

## ЗЕРНО-СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНЫЙ СУШИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

## GRAIN AND SEED CLEANING DRYING COMPLEX

**Ключевые слова:** зерновой ворох, зерновой материал, предварительная очистка, первичная очистка, сушилка, пневмостол, фотосепаратор, зерно-семяочистительный сушильный комплекс, примеси, компоновочные решения.

Актуальность тематики проектирования зерно-семяочистительных сушильных комплексов, особенно в отдельных районах, продиктована необходимостью получения высокопродуктивных семян с учетом энергоснабжения и логистики, что может свидетельствовать о снижении в этом случае капитальных и эксплуатационных затрат. Подобный подход к развитию технологий подготовки семян и технологических средств для их осуществления особенно много значит для крупных фермерских хозяйств, занимающихся производством семян зерновых и зернобобовых культур, а также технических (в основном масличных) культур. Внедрение комплексов и новых современных зерно-семяочистительных машин решает важные задачи дальнейшего их развития и повышения эффективности очистки семян. Требуется существенная поддержка объектам послеуборочной обработки семян на оснащение технологических линий перспективными машинами. Необходимы четко продуманные технологии по производству семян на основе перспективных машин с грамотной и рациональной их компоновкой. Внедрение предлагаемого зерно-семяочистительного сушильного комплекса позволит получить семена посевного стандарта из исходного материала. Возможные варианты работы комплекса подробно описаны в настоящей работе. Наибольший интерес представляет вариант работы семкомплекса при подготовке семян. Современные технические средства для окончательной очистки семян позволяют получать семена посевного стандарта категории не ниже РС за один пропуск зернового материала через всю технологическую линию. Также в технологии проработаны вопросы затаривания готовых семян в биг бэги. Это современные средства, используемые для хранения семян. Для исключения травми-

рования семян в сортировальном отделении применяются тихоходные транспортирующие машины.

**Keywords:** grain heap, grain material, pre-cleaning, primary cleaning, dryer, pneumatic table, color sorter, grain-cleaning drying complex, impurities, layout solutions.

The relevance of the topic of designing grain-seed-cleaning drying complexes, especially in certain areas, is explained by the need to obtain highly productive seeds taking into account energy supply and logistics which may indicate a reduction in capital and operating costs in this case. Such an approach to the development of seed preparation technologies and technological means for their implementation is especially important for large farms involved in the production of seeds of cereal and legume crops as well as industrial (mainly oilseed) crops. The introduction of complexes and new modern grain-seed-cleaning machines solves important problems of their further development and increasing the efficiency of seed cleaning. Significant support is required for post-harvest seed handling facilities to equip technological lines with advanced machines. Therefore, we need clearly thought-out technologies for seed production based on promising machines with a competent and rational layout. The introduction of the proposed grain-cleaning drying complex will make it possible to obtain seed standard seeds from the source material. Possible options for the operation of the complex are described in detail in this paper. The most interesting option is the operation of the seed complex during seed preparation. Modern technical means for the final cleaning of seeds make it possible to obtain seeds of a seeding standard of a category not lower than the Reproduction Seeds Standard in one pass of the grain material through the entire technological line. The technology also addresses the issues of packaging ready-made seeds in Big Bags. These are modern means used for storing seeds. To

**Леканов Сергей Валерьевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serrg333@mail.ru.

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

**Лугачев Веденей Евгеньевич**, студент ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: v.lugachev22@gmail.com.

**Леканов Сергей Валерьевич**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serrg333@mail.ru.

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

**Lugachev Vedenev Evgenievich**, student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, v.lugachev22@gmail.com.

### Введение

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что посев высокопродуктивными семенами является основой для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур [1-3]. В современном сельскохозяйственном производстве в отрасли семеноводства невозможно получать такие семена без применения новых прогрессивных технологий послеуборочной обработки семян, новой высокопроизводительной и надежной зерноочистительной техники [4-6].

При этом необходимо проводить альтернативные поиски энергосберегающих технологий и процессов [7, 8]. Разработка и внедрение современных комплексов по послеуборочной обработке зерна и семян представляют наибольший практический интерес.

Предлагаемая технология послеуборочной обработки зерна и семян (рис. 1) может быть реализована в семеноводческих хозяйствах, а также в одном из хозяйств в составе агрохолдинга. Поэтому те руководители хозяйств, которые сознательно не отказываются от своих долгосрочных и стратегических целей, будут всегда стремиться к максимизации прибыли даже в условиях постоянно меняющейся ценовой политики на зерновом рынке.

