

# ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ



УДК 633.1:631.354

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-225-7-72-78

Г.Н. Поляков, Н.Н. Аникиенко, А.В. Косарева  
G.N. Polyakov, N.N. Anikienko, A.V. Kosareva

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

### TECHNICAL SUPPORT OF HARVESTING PROCESSES BASED ON RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR HARVESTING GRAIN CROPS

**Ключевые слова:** техническое обеспечение, уборка, зерновые культуры, ресурсосберегающие технологии.

Обоснована необходимость увеличения обеспеченности сельскохозяйственных организаций Иркутской области зерноуборочной техникой. Отмечается старение уборочных машин, увеличение сроков уборки и, как следствие, потери зерна в поле, высокий уровень его травмирования. Обеспеченность хозяйств зерноуборочными комбайнами отстает от их оптимальной численности. Проведен анализ существующих технологий уборки зерновых, выявлены их существенные недостатки. Рассмотрены ресурсосберегающие технологии и технические системы, которые показали эффективность в сравнении с комбайнами. По результатам исследования выявлено, что посевные площади под зерновыми, зернобобовыми и масличными культурами увеличились в 2022 г. по сравнению с 2017 г. с 438,5 тыс. до 490,6 тыс. га, т.е. на 52,1 тыс. га. Нагрузка на единицу техники возросла и составила по зерноуборочным комбайнам 425 га, а в отдельных случаях – до 800 га. За последние 5 лет число приобретенных комбайнов снижается. В 2022 г. по сравнению с 2018 г.

энергонасыщенность зерноуборочных комбайнов в среднем составила на один комбайн 250-260 л.с. В 2022 г. количество приобретаемых комбайнов, особенно иностранных, резко снизилось, что привело к снижению средней мощности на один комбайн на 30 л.с. и составило 225 л.с. на один комбайн. Цены на уборочную технику резко увеличились в период с 2021-2022 гг. практически в 1,4 раза. Отмечается резкий рост цен на запасные части к ним. Предложено повысить техническое обеспечение зерноуборочной техникой посредством обновления технологических процессов. Ресурсосберегающие технологии уборки зерновых культур основываются на переносе сложных процессов сепарации зерна из соломы и его очистки воздушно-решетными системами на площадки, расположенные возле животноводческих ферм, или пункты, где можно использовать электрическую энергию для приводов рабочих органов.

**Keywords:** technical support, harvesting, crops, resource-saving technologies.

This paper substantiates the need to increase the supply of agricultural organizations of the Irkutsk Region with

grain harvesting equipment. There is aging of harvesting machines, increase of harvesting time, and, as a result, grain losses in the field and a high level of grain damage. The availability of grain harvesters on farms lags behind the optimal numbers. The analysis of existing technologies for grain harvesting was carried out, their significant shortcomings were identified. Resource-saving technologies and technical systems that have shown efficiency in comparison with combines are considered. According to the results of the study, it was revealed that the sown area under cereals, legumes and oilseed crops increased in 2022 as compared to 2017 from 438.5 thousand ha to 490.6 thousand ha, and in 2022 - by 52.1 thousand ha. The load per unit of equipment has increased and amounted to 425 ha for combine harvesters, and in some cases up to 800 ha. Over the past 5 years, the number of purchased

harvesters has been decreasing. In 2022 compared to 2018, energy saturation of combine harvesters averaged 250-260 hp per combine. In 2022, the number of purchased combines, especially foreign ones, dropped dramatically which led to a decrease in average power per combine by 30 hp and amounted to 225 hp for one combine. Harvesting equipment prices increased dramatically in 2021 and 2022 - almost 1.4 times. There is a sharp increase in prices for spare parts. It is proposed to increase the technical support of grain harvesting equipment by updating technological processes. Resource-saving technologies for harvesting grain crops are based on the transfer of complex processes of separating grain from straw and cleaning it with air-sieve systems to sites located near livestock farms or points where electric energy may be used to drive working bodies.

