

Основные проблемы научного обеспечения льноводства

Роман Анатольевич Ростовцев,
доктор технических наук,
профессор Российской академии наук, директор,
e-mail: info@fncl.ru;
Виктор Григорьевич Черников,
доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент Российской академии наук,
главный научный сотрудник;

Игорь Валентинович Ушаповский,
кандидат биологических наук, доцент,
заместитель директора по научной работе;
Роман Андреевич Попов,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
e-mail: r.popov@fncl.ru

Федеральный научный центр лубяных культур, г. Тверь, Российская Федерация

Реферат. Стратегические планы экономического развития Российской Федерации на ближайшую перспективу предполагают увеличение спроса на изделия из натуральных волокон, в том числе льняные ткани, что потребует роста производства отечественного льносырья. Рассмотрели важнейшие проблемы научного обеспечения увеличения производства и повышения качества льнопродукции в России. (*Цель исследования*) Оценить состояние льноводства и выявить проблемы научного обеспечения повышения качества льнопродукции. (*Материалы и методы*) Изучили организационные аспекты возделывания и переработки льна, новые способы уборки культуры, вопросы механизации технологических процессов и состояние технической оснащенности хозяйств. (*Результаты и обсуждение*) Показали, что доля использования льна в индустриально развитых странах достигает 24 процентов при производстве текстиля, бумаги, композитных материалов. Выявили, что уровень механизации на льнозаводах не превышает 40 процентов. Представили сравнительный анализ интенсификации западноевропейского и отечественного льноводства. Подтвердили, что раздельную технологию уборки можно применять в среднем на 25-30 процентах уборочной площади, в зависимости от погодных условий. Определили, что примерно 90 процентов тресты в России и за рубежом получают, используя росяную мочку. Разработали новый способ уборки льна и многофункциональный агрегат для его осуществления. В ходе экспериментов установили рост производительности новых технических средств на 50 процентов, сокращение содержания путанины в ворохе на 60 процентов, снижение потерь семян в 3 раза по сравнению с уборкой льноуборочным комбайном ЛК-4А. Показали достоинства метода оборачивания ленты на льнище, который создает равные условия вылежки для верхнего и нижнего слоев, что особенно эффективно при урожайности соломы более 3,5 тонны с гектара. Оборачивание способствует увеличению однородности соломы по цвету в верхнем и нижнем слоях ленты и повышает качество и количество льнотресты. (*Выводы*) Установили, что для повышения эффективности льноводства необходима комплексная модернизация, предполагающая решение организационных, агрономических, технологических и инженерно-технических вопросов.

Ключевые слова: лен-долгунец, технические средства, льнотреста, семена льна, качество сырья, механизация льноводства.

Для цитирования: Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Ушаповский И.В., Попов Р.А. Основные проблемы научного обеспечения льноводства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. №3. С. 45-52. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-3-45-52.

The Main Problems Of Scientific Support Of Flax Growing

Roman A. Rostovtsev,
Dr.Sc.(Eng.), professor of the Russian academy of sciences,
director, e-mail: info@fncl.ru;
Viktor G. Chernikov,
Dr.Sc.(Eng.), professor, corresponding member of the
Russian academy of sciences, chief researcher;
Federal Research Center for Fiber Crops, Tver, Russian Federation

Igor V. Ushchapovsky,
Ph.D.(Eng.), research deputy director;
Roman A. Popov,
Ph.D.(Eng.), leading researcher,
e-mail: r.popov@fncl.ru

Abstract. Strategic plans for the economic development of the Russian Federation involve an increase in demand for natural fiber products, including linen, which will require an increase in the production of domestic linen in the near future. The authors

examined the most important problems of scientific support for production increasing and the quality of flax products improving in the Russian Federation. (*Research purpose*) To assess the flax growing state and identify the problems of scientific support for improving the flax production quality. (*Materials and methods*) The authors studied the organizational aspects of flax cultivation and processing, new ways of harvesting crops, issues of technological processes mechanization and the state of farms' technical equipment. (*Results and discussion*) The authors showed that the share of flax use in industrialized countries reached 24 percent in the textiles, paper, and composite materials production. They found out that the mechanization level at the flax mills did not exceed 40 percent. They presented a comparative analysis of the intensification level of Western European and domestic flax growing. They confirmed that separate cleaning technology could be applied on average at 25-30 percent of the harvested area, depending on weather conditions. It was determined that approximately 90 percent of treated plant fibres were received using a dewy lobe in Russia and abroad. The authors developed a new method of cleaning flax and a multifunctional unit for its implementation. During the experiments, they established a 50 percent increase in the productivity of new technical equipment, a 60 percent reduction in the heap content, and a 3-fold reduction in seed losses compared to harvesting with the LK-4A flax harvester. They showed the advantages of the method of the tape wrapping on linen, which created equal conditions for aging for the upper and lower layers, which was especially effective when the straw yield was more than 3.5 tons per hectare. Wrapping helped to increase the uniformity of straw in color in the upper and lower layers of the tape and increased the quality and quantity of flax seeds. (*Conclusions*) It was established that in order to increase the flax growing efficiency, a comprehensive modernization was necessary, which involved the solution of organizational, agronomic, technological and engineering issues.