Машины, входящие в семяочистительное отделение, представлены фирмой Julite (Китай): семяочистительная машина 5XFS-10CS; пневмосортировальный стол 5XZ-8 и фотосепаратор 8V, а транспортно-технологическое оборудование и сборно-болтовые конструкции использованы фирмы ООО «АлтайЭКОсорт» (г. Барнаул). На рисунке 2 представлена 3d-модель зерно-семяочистительного сушильного комплекса.

### Основная часть

Технологический процесс работы зерно-семяочистительного сушильного комплекса протекает следующим образом (рис. 1). Автомобильным транспортом зерновой ворох разгружается в проездную завальную яму (1.02), в которой установлен скребковый конвейер (1.01) для подачи вороха в тихоходную норию НТ30 (1.03). Нория (1.03) загружает машину предварительной очистки ВБО-100 (1.06), в которой происходит выделение крупных примесей, поступающих в секцию бункера крупных отходов (1.20), и легких примесей, поступающих в секцию бункера аспирационных отходов (1.17). Запыленный воздух очищается в спаренных цик-

лонах ЦС-1100 (1.11) и вентилятором (1.10) выводится за пределы зерноочистительного агрегата. Пылевидные примеси направляются в бункер (1.13). Далее предварительно очищенный зерновой ворох подается тихоходной норией НТ30 (1.05) в воздушно-решётный сепаратор РС-50 (1.04), где выделяются легкие, мелкие и крупные примеси. Для сбора мелких и крупных примесей с машины РС-50 служат секции бункеров: секция бункера мелких примесей (1.22) и секция бункера крупных примесей (1.25). Легкие примеси шнеком (1.21) транспортируются в секцию бункера аспирационных отходов (1.17). Запыленный воздух вентилятором (1.09) направляется в спаренные циклоны ЦС-1100 (1.11) очищается и выводится за пределы зерноочистительного агрегата. Пылевидные примеси направляются в бункер (1.13). Очищенный зерновой материал самотеком поступает в тихоходную норию НТ30 (1.07), на которой установлены перекидные клапана (1.08) и (1.16).

### Работа при сухом зерновом материале.

При работе с сухим исходным материалом зерно через клапан (1.18) и (1.19) направляется в конвейер самоочистной КСО.25, оборудованный задвижкой (2.11), посредством которой он отгружается в бункер (2.18). Из бункера (2.18) с помощью задвижек (2.16) и (2.18) зерновой материал выгружается в автотранспорт и вывозится за пределы комплекса.

### Работа при сыром зерновом материале.

При работе с сырым исходным материалом зерно через клапан (1.18) направляется в силос влажного зерна КС 360.2Т45 (2.01) при большом поступлении зерна, либо непосредственно сразу в зерносушилку МИГ (2.07) посредством перекидных клапанов (1.08) и (1.16).

После накопления зерна в бункере (2.01) оно через задвижку (2.02) подается в конвейер самоочистной КСО.25 (2.03) для подачи в тихоходную норию (2.04). Тихоходная нория оснащена двумя перекидными клапанами (2.5) и (2.06), которые позволяют направить поток либо во второй силос (силос сухого зерна КС 360.2Т45) (2.13), используемый также для накопления сырого зерна, посредством конвейера самоочистного КСО.25 (2.09), либо в непосредственно в зерносушилку МИГ (2.07).

После сушки зерновой материал тихоходной норией (2.12) и перекидным клапаном (2.08) направляется на отгрузку конвейером самоочистным КСО.25 (2.10) через задвижку (2.11) в бункер (2.18).

