the stem layer per 1 meter of straw ribbon, pcs	Биологическая урожайность, кг/га Biological yield, kg/ha					
		треста / flax straw	семена / seeds				
1	1630	1967	378				
2	1410	2282	427				
3	1080	2863	483				
4	1060	1120	276				
5	930	1085	227				
6	1380	2415	388				
7	1190	2520	371				
8	1020	2618	399				
9	1380	2926	336				
10	1540	2415	462				
Среднее / Average	1630	2221	375				

Таблица 2							Table 2						
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЬНОСЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТРЕСТЫ CHARACTERISTICS OF RAW FLAX IN THE PROCESS OF PREPARING FLAX STRAW													
Срок вылежки льняной тресты в лентах The time of flax straw seasoning in ribbons	Норма высева льна, кг/га / Flax seeding rate, kg/ha												
	80		85		90								
	биологическая урожайность, ц/га / biological yield, kg/ha												
	треста flax straw	семена seeds	треста flax straw	семена seeds	треста flax straw	семена seeds							
7 дней/ days	24,6	4,1	27,8	4,4	29,7	4,9							
14 дней/ days	23,1	3,4	23,6	3,8	24,8	4,1							
21 день/ days	20,8	2,9	21,5	3,3	22,2	3,7							

Таблица 3								Table 3							
РАСТЯЖНОСТЬ ЛЕНТ ЛЬНА / ELONGATION OF FLAX RIBBONS															
Средняя скорость агрегата, км/ч Average speed of the unit, km/h	Биологическая урожайность льнотресты, ц/га / Flax straw's biological yield, c/ha														
	24,6		27,8		29,7										
	до оборачивания before turning	после оборачивания after turning	до оборачивания before turning	после оборачивания after turning	до оборачивания before turning	после оборачивания after turning	после оборачивания after turning								
	5,3	1,06	1,13	1,09	1,11	1,04	1,14								
7,8	1,08	1,16	1,10	1,15	1,09	1,17									
9,6	1,11	1,23	1,13	1,28	1,09	1,32									

Таблица 4							Table 4						
БИОЛОГИЧЕСКАЯ УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ДО И ПОСЛЕ ОБОРАЧИВАНИЯ / SEED BIOLOGICAL YIELD BEFORE AND AFTER TURNING													
Средняя скорость агрегата, км/ч Average speed of the unit, km/h	Биологическая урожайность семян в коробочках неочесанных стеблей, ц/га Biological seed yield of unprocessed stem capsules, kg/ha												
	норма высева льна, кг/га / flax seeding rate, kg/ha												
	80		85		90								
	до оборачивания before turning	после оборачивания after turning	до оборачивания before turning	после оборачивания after turning	до оборачивания before turning	после оборачивания after turning							
5,3	4,14	4,10	4,39	4,33	4,90	4,87							
7,8	4,17	4,13	4,41	4,35	4,91	4,83							
9,6	4,12	4,02	4,37	4,31	4,97	4,81							

ной биологической урожайности льнотресты с нескольких участков при различной норме высева. Второй фактор, влияющий на растянутость лент, – средняя скорость движения оборачивателя. При скорости 5,3 и 7,8 км/ч растянутость ленты после оборачивания несколько возросла по сравнению с исходной (табл. 3). Однако этот показатель не превысил допустимое значение, равное 1,2. Агротехнические требования нарушались при более высокой скорости – 9,6 км/ч. Обеспечить требуемую производительность оборачивателя – 1 га за 1 час основного времени работы возможно при скорости от 8 до 9 км/ч. В этом случае качество проведения операции будет допустимым.

Анализ таблицы 4 показал, что в процессе оборачивания биологическая урожайность семян в коробках изменялась незначительно, то есть потери ко-

робочек были минимальные. Максимальные потери – 2-3 % льносемян наблюдались при скорости оборачивателя 9,6 км/ч.

### Выводы

1. Раздельная технология уборки льна без очесывания льнокомбайном коробочек с семенами сразу после тербления льна позволяет снизить расход топлива на 150-160 кг/га, получить высококачественное волокно на уровне 13-14 номера, а также пригодные к посеву семена.