Keywords: fibre flax, technical equipment, flax seeds, quality of raw materials, mechanization of flax cultivation.

For citation: Rostovtsev R.A., Chernikov V.G., Ushchapovsky 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). DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-3-45-52.

В соответствии с приказом Федерального агентства научных организаций от 10.05.2018 № 382 «О реорганизации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства» на базе института создано Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур» (ФГБНУ ФНЦ ЛК). Центр объединяет филиалы и подразделения в пяти субъектах Российской Федерации: Пензенский институт сельского хозяйства, Псковский институт сельского хозяйства, Смоленский институт сельского хозяйства, Институт льна (г. Торжок), структурное подразделение (г. Кострома). Важнейшей задачей в льноводстве, да и в других отраслях по возделыванию и уборке лубяных культур, остается повышение эффективности работы путем внедрения более современных технологий, технических средств и использования новых сортов, адаптированных к условиям региона, обеспечивающих получение высококачественного волокна.

В развитых странах мира по оценкам, Европейской конфедерации льна и конопли (CELC) и Института натуральных волокон (INF&MP), высокий потребительский спрос на текстильные и нетканые изделия, в том числе из льна, должен сохраниться до 2025 г. и в последующие годы.

Несмотря на перспективность использования льна, уровень интенсификации отрасли в России гораздо ниже мировых показателей. Во Франции, Нидерландах, Бельгии урожайность длинного волокна дости-

гает 1,5-2,0 т/га при его хорошем качестве.

Наша страна отстает от европейских государств в разработке, производстве и, особенно, в качестве сортов льна и машин для его возделывания. В связи с этим необходимо в короткие сроки выйти на новый уровень развития [1-3]. Предстоит разработать технологию комплексного использования средств производства льна-долгунца, обеспечивающую улучшение плодородия почвы, повышение урожайности и качества льнопродукции, снижение себестоимости, охрану окружающей среды от загрязнений.

Необходимо внедрять новые и совершенствовать существующие технические средства для индустриально-поточной безотходной технологии производства и переработки льна-долгунца [4-6].

Цель исследования – оценить состояние льноводства и выявить проблемы научного обеспечения повышения качества льнопродукции.

Материалы и методы. Изучали организационные аспекты возделывания и переработки льна, новые способы уборки культуры, вопросы механизации технологических процессов и состояние технической оснащенности хозяйств.

Результаты и обсуждение. Лен-долгунец и сегодня остается главной технической культурой и источником натурального сырья для производства льняных тканей и изделий. В структуре мирового производства волокон его доля за последние десятилетия увеличилась на 4-5%. Индустриально развитые страны применяют лен во всех отраслях промышленности (табл. 1) [1].



Таблица 1 Доля использования льна в индустриально развитых странах, % RATIO OF FLAX USE IN INDUSTRIALIZED COUNTRIES, %	
Материалы / Materials	Значение / Value
Геотекстиль/Geotextile	2
Нетканые материалы/Non woven fabric	5
Неорганические композиты/Inorganic composites	7
Полимерные композиты/Polymer composites	14
Текстиль/Textile	24
Бумага/Paper	24
Композитные материалы/composite materials	24

Однако при всей значимости волокнистой продукции для народного хозяйства ее производство в нашей стране сократилось. Кризисная ситуация в льноводстве сложилась из-за недооценки роли и места данной отрасли в экономике страны, перекосов в инвестиционной и ценовой политике, отсутствия должного внимания к развитию материально-технической базы льноводства, а также социальных проблем на селе.

Основные причины сокращения посевных площадей и спада производства – уменьшение численности сельского населения, недостаточное техническое оснащение, низкие культура производства и технологическая дисциплина.

