

На правах рукописи

СОРОКИН Николай Николаевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ
ПОДГОТОВКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ**

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Воронеж – 2016

Работа выполнена на кафедре сельскохозяйственных машин федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (Воронежский ГАУ).

Научный руководитель доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ
Тарасенко Александр Павлович

Официальные оппоненты: **Ряднов Алексей Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный работник Высшей школы РФ, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка»;
Егоров Вадим Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка», главный научный сотрудник лаборатории механизации технологических процессов

Ведущая организация **Общество с ограниченной ответственностью «Воронежсельмаш»**

Защита состоится 29 декабря 2016 г. в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 220.010.04, созданного на базе Воронежского ГАУ, по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 13, учебный корпус агроинженерного факультета (корпус № 3), аудитория 319.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского ГАУ и на сайте www.vsau.ru («Информация о деятельности диссертационных советов» – «Защиты» – «Д 220.010.04»), а также по ссылке: <http://ds.vsau.ru/?p=3788>.

Автореферат разослан 28 октября 2016 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета



Афоничев Дмитрий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Продовольственная безопасность является составной частью национальной безопасности России, которая способна гарантировать удовлетворение потребностей на уровне, обеспечивающем нормальную жизнедеятельность населения страны, а также сохранения ее государственности и суверенитета. Определяющую роль в обеспечении продовольственной безопасности играет сельское хозяйство. Главным ее направлением является обеспечение зерном. Производство зерна в Российской Федерации традиционно является основой всего продовольственного комплекса и наиболее крупной отраслью сельского хозяйства. Устойчивое наращивание производства зерна – одна из важнейших задач агропромышленного комплекса России.

Приоритетным направлением увеличения производства зерна является повышение урожайности и снижение потерь зерна на всех стадиях производства. Одной из причин низкой урожайности зерновых в нашей стране является плохое качество семян. По данным Госсеминаспекции, в последние годы в России высевают не более 20,0 % высококлассных семян, а некондиционных — до 34,9 %. Низкое качество семян в России объясняется высоким уровнем их травмирования при уборке и послеуборочной обработке, а также несвоевременной обработкой поступающего от комбайнов зернового вороха. Поэтому своевременная и эффективная обработка зернового вороха пшеницы с целью получения качественных семян является важнейшей народнохозяйственной задачей.

Ввиду этого, особую актуальность и практическую значимость для агропромышленного комплекса всей страны приобретает разработка и применение наиболее прогрессивных технических средств и технологий послеуборочной подготовки семян, направленных на получение и сохранение продукта высокого качества. Наибольший эффект достигается при использовании технологии послеуборочной подготовки семян с фракционированием. Данная технология позволяет незамедлительно, по мере поступления зернового вороха на ток очищать его от крупных и мелких засорителей, а также выделять в фуражную фракцию щуплое, дробленое и биологически неполноценное зерно с низкими посевными качествами. Также при проектировании семяочистительных линий необходимо стремиться к уменьшению их протяженности. Существующие технологические линии для подготовки семенного материала имеют большую протяженность и включают в себя необоснованное количество зерноочистительных машин и соответствующих транспортирующих органов. Это приводит к удорожанию процесса послеуборочной обработки и повышению травмирования семян.

Настоящая работа посвящена совершенствованию процесса фракционирования зернового вороха и разработке семяочистительной линии для подготовки качественных семян. Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы агроинженерного факультета Воронежского ГАУ «Инновационные направления совершенствования процессов и технических средств механизации и электрификации сельскохозяйственного производства», утвержденной ученым советом Воронежского ГАУ (номер государственной ре-

гистрации 01.200.1-003986).

Степень разработанности темы. Вопросами повышения эффективности послеуборочной подготовки семян и повышения его качества занимались и занимаются в настоящее время множество ученых. Процессы очистки зернового вороха рассматривались в трудах Анискина А.И., Андреева В.Л., Буркова А.И., Дринча В.М., Демского А.Б., Егорова В.Г., Ермольева Ю.И., Зюлина А.Н., Оробинского В.И., Ряднова А.И., Сычугова Н.П., Тарасенко А.П., Цециновского В.И., Ямпилова С.С. и др. Представленные авторы достаточно полно в своих трудах осветили процесс послеуборочной обработки зернового вороха для получения качественного семенного материала, однако, остаются нерешенными отдельные вопросы.

Изучение и анализ литературных и патентных источников показали следующее: используемые в настоящее время зерно- и семяочистительные линии имеют ряд существенных недостатков и требуется дальнейшее совершенствование технологии послеуборочной обработки зернового вороха. Современные семяочистительные линии имеют большую протяженность и соответственно большое количество транспортирующих органов, что негативно сказывается на качестве семенного материала. Поэтому необходимо дальнейшее изучение данного вопроса с целью модернизации семяочистительных линий и оптимизации режимов работы, необходимых для повышения качества продукции и снижения энергозатрат.

Цель исследования: повышение качества семян пшеницы путем реализации режима фракционирования воздушно-решетной зерноочистительной машиной и уменьшения количества механических воздействий на семена.

Задачи исследований:

- разработать техническое решение по совершенствованию технологической линии с набором зерноочистительных машин примерно одинаковой производительности для получения семян пшеницы высокого качества, с использованием режима фракционирования зернового вороха;
- выявить уровень повреждения и посевные качества семян, а также состав компонентов зернового вороха различных размерных фракций и на этой основе обосновать режимы его фракционирования;
- обосновать процесс фракционирования зернового вороха с вероятностью его распределения по размерам и аэродинамическим свойствам воздушно-решетной зерноочистительной машиной, с возможностью получения требуемого качества семян;
- определить экономическую эффективность использования предложенного технического решения.

Объектом исследования является технологический процесс послеуборочной подготовки семян пшеницы.

Предметом исследований являются закономерности процесса фракционирования и очистки зернового вороха на семяочистительной линии.