**Поляков Геннадий Николаевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская обл., Российская Федерация, e-mail: sxm1953@mail.ru.

**Аникиенко Николай Николаевич**, к.э.н., доцент, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская обл., Российская Федерация, e-mail: anikienkonikolai@mail.ru.

**Косарева Анна Викторовна**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская обл., Российская Федерация, e-mail: ankosar@mail.ru.

**Polyakov Gennadiy Nikolaevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Irkutsk State Agricultural University, Molodezhniy, Irkutskiy District, Irkutsk Region, e-mail: sxm1953@mail.ru.

**Anikienko Nikolay Nikolaevich**, Cand. Econ. Sci., Assoc. Prof., Irkutsk State Agricultural University, Molodezhniy, Irkutskiy District, Irkutsk Region, e-mail: anikienkonikolai@mail.ru.

**Kosareva Anna Viktorovna**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Irkutsk State Agricultural University, Molodezhniy, Irkutskiy District, Irkutsk Region, e-mail: ankosar@mail.ru.

### Введение

В соответствии с агротехническими требованиями продолжительность уборки зерновых культур должна составлять не более 10 дней. Фактически сроки уборки растягиваются, иногда до одного месяца и более. На уборку зерновых культур влияет множество факторов. Одним из главных является низкая обеспеченность уборочной техникой.

Иркутская область отстает от центральной части России по техническому оснащению от потребного числа по тракторам в 1,8 раза, по зерноуборочным комбайнам – в 2,6, кормоуборочным комбайнам – в 2,2 раза. Низкая оснащенность сопровождается ростом уровня старения техники, который составляет 70% [1].

Недостаточные темпы обновления увеличивают долю техники, с года выпуска которых прошло 10 лет и более [2].

В 2022 г. в стране выпустили 4,7 тыс. шт. комбайнов, что на 32% меньше, чем годом ранее [3].

**Цель** исследования – совершенствование технического и технологического обеспечения уборочных процессов зерновых культур в условиях Иркутской области.

### Задачи исследования:

1) провести анализ технического и технологического обеспечения уборки зерновых колосовых культур в Иркутской области и Российской Федерации;

2) рассмотреть отечественный и зарубежный опыт применения ресурсосберегающих технологий уборки зерновых;

3) обосновать полевою машину для сбора мелкого зернового вороха на базе отечественного зерноуборочного комбайна, разработать устройство для подачи зернового вороха в тракторный прицеп и повысить эффективность работы клавишного соломотряса.

### Материалы и методы исследования

Данное исследование построено на анализе данных Территориального органа Федеральной службы государственной статистики и Министерства сельского хозяйства Иркутской области. В работе использован отечественный и зарубежный опыт уборки зерновых культур. Проведен анализ существующих и ресурсосберегающих технологий уборки зерновых культур, полевых машин и их рабочих органов, которые обеспечивают сбор урожая с минимальными потерями зерна в поле.

**Результаты исследований и их обсуждение**

В Иркутской области посевные площади под зерновыми, зернобобовыми и масличными культурами за последние 5 лет увеличились с 438,5 тыс. га в 2017 г. до 490,6 тыс. га в 2022 г., прирост составил 52,1 тыс. га. С увеличением посевных площадей под зерновыми культурами нагрузка на единицу техники возросла и достиг-

ла по зерноуборочным комбайнам 425 га, а в отдельных случаях – 800 га.

За последние 5 лет приобретено 220 зерноуборочных комбайнов отечественного и импортного производства. Планом было предусмотрено приобретение 300 комбайнов. Выполнение плана по приобретению составило 74,3% (табл.).