Критической проблемой льноводства остается техническая оснащенность. Анализ состояния технической базы указывает на чрезвычайно низкую обеспеченность специализированными техническими средствами и оборудованием на всех этапах возделывания и переработки культуры. В большинстве хозяйств техника эксплуатируется 15-20 лет, амортизация основных технических средств превышает 90%, а закупка новых единиц составляет менее 2% от потребности [6].

Не лучшее положение и в промышленности по первичной переработке льна. Почти все оставшиеся льнозаводы, которых около 40, нуждаются в реконструкции, повышении уровня механизации основных и вспомогательных работ. Уровень механизации на заводах не превышает 40%. Нехватка и низкое качество сырья отрицательно сказываются на результатах работы льнозаводов, их финансовом состоянии, которое частично усугубляется и физически устаревшим оборудованием.

Помимо организационно-экономических мероприятий необходима разработка зональных специализированных технологий и средств механизации на основе развития фундаментальных и прикладных исследований, способствующих повышению общего уровня агрономии. Поэтому для обеспечения увеличения производства и повышения качества льносырья следует решить важные задачи:

- создание и внедрение высокоэффективных тех-

нологий производства льнопродукции;

- создание технических средств нового поколения для уборки и первичной переработки льна;

- разработка и внедрение инновационных технологий для глубокой переработки льнотресты и льноволокна в конкурентоспособную товарную продукцию нового поколения.

Разработанная ФНЦ ЛК технология механизированной уборки, базирующаяся на сочетании комбайнового и раздельного способов, обеспечит гарантированный сбор урожая при любых погодных условиях в разных льносеющих регионах и позволит получить высококачественное льносырье и семена при минимальных издержках [7-9].

Лен как наиболее трудоемкая культура, при возделывании которой задействовано большое число технологических операций и специализированных технических средств, требует глубокого изучения всех возможных факторов и формирования параметров качества льносырья. Наиболее сложными и трудоемкими технологическими операциями в льноводстве являются уборочные процессы, такие как: подвод стеблей делителями к теребильным ручьям уборочных машин, теребление льна, очес стеблей, формирование ленты и расстил ее на льнище для вылежки в тресту, подбор тресты и транспортировка льновороха.

По подводу стеблей делителями к теребильным ручьям рассчитаем силу воздействия стеблей на стеблеподводы делителя с учетом количества подводящих стеблей, сопротивления их повороту. Силу воздействия стебля P_c определим по формуле [10]:

$$P_c = 0,5i_0 \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta (1 + \operatorname{tg} \varphi) \times \times \left(\frac{k_1 V_M \mu (\pi/2 - \theta)}{P_0} + \frac{k_2 V_M P_0 \mu}{3} + F_{\text{цп}} \right) \cos \varphi, \quad (1)$$

где i_0 – густота стеблестоя, шт./м²; α – угол наклона стеблеподвода к горизонту, град.; β – половина угла заострения делителя, град.; φ – угол отклонения стебля от горизонтальной плоскости, град.; k_1 – опытный коэффициент, зависящий от диаметра стебля, его влажности, кг/м·с; V_M – скорость стеблеподвода, м/с; μ – коэффициент, зависящий от параметров делителя; θ – угол наклона стебля к горизонту, град.; k_2 –

опытный коэффициент, зависящий от сечения элемента стебля, кг/м·с; p_0 – отклонение стебля от вертикальной плоскости, мм; $F_{\text{сц}}$ – сила сцепления стеблей в верхушечной части, Н; φ – угол трения стеблей по поверхности стеблеподвода, град.

Продольные ленточно-роликовые ручки льнотеребильных аппаратов характеризуются наличием в зоне тербления криволинейных и прямолинейных участков. Для расчета длины тербильного участка в таком ручье получена аналитическая зависимость [10]:

$$S_p = V_p (t_1 + t_2), \quad (2)$$

где V_p – скорость тербильных ремней, м/с; t_1 – время тербления стеблей на криволинейном участке, с; t_2 – время тербления стеблей на прямолинейном участке, с.

Из всего многообразия очесывающих аппаратов самым надежным, как показала практика, остается устройство гребневого типа [11, 12]. Его основные показатели – качество работы и чистота очеса.

Качество работы очесывающего аппарата зависит в основном от соотношения зоны расположения семенных коробочек в ленте и рабочей зоны очеса самого аппарата. Колебания верхушечной части ленты перед очесывающим аппаратом свидетельствуют о том, что зона очеса ленты льна B_d не остается постоянной и в реальных условиях является случайной величиной, зависящей от условий уборки и динамических свойств уборочной машины [13]:

$$B_d = B_o(t) + B_p + l(t), \quad (3)$$

где $B_o(t)$ – ширина зоны очеса, обусловленная длиной зоны коробочек, м; $B_p(t)$ – ширина зоны очеса, обусловленная растянутостью ленты льна, м; $l(t)$ – колебания зоны очеса, обусловленные высотой стеблестоя льна, м.

