

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора А.М. Башилова на диссертационную работу Рожкова Евгения Александровича «Параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 Электро-технологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса, в диссертационный совет 35.2.019.03 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

### Актуальность темы

Избранная соискателем тема, связанная с внедрением оптико-электронных технологий для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах, является актуальной. Особенно при многопараметрической оценке качества семян для селекционного отбора.

В настоящее время существует большое количество способов и устройств для послеуборочной и предпосадочной сортировки семян пшеницы по определенным селективным признакам. Однако большинство существующих оптико-электронных установок обладает недостаточно широким спектром селективных критериев и имеют ограниченную точность идентификации фитопатологий семян для селