

5. Патент на изобретение РФ № 2713729. Нагревательный элемент широкого спектра применения / Шелехов И. Ю.; дата регистрации 07.02.2020; опубл. 07.02.2020, Бюл. № 4. – Текст: непосредственный.

6. Банхиди, Л. Тепловой микроклимат помещений: Расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека / Л. Банхиди; перевод с венгерского В. М. Беляева; под редакцией В. И. Прохорова – Москва: Стройиздат, 1981. – 248 с. – Текст: непосредственный.

7. Шелехов, И. Ю. Особенности использования отопительного оборудования в зданиях с переменным тепловым режимом / И. Ю. Шелехов, Т. И. Шишелова, Л. И. Духовный. – Текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3. – Ч. 2. – С. 437-440.

### References

1. Pukhkal, V. The study of flat convective stream formed by use of recessed flood convection heaters with natural air circulation in high height rooms with continuous glassing / V. Pukhkal // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2017. – Т. 692. – P. 512-519.

2. Pukhkal, V. The study of compact convective stream formed by use of recessed floor convection heaters with natural air circulation / V. Pukhkal, V. Taurit // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2017. – Т. 692. – P. 379-390.

3. Trufanova, N. M. Vliyaniye razlichnykh usloviy obogreva na temperaturnoe pole v zhiloy komnate / N. M. Trufanova, V. E. Salavatov. – Tekst: neposredstvennyj // Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ya. – 2017. – № 4. – S. 208-211.

4. Qian, Wang. Ventilation heat recovery jointed low-temperature heating in retrofitting – an investigation of energy conservation, environmental impacts and indoor air quality in Swedish multifamily houses / Wang Qian, Ploskic Adnan, Holmberg Sture // Journal of Energy and Buildings. – 2016. – P. 250-264.

5. Patent na izobreneniye RF № 2713729. Nagrevatel'nyj element shirokogo spektra primeneniya / Shelekhov I. Yu. // Data registracii 07.02.2020, opublikovano 07.02.2020. – Byul. № 4. – Tekst: neposredstvennyj.

5. Banhidi, L. Teplovoj mikroklimat pomeshchenij: Raschet komfortnykh parametrov po teplooshchushcheniyam cheloveka / L. Banhidi; per. s veng. V. M. Belyaeva; pod red. V. I. Prohorova. – M.: Strojizdat, 1981. – 248 s. – Tekst: neposredstvennyj.

7. Shelekhov, I. Yu. Osobennosti ispol'zovaniya otopitel'nogo oborudovaniya v zdaniyah s peremennym teplovym rezhimom / I. Yu. Shelekhov, T. I. Shishelova, L. I. Duhovnyj. – Tekst: neposredstvennyj // Fundamental'nye issledovaniya. – 2012. – № 3. – Ch. 2. – S. 437-440.



УДК 631.362

С.В. Леканов, А.П. Ломакин, Н.И. Стрикунов  
S.V. Lekanov, A.P. Lomakin, N.I. Strikunov

## СОВРЕМЕННЫЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ООО «АГРОЛАД» ПЕРВОМАЙСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

### MODERN GRAIN CLEANING AND DRYING COMPLEX AT ООО «AGROLAD» IN THE PERVOMAYSKY DISTRICT OF THE ALTAI REGION

**Ключевые слова:** зерновой ворох, технологии очистки семян, зерноочистительный агрегат, зерноочистительная машина, зерновой материал, зерносушилка.

**Keywords:** grain heap, seed cleaning technology, seed cleaning plant, grain cleaning machine, grain material, grain dryer.

Представлена технологическая схема современного зерноочистительно-сушильного комплекса, реализованная в ООО «Агролад» Первомайского района, с описанием технологических возможностей каждого отделения. Описаны возможности применяемых зерноочистительных машин и сушилки, входящих в комплекс, а также применяемое технологическое оборудование. Рассмотрены возможности работы технологической линии в различных режимах. Предложенные технические решения позволяют снизить затраты на очистку и сушку зерна, а ярусное расположение машин дает возможность значительно сократить затраты на выполнение строительных работ и уменьшить количество норий, что способствует сокращению травмирования зерна. Предложенная схема может быть реализована и в других хозяйствах Алтайского края и за его пределами.

The technological scheme of a modern grain cleaning and drying complex implemented at ООО "Agrolad" in the Pervomaisky district is presented with a description of the technological capabilities of each unit. The capabilities of the used grain cleaning machines and dryers included in the complex, as well as the technological equipment used, are described. The possibilities of the technological line operation in various modes are considered. The proposed technical solutions can reduce the cost of grain cleaning and drying, and the tiered arrangement of machines can significantly reduce the cost of construction work and reduce the number of burrows, which helps to reduce grain injury. The proposed scheme can be implemented in other farms of the Altai territory and beyond.

**Леканов Сергей Валерьевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ДПО АИПКРС АПК, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serrg333@mail.ru.

**Ломакин Антон Петрович** начальник производственного участка, ООО «ЦСТ-22» г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: info@melinvest22.ru.

**Стрикунов Николай Иванович**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: strikunov555@mail.ru .

**Lekanov Sergey Valeryevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai Institute of Professional Development of Managers and Specialists of Agricultural Industry Complex, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serrg333@mail.ru.

**Lomakin Anton Petrovich**, head of the production site, ООО "TSST-22", Barnaul, Russian Federation, e-mail: info@melinvest22.ru.

**Strikunov Nikolay Ivanovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: strikunov555@mail.ru.

### Введение

Современные зерноочистительные комплексы имеют производительность выше 50 т/ч, что обусловлено большим поступлением зернового вороха в течение суток, достигающих 1000 т и более [1-3]. Строительство таких комплексов, как правило, носит многоэтапный характер. Здесь можно выделить несколько этапов строительства. Первый этап строительства – это приемное отделение, включающее в себя обустройство завальной ямы с загрузочной норией, и отделение предварительной и первичной очистки зерна. Также возможно строительство сушильного отделения. Второй этап – это отделение вторичной и окончательной очистки семян. Однако если хозяйство не занимается производством семян и отсутствует засоренность полей трудноотделимыми сорняками (овсюг, гречиха татарская), которые выделяются только

на триерах и пневмосортировальных столах, то во втором этапе нет необходимости [4].

Пропускную способность зерноочистительного комплекса можно увеличить либо с помощью установки новых машин повышенной производительности, либо установки параллельной линии очистки, что в свою очередь позволяет избежать простоев комплекса в случае каких-либо остановок машины в период послеуборочной обработки зерна, когда зерноочистительно-сушильные комплексы работают в круглосуточном режиме [5, 6]. Технологический простой линии в эти периоды может привести к потере уже убранного урожая. Зерноочистительно-сушильные комплексы работают на максимально возможных режимах для обработки как можно большего объема зернового материала. Производительность сушильного отделения, как правило, значительно ниже производительности отделения предваритель-

ной и первичной очистки. Это обусловлено тем, что при проектировании комплексов расчет по отделениям очистки ведется на весь предполагаемый (максимальный) объем урожая, в то время как на отделение сушки приходится только часть этого объема. Для Алтайского края сушка зерна, например, пшеницы, бывает не востребована в отдельные годы, а некоторые культуры, такие как подсолнечник, наоборот, при расчетах учитываются как подлежащие сушке в полном объеме. Проектирование и строительство сушильного отделения высокой производительности (сопоставимого с отделением первичной очистки зерна) на высокопроизводительных зерноочистительно-сушильных комплексах приведут к значительным затратам, простоям оборудования, невысокой загрузке в течение года, в целом, к низкой рентабельности послеуборочной обработки зерна, что в современных условиях является недопустимым.

### Основная часть

Одним из путей совершенствования технологии и упрощения обслуживания машин является применение машин одной марки на нескольких технологических операциях (предварительной и первичной очистке зерна). Данный подход позволяет: значительно упростить работу операторам зерноочистительного комплекса, иметь более полный набор решет и расходных материалов для обслуживания машин (очистительные щетки, сменные рамки для решет, очистительные шарики, приводные ремни и т.д.).

В хозяйстве ООО «Агролад» Первомайского района Алтайского края реализована технология послеуборочной очистки зерна на основе машин БИС-100, работающая в параллельном режиме, что позволяет осуществлять различные технологии очистки и сушки зерна на одном комплексе.