Научную новизну работы составляют:

- технология разделения зернового вороха на фракции, отличающаяся возможностью уменьшения количества механических воздействий на зерновой

ворох при подготовке семян;

- аналитические зависимости для определения зоны выбора семенной фракции, отличающиеся учетом размерных характеристик и аэродинамических свойств компонентов зернового вороха;

- технологическая линия для получения качественных семян пшеницы, отличающаяся тем, что нория в верхней головке снабжена делителем для подачи зернового вороха при необходимости в триерный блок или в пневмостол;

- режимы фракционирования зернового вороха пшеницы, отличающиеся тем, что обеспечивают минимальное травмирование зерна, при послеуборочной подготовке семян.

Теоретическая и практическая значимость работы. Предложенная семяочистительная линия позволяет получать семенной материал, отвечающий требованиям ГОСТа, а также снизить энерго- и материалозатраты на подготовку семян. Результаты теоретических и экспериментальных исследований могут быть использованы при проектировании, настройке и эксплуатации семяочистительных линий.

Методология и методы исследования. Теоретические исследования базировались на математическом моделировании процесса разделения зернового вороха по аэродинамическим свойствам и размерам; экспериментальные исследования проводили в производственных и лабораторных условиях; результаты экспериментальных исследований обрабатывали с использованием пакета программ Mathcad 14, Microsoft Excel, Statistica 7 и др.

Положения, выносимые на защиту:

- технология разделения зернового вороха на фракции, позволяющая уменьшить количество механических воздействий на зерновой ворох при подготовке семян;

- аналитические зависимости для определения зоны выбора семенной фракции, позволяющие учитывать размерные характеристики и аэродинамические свойства компонентов зернового вороха;

- технологическая линия для получения качественных семян пшеницы, позволяющая подавать зерновой ворох при необходимости в триерный блок или в пневмостол;

- режимы фракционирования зернового вороха пшеницы, позволяющие обеспечивать минимальное травмирование зерна, при послеуборочной подготовке семян.

Степень достоверности и апробации результатов. Результаты получены применением современных апробированных теоретических подходов, методов математического анализа, теории зерноочистительных машин, реализацией математической модели на ЭВМ, планированием и проведением эксперимента, сопоставлением результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Достоверность результатов работы подтверждается: методологической базой исследований, проведением системного анализа решаемых задач и применением методов математического моделирования, применением современных средств вычислительной техники, результатами внедрения в производство.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались:

- на научно-практических и учебно-методических конференциях Воронежского ГАУ (2009 – 2015 гг.),
- на научной конференции Воронежской государственной технологической академии (2009 г.),
- на всероссийском конкурсе на лучшую научную работу в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (2010 – 2011 гг.),
- на научно-практической конференции Мичуринского государственного аграрного университета (2011 г.),
- на международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Инновационные технологии и технические средства для АПК» в Воронежском ГАУ в 2014 г.;
- на международной научно-технической конференции «Экологоресурсосберегающие технологии в лесном и сельском хозяйстве» в Воронежской государственной лесотехнической академии (2014 г.).
- на конкурсе по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (2010 – 2013 гг.), (работа отмечена сертификатом финалиста программы «У.М.Н.И.К.» Российского фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере).

Личный вклад соискателя. Личный вклад соискателя заключается в постановке задач исследования, выборе методов, разработке методики исследований, выполнении математических преобразований и расчетов, разработке математической модели, реализации модели на ЭВМ, получении экспериментальных данных, формулировке выводов.

Публикации. Результаты диссертационной работы опубликованы в тринадцати научных статьях, из которых три – в изданиях, включенных в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников, включающего 163 наименования, и приложений. Диссертация изложена на 160 страницах компьютерного текста, включая 30 рисунков и 22 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и метод исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» освещен анализ состояния и разработанности вопроса. Рассмотрены требования к качеству семян и проанализированы технические решения, применяемые для обработки зернового вороха и подготовки семян пшеницы высокого качества.

Изучением процесса послеуборочной обработки зернового вороха и процессом подготовки семян, занимались такие ученые, как Анискин А.И.,

Андреев В.Л., Бурков А.И., Гортинский В.В., Демский А.Б., Дринча В.М., Егоров В.Г., Ермольев Ю.И., Заика П.М., Зюлин А.Н., Кожуховский Н.Е., Оробинский В.И., Ряднов А.И., Сычуглов Н.П., Тарасенко А.П., Цециновский В.И., Ямпиров С.С. и другие.

На основании изучения мировых и отечественных литературных источников можно сделать вывод о том, что существующие современные технологические линии, предназначенные для подготовки семян, имеют большую протяженность и включают в себя необоснованное количество зерноочистительных машин и соответствующих транспортирующих органов. Это приводит к удорожанию процесса послеуборочной обработки и повышению травмирования семян. С целью повышения эффективности послеуборочной обработки зернового вороха, улучшения качества семян и снижения энергозатрат, необходим поиск и разработка новых технических решений. Следует отметить, что подготовку семян необходимо осуществлять на сложных машинах комбинированного типа, включающих решетные устройства и воздушные системы с использованием технологии фракционирования. Данная технология позволяет разделить зерновой ворох на три фракции: основную, фуражную и отходовую, и дальнейшую обработку, при необходимости, производить только для основной фракции. Такой принцип позволяет совмещать очистку и сортирование по наиболее короткому пути, тем самым уменьшая количество механических воздействий на основную фракцию, разгрузить в целом технологическую линию, а также снизить затраты на послеуборочную обработку, повысить качество семян. Для реализации данного проекта, предлагаемая технологическая линия для производства семян должна состоять из высокопроизводительной воздушно-решетной зерноочистительной машины, настраиваемой на режим фракционирования для выделения основной фракции, триерного блока, включаемого только в зависимости от состава зернового вороха и обрабатываемой культуры, а так же пневмосортировального стола для доведения семян до базисных кондиций.

Во второй главе «Обоснование вероятности распределения зернового вороха пшеницы по аэродинамическим свойствам и размерам» проведен анализ распределения зернового вороха в воздушно-решетных зерноочистительных машинах. Настройка зерноочистительных машин на режим фракционирования осуществляется изменением скорости воздушного потока и подбором соответствующих решет. Для правильного выбора соответствующих параметров необходимо знать закономерности распределения зернового вороха по аэродинамическим свойствам, для определения скорости воздушного потока и по размерам, для подбора решет.