Таблица

**Динамика посевных площадей и приобретения зерноуборочных комбайнов в Иркутской области за 2018-2022 гг. [4]**

Годы приобретения	Посевная площадь зерновых, зернобобовых и масличных, га	Приобретено, единиц		Общая мощность, л.с.	Средняя мощность, л.с.	Средняя цена приобретения комбайна, тыс. руб.
		план	факт			
2018	456487	50	35	9066	259,0	8870
2019	458786	55	50	13055	261,1	8920
2020	457652	60	49	12260	250,2	8800
2021	464044	65	60	15325	255,4	15300
2022	490552	70	26	5850	225,0	12500
2022 г. к 2018 г., %	107,5	140,0	74,3	64,5	86,9	140,9

Из данных таблицы следует, что в 2022 г. резко сократилось число приобретенных комбайнов, запланировано 70, фактически приобретено 26 единиц, что объясняется введёнными санкциями против Российской Федерации. Энергонасыщенность зерноуборочных комбайнов влияет на производительность и качество уборки сельскохозяйственных культур, в среднем она составляет на 1 комбайн 250-260 л.с. В 2022 г. после объявления санкций количество приобретаемых комбайнов резко упало, особенно иностранных, что привело к снижению средней мощности на 1 комбайн – на 30 л.с. и составило 225 л.с. на 1 комбайн. Следует отметить темп снижения приобретения зерноуборочных комбайнов. Это можно объяснить тем, что цены на уборочную технику резко увеличились в 2021-2022 гг., практически в 1,4 раза. Также отмечается резкий рост цен на запасные части к ним.

Зерноуборочные комбайны – наиболее дорогие сельскохозяйственные машины, требующие высокой квалификации комбайнера, соответствующего уровня технического сервиса. Приобретение новых комбайнов сельхозтоваропроизводителями становится затруднительным из-за высокой цены.

Перечисленные выше факторы определяют проблемы, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные товаропроизводители при уборке

зерновых культур: растягивание сроков уборки (что приведет к потерям зерна в поле), снижение его качества. При неблагоприятных погодных условиях уборки возможна полная потеря урожая.

Переход на новые технологии и технические системы уборки зерновых является одним из двигателей спроса и предложения на сельскохозяйственную технику. Авторами отмечается, что отрасль сельскохозяйственного машиностроения является консервативной. Несмотря на то, что улучшаются материалы, из которых сделана техника, увеличивается скорость и улучшается качество ее работы, принцип работы техники часто остается таким же, как и 100 лет назад [5].

Технологический процесс работы зерноуборочных комбайнов практически не изменяется. Повышение производительности комбайнов происходит за счет увеличения размеров рабочих органов, металлоемкости и мощности, что ведет к росту массы машины и, как следствие, энергонасыщенная тяжелая техника уплотняет и разрушает структуру почвы, снижает её плодородие и урожайность зерновых культур.

В нашей стране и за рубежом ведутся исследования альтернативных технологий уборки зерновых культур и технических систем для их реализации. Целью этих технологий и технических средств является снижение потерь зерна в

поле, удешевление уборочных машин и сбор незерновой части урожая – половы и соломы. Себестоимость 1 ц зерна по некоторым альтернативным технологиям на 3-4 доллара США ниже, чем при уборке комбайнами [6].

Анализ литературных источников выявил альтернативные технологии уборки:

1) канадская технология уборки зерновых культур со сбором мелкого зернового вороха (невеяного вороха);

2) ресурсосберегающая технология уборки зерновых культур с переносом процессов сепарации зерна из незерновой части урожая на пункты, расположенные возле животноводческих ферм;

3) уборка зерновых с очесом колосков на корню;

4) уборка зерновых в рулоны;

5) ленточная технология уборки;

6) уборка зерновых с обработкой на краю поля (казахская, иркутская технология) [7-10].

Из всех перечисленных технологий уборки зерновых культур в мире получили развитие канадская и ресурсосберегающая технологии со сбором всего биологического урожая.