Данный комплекс был реализован компанией ООО «ЦСТ-22» на базе оборудования «Мельинвест» (г. Нижний Новгород) в два этапа. На первом этапе выполнено приемное отделение

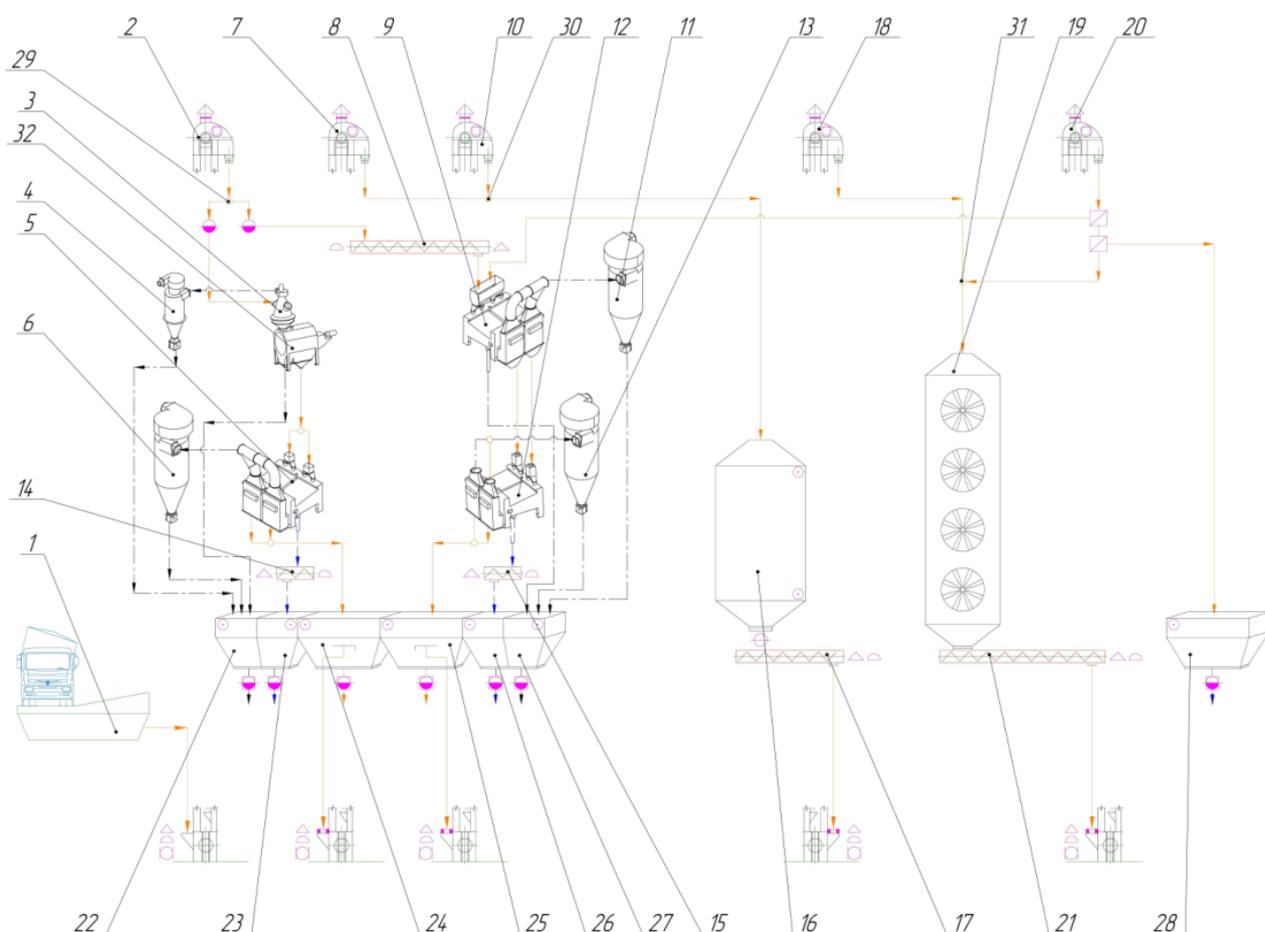
с проездной завальной ямой и норией НМ-100, отделение предварительной очистки, включающее в себя аспиратор вороха АВМПО-1 производства ООО «ЦСТ-22» и машину предварительной очистки БЗО исполнения 1; отделение первичной очистки, включающее в себя машину БИС-100, работающую в режиме первичной очистки зерна; отделение сушки зерна на базе шахтной зерносушилки Vesta-20 производства «Мельинвест». На втором этапе для увеличения производительности зерноочистительно-сушильного комплекса была построена вторая линия очистки зерна на базе двух сепараторов БИС-100, работающих в режиме предварительной и первичной очистки.

На рисунке 1 представлена технологическая схема работы зерноочистительно-сушильного комплекса в ООО «Агролад» Первомайского района Алтайского края. В комплексе применено ярусное размещение машин, что позволяет сократить количество норий и избежать дополнительного травмирования зерна.