Предположим, что распределение исходного вороха по аэродинамическим свойствам и по толщине зерновок будет подчиняться нормальному закону распределения. При обработке данных необходимо определить такие характеристики случайной величины, как математические ожидания скорости воздушного потока и толщины зерновок исходного вороха (M_v , M_b), среднеквадратические отклонения скорости воздушного потока и толщины зерновок (σ_v , σ_b), а также вероятности попадания зерновок в заданный интервал (P_{vi} , P_{bi}).

Для начала вычислим характеристики необходимые при определении закона распределения по толщине зерновок.

Среднюю толщину зерновок исходного вороха можно посчитать по формуле:

$$M_b = \sum_{i=1}^n b_{icp} \cdot P_{bi}, \quad (1)$$

где P_{bi} – доля вороха, выделенного на каждом i -м решете;

b_{icp} – средняя толщина зерновок каждого i -го класса, мм.

$$b_{icp} = \frac{b_{P(i+1)} + b_{Pi}}{2}, \quad (2)$$

где b_{Pi} и $b_{P(i+1)}$ – ширина отверстий решет, на котором находится зерно, и предыдущего соответственно, мм.

Среднеквадратичное отклонение толщины зерновок определяется следующим образом:

$$\sigma_b = \sqrt{\sum_{i=1}^n (b_{icp} - M_b)^2 \cdot P_{bi}}. \quad (3)$$

Теоретическую вероятность попадания зерновок на соответствующее i решето, можно рассчитать по формуле:

$$P_{bi} = \Phi\left(\frac{b_{i+1} - M_b}{\sigma_b}\right) - \Phi\left(\frac{b_i - M_b}{\sigma_b}\right), \quad (4)$$

где $\Phi(x)$ – интегральная нормальная функция распределения или функция Лапласа.

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dx. \quad (5)$$

На рисунке 1 приведены, экспериментальная и теоретическая зависимости, распределения зерновок исходного зернового вороха по толщине.

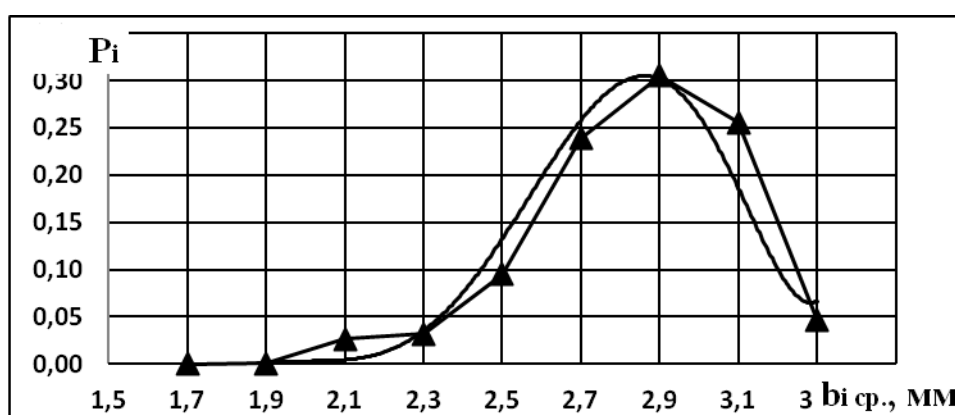


Рисунок 1 – Экспериментальный и теоретический графики распределения зернового вороха по толщине. (▲ – экспериментальная зависимость; — - теоретическая зависимость).

Из графика видно, что экспериментальная и теоретическая кривые совпадают и данная зависимость подчиняется нормальному закону распределения. Для проверки гипотезы о соответствии распределения толщины зерновок исходного вороха нормальному закону использовали критерий Пирсона.

Для определения закона распределения исходного зернового вороха по аэродинамическим свойствам необходимо посчитать следующие характеристики.

Среднюю скорость витания зерновок исходного вороха рассчитываем по формуле:

$$M_v = \sum_{i=1}^n V_{icp} \cdot P_{vi}, \quad (6)$$

где P_{vi} – доля вороха, выделенного при каждой i -й скорости витания;

V_{icp} – средняя скорость витания зерновок каждого i -го класса, м/с.

$$V_{icp} = \frac{V_{P(i+1)} + V_{P_i}}{2}, \quad (7)$$

где V_{Pi} и $V_{P(i+1)}$ – скорости витания зерновок, для данного класса и предыдущего соответственно, м/с.

Среднеквадратичное отклонение скорости витания зерновок определяется следующим образом:

$$\sigma_v = \sqrt{\sum_{i=1}^n (V_{icp} - M_v)^2 \cdot P_{vi}}. \quad (8)$$

Теоретическую вероятность выделения зерновок при соответствующей скорости витания, можно рассчитать по формуле:

$$P_{vi} = \Phi\left(\frac{V_{i+1} - M_v}{\sigma_v}\right) - \Phi\left(\frac{V_i - M_v}{\sigma_v}\right), \quad (9)$$

где $\Phi(x)$ – интегральная нормальная функция распределения или функция Лапласа.

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dx. \quad (10)$$

На рисунке 2 приведены, экспериментальная и теоретическая зависимости, распределения зерновок исходного зернового вороха по аэродинамическим свойствам.

Распределение исходного вороха озимой пшеницы по аэродинамическим свойствам подчиняется нормальному закону распределения. Для проверки гипотезы о соответствии распределения зерновок исходного вороха по аэродинамическим свойствам нормальному закону использовали критерий Пирсона. Экспериментальная и теоретическая кривые распределения согласуются между собой (рис. 2)

Для получения высококачественных семян необходимо на самой ранней стадии послеуборочной обработки выделять в фуражную фракцию и в отходы биологически неполноценные зерновки и засорители. Достичь этого позволит настройка воздушно-решетных зерноочистительных машин на режим фракционирования, то есть подбор соответствующих решет и скорости воздушного потока, в зависимости от состава и качества исходного вороха.