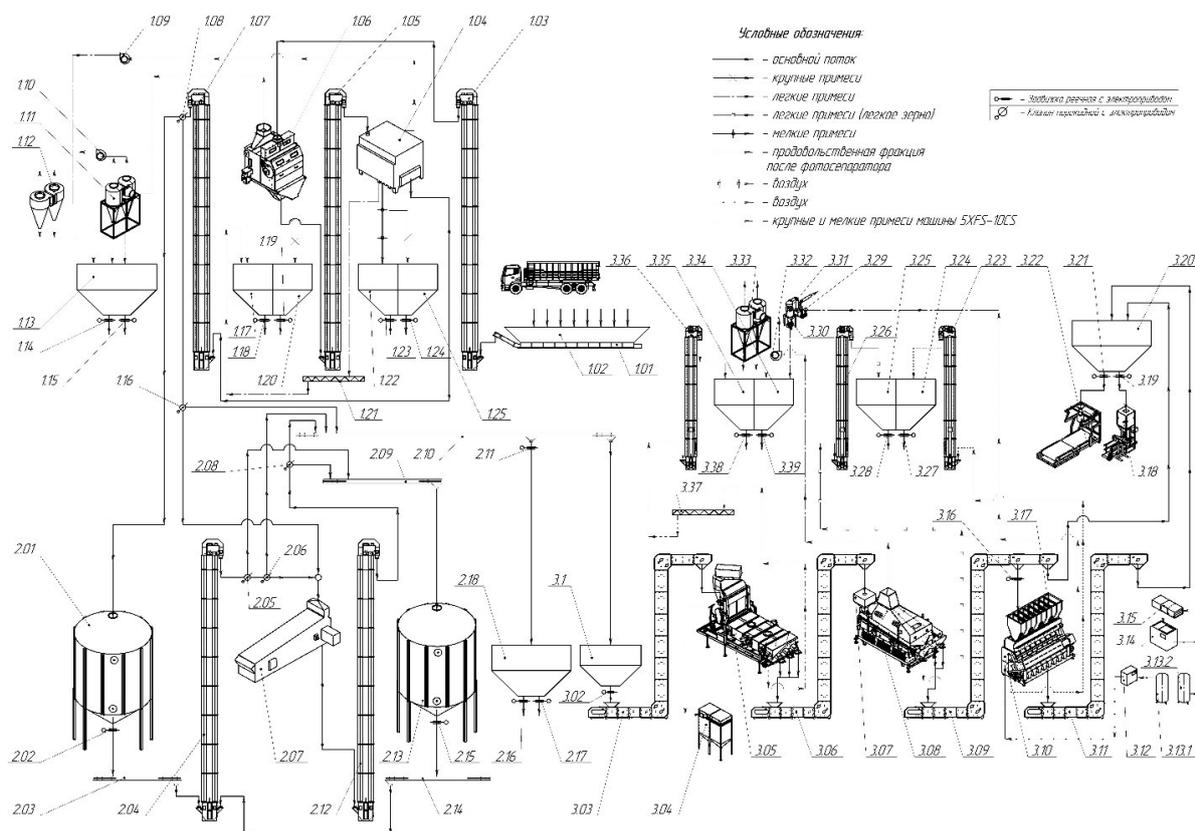
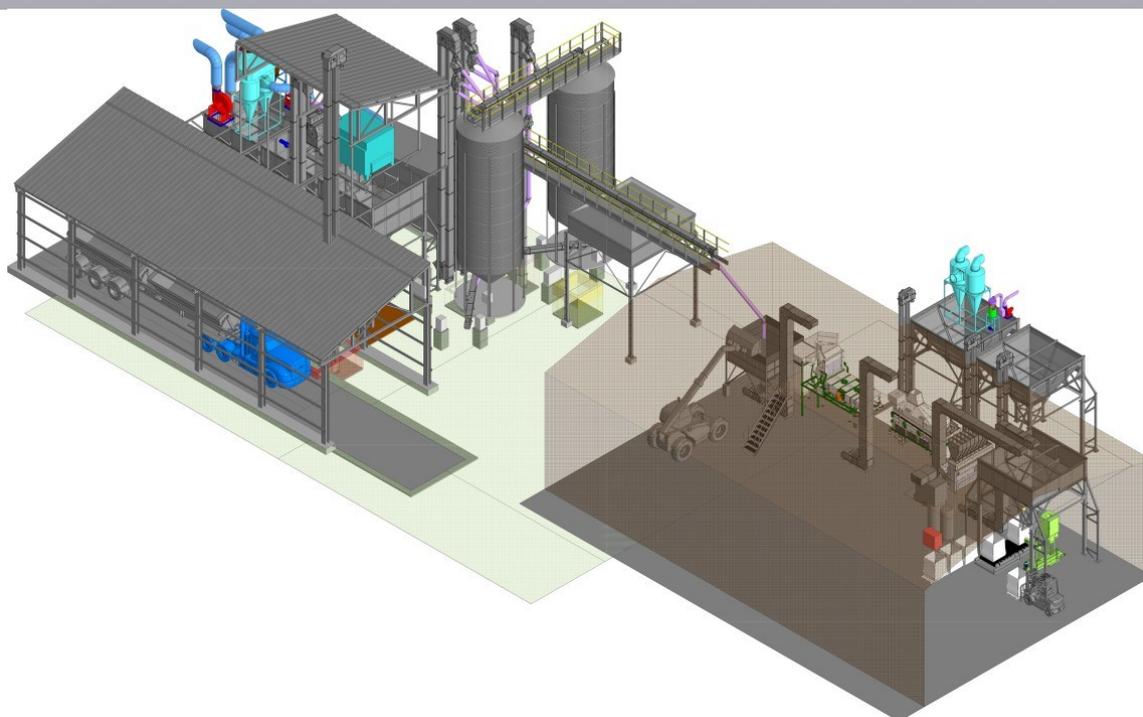