Чистота очеса льна может быть выражена как функция удельного числа прочесов:

$$W = f(Q), \quad (4)$$

где W – чистота очеса, %; Q – удельное число прочесов, зуб./см.

Удельное число прочесов определяется по формуле [13]:

$$Q = \frac{V_3 P_b Z \cdot Z_3}{200 V_m \pi R}, \quad (5)$$



Рис. Общий вид многофункционального агрегата
Fig. General view of the multifunction device

где V_3 – скорость зубьев, м/с; P_b – количество барабанов в аппарате, шт.; Z – количество гребней на барабане, шт.; Z_3 – количество зубьев на гребне барабана, шт.; R – радиус концов зубьев барабана, м.

Расстил стеблей льна в ленту влияет на качество и количество продукции. Оснащение льноуборочных машин расстилочными устройствами активного типа позволяет исключить ряд недостатков пассивных щитов, а также повысить однородность лент, улучшить качество тресты и получить высокономерное льноволокно.

В процессе расстила наблюдаются три основных этапа:

- захват стеблей пальцами транспортера;
- принудительное перемещение по щиту с разворотом на 90°;
- расстил ленты на льнище.

Для захвата стеблей пальцы должны войти в ленту, поступающую из зажимного транспортера, со скоростью $V_{3т}$. Условие, при котором палец будет перемещать стебли, следующее:

$$V_{\Pi} > \frac{V_{3т}}{\cos \gamma}, \quad (6)$$

где V_{Π} – скорость пальца, м/с; $V_{3т}$ – скорость зажимного транспортера, м/с; γ – угол наклона расстилочного устройства к горизонту, град.

В процессе перемещения ленты по щиту возникает сила трения стеблей о поверхность щита, которая определяется как $F = G \cos \gamma f$, где G – сила тяжести стебля, Н; f – коэффициент трения [14].

В свою очередь, $G = m_c g$, где m_c – масса стебля, кг;

Таблица 2		Table 2	
Влияние толщины ленты на эффективность получения тресты STRIP THICKNESS EFFECT ON THE EFFICIENCY OF OBTAINING TREATED PLANT FIBRES			
Норма расстила, т/га Spread rate, t / ha	Номер тресты Number of treated plant fibres	Выход длинного волокна, % Output of long fiber,%	Номер волокна Fiber number
3-4	1,75	16,4	12
4-5	1,75	16,7	12
5,5	1,50	15,8	12



g – ускорение свободного падения, м/с^2 . Тогда сила трения будет равна:

$$F = m_C g \cos \gamma f, \quad (7)$$

По окончании взаимодействия ленты с пальцами ремня стебли расстилаются на льнище в свободном состоянии. При этом необходимо учитывать воздействие ветровой нагрузки на расстилаемую ленту, направленную противоположно ее движению. Сила, под действием которой происходит принудительное перемещение ленты, определяется из следующего выражения [15]:

$$\begin{aligned} T_{\Pi} &= F - G \sin \gamma = m_C g \cos \gamma f - m_C g \sin \gamma = \\ &= m_C g (\cos \gamma f - \sin \gamma). \end{aligned} \quad (8)$$

Подбор лент приготовленной льнотресты должен осуществляться подборщиками без потерь, разрывов и сгуживания. Воздействие рабочих органов подбирающего аппарата начинается в момент отрыва ленты от земли. При этом на стебли, находящиеся в ленте, действуют силы сцепления между стеблями и противоположно направленные силы сцепления ленты со льнищем, вес поднимаемого участка ленты и силы инерции. Такой ход процесса возможен при условии [16]:

$$P_{\text{сц}}^0 \geq P_{\text{отр}} = G + \frac{G}{g} W_0 + P_{\text{сд}}, \quad (9)$$

$$\lambda = \frac{V_{\text{б}}}{V_{\text{пдб}}} = 1. \quad (10)$$

где $P_{\text{сц}}^0$ – сила сцепления между стеблями, Н; $P_{\text{отр}}$ – сила, действующая на стебли в момент отрыва от льнища, Н; W_0 – ускорение стеблей в момент отрыва от льнища, м/с^2 ; $P_{\text{сд}}$ – сила сцепления стеблей со льнищем, Н; λ – показатель кинематического режима работы; $V_{\text{б}}$ – скорость подбирающего барабана, м/с ; $V_{\text{пдб}}$ – поступательная скорость подборщика, м/с .