2. Для достижения приемлемых значений биологической урожайности тресты и семян, соответственно 25 ц/га и 3 ц/га, период вылежки льносырья не должен превышать 21 день.

3. Рациональная рабочая скорость движения оборачивателя неочесанных лент льна находится в пределах от 8 до 9 км/ч.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Uschapovsky I. The russian flax sector: bottlenecks and solutions. *Journal of Natural Fibers*. 2009. Vol. 6. N1. 108-113.
2. Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Ушаповский И.В., Попов Р.А. Основные проблемы научного обеспечения льноводства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. N3. С. 45-52.
3. Быстрова Е.М., Разин С.Н., Турыгин А.Б. Обзор работ по исследованиям способов уборки льна-долгунца // *Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе. Сборник статей 70-й международной научно-практической конференции*. В 3-х томах. Том 2. Караваяво: Костромская ГСХА, 2019. С. 55-61.
4. Демидов В.П., Головатюк В.А., Щукин С.Г. Механизация льноводства: учебное пособие. Новосибирск: НГАУ, 2012. 320 с.
5. Сизов, И.В., Елисеев Ю.В. Перспективные машины для приготовления льняной тресты // *Инновационные технологии в АПК региона: достижения, проблемы, перспективы развития. Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции*. Тверь: Тверская ГСХА, 2021. С. 279-282.
6. Сизов, И.В. Перспективные машины для приготовления льняной тресты // *Агротехника и энергообеспечение*. 2017. N3(16). С. 13-20.
7. Сизов, И.В. Особенности конструкции перспективного оборачивателя лент льна. Развитие научно-инновационного потенциала аграрного производства: проблемы, тенденции, пути решения. *Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*. Тверь: Тверская ГСХА, 2022. С. 329-331.
8. Сизов, И.В. Романенко В.Ю. Пути усовершенствования конструкции оборачивателя лент льна. Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур. *Сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Тверь: Тверской государственный университет, 2016. С. 199-203.
9. Мансапова А.И. Урожайность и качество льна-долгунца в зависимости от погоды, сроков посева и уборки // *Земледелие*. 2016. N8. С. 29-31.
10. Перспективы развития раздельной уборки льна. Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства; 2018. [обновлено 30 апреля 2018; процитировано 18 апреля 2023]. Доступно: <https://belagromech.by/news/perspektivy-razvitiya-razdelnoj-uborki-lna/?ysclid=lgdju6n190899442571>.
11. Годжаев З.Д., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Ценч Ю.С., Зубина В.А. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России до 2030 года (Прогноз) // *Технический сервис машин*. 2019. N4(137). С. 220-229.
12. Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С., Бейлис В.М. Создание и развитие систем машин и технологий для комплексной механизации технологических процессов в растениеводстве // *История науки и техники*. 2019. N12. С. 46-55.
13. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Бейлис В.М., Ценч Ю.С. Инновационная система машинно-технологического обеспечения предприятий агропромышленного комплекса. Ч. 1. Инновационная система машинно-технологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий на длительную перспективу. М.: 2019. 228 с.

### REFERENCES

1. Uschapovsky I. The Russian flax sector: bottlenecks and solutions. *Journal of Natural Fibers*. 2009. Vol. 6. N1. 108-113 (In English).
2. Rostovtsev R.A., Chernikov V.G., Ushchapovskiy I.V., Popov R.A. Osnovnye problemy nauchnogo obespecheniya l'novodstva [The main problems of scientific support of flax