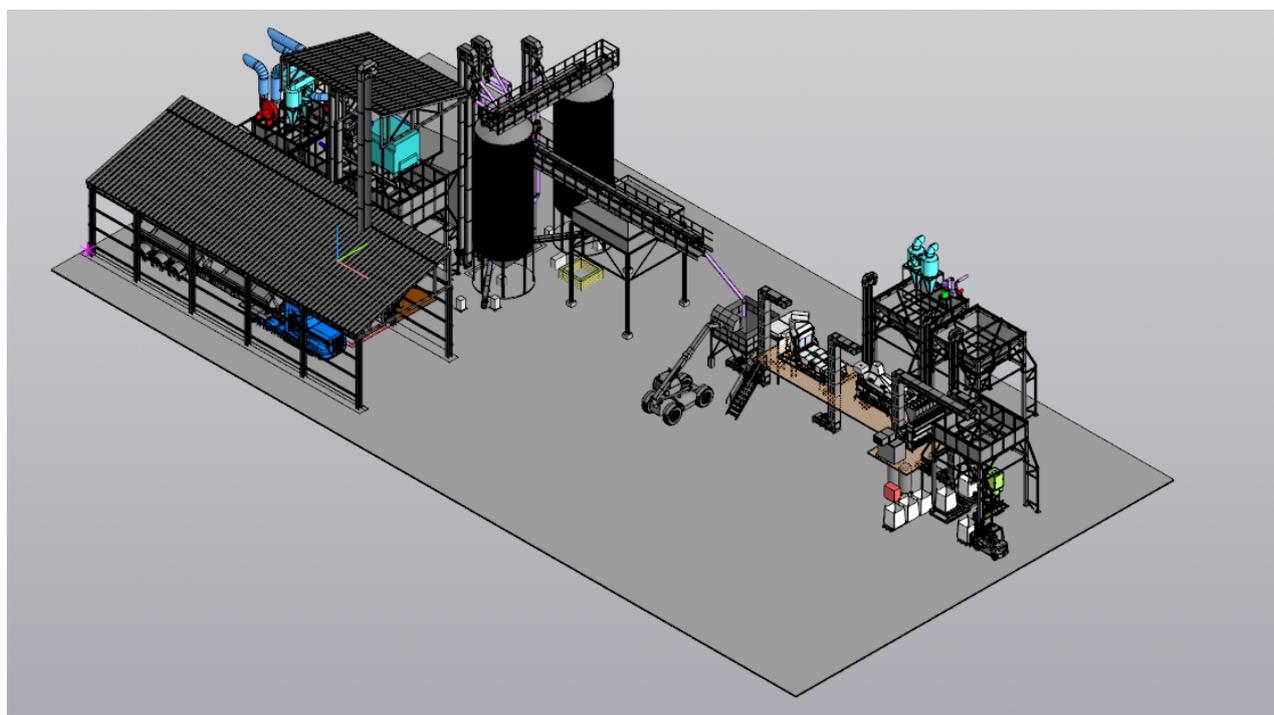