Линия работает следующим образом (рис. 1). Зерновой ворох из завальной ямы 1 загрузочной норией НМ-100 направляется на распределитель 29, оборудованный реечными задвижками с электроприводом, который позволяет дозированно направить материал на первую и вторую линию очистки (на пульте управления комплексом можно выбрать соотношение подачи на линии).

**На первой линии очистки** исходный материал направляется в аспиратор вороха АВМПО-1 3, где обеспыливается и подается в машину предварительной очистки БЗО исполнения 1 32 для выделения грубых примесей. Запыленный воздух от машины АВМПО-1 направляется в циклон 4. Грубые примеси от машины БЗО исполнения 1 32 – в бункер мертвых отходов 22.

Далее зерновой материал самотеком направляется в зерноочистительную машину БИС-100 5, работающую в режиме первичной очистки для выделения крупных, мелких, а также легких примесей.



**Рис. 1. Технологическая схема работы зерноочистительно-сушильного комплекса в ООО «Агролад» Первомайского района Алтайского края:**

—	Основной поток продукта	⊖	Задвижка речная с механическим приводом
- - -	используемые отходы	⊖	Автоматическое тормозное устройство
- - -	мертвые отходы	⊖	Взрыворазрядитель
△	Датчик подпора	⊖	Датчик уровня
⊖	Датчик контроля скорости	⊖	Датчик контроля сбегающей ленты
⊖	Задвижка с пневмоприводом	⊖	Задвижка шибберная
⊖	Задвижка речная с электроприводом	⊖	Клапан перекидной

1 – завальная яма; 2 – загрузочная нория НМ-100; 3 – аспиратор вороха АВМПО-1; 4 – циклон; 5 – зерноочистительная машина БИС-100 (первичная очистка); 6 – циклон ЦОЛ-9; 7 – нория НМ-40; 8 – транспортер загрузки линии № 2; 9 – зерноочистительная машина БИС-100 (предварительная очистка); 10 – нория НМ-50; 11 – циклон ЦОЛ-9; 12 – зерноочистительная машина БИС-100 (первичная очистка); 13 – циклон ЦОЛ-9; 14 – транспортер фуражных отходов (2 шт.); 15 – транспортер фуражных отходов (2 шт.); 16 – силос; 17 – транспортер загрузки зерносушилки; 18 – нория загрузки сушилки НМ-40; 19 – сушилка С20Г серии Vesta; 20 – нория выгрузки сушилки НМ-40; 21 – транспортер выгрузки сушилки; 22 – бункер мертвых отходов; 23 – бункер фуражных отходов; 24 – бункер чистого зерна; 25 – бункер чистого зерна; 26 – бункер фуражных отходов; 27 – бункер мертвых отходов; 28 – бункер сухого зерна; 29-31 – распределитель

Легкие примеси от машины БИС-100 5 – в циклон ЦОЛ-9 6, крупные и мелкие примеси

транспортерами фуражных отходов 14 – в бункер фуражных отходов 23. Очищенный матери-

ал поступает в бункер чистого зерна 24, откуда может подаваться на отгрузку, либо в норию НМ-40 7 для загрузки силоса 16 в случае необходимости сушки зерна. Влажный зерновой материал из силоса 16 транспортером загрузки зерносушилки 17 направляется норией загрузки сушилки НМ-40 18 в сушилку С20Г серии Vesta. Высушенный материал выгружается транспортером выгрузки сушилки 21 и норией выгрузки сушилки НМ-40 20 в бункер сухого зерна 28.

**На второй линии очистки** исходный материал после загрузочной норией (2) транспортером загрузки линии № 2 8 направляется в зерноочистительную машину БИС-100 12, работающую в режиме предварительной очистки для выделения крупных, мелких, а также легких примесей. Легкие примеси от машины БИС-100 12 направляются в циклон ЦОЛ-9 11, крупные и мелкие примеси – в бункер мертвых отходов 27. Очищенный материал поступает в бункер чистого зерна 25, откуда может подаваться на отгрузку, либо в норию НМ-50 10 для загрузки силоса (16) в случае необходимости сушки зер-

на. Сырой зерновой материал из силоса 16 транспортером загрузки зерносушилки 17 направляется норией загрузки сушилки НМ-40 18 в сушилку С20Г серии Vesta. Высушенный материал выгружается транспортером выгрузки сушилки 21 и норией выгрузки сушилки НМ-40 20 в бункер сухого зерна 28.