Министерством сельского хозяйства Канады предложена технология уборки зерновых культур с названием «Меклеод Харвест». Она заключается в сборе мелкого зернового вороха, прошедшего через деку молотильного аппарата и жалюзи клавишного соломотряса, когда солома измельчается и разбрасывается по поверхности поля. Мелкий зерновой ворох содержит 80-85% зерна, 10-11% – сбоины длиной до 10 см. Оставшаяся часть (4-10%) вороха включает мякину, дробленое зерно, минеральную пыль и семена сорных растений. Мелкий зерновой ворох транспортируется в тракторном прицепе или грузовыми машинами к сепаратору, который установлен возле фермы. Сепаратор очищает зерно, а примеси – полова, сбойна, семена сорных растений и дробленое зерно – подаются в курганы. Подобные технологии разрабатывались ведущими научными институтами нашей страны, такими как ВИМ, ВИСХОМ, ВНИПТИМЭСХ, Кубанский ГАУ и др.

Таким образом, в результате применения данной технологии будет получена кормовая масса. В 1 кг кормовой массы, в зависимости от культуры, содержится 0,35-0,40 кормовых еди-

ниц и 30-50 г перевариваемого протеина. Кормовая масса хорошо поедается жвачными животными.

Основными преимуществами предлагаемой технологии уборки зерновых культур являются:

- отсутствие потерь зерна в поле при обмолоте, что равнозначно увеличению урожайности зерновых и мелкосемянных культур на 3-4 ц/га, а по многолетним травам сборы семян удваиваются;

- затраты ГСМ на уборке урожая по сравнению с комбайновой технологией снижаются на 20%, что составляет экономию 1 кг дизельного топлива на каждую намолоченную тонну зерна;

- снижается потенциальная засоренность полей семенами сорняков, так как они при уборке полностью увозятся с полей, размалываются лопатками центробежного вентилятора и обогащают мякину питательными веществами, что приводит к уменьшению гербицидной нагрузки на пашню и затрат на их приобретение;

- экономический эффект применения уборки «Меклеод Харвест» на фермах Канады составил 80 долларов с каждого гектара убранной площади зерновых культур [6].

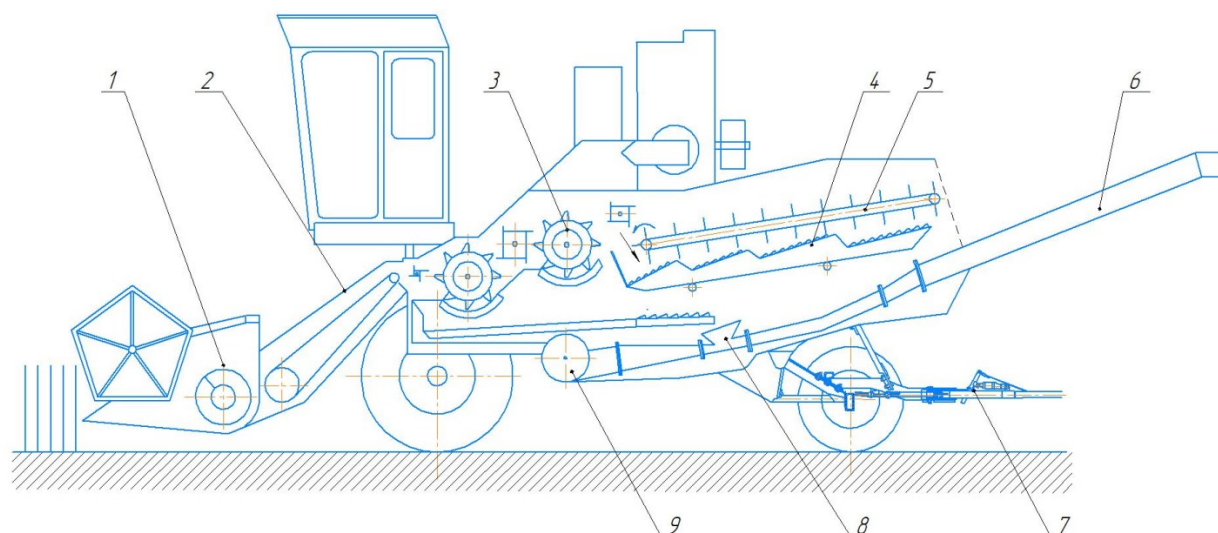
В связи с низкой обеспеченностью уборочными машинами в Иркутской области предлагаются технология со сбором невеяного вороха и разработка комплекса машин, главной из которых является полевая машина по типу канадской технологии.