Рис. 1. Зерно-семяочистительный сушильный комплекс:

- 1.01 – яма завальная; 1.02 – конвейер скребковый; 1.03 – нория тихоходная НТ30; 1.04 – воздушно-решётный сепаратор РС-50; 1.05 – нория тихоходная НТ30; 1.06 – машина предварительной очистки ВБО-100; 1.07 – нория тихоходная НТ30; 1.08 – клапан перекидной; 1.09 – вентилятор машины РС-50; 1.10 – вентилятор; 1.11 – циклон спаренный ЦС-1100; 1.12 – циклон машины РС-50; 1.13 – бункер аспирационных отходов; 1.14 – задвижка; 1.15 – задвижка; 1.16 – клапан перекидной; 1.17 – секция бункера аспирационных отходов; 1.18 – задвижка; 1.19 – задвижка; 1.20 – секция бункера крупных отходов; 1.21 – шнек; 1.22 – секция бункера мелких примесей; 1.23 – задвижка; 1.24 – задвижка; 1.25 – секция бункера крупных примесей; 2.01 – силос влажного зерна KS 360.2Т45; 2.02 – задвижка; 2.03 – конвейер самоочистной КСО.25; 2.04 – нория тихоходная НТ30; 2.05 – клапан перекидной; 2.06 – клапан перекидной; 2.07 – зерносушилка МИГ; 2.08 – клапан перекидной; 2.09 – конвейер самоочистной КСО.25; 2.10 – конвейер самоочистной КСО.25; 2.11 – задвижка; 2.12 – нория тихоходная НТ30; 2.13 – силос сухого зерна KS 360.2Т45; 2.14 – конвейер самоочистной КСО.25; 2.15 – задвижка; 2.16 – задвижка; 2.17 – задвижка; 2.18 – бункер; 3.01 – бункер; задвижка; 3.03 – нория CSZE10; 3.04 – фильтр; 3.05 – семяочистительная машина 5XFS-10CS; 3.06 – нория CSZE10; 3.07 – бункер; 3.08 – пневмосортировальный стол 5XZ-8; 3.09 – нория CSZE10; 3.10 – фотосепаратор 8V; 3.11 – нория CSZE10; 3.12 – осушитель SLT-8,2; 3.13.1, 3.13.2 – ресивер; 3.14 – компрессор Sollant VSD SLT 45-V; 3.15 – вентиляционный клапан BK.SLT37; 3.16 – задвижка; 3.17 – бункер восьми лотковый БФ.08.000; 3.18 – весовой аппарат DLB-100A; 3.19 – задвижка; 3.20 – бункер; 3.21 – задвижка; 3.22 – машина фасовочная для мягких контейнеров 773\_00.00.00; 3.23 – нория НКЛ.15; 3.24 – секция негодных семян; 3.25 – секция продовольственного зерна бункера; 3.26 – нория НКЛ.15; 3.27 – задвижка; 3.28 – задвижка; 3.29 – вентилятор; 3.30 – шлюзовой затвор; 3.31 – ЦОЛ-1У; 3.32 – вентилятор ВР 100-35-8; 3.33 – спаренный циклон ЦС-1100; 3.34 – секция аспирационных отходов; 3.35 – секция отходов; 3.36 – нория НКЛ.15; 3.27 – шнек БКШ-200; 3.38 – задвижка; 3.39 – задвижка

При необходимости второго пропуска зерна через зерносушилку оно предварительно через клапан (2.18) тихоходной нории НТ30 (2.12) конвейером самоочистным КСО.25 (2.10) подается в силос сухого зерна KS 360.2Т45 (2.13) для «отлежки». Затем через задвижку (2.15) зерно подается на конвейер самоочистной КСО.25

(2.14) и далее в тихоходную норю НТ30 (2.04), задвижки (2.05) и (2.06) в зерносушилку МИГ (2.07). После сушки зерновой материал тихоходной норией (2.12) и перекидным клапаном (2.08) направляется на отгрузку конвейером самоочистным КСО.25 (2.10) через задвижку (2.11) в бункер (2.18).



**Рис. 2. 3d-модель зерно-семяочистительного сушильного комплекса**

#### **Работа при очистке семенного материала.**

После предварительной и первичной очистки зерновой материал конвейером самоочистным КСО.25 (2.10) направляется в бункер (3.1). В линии предусмотрена загрузка бункера (3.1) фронтальным погрузчиком. Из бункера (3.1) через задвижку (3.02) зерновой материал z-образной норией CSZE10 (3.03) направляется в семяочистительную машину 5XFS-10CS (3.05), где выделяются крупные, мелкие и легкие примеси. Отходы транспортируются шнеком БКШ-200