Технологической особенностью линии является возможность регулировать потоки исходного материала на первую и вторую линию. На рисунке 2 представлен общий вид зерноочистительно-сушильного комплекса в ООО «Агролад» Первомайского района Алтайского края.

В период уборки подсолнечника высокой влажности и большого объема данная технологическая линия работает как в режиме сушки, так и в режиме только очистки в два параллельных потока. Первая линия, включающая в себя аспиратор вороха АВМПО-1 и зерноочистительную машину БИС-100 (первичная очистка), очищает материал и отгружает на кратковременное хранение, а после второй линии семена подсолнечника поступают на сушку.



**Рис. 2. Общий вид зерноочистительно-сушильного комплекса в ООО «Агролад» Первомайского района Алтайского края**

Подсолнечник является сложной культурой с точки зрения послеуборочной обработки зерна. Основные проблемы – это плохая сыпучесть влажного вороха, повышенный коэффициент внутреннего трения.

Временно, до сушки, можно хранить семена подсолнечника влажностью до 13% при температуре атмосферного воздуха до 10°C [8]. Поэтому в уборочный период 2020 г. в хозяйстве ООО «Агролад» Первомайского района Алтайского края была применена двухэтапная сушка. На первом этапе зерновой материал очищался и сушился до влажности 13%, затем происходила его отлежка при временном хранении, а затем материал повторно сушился до влажности 7%, при которой возможно его длительное хранение. При влажности семян подсолнечника 14% и температуре зерна 5°C возможно хранение не более 18 сут. [9]. Особенно важно в период послеуборочной обработки зерна и краткосрочного хранения следить за его температурой. При повышении температуры необходимо его охлаждать в бункерах активного вентилирования либо применять аэраторы зерна, используемые для активной вентиляции насыпи зернового материала в складах.

Производительность сушиллки С20Г серии Vesta на подсолнечнике составляла от 4,5 до 8 т/ч при влажности зернового материала от 23 до 18% и сушке до 13%. За один пропуск снималось не более 6% влаги, что позволяло работать сушиллке в штатном режиме.

Сушиллка С20Г серии Vesta имеет полностью автоматизированную систему управления сушиллкой, что позволяет программировать работу зерносушиллки в заданных параметрах сушки на всех стадиях прохождения зерна. Автоматическая регулировка сушки с точностью до 0,1°C позволяет задавать необходимую температуру сушки исходного зерна в зависимости от его влажности. Система предотвращения возгорания продукта, наличие датчиков уровня и температуры зерна в шахте и отработанного воздуха, системы экстренной автоматической блокировки работы зерносушиллки предотвращают

возгорание зерна. Низкий расход топлива и электроэнергии по сравнению с другими аналогами сушилок. Высокоэкономичные горелки для теплогенераторов, выполненные по новейшим технологиям, снижают расход газового топлива в 1,5-2 раза по сравнению с аналогичными отечественными зерносушилками. Скорость прохождения зерна через автоматический механизм разгрузки может регулироваться.

В хозяйстве в летний период было проведено обучение операторов зерноочистительно-сушильного комплекса правилам работы с зерноочистительными машинами и сушильным оборудованием, соблюдению требований безопасности при работе на комплексе. Обучение проведено специалистами Алтайского института повышения квалификации. Особенно важным при проведении послеуборочной обработки зерна является соблюдение требований безопасности [9], так как период послеуборочной обработки зерна наиболее травмоопасен во всем объеме возделывания сельскохозяйственных культур.

### Заключение

Представленная линия может работать по нескольким вариантам движения основного потока зерна, что позволяет реализовать различные схемы технологического процесса послеуборочной обработки зерна. Использование шахтной зерносушиллки серии Vesta производства «Мельинвест» позволяет сушить зерновой материал в сложных климатических условиях. Применение силоса позволяет четко дозировать материал при подаче в сушиллку, обеспечивая ее бесперебойную работу. Обеспыливание отработанного запыленного воздуха обеспечивается четырьмя циклонами, что отвечает всем экологическим требованиям и обеспечивает комфортные условия работы операторам зерноочистительно-сушильного комплекса. Линия позволяет очищать зерновой ворох пшеницы с производительностью до 80 т/ч при засоренности до 6% и влажности 14%.