- growing]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020. Vol. 14. N3. 45-52 (In Russian).
3. Bystrova E.M., Razin S.N., Turygin A.B. Obzor rabot po issledovaniyam sposobov uborki l'na-dolguntsa [Overview of research on the methods of cleaning flax]. *Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse. Sbornik statey 70-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Vol. 2. Karavaevo: Kostromskaya GSKHA, 2019. 55-61 (In Russian).
  4. Demidov V.P., Golovatyuk V.A., Shchukin S.G. Mekhanizatsiya l'novodstva: uchebnoe posobie [Mechanization of flax growing: textbook]. Novosibirsk: NGAU, 2012. 320 (In Russian).
  5. Sizov, I.V., Eliseev Yu.V. Perspektivnye mashiny dlya prigotovleniya l'nyanoy tresty [Promising machines for preparing flaxseed]. *Innovatsionnye tekhnologii v APK regiona: dostizheniya, problemy, perspektivy razvitiya. Sbornik nauchnykh trudov po materialam Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Tver': Tverskaya GSKHA, 2021. 279-282 (In Russian).
  6. Sizov, I.V. Perspektivnye mashiny dlya prigotovleniya l'nyanoy tresty [Promising machines for preparing flaxseed]. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2017. N3(16). 13-20 (In Russian).
  7. Sizov I.V. Osobennosti konstruksii perspektivnogo oborachivatela lent l'na [Design features of a promising flax ribbon turner]. *Razvitie nauchno-innovatsionnogo potentsiala agrarnogo proizvodstva: problemy, tendentsii, puti resheniya. Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Tver': Tverskaya GSKHA, 2022. 329-331 (In Russian).
  8. Sizov, I.V. Romanenko V.Yu. Puti usovershenstvovaniya konstruksii oborachivatela lent l'na [Ways to improve the design of the flax ribbon turner]. *Innovatsionnye razrabotki proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur. Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Tver': Tverskoy gosudarstvennyy universitet, 2016. 199-203 (In Russian).
  9. Mansapova A.I. Urozhaynost' i kachestvo l'na-dolguntsa v zavisimosti ot pogody, srokov poseva i uborki [Productivity and quality of fiber flax depending on the weather, sowing and harvesting dates]. *Zemledelie*. 2016. N8. 29-31 (In Russian).
  10. Perspektivy razvitiya razdel'noy uborki l'na [Prospects for the development of separate flax harvesting.]. *Nauchno-prakticheskyy tsentr Natsional'noy akademii nauk Belarusi po mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva*; 2018. (In Russian). [obnovleno 30 aprelya 2018; protsitirovano 18 aprelya 2023]. Dostupno [accessed at]: <https://belagromech.by/news/perspektivy-razvitiya-razdelnoj-uborki-lna/?ysclid=lgd-ju6nl90899442571>.
  11. Godzhaev Z.D., Shevtsov V.G., Lavrov A.V., Tsench Yu.S., Zubina V.A. Strategiya mashinno-tekhnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva Rossii do 2030 goda (Prognoz) [Strategy of machine-technological modernization of agriculture in Russia until 2030 (Forecast)]. *Tekhnicheskii servis mashin*. 2019. N4(137). 220-229 (In Russian).
  12. Lobachevskiy Ya.P., Tsench Yu.S., Beylis V.M. Sozdanie i razvitie sistem mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii tekhnologicheskikh protsessov v rasteniyevodstve [Creation and development of machine systems and technologies for complex mechanization of technological processes in crop production]. *Istoriya nauki i tekhniki*. 2019. N12. 46-55 (In Russian).
  13. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Beylis V.M., Tsench Yu.S. Innovatsionnaya sistema mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya predpriyatiy agropromyshlennogo kompleksa [Innovative system of machine and technological support of agro-industrial enterprises]. Part. 1. *Innovatsionnaya sistema mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy na dlitel'nyuyu perspektivu*. Moscow: 2019. 228 (In Russian).

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Заявленный вклад соавторов:

Сизов И.В. – научное руководство, формулирование направления исследований, разработка методики исследований, литературный анализ и визуализация;

Пак Л.Н. – разработка методики исследований;

Белякова Е.С. – анализ существующих технологий.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### Coauthors' contribution:

Sizov I.V. – scientific supervision, formulation of research direction, development of research methodology, literature analysis, and visualization;

Pak L.N. – development of research methodology;

Belyakova E.S. – analysis of existing technologies.

The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию

Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on

The paper was accepted for publication on

03.04.2023

24.05.2023