(3.37) и норией (3.36) в секцию бункера отходов (3.35). Легкие примеси циклоном машины через шлюзовой затвор выводятся в мешок, а запыленный воздух проходит дополнительную очистку в фильтре (3.04). Далее зерновой материал направляется на пневмосортировальный стол (3.08) через бункер-накопитель (3.08) для разделения по удельному весу. Промежуточная фракция и легкое зерно транспортируются норией НКЛ.15 в секцию продовольственного зерна бункера (3.25). Запыленный воздух с зонта

пневмосортировального стола (3.08) вентилятором ВР 100-35-8 (3.32) направляется в спаренный циклон ЦС-1100 (3.33), откуда пылевидные примеси поступают в секцию аспирационных отходов (3.34). После разделения материала по удельному весу он направляется z-образной норией CSZE10 (3.09) либо на фасовку в бункер (3.20), либо на сортирование по цвету в фотосепаратор 8V (3.16) через задвижку (3.16) и бункер восьмилотковый БФ.08.000 (3.18). Семенное зерно после разделения по цвету z-образной норией CSZE10 (3.11) направляется в бункер (3.20).

Через бункер (3.20) очищенные семена направляются через задвижки (3.21) или (3.20), соответственно, для затаривания в биг бэги на машину фасовочную для мягких контейнеров 773\_00.00.00 (3.22) либо для затаривания в мешки в весовыбойный аппарат DLB-100A (3.18). Негодный продукт самотеком направляется в норию НКЛ.15 для подачи его в секцию негодных семян (3.24). Фотосепаратор 8V (3.16) для подачи воздуха оборудован осушителем SLT-8,2 (3.12), двумя ресиверами (3.13.1) и (3.13.2), компрессором Sollant VSD SLT 45-V (3.14) и вентиляционным клапаном BK.SLT37 (3.15).

### Заключение

1. Из всех проанализированных технологий послеуборочной обработки семян наиболее востребованными и научно обоснованными являются современные поточные линии, где реализованы несколько признаков делимости зерновых смесей, причём на каждой технологической операции и на этих операциях необходимо изыскивать пути их интенсификации.

2. Наиболее высокопродуктивные семена могут быть получены при использовании сортировальных отделений, включающих в себя пневмосортировальные столы и фотосепараторы, где основными признаками разделения являются удельный вес (плотность) и цвет. При таком сортировании удаётся выделить трудноотделимые сорные примеси, а также малопродуктивные, щуплые и поврежденные семена основной культуры.

3. Предлагаются технологическая схема зерно-семяочистительного сушильного комплекса и компоновочные решения, выполненные с применением плоскостного и трехмерного изображения машин, входящих в технологию, а также 3D-моделирование при разработке компоновки

технологического оборудования и металлоконструкций комплекса.

### Библиографический список

1. Исходные требования к разработке поточных технологий подготовки семян / Н. Е. Слепцов, В. И. Кузьмин, Ю. Ж. Дондоков [и др.]. – Текст: непосредственный // Чугуновские агроотчетения: сборник материалов / XV Всероссийская научно-практическая конференция агротехнологической направленности «Чугуновские агроотчетения-2023», посвященная 85-летию академика, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Чугунова Афанасия Васильевича и 35-летию агропрофилированных школ Республики Саха (Якутия), Якутск, 18-19 мая 2023 года. – Якутск: Изд-кий дом СВФУ, 2023. – С. 391-398. – EDN ONHUNW.

2. Предпосылки и задачи предпосевной обработки семян / В. В. Пахомов, С. С. Черкашин, В. И. Кузьмин [и др.]. – Текст: непосредственный // Чугуновские агроотчетения: сборник материалов / XV Всероссийская научно-практическая конференция агротехнологической направленности «Чугуновские агроотчетения-2023», посвященная 85-летию академика, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Чугунова Афанасия Васильевича и 35-летию агропрофилированных школ Республики Саха (Якутия), Якутск, 18-19 мая 2023 года. – Якутск: Изд-кий дом СВФУ, 2023. – С. 385-391. – EDN FQLQLH.

3. Bill Gregg Seed Conditioning Volume one, Management, Technology-Parts A & B / Bill Gregg, Gary Billups.- Published by Science Publishers, Enfield, NH, USA An imprint of Edenbridge Ltd., British Channel Islands. Printed in India, 2016. - 460 p.