Сила $P_{\text{сд}}$ может достигать больших значений, особенно на проросших лентах, и привести к разрыву ленты и потерям стеблей. Из выражения (9) следует, что потери стеблей льна при подборе можно уменьшить:

- увеличить силы сцепления между стеблями в ленте;
- замедлить ускорение при отрыве ленты от льнища;
- ослабить силы сцепления ленты с льнищем.

Условие (9), при котором обеспечивается подбор ленты с льнища без потерь, не является единственным. Необходимо, чтобы лента поступила в подборщик без разрывов и сгуживания, а это возможно при выполнении условия (10). От выбора соотношения скоростей зависят ускорение ленты при ее отрыве, траектория движения конца пальца подбирающего аппарата, величина силы взаимодействия пальцев на стебли, а следовательно, чистота подбора и выход

длинного волокна [17].

Актуальная задача повышения показателей качества льнопродукции является комплексной и затрагивает как растениеводческую, так и инженерно-технологическую сферу льноводства [18].

Возрождение и развитие льняного комплекса страны возможно только на качественно новом уровне и производстве широкого ассортимента конкурентоспособной продукции различного назначения в соответствии с требованиями рынка. Условие конкурентоспособности изделий на мировом рынке – их высокое качество. Повышение качественных показателей волокнистой продукции и семян становится приоритетным направлением развития отрасли, а комплексы машин должны включать технические средства для выполнения операций, специально направленных на увеличение номера льнотресты.

Колебания погодных условий по годам в регионах возделывания льна-долгунца нередко оказывают влияние больше, чем различия средних многолетних показателей природных факторов. Это служит основанием для ориентации на единую комбинированную машинную технологию уборки льна-долгунца во всех льносеющих регионах с приготовлением и реализацией льносырья в рулонах. А раздельную технологию уборки в зависимости от погодных условий можно применять в среднем на 25-30% уборочной площади. Ее доля должна увеличиваться при раннем созревании льна и благоприятных погодных условиях в период 10-12 дней после начала уборки посевов. Она позволяет сократить затраты на топливо в 2,5 раза и в 3 раза снизить расход электроэнергии на сушку льновороха, а также повысить качество льносырья на 0,5-1 сортономер [19].

В связи с изложенным полагаем, что во всех льносеющих регионах страны актуально сочетание обеих технологий уборки льна-долгунца.

В хозяйствах зачастую нет современного комплекса средств производства, особенно для возделывания льна, уборки и приготовления качественной льнотресты [20]. ФНЦ ЛК совместно с ПАО «Пензмаш» разработали новый способ уборки льна и multifunctional агрегат для его осуществления (патент на изобретение RU № 2693728). Агрегат выполняет теребление стеблей льна, очес семенных коробочек, расстил очесанных стеблей в ленту, обмолот очесанного вороха и первичную очистку семян (рисунк).

В соответствии с новым способом уборки теребление стеблей льна проводят в стадии полной спелости, а последовательный очес семенных коробочек осуществляют путем их отрыва от стеблей в момент захвата их теребильным аппаратом и во время транспортировки к поперечному транспортеру. При этом одновременно обмолачивается очесанный ворох и происходит первичная очистка полученных семян. Причем последовательный очес семенных коробочек

от стеблей осуществляется при расположении каждой отдельной полосы стеблей в плоскости, перпендикулярной к теребильному аппарату, до соединения очесанных стеблей в ленту. По ширине захвата теребильного аппарата формируются две ленты стеблей очесанного льна, одна из которых расстилается между колес энергетического средства, а другая – с его левой стороны, для дальнейшего приготовления льнотресты.

Теребление стеблей льна, в стадии полной спелости позволяет надежно выполнять технологический процесс по данному способу при получении высококачественных семян и льнотресты, обеспечивает снижение энергоемкости очесывающего устройства, отсутствие путанины в полученном после очеса льноворохе, а также качественный очес стеблей льна.

Совмещение технологических операций позволяет снизить себестоимость производства семенного материала в результате экономии топлива и электроэнергии на его перевозку, сушку и переработку.

В ходе экспериментов установлены рост производительности новых технических средств на 50%, сокращение содержания путанины в ворохе на 60%, снижение потерь семян в 3 раза по сравнению с уборкой льноуборочным комбайном ЛК-4А.