Полевую машину предлагается разработать на базе устаревших марок зерноуборочных комбайнов, демонтируя зерновой бункер, воздушно-решетную очистку, копнитель; оборудовать его пневмоконвейером для подачи мелкого зернового вороха в прицеп большой грузоподъемности, рядом идущего с полевой машиной. При этом масса полевой машины составит около 7 т, что уменьшит техногенное воздействие на почву.

Авторами предложена схема полевой машины для сбора невеяного вороха (рис. 1).

Хлебная масса, переработанная молотильным аппаратом, представляет собой смесь соломы, сбоины и зерна. Эту смесь называют грубым ворохом. Состав грубого вороха может характеризоваться следующими данными: зерно – 25-30%, солома – 30-45, сбойна – 10-18, полова – 8-15%.





1. Жатка
2. Камера наклонная
3. Молотильный аппарат
4. Соломотряс клавишный
5. Цепочно-зубчатый транспортер
6. Материалопровод
7. Цепное устройство
8. Эжекторное устройство
9. Вентилятор центробежный

**Рис. 1. Схема полевой машины для сбора невеяного вороха**

Соломотряс, как сепаратор грубого вороха, предназначен для выделения из соломы мелкозернового вороха (зерно, солома, сбойна), направления его на очистку и вывода соломы из молотилки. В зерноуборочных комбайнах наибольшее применение имеют клавишные соломотрясы. Условия работы соломотрясов весьма сложные. Установлено, что на их долю приходится до 85% всех потерь за молотилкой [11].

Для активизации выделения мелкозернового вороха применяются разные технические устройства: фартуки над соломотрясом, ворошилки грубого вороха. Они снижают потери зерна в сходах соломы на 20-25%, но не обеспечивают потери в пределах агротребований. Опытным путем установлено, что зональная сепарация зерна на клавишных соломотрясах значительно повышается при показателе кинематического режима при  $K=1$ , при этом значении грубый ворох не транспортируется к выходу из молотилки.

Полевая машина оборудуется цепочно-пальцевым транспортером, который устанавливается над клавишами. Результатом такого ре-

шения является разделение процессов сепарации зерна и соломы при  $K=1$  и перемещение грубого вороха по соломотрясу грабельным транспортером [12].

Грабельный транспортер имеет скорость, при которой создаются условия тонкослойной сепарации зерна, и потери зерна в сходах соломы из молотилки не превышают 0,5% в подаче хлебной массы.

Главным рабочим органом полевой машины будет являться эжекторное устройство, входящее в пневмоконвейер. Проведены расчеты параметров эжекторного устройства и материалопровода, в основу которых положены физико-механические свойства компонентов невеяного вороха. Для создания воздушного потока для транспортировки мелкозернового вороха в ряд идущий транспорт нами выбран пылевой центробежный вентилятор высокого давления. Выбор пылевого вентилятора основан с учетом потерь давления в материалопроводе.

На рисунке 2 представлено эжекторное устройство и его рабочий процесс.