## Библиографический список

1. Леканов, С. В. Перспективы послеуборочной очистки зерна и семян / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов, С. А. Черкашин. – Текст: непосредственный // Актуальные агросистемы. – 2019. – № 1-2. – С. 26-28.
2. Леканов, С. В. Техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян: рекомендации / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов. – Барнаул: Изд-во Алт. ИПК АПК, 2019. – 74 с. – Текст: непосредственный.
3. Стрикунов, Н. И. Перспективы послеуборочной очистки зерна и семян в Алтайском крае / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, С. А. Черкашин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах: XIII Международная научно-практическая конференция (15-16 февраля 2018 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. – Кн. 2. – С. 198-200.
4. Стрикунов, Н. И. Поточные линии для послеуборочной обработки зерна: учебное пособие / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, Б. Т. Тарасов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 92 с. – Текст: непосредственный.
5. Машины, агрегаты и комплексы послеуборочной обработки зерна и семян трав: монография / под редакцией Н. П. Сычугова. – Киров: Изд-во ООО «ВЕСИ», 2015. – 404 с. – Текст: непосредственный.
6. Сычугон, Ю. В. Модернизация объектов послеуборочной обработки зерна: монография / Ю. В. Сычугон; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Вятская гос. с.-х. академия». – Киров: ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2015. – 188 с. – Текст: непосредственный.
7. Комышник, Л. Д. Сушка и хранение семян подсолнечника / Л. Д. Комышник, А. П. Журавлев, Ф. М. Хасанова. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 95 с. – Текст: непосредственный.
8. Пилипюк, В. Л. Технология хранения зерна и семян: учебное пособие / В. Л. Пилипюк. – Москва: Вузовский учебник, 2010. – 208 с. – Текст: непосредственный.
9. Охрана труда на зерно-семяочистительных сушильных комплексах: методическое пособие / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов, Н. В. Абашев, А. С. Руденок. – Барнаул: Изд-во Алт. ИПК АПК, 2020. – 64 с. – Текст: непосредственный.

## References

1. Lekanov, S. V. Perspektivy posleuborochnoj ochistki zerna i semyan / S. V. Lekanov, N. I. Strikunov, S. A. Cherkashin. – Tekst: neposredstvennyj // Aktual'nye agrosistemy. – 2019. – № 1-2. – S. 26-28.
2. Lekanov, S. V. Tekhnika i tekhnologii dlya posleuborochnoj obrabotki zerna i semyan: rekomendacii / S. V. Lekanov, N. I. Strikunov. – Barnaul: Izd-vo Alt. IPK APK, 2019. – 74 s. – Tekst: neposredstvennyj.
3. Strikunov, N. I. Perspektivy posleuborochnoj ochistki zerna i semyan v Altajskom krae / N. I. Strikunov, S. V. Lekanov, S. A. Cherkashin. – Tekst: neposredstvennyj // Agramaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (15-16 fevralya 2018 g.). – Barnaul: RIO Altajskogo GAU, 2018. – Kn. 2. – S. 198-200.
4. Strikunov, N. I. Potochnye linii dlya posleuborochnoj obrabotki zerna: uchebnoe posobie / N. I. Strikunov, S. V. Lekanov, B. T. Tarasov. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2010. – 92 s. – Tekst: neposredstvennyj.
5. Mashiny, agregaty i komplekсы posleuborochnoj obrabotki zerna i semyan trav (monografiya) / Pod red. N. P. Sychugova. – Kirov: Izd-vo OOO «VESI», 2015. – 404 s. – Tekst: neposredstvennyj.
6. Sychugov, Yu. V. Modernizaciya ob"ektov posleuborochnoj obrabotki zerna: monografiya / Yu. V. Sychugov; M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj Federacii, FGBOU VO "Vyatskaya gos. s.-h. akad.". – Kirov: FGBOU VO Vyatskaya GSKHA, 2015. – 188 s. – Tekst: neposredstvennyj.
7. Komyschnik, L. D. Sushka i hranenie semyan podsolnechnika / L. D. Komyschnik, A. P. Zhuravlev, F. M. Hasanova. – M.: Agropromizdat, 1989. – 95 s. – Tekst: neposredstvennyj.
8. Pilipyuk, V. L. Tekhnologiya hraneniya zerna i semyan: uchebnoe posobie / V. L. Pilipyuk. – M.: Vuzovskij uchebnyk, 2010. – 208 s. – Tekst: neposredstvennyj.
9. Ohrana truda na zerno-semyaochistitel'nyh sushil'nyh kompleksah: metodicheskoe posobie / S. V. Lekanov, N. I. Strikunov, N. V. Abashev, A. S. Rudenok. – Barnaul: Izd-vo Alt. IPK APK, 2020. – 64 s. – Tekst: neposredstvennyj.