Практика показывает, что значительная часть урожая льна пропадает в период приготовления тресты. Лучшим и широко используемым способом получения тресты остается росаяная мочка. В России и за рубежом объем тресты, полученной с использованием данного способа, составляет примерно 90%. Получение стланцевой тресты и ее уборка с поля в условиях сельского хозяйства – ответственные операции во всем комплексе производства льна, влияющие на эффективность льноводства. Для получения качественной стланцевой тресты наиболее благоприятный период – начало августа: температура воздуха близка к оптимальной, а необходимый уровень влажности обеспечивается обильными росами и дождями. Эти сроки совпадают с периодом уборки льна в фазу ранней

желтой спелости. Запаздывание с расстилом льна влечет за собой значительные потери урожая. При расстиле льна в сентябре выход длинного волокна и его качество снижаются на 1/3 в сравнении с августовским расстилом. Существенным образом на эффективность процесса получения тресты влияет толщина ленты. Она определяет норму расстила и зависит от количества теребильных секций при уборке льна, а также от густоты стеблестоя (табл. 2).

В результате внедрения в производство механизированных технологий уборки лубяных культур основную массу тресты стали производить на льнище, то есть на участках их выращивания. В итоге существенно возрастает вероятность деструкции целлюлозы при получении тресты. Поэтому для улучшения условий вылежки тресты на льнище рекомендуются два технологических приема, обеспечивающих снижение вероятности соприкосновения стеблей с поверхностью почвы: подсев трав под лен и оборачивание ленты в процессе вылежки. Оборачивание ленты создает равные условия вылежки для верхнего и нижнего слоев, поэтому оно особенно эффективно при урожайности соломы более 3,5 т/га. Оборачивание способствует увеличению однородности соломы по цвету в верхнем и нижнем слоях ленты и повышает качество и количество льнотресты.

Выводы. Для улучшения эффективности отрасли необходима комплексная модернизация, предполагающая решение организационных, агрономических, технологических и инженерно-технических вопросов. Дальнейшее развитие льняного комплекса путем совершенствования технологий возделывания и глубокой переработки льна, модернизация льноуборочной техники в части создания и освоения многорядных машин, разработка новых принципов управления отраслью позволят в ближайшие годы повысить производство льна-долгунца и его качество, а также изделий из льна, конкурентоспособных на внутреннем и внешнем рынках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушаповский И.В., Новиков Э.В., Басова Н.В., Безбабченко А.В., Галкин А.В. Системные проблемы льнокомплекса России и зарубежья, возможности их решения // *Молочно-хозяйственный вестник*. 2017. N1(25). С. 166-186.
2. Поздняков Б.А., Великанова И.В. Актуальные проблемы формирования организационно-экономического механизма модернизации льняного подкомплекса // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2019. N10. С. 53-55.
3. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Оценка сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна из льнотресты в производствен-

- ных условиях // *Вестник НГАУ* (Новосибирский государственный аграрный университет). 2019(2). С. 25-34.
4. Поздняков Б.А. Актуальные направления совершенствования системы машин для уборки льна-долгунца // *Техника и оборудование для села*. 2019. N8(266). С. 2-6.
5. Черников В.Г., Ковалев М.М., Лачуга Ю.Ф., Козлов В.П., Круглый И.И., Грищенкова В.А., Шустов Ю.С., Логинов О.Г., Петровский Л.Д., Севостьянова М.Ю. Инновационные технологии и технические средства нового поколения для производства и глубокой переработки лубяных культур. М.: РГАУ-МСХА им. Тимирязева. 2010. 150 с.
6. Великанова И.В., Кулов А.Р. Некоторые экономические



аспекты формирования системы машин в льноводстве // *Аграрный вестник Урала*. 2020. N5. С.93-102.

7. Пучков Е.М., Галкин А.В., Ущеповский И.В. О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения специализированной техникой льнокомплекса России // *Вестник НГИЭИ*. 2018. N5 (84). С. 97-110.

8. Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Ущеповский И.В. Основные направления модернизации льняного агропромышленного комплекса России // *Вестник аграрной науки*. 2019. N1(76). С. 19-30.

9. Черников В.Г., Ростовцев Р.А. Проблемы интенсификации машинных технологий производства и переработки льнопродукции // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика М.Е. Мацепуро (Минск, 17-18 октября 2018 г.). Минск: Белорусская наука, 2018. С. 69-72.

10. Ковалев М.М. Делители машин для уборки лубяных культур (конструкция, теория и расчет): монография. М.: Росинформагротех, 2014. 244 с.

11. Галкин А. В., Фадеев Д. Г., Ущеповский И. В. Исследование качественных характеристик льноволокна в зависимости от конструкции очесывающего аппарата // *Вестник Мордовского университета*. 2018. Т. 28. N3. С. 389–399.