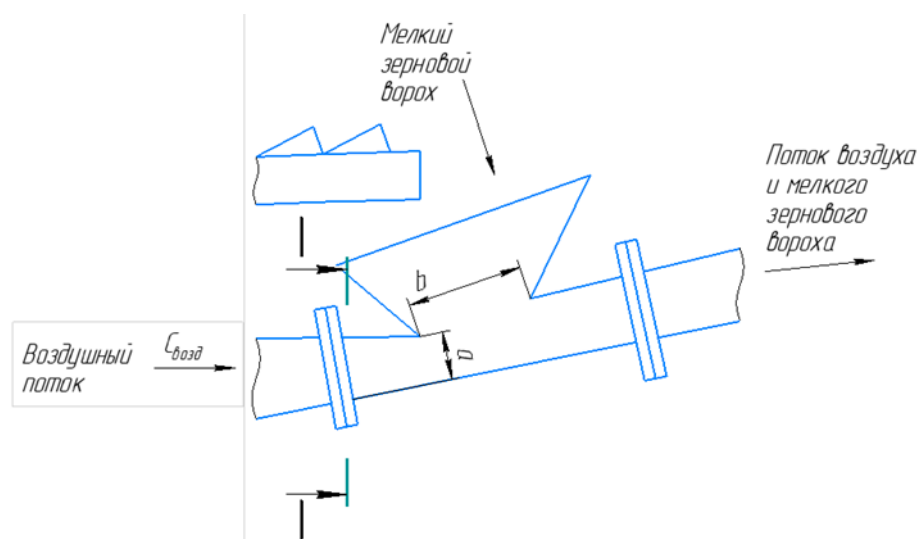


Рис. 2. Схема эжекторного устройства

В открытом пространстве загрузочной воронки, куда подается мелкий зерновой ворох с транспортной доски, статическое давление воздушного потока равно нулю. Ворох подхватывается воздушным потоком и со скоростью, превышающей скорость витания зерновых в 2,2 раза, транспортируется в прицеп.

Далее невяный ворох транспортируется к месту переработки. Для отделения полноценного зерна от примесей (мякины, семян сорных растений и других фракций) используется стандартная воздушно-решетная очистка зерноуборочных комбайнов. Подачу мелкого зернового вороха на очистку осуществляет дозатор ПД-10 или ПЗМ-1,5. Очищенное зерно подается в бункер-накопитель, а незерновая часть вороха подается в половоохранилище с помощью пневмотранспорта, где попутно удаляет пыль в зоне работы очистки.

### Выводы

1. Техническое обеспечение хозяйств Иркутской области по зерноуборочным комбайнам не соответствует нормативам. Низкая оснащенность сопровождается ростом уровня старения техники, который составил 70%. При этом в регионе увеличивается посевная площадь под зерновыми и масличными культурами.

2. Для обеспечения уборки зерновых культур в агротехнические сроки с минимальными потерями зерна в поле необходима оценка альтернативных технологий уборки.

3. Анализ литературных источников, опыт применения машин для альтернативных технологий уборки выявили перспективные способы уборки зерновых культур – канадская техноло-

гия уборки зерновых культур со сбором мелкого зернового вороха и обработка его возле ферм.

4. Обоснована компоновка полевой машины на базе переоборудованного зерноуборочного комбайна и проведены расчеты эжекторного устройства и материалопровода для подачи невяного вороха в транспортные средства. Для очистки зерна от примесей можно применять стандартную воздушно-решетную очистку и подачу его в бункер-накопитель.

### Библиографический список

1. Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники: научный аналитический обзор / П. И. Бурак, И. Г. Голубев, В. Ф. Федоренко [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 152 с. – Текст: непосредственный.

2. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: в 2 частях / Я. М. Иванько, Н. Н. Дмитриев, Д. С. Адушинов [и др.]. – Иркутск: Мегапринт, 2019. – Ч. 2. – 321 с. – Текст: непосредственный.

3. Никитина, О. Сеялки сжались / О. Никитина. – Текст: электронный // Коммерсант. – 2023. – № 18. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5797796> (дата обращения: 03.02.2023).

4. Сельское хозяйство, охота и лесоводство Иркутской области в 2020 году: статистический сборник. – Иркутск: Иркутскстат, 2021. – 196 с. – Текст: непосредственный.

5. Принципы совершенствования технологии уборки зерновых колосовых культур методом очёса / Г. Г. Маслов, С. К. Папуша, Е. М. Юдина [и др.]. – Текст: электронный // Известия Оренбургского государственного аграрного универси-

тата. – 2022. – № 3 (95). – С. 145 – 150. – URL: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-95-3-145-150>.

6. Гейдербрехт, И. П. Проблема полного сбора урожая / И. П. Гейдербрехт. – Текст: непосредственный // Техника и оборудование для села. – 2006. – № 4. – С. 38-40.