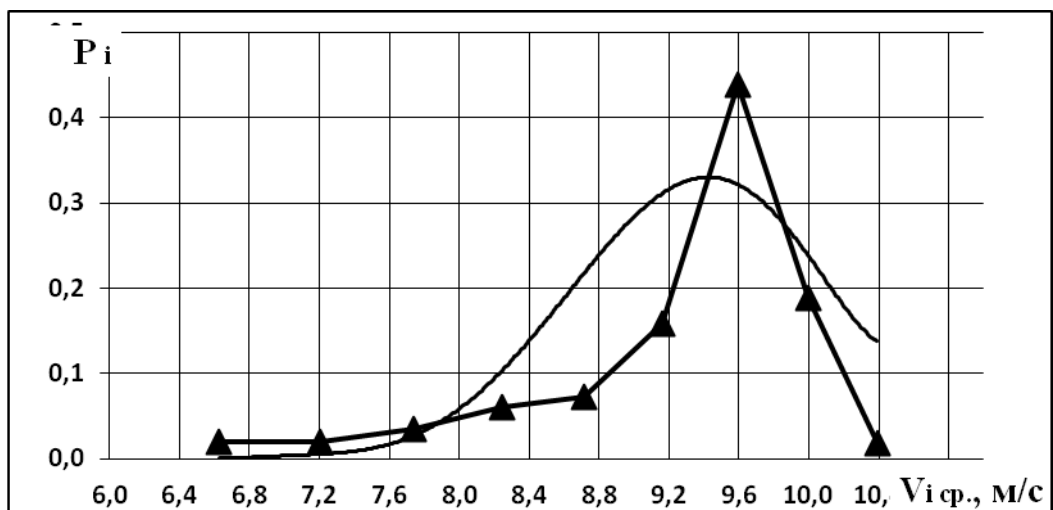


Рисунок 2 – Экспериментальный и теоретический графики распределения зернового вороха по аэродинамическим свойствам. (▲ – экспериментальная зависимость; — - теоретическая зависимость).

Для подбора сортировальных решет к воздушно-решетным зерноочистительным машинам, проводили исследования по распределению исходного вороха озимой пшеницы на решетном классификаторе с интервалом 0,2 мм. В процессе исследований производили расчет с изменением размеров отверстий решет $b_i = 2,0 \dots 2,6$ мм и полнотой разделения на решетках $\varepsilon_b = 0,6 \dots 0,9$ для каждого компонента исходного вороха.

В зависимости от того, с каким размером отверстий установить сортировальные решета, и какая будет полнота разделения зернового вороха, можно определить с какой вероятностью выделится тот или иной компонент в основную или в фуражную фракцию.

Вероятность выделения целого зерна из исходного вороха, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ц.з.}} = P_{\text{ц.з.}}^T \cdot \varepsilon_b \quad (11)$$

На рисунке 3 представлена графическая зависимость влияния ширины отверстия сортировального решета (b_i) на выделение доли целого зерна (Ц.З.) в фуражную фракцию с учетом полноты разделения на решетках (ε_b).

Из полученных графиков видим, что с увеличением размеров отверстий сортировального решета и увеличением полноты разделения наблюдается повышение выхода доли целого зерна из основной фракции. Поэтому сортировальное решето необходимо подбирать таким образом, чтобы через него просыпались биологически неполноценные зерновки с низкой массой 1000 зерен и засорители, но не допускать выхода полноценного зерна в фуражную фракцию.

По аналогии с формулой 11 для определения вероятности выхода целого зерна в фуражную фракцию, можно определить вероятность для любого другого компонента, выделяемого сортировальными решетками воздушно-решетных зерноочистительных машин.

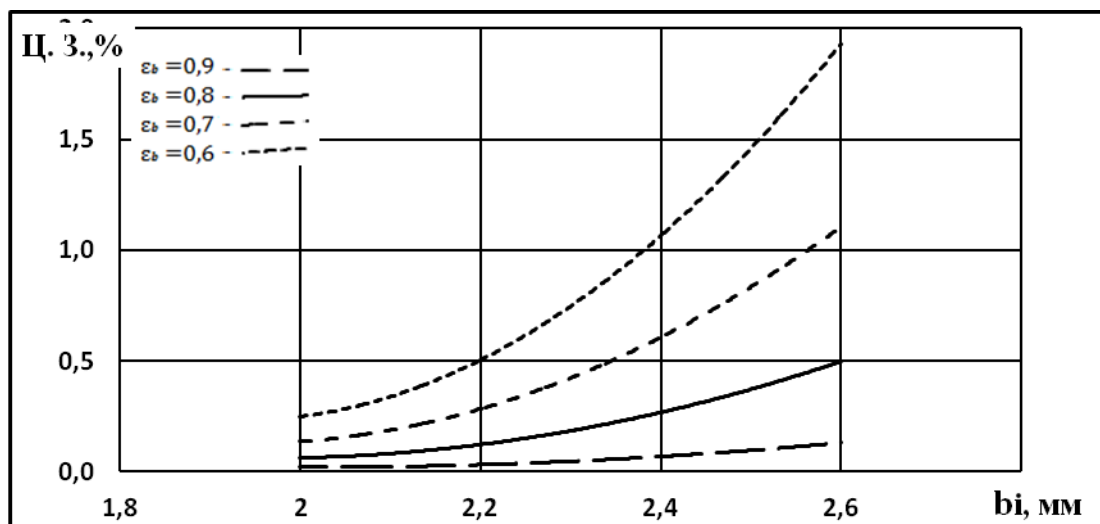


Рисунок 3 – Вероятность выделения целого зерна из основной фракции в зависимости от размера отверстий решет (b_i) и полноты разделения на решетках (ε_b).

На рисунке 4 представлена графическая зависимость влияния ширины отверстия сортировального решета (b_i) на вероятность выделения дробленого зерна (Д. з.) в фуражную фракцию с учетом полноты разделения на решетках (ε_b).