12. Ростовцев Р.А., Шишин Д.А. Результаты испытаний нового устройства для очеса лент льна // *Техника и оборудование для села*. 2017. N11. С. 18-21.

13. Ковалев М.М. Анализ динамики гребневых очесывающе-транспортирующих барабанов // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2013. N4. С. 2-4.

14. Попов Р.А. Расчет коэффициентов трения при взаимодействии стеблей льна-долгунца с различными материалами // *Достижения науки и техники АПК*. 2006. N4. С. 20-21.

15. Черников В.Г., Перов Г.А., Попов Р.А., Ростовцев А.А. Исследование процесса перемещения стеблей льна по расстилочному щиту в экстремальных погодных условиях // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2012. N3. С. 27-28.

16. Черников В.Г., Романенко В.Ю. Определение связи лент льнотресты со стлищем при подборе их пальцами подбирающего аппарата // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. N3. С. 12-16.

17. Черников В.Г., Романенко В.Ю. Анализ работы подбирающего аппарата льнотресты с подпружиненными пальцами // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2016. N3. С. 17-20.

18. Ковалев М.М., Лачуга Ю.Ф. Научно-техническое обеспечение и комплекс мер по повышению эффективности льноводства // *Техника и оборудование для села*. 2007. N3. С. 28-31.

19. Черников В.Г., Ростовцев Р.А., Романенко В.Ю., Пучков Е.М. Влияние характеристик условий работы на надежность и точность выполнения технологических процессов льноуборочными машинами // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2016. N4. С. 9-11.

20. Новиков Э.В., Королева Е.Н., Безбабченко А.В., Ущеповский И.В. Качество льносырья, волокна и эффективность первичной переработки в льнокомплексе России // Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: Сборник научных трудов ВНИИМЛ. Тверь: ТГУ. 2014. С. 196-200.

REFERENCES

1. Ushchapovskiy I.V., Novikov E.V., Basova N.V., Bezbabchenko A.V., Galkin A.V. Sistemnye problemy l'no kompleksa Rossii i zarubezh'ya, vozmozhnosti ikh resheniya [Systemic problems of the flax complex of Russia and abroad, the possibilities of their solution]. *Molochno-khozyaystvennyy vestnik*. 2017. N1(25). 166-186 (In Russian).

2. Pozdnyakov B.A., Velikanova I.V. Aktual'nye problemy formirovaniya organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma modernizatsii l'nyanogo podkompleksa [Actual problems of the formation of the organizational and economic mechanism of modernization of the linseed subcomplex]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2019. N10. 53 – 55 (In Russian).

3. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., Koz'yakova N.N. Otsenka sortov l'na-dolguntsa otechestvennoy i zarubezhnoy selektsii po vykhodu volokna iz l'notresty v proizvodstvennykh usloviyakh [Evaluation of fiber flax varieties of domestic and foreign selection for fiber yield from flax under production conditions]. *Vestnik NGAU* (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet). 2019(2). 25-34 (In Russian).

4. Pozdnyakov B.A. Aktual'nye napravleniya sovershenstvovaniya sistemy mashin dlya uborki l'na-dolguntsa [Actual di-

rections of improving the system of machines for harvesting flax]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2019. N8(266). 2-6 (In Russian).

5. Chernikov V.G., Kovalev M.M., Lachuga Yu.F., Kozlov V.P., Krugliy I.I., Grishchenkova V.A., Shustov Yu.S., Loginov O.G., Petrovskiy L.D., Sevost'yanova M.Yu. Innovatsionnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva novogo pokoleniya dlya proizvodstva i glubokoy pererabotki lubyanykh kul'tur. [Innovative technologies and technical means of new generation for the production and deep processing of bast crops] Moscow: RGAU-MSKHA im. Timiryazeva. 2010. 150 (In Russian).

6. Velikanova I.V., Kulov A.R. Nekotorye ekonomicheskie aspekty formirovaniya sistemy mashin v l'novodstve [Some economic aspects of the formation of a system of machines in flax growing]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2020. N5. 93-102 (In Russian).

7. Puchkov E.M., Galkin A.V., Ushchapovskiy I.V. O sostoyanii, problemakh i perspektivakh obespecheniya spetsializirovannoy tekhnikoy l'no kompleksa Rossii [About the state, problems and prospects of providing the flax complex of Russia with specialized equipment]. *Vestnik NGEI*. 2018. N5 (84). 97-110 (In Russian).