7. Канарев, Ф. М. История одного поиска / Ф. М. Канарев. – Краснодар: Кн. изд-во, 1989. – 172 с. – Текст: непосредственный.

8. Поляков, Г. Н. Оценка качества семян с помощью комплексного показателя / Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (61). – С. 60-62.

9. Беренштейн, И. Б. Новые возможности технологии «невейка» при уборке зерновых культур / И. Б. Беренштейн, Н. П. Шабанова. – Текст: непосредственный // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2018. – № 16 (179). – С. 52-66.

10. Belyaev, V., Volnov, V., Jakovlev, D., Sokolova, L. (2020). The influence of the sowing coulters type on the seeding quality and the spring wheat yield. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 941. 012042. DOI: 10.1088/1757-899X/941/1/012042.

11. Беренштейн, И. Б. Моделирование потерь зерна при комбайновой уборке пшеницы / И. Б. Беренштейн, Н. Р. Полуэктова. – Текст: непосредственный // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2019. – № 17 (180). – С. 86-96.

12. Пугачев, А. Н. Потерям зерна – надежный заслон / А. Н. Пугачев. – Москва: Колос, 1981. – 159 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Burak P.I., Golubev I.G., Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Goltjapin V.Ia., Sostoianie i perspektivy obnovleniia parka selskokhoziaistvennoi tekhniki: nauch. analit. obzor. – Moskva: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2019. – 152 s.

2. Sistema vedeniia selskogo khoziaistva Irkutskoi oblasti: v 2 chastiax / Ia.M. Ivano,

N.N. Dmitriev, D.S. Adushinov [i dr.]. – Irkutsk: Megaprint, 2019. – Ch. 2. – 321 s.

3. Nikitina, O. Seialki szhalis [Elektronnyi resurs] / O. Nikitina // Kommersant. – 2023. – No. 18. – Rezhim dostupa: <https://www.kommersant.ru/doc/5797796> (data obrashcheniia: 03.02.2023).

4. Selskoe khoziaistvo, okhota i lesovodstvo Irkutskoi oblasti v 2020 godu: stat. sb. – Irkutsk: Irkutskstat, 2021. – 196 s.

5. Printsipy sovershenstvovaniia tekhnologii uborki zernovykh kolosovykh kultur metodom ochësa / G.G. Maslov, S.K. Papusha, E.M. Iudina i dr. // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 3 (95). – S. 145 – 150. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-95-3-145-150>.

6. Geiderbrekht I.P. Problema polnogo sbora urozhaiia / I.P. Geiderbrekht // Tekhnika i oborudovanie dlia sela. – 2006. – No. 4. – S. 38–40.

7. Kanarev, F.M. Istoriia odnogo poiska / F.M. Kanarev. – Krasnodar: Kn. izd-vo, 1989. – 172 s.

8. Poliakov G.N. Otsenka kachestva semian s pomoshchiu kompleksnogo pokazatelia / G.N. Poliakov, S.N. Shukhanov // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 5 (61). – S. 60-62.

9. Berenshtein I.B. Noveye vozmozhnosti tekhnologii «neveika» pri uborke zernovykh kultur / I.B. Berenshtein, N.P. Shabanova // Izvestiia selskokhoziaistvennoi nauki Tavriidy. – 2018. – No. 16 (179). – S. 52-66.

10. Belyaev, V., Volnov, V., Jakovlev, D., Sokolova, L. (2020). The influence of the sowing coulters type on the seeding quality and the spring wheat yield. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 941. 012042. DOI: 10.1088/1757-899X/941/1/012042.

11. Berenshtein I.B. Modelirovanie poter zerna pri kombainovoi uborke pshenitsy / I.B. Berenshtein, N.R. Poluektova // Izvestiia selskokhoziaistvennoi nauki Tavriidy. – 2019. – No. 17 (180). – S. 86-96.

12. Pugachev A.N. Poteriam zerna – nadezhnyi zaslon. Moskva: Kolos, 1981. – 159 s.