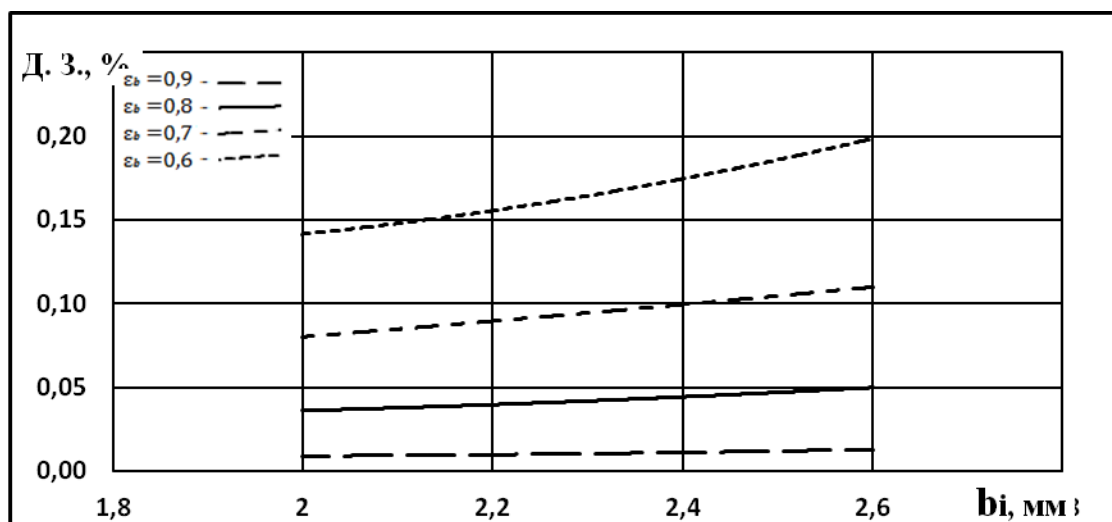


Рисунок 4 – Вероятность выделения дробленого зерна из основной фракции в зависимости от размера отверстий решет (b_i) и полноты разделения на решетках (ε_b).

В зависимости от того, с каким размером отверстий установить сортировальное решето, и какая будет полнота разделения зернового вороха, можно сказать с какой вероятностью выделяться дробленые зерновки в фуражную фракцию. Максимальный выход дробленого зерна в фуражную фракцию будет наблюдаться при установке сортировальных решет с шириной отверстий 2,6 мм, при полноте разделения 0,9 и составит 0,2 %.

В зависимости от состава компонентов исходного зернового вороха, сельхозпроизводители, могут варьировать размерами отверстий решет, увели-

чивая их, для более качественного выхода конечного продукта, но теряя при этом долю целого зерна.

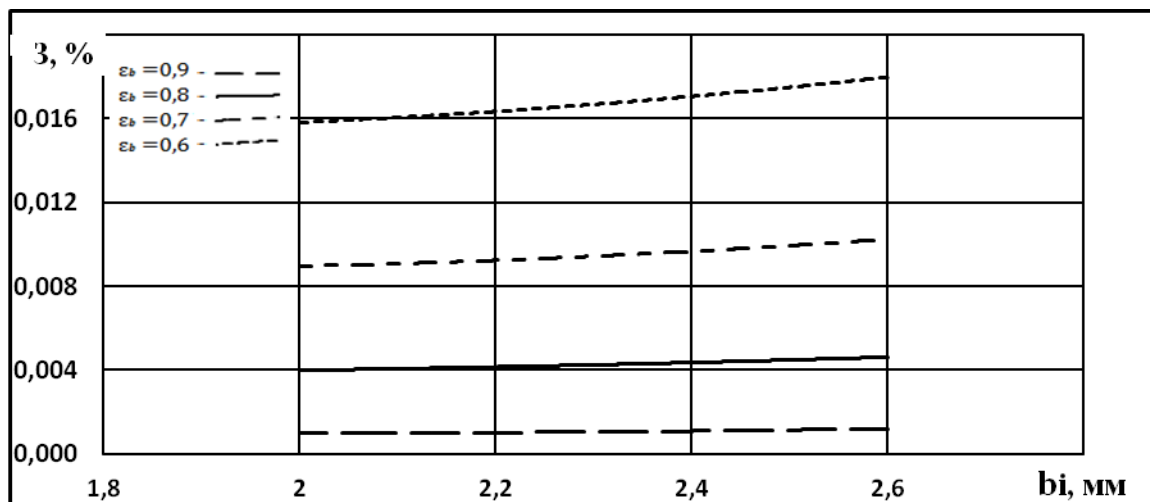


Рисунок 5 – Вероятность выделения засорителей из основной фракции в зависимости от размера отверстий решет (b_i) и полноты разделения на решетках (ε_b).

На рисунке 5 представлена графическая зависимость влияния ширины отверстия сортировального решета (b_i) на выделение засорителей (З) в фуражную фракцию с учетом полноты разделения на решетках (ε_b).

Вероятность выделения засорителей возрастает с увеличением размеров отверстий сортировальных решет и с увеличением полноты разделения зернового вороха. При полноте разделения 0,6 выделение засорителей практически не изменяется с увеличением размеров сортировальных решет. Наибольшее количество засорителей может выделиться при полноте разделения 0,9 и сортировальным решето с размерами отверстий 2,6 мм.

Выделение зерна в оболочке на исследуемых решетках не осуществляется, так как имеет большую толщину зерновок. Выделение данного компонента может осуществляться по аэродинамическим свойствам, во второй аспирации воздушно-решетных зерноочистительных машин, либо на следующем этапе подготовки семенного материала, с помощью машин окончательной очистки, разделяющих зерновой ворох по плотности.

На рисунке 6 графически представлено изменение массы 1000 зерен (M_{1000}) от ширины отверстия сортировального решета (b_i) с учетом полноты разделения на решетках (ε_b).