4. Леканов, С. В. Способы загрузки стационарных зерноочистительных комплексов / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XVIII Международная научно-практическая конференция, приуроченная к 80-летию Алтайского ГАУ, Барнаул, 9-10 февраля 2023 г. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2023. – Кн. 2. – С. 137-139.

5. Леканов, С. В. Разработка и внедрение в производство новых технических решений для технологий послеуборочной обработки зерна / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов, И. Н. Стрикунов. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-221-3-98-104. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского

государственного аграрного университета. – 2023. – № 3 (221). – С. 98-104. – EDN HHPMQE.

6. Стрикунов, Н. И. Технологические основы компоновки оборудования семяочистительных линий / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-207-1-99-104. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета – 2022. – № 1 (207). – С. 99-104.

7. Иванов, Н. М. Технологии и техника для послеуборочной обработки зерна и семян: монография / Н. М. Иванов, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов; СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН. – 2021. – 277 с. – Текст: непосредственный.

8. Разработка пневмосепаратора с кольцевым многоярусным аспирационным каналом / А. А. Бауер, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, Р. В. Родин. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-229-11-88-93. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 11 (229). – С. 88-93.

#### References

1. Iskhodnye trebovaniia k razrabotke potochnykh tekhnologii podgotovki semian / N. E. Sleptsov, V. I. Kuzmin, Iu. Zh. Dondokov [i dr.] // Chugunovskie agrochteniia: Sbornik nauchnykh statei po materialam XV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii agrotekhnologicheskoi napravlenosti «Chugunovskie agrochteniia-2023», posviashchennoi 85-letiiu akademika, professora, doktora selskokhoziaistvennykh nauk Chugunova Afanasiia Vasilevicha i 35-letiiu agroprofilirovannykh shkol Respubliki Sakha (Iakutiia), Iakutsk, 18–19 maia 2023 goda. – Iakutsk: Izdatelskii dom SVFU, 2023. – S. 391-398. – EDN ONHUNW.

2. Predposylki i zadachi predposevnoi obrabotki semian / V. V. Pakhomov, S. S. Cherkashin, V. I. Kuzmin [i dr.] // Chugunovskie agrochteniia: Sbornik nauchnykh statei po materialam XV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii agrotekhnologicheskoi napravlenosti «Chugunovskie agrochteniia-2023», posviashchennoi

85-letiiu akademika, professora, doktora selskokhoziaistvennykh nauk Chugunova Afanasiia Vasilevicha i 35-letiiu agroprofilirovannykh shkol Respubliki Sakha (Iakutiia), Iakutsk, 18–19 maia 2023 goda. – Iakutsk: Izdatelskii dom SVFU, 2023. – S. 385-391. – EDN FQLQLH.

3. Bill Gregg Seed Conditioning Volume one, Management, Technology-Parts A & B / Bill Gregg, Gary Billups.- Published by Science Publishers, Enfield, NH, USA An imprint of Edenbridge Ltd., British Channel Islands. Printed in India, 2016. - 460 p.

4. Lekanov S.V. Sposoby zagruzki statsionarnykh zernoochistitelnykh kompleksov / S.V. Lekanov, N.I. Strikunov // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVIII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (9-10 fevralia 2023 g.), priurochennaia k 80-letiiu Altaiskogo GAU. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2023. – Kn. 2. – S. 137-139.

5. Lekanov, S.V. Razrabotka i vnedrenie v proizvodstvo novykh tekhnicheskikh reshenii dlia tekhnologii posleuborochnoi obrabotki zerna / S.V. Lekanov, N.I. Strikunov, I.N. Strikunov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 3 (221). – S. 98-104. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-221-3-98-104. – EDN HHPMQE.

6. Strikunov N.I. Tekhnologicheskie osnovy komponovki oborudovaniia semiaochistitelnykh linii / N.I. Strikunov, S.V. Lekanov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 1 (207). – S. 99-104.

7. Tekhnologii i tekhnika dlia posleuborochnoi obrabotki zerna i semian: monografiia / N.M. Ivanov, N.I. Strikunov, S.V. Lekanov; SFNTsA RAN. – Novosibirsk: SFNTsA RAN, 2021. – 277 s.

8. Bauer A.A. Razrabotka pnevmoseparatora s koltsevim mnogoiarusnym aspiratsionnym kanalom / A.A. Bauer, N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, R.V. Rodin // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 11 (229). – S. 88-93.