8. Rostovtsev R.A., Chernikov V.G., Ushchapovskiy I.V. Osnovnye napravleniya modernizatsii l'nyanogo agropromyshlennogo kompleksa Rossii [The main directions of modernization of the flaxseed agro-industrial complex of Russia]. *Vestnik agrarnoy nauki*. 2019. N1(76). 19-30 (In Russian).
9. Chernikov V.G., Rostovtsev R.A. Problemy intensivatsii mashinnykh tekhnologiy proizvodstva i pererabotki l'notresty [Problems of intensification of machine technologies for the production and processing of flax products]. Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika M.E. Matsepuro (Minsk, 17-18 oktyabrya 2018 g.). Minsk: Belorusskaya nauka, 2018. 69-72 (In Russian).
10. Kovalev M.M. Deliteli mashin dlya uborki lubyanykh kul'tur (konstruktsiya, teoriya i raschet): monografiya [Dividers of machines for harvesting bast crops (design, theory and calculation): monograph]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2014. 244 (In Russian).
11. Galkin A.V., Fadeev D.G., Ushchapovskiy I.V. Issledovanie kachestvennykh kharakteristik l'novolokna v zavisimosti ot konstruktsii ochesyvayushchego apparata [Study of the qualitative characteristics of flax fiber depending on the design of the combing apparatus]. *Vestnik Mordovskogo universiteta*. 2018. Vol. 28. N3. 389-399 (In Russian).
12. Rostovtsev R.A., Shishin D.A. Rezul'taty ispytaniy novogo ustroystva dlya ochesa lent l'na [Test results of a new device for stripping flax strips]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2017. N11. 18-21 (In Russian).
13. Kovalev M.M. Analiz dinamiki grebnevnykh ochesyvayushche-transportiruyushchikh barabanov [Analysis of the dynamics of combing-transporting drums]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2013. N4. 2-4 (In Russian).
14. Popov R.A. Raschet koeffitsientov treniya pri vzaimodeystvii stebly l'na-dolguntsa s razlichnymi materialami [Calculation of friction coefficients in the interaction of fiber flax stems with various materials]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2006. N4. 20-21 (In Russian).
15. Chernikov V.G., Perov G.A., Popov R.A., Rostovtsev A.A. Issledovanie protsessa peremeshcheniya stebly l'na po rasstirochnomu shchitu v ekstremal'nykh pogodnykh usloviyakh [Investigation of the process of moving flax stems along a spreading board in extreme weather conditions]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2012. N3. 27-28 (In Russian).
16. Chernikov V.G., Romanenko V.YU. Opredelenie svyazey lent l'notresty so stlishchem pri podbore ikh pal'tsami podbirayushchego apparata [Determination of the connection of flax-straw belts with the slash when picking them up with the fingers of the pick-up device]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. N3. 12-16 (In Russian).
17. Chernikov V.G., Romanenko V.Yu. Analiz raboty podbirayushchego apparata l'notresty s podpruzhinennymi pal'tsami [Analysis of the operation of the pick-up apparatus of flax-resta with spring-loaded fingers]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2016. N3. 17-20 (In Russian).
18. Kovalev M.M., Lachuga Yu.F. Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie i kompleks mer po povysheniyu effektivnosti l'novodstva [Scientific and technical support and a set of measures to improve the efficiency of flax growing]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2007. N3. 28-31 (In Russian).
19. Chernikov V.G., Rostovtsev R.A., Romanenko V.Yu., Puchkov E.M. Vliyaniye kharakteristik usloviy raboty na nadezhnost' i tochnost' vypolneniya tekhnologicheskikh protsessov l'notobrochnymi mashinami [The influence of the characteristics of working conditions on the reliability and accuracy of technological processes by flax harvesting machines]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2016. N4. 9-11 (In Russian).
20. Novikov E.V., Koroleva E.N., Bezbabchenko A.V., Ushchapovskiy I.V. Kachestvo l'nosyr'ya, volokna i effektivnost' pervichnoy pererabotki v l'notkomplekse Rossii [The quality of flax raw materials, fiber and the efficiency of primary processing in the flax complex of Russia]. Mashinno-tekhnologicheskaya modernizatsiya l'nyanogo agropromyshlennogo kompleksa na innovatsionnoy osnove: sbornik nauchnykh trudov VNIIML. Tver': TGU. 2014. 196-200 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 04.02.2020
The paper was submitted
to the Editorial Office on 04.02.2020

Статья принята к публикации 10.08.2020
The paper was accepted
for publication on 10.08.2020