Анализируя полученные графики, мы видим, что с увеличением размера отверстий решет масса 1000 зерен возрастает. На решетках с размерами отверстий $b_i = 2 \dots 2,2$ мм наблюдается наиболее низкая масса 1000 зерен, что говорит о необходимости выделения данного зерна в фуражную фракцию. Поэтому для получения семян высокого качества, целесообразно устанавливать сортировальные решета с размерами отверстий $b_i = 2,4 \dots 2,6$ мм. Также на выход конечного продукта влияет и полнота разделения исходного вороха. Чем выше полнота разделения, тем выше масса 1000 зерен.

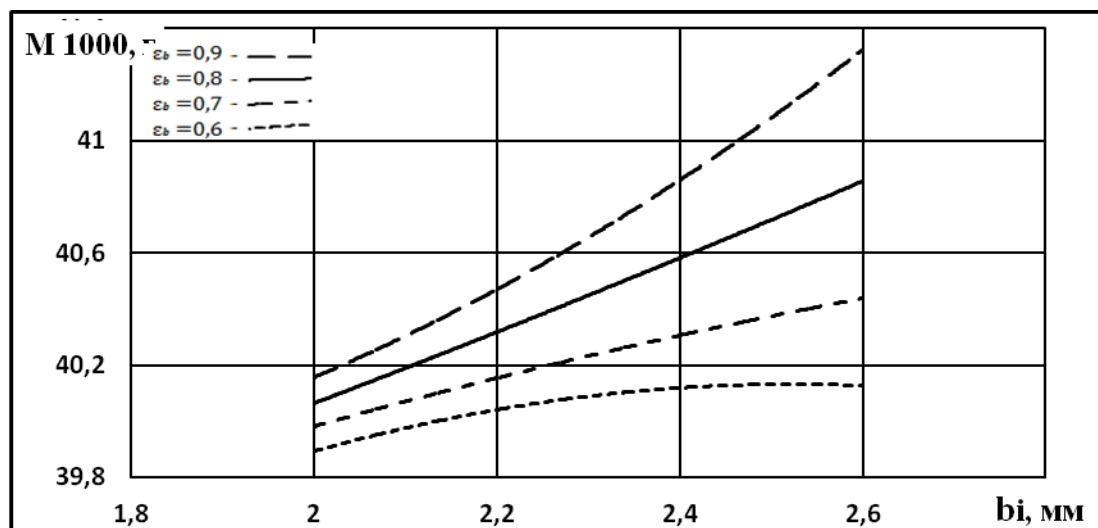


Рисунок 6 – Изменение массы 1000 зерен в зависимости от размера отверстий решет (b_i) и полноты разделения на решетках (ϵ_b).

На основе полученных данных по вероятности доли выхода компонентов зернового вороха в фуражную фракцию в зависимости от размера отверстий сортировальных решет и полноты разделения (рис. 3 – 5), а также влияния этих параметров на массу тысячи зерен (рис. 6), можно сделать вывод о том, что для получения высококачественных семян, необходимо устанавливать сортировальные решета с размерами отверстий $b_i = 2,4 \dots 2,6$ мм и полнотой разделения $\epsilon_b = 0,8$. Так как при большей полноте разделения в основную (семенную) фракцию будут поступать биологически неполноценные, дробленые зерновки и засорители, а при меньшей, будет наблюдаться высокий процент выхода полноценного зерна с массой 1000 зерен более 40 г, в фуражную фракцию.

Выделение зерна в оболочке, а также недовыделившихся компонентов на решетках возможно осуществить во второй фракции воздушно-решетных зерноочистительных машин, либо на машинах окончательной очистки по плотности.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» представлена программа и методика экспериментальных исследований, включающая определение: количественных и качественных показателей зернового вороха, после обработки его на каждом рабочем элементе сеяноочистительной линии и агрегате в целом; исходной влажности вороха; фракционного состава зернового вороха; массы 1000 зерен; стекловидности и содержания клейковины зернового вороха пшеницы по фракциям; уровня травмирования семян пшеницы; лабораторной всхожести семян.

Экспериментальные исследования проводили в лабораториях кафедры сельскохозяйственных машин и массовых анализов Воронежского государственного аграрного университета, а также в хозяйстве ООО «Масловский» Левобережного района г. Воронежа. Для проведения исследований была выбрана технологическая линия для подготовки семенного материала, состоящая из воздушно-решетной зерноочистительной машины, триерного блока, пневмосортировального стола и ряда транспортирующих органов (норий).

Образцы зерна озимой пшеницы отбирали в заранее приготовленные пакеты вместимостью примерно 1 кг в соответствии с ГОСТ 12036-85 после его

выгрузки в завальную яму зерноочистительного агрегата, а также на входе и выходе каждой из машин (рис. 7).

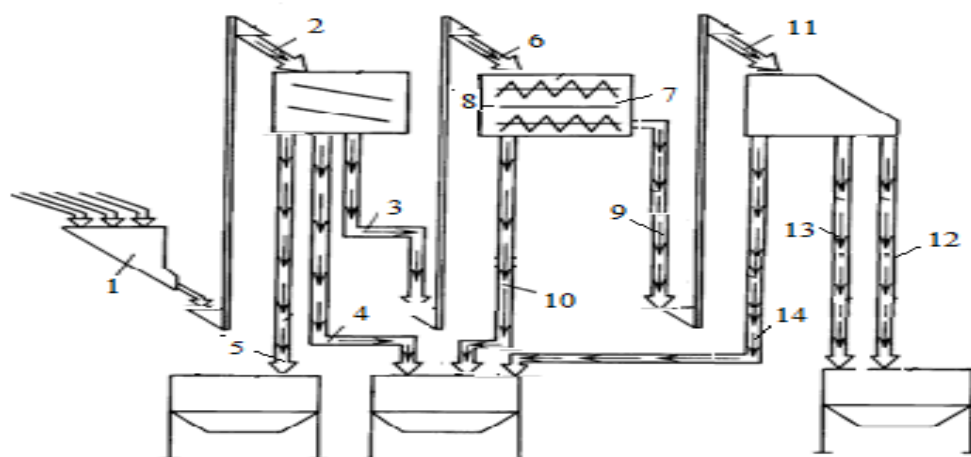


Рисунок 7 – Места отбора образцов пшеницы от семяочистительной линии.

Для этого образцы зерна отбирали в соответствии с ГОСТ 12036-85 в следующих местах: 1 – завальная яма; 2 – подача зерна в воздушно-решетную зерноочистительную машину Petkus K-547; 3 – выход основной фракции из машины Petkus K-547; 4 – выход фуражной фракции из машины Petkus K-547; 5 – выход отходовой фракции (сход с колосового решета) машины Petkus K-547; 6 – подача зерна в триерный блок Petkus K-236 А; 7 – выход основной фракции с кукольного триера; 8 – выход отходовой фракции с кукольного триера; 9 – выход основной фракции с овсюжного триера; 10 – выход отходовой фракции с овсюжного триера; 11 – подача зерна в пневмосортировальный стол МОС-9Н; 12 – выход основной фракции с машины МОС-9Н; 13 – выход II фракции с машины МОС-9Н; 14 – выход отходовой фракции с машины МОС-9Н.

На образцах наносили обозначения с указанием влажности, даты, времени и места отбора, а также номера повторности. В лабораторных условиях от каждого образца отбирали три навески по 50 г каждая и разбирали на компоненты (целое зерно, дробленое зерно, зерно в пленке и засорители), после чего взвешивали на весах JW-1 с точностью до 0,01 г. Результаты анализа записывали в таблицу и окончательный результат выводили как среднее арифметическое по каждому из компонентов зернового вороха.

Обработку результатов исследований проводили с помощью персонального компьютера с использованием пакетов программ Mathcad 14, Statistica 7, Microsoft Excel и др.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» в ходе лабораторных и производственных экспериментов получены и проанализированы опытные данные. В процессе исследований отбирали образцы для анализа качества очистки исходного зернового вороха, при подаче в зерноочистительную машину и выходе из нее очищенного зерна и отходовых фракций. При разборке образцов определяли процентное содержание зерна чистого, дробленого, в оболочке и засорителей, а также массу 1000 зерен и лабораторную всхожесть семян.

Большая часть зернового вороха выделяется на решетках с шириной отверстий больше 2,6 мм. Выделенное при этом зерно имеет большую массу 1000 зерен, более высокие показатели стекловидности и содержания клейковины, в нем содержится меньше дробленого и травмированного зерна, а также засорителей, чем в зерновом ворохе, выделенном на решетках с шириной отверстий меньше 2,6 мм.

На самой ранней стадии послеуборочной обработки зерновой ворох необходимо разделять на семенную, фуражную и отходовую фракции. В семенную фракцию выделять зерновки размером больше 2,6 мм и в фуражную меньше 2,6 мм (для данного зернового вороха). Для этого в семяочистительной линии целесообразно использовать высокопроизводительную воздушно-решетную зерноочистительную машину, настроенную на режим фракционирования.

При комплектовании семяочистительных линий необходимо уменьшать количество транспортирующих органов (норий), так как они травмируют зерновки рабочими органами и тем самым ухудшают качество посевного материала. После прохождения зернового вороха через норию наблюдается увеличение процента поврежденных зерновок.

После обработки зернового вороха триерным блоком содержание целого зерна увеличилось на 0,26 %, количество дробленых зерновок увеличилось на 0,17 %, содержание зерна в оболочке и засорителей снизилось на 0,39 и 0,05 % соответственно. Состав компонентов зернового вороха до и после обработки триерным блоком К-236 А практически не изменился. Полученные данные говорят о нецелесообразности установки триерного блока в данную семяочистительную линию при подготовке семян пшеницы. Подключение триерного блока рекомендуется в случае сильной засоренности вороха и при обработке определенных культур.

После обработки зернового вороха на машине окончательной очистки МОС-9 Н, мы получаем в I и во II фракции зерно, полностью отвечающее требованиям, предъявляемым к семенам пшеницы по ГОСТу. В III фракцию выделилось фуражное зерно. То есть после обработки данной машиной в фуражную фракцию выделилось биологически неполноценное зерно и трудновыделимые примеси, отличающиеся от основной фракции по плотности.

При настройке воздушно-решетной зерноочистительной машины на режим фракционирования в семяочистительной линии, целесообразно отключать триерный блок, что позволит сократить количество транспортирующих органов и снизить травмирование зерна и энергозатраты, при определенном улучшении качества семян.

Из полученных данных по существующей семяочистительной линии видно, что после обработки зернового вороха триерным блоком, количественные и качественные показатели изменялись незначительно. Поэтому при подготовке семян пшеницы целесообразно отключать триерный блок, установив при этом перебросной клапан на норию, установленную на выходе из воздушно-решетной машины, для подачи зернового вороха непосредственно на пневмо-

сортировальный стол. Данное предложение позволит миновать триерный блок и дополнительную норию, установленную на выходе из триерного блока.

Таблица 1 – Изменение качества зерна при реализации предлагаемого варианта семяочистительной линии (триерный блок отключен) в ООО «Масловский»

№ п/п	Выход	Состав вороха, %				Масса 1000 зерен, г	Всхо- жсть ла- боратор- ная, %
		целое зерно	дроб- леное зерно	зерно в обо- лочке	Засо- рите- ли		
1	Завальная яма	89,5	8,81	0,76	0,93	32,76	91,75
2	Подача в К-547	88,84	9,47	0,76	0,93	32,76	91,58
3	Основная фракция К-547	97,32	2,11	0,48	0,09	45,51	95,25
4	Подача в МОС-9 Н	97,12	2,31	0,48	0,09	45,49	95,23
5	Основная фракция МОС-9 Н	99,98	0,02	0	0	46,61	97,5
6	II фракция МОС-9 Н	99,38	0,59	0,03	0	40,87	96,3
7	III (отходовая) фракция МОС-9 Н	66,22	33,36	0,35	0,07	25,27	88,0

Линия в таком виде, при подготовке семян пшеницы, с низкой засоренностью исходного вороха, позволяет отключить триерный блок и соответствующее транспортирующее устройство для подачи зерна, в данном случае ковшовую норию. При этом уменьшается протяженность семяочистительной линии, а, следовательно, и травмирование зерна норией и шнеком, установленном в овсюжном цилиндре триерного блока. Так же, отключение дополнительных машин позволит снизить энергозатраты. Все это ведет к улучшению качества семян пшеницы и удешевлению процесса его послеуборочной обработки.

В пятой главе «Экономическая оценка эффективности производства семян пшеницы на предлагаемой семяочистительной линии» приведены расчеты показателей экономической эффективности от переоборудования семяочистительной линии, с установкой делителя в верхней головке промежуточной нории, при подготовке семян пшеницы, с отключенным триерным блоком.

Как показали расчеты, годовой экономический эффект от использования данной технологической линии составляет 2903 тыс. руб., размер экономического эффекта, который можно накопить за 9 лет, составляет 26125 тыс. руб. Срок окупаемости предлагаемой семяочистительной линии составит 1,47 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для получения семян высокого качества и снижения затрат на послеуборочную обработку целесообразно использовать технологические линии, предназначенные для подготовки семенного материала, с минимальной протяженностью. Так как большая протяженность семяочистительных линий увели-

чивает количество механических воздействий на зерновки и тем самым снижает посевные качества семян.

2. Обоснованы процессы разделения зернового вороха по размерам и аэродинамическим свойствам, позволяющие определить размеры отверстий решет и скорость воздушного потока при настройке воздушно-решетных машин на режим фракционирования.

3. По результатам лабораторных исследований выявлено, что после обработки зернового вороха триерным блоком содержание целого зерна увеличилось на 0,26 %, количество дробленых зерновок увеличилось на 0,17 %, содержание зерна в оболочке и засорителей снизилось на 0,39 и 0,05 соответственно. Состав компонентов зернового вороха до и после обработки триерным блоком К-236 А практически не изменился, а качество ухудшилось. Поэтому, при подготовке семенного материала рекомендуется отключать триерный блок и подавать зерновой ворох непосредственно на пневмосортировальный стол, минуя тем самым дополнительную норию, негативно влияющую на семенной материал.

4. На основе проведенных исследований рекомендуем семяочистительную линию, которая включает в себя завальную яму, загрузочную норию, воздушно-решетную зерноочистительную машину Petkus K-547, настроенную на режим фракционирования, триерный блок, с возможностью его отключения при подготовке семян, пневматический сортировальный стол МОС-9 Н и две промежуточные нории, одна из которых снабжена делителем в верхней головке для изменения направления подачи зернового вороха.

5. Обобщая полученные данные по работе предлагаемой семяочистительной линии можно сделать вывод об ее эффективности. Из полученных данных видно, что на выходе из семяочистительной линии, мы получаем семенной материал, полностью отвечающий требованиям ГОСТа.

6. Расчетный годовой экономический эффект от работы предлагаемой семяочистительной линии составит 2903 тыс. рублей, размер экономического эффекта за срок службы составит 26125 тыс. рублей.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Фракционирование зернового вороха на решетках / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова, А.В. Чернышов, Н.Н. Сорокин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 5. – С. 26–29.
2. Совершенствование технологии получения качественных семян и продовольственного зерна / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова, Н.Н. Сорокин // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 1 (13). – С. 36–40.
3. Сорокин Н.Н. Совершенствование процесса подготовки качественных семян / Н.Н. Сорокин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 9. – С. 25–26.

Статьи в других изданиях

4. Сорокин Н.Н. Улучшение качества семян и продовольственного зерна при послеуборочной обработке / Н.Н. Сорокин // Инновационные технологии на базе фундаментальных научных разработок: сб. тр. регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Воронеж, 2011. – С. 206–208.
5. Сорокин Н.Н. Изыскание возможности экспресс-контроля качества зерна при послеуборочной обработке / Н.Н. Сорокин // Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / ВГТА. – Воронеж, 2009. – С. 282–285.
6. Сорокин Н.Н. Приборное обеспечение для настройки семяочистительных линий / Н.Н. Сорокин // Наукоемкие технологии и материалы (НТМ-2010): сб. тр. регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Воронеж: ВГТУ, 2010. – С. 88–89.
7. Сорокин Н.Н. Методы определения микротравмирования семян / Н.Н. Сорокин // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве и технические средства их реализации: матер. межрег. науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2009. – С. 39.
8. Сорокин Н.Н. Получение высококачественных семян и товарного зерна при послеуборочной обработке / Н.Н. Сорокин // Инновационные технологии и технические средства для АПК в 4-х ч. – Ч. 4. – Воронеж: Воронежский ГАУ. – 2011. – С. 122–124.
9. Сорокин Н.Н. Разработка методики и приборного блока для экспресс-контроля качества семян и товарного зерна / Н.Н. Сорокин // Инновационные разработки молодых ученых Воронежской области на службу региона. Сборник докладов. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ, 2012. – С. 28–29.
10. Сорокин Н.Н. Совершенствование технологических линий для послеуборочной обработки семян и зерна / Н.Н. Сорокин // Научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов Воронежской области Сборник докладов. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго РФ, 2013. – С. 147–150.

11. Сорокин Н.Н. Состав поступающего на послеуборочную обработку зернового вороха и распределение его компонентов по размерам / Н.Н. Сорокин // Международная научно-техническая конференция: Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве в 4-х ч. – Ч. 4. Сборник трудов. – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – № 3 – С. 472–476.

12. Сорокин Н.Н. Влияние элементов семяочистительной линии на качество семян и зерна / Н.Н. Сорокин, А.П. Тарасенко // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Ч. 3. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2014. – С. 89–95.

Рекомендации Министерства сельского хозяйства

13. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, М.Э. Мерчалова, А.В. Чернышов, С.В. Чернышов, А.С. Миронов, Н.Н. Сорокин, И.В. Горбачев, Ю.М. Шрейдер. – М.: «Росинформагротех», 2014. – 60 с.

Просим принять участие в работе диссертационного совета Д 220.010.04 или выслать Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 13, ученому секретарю. Телефоны (473) 253-75-35, 8-900-924-5638; e-mail: et@agroeng.vsau.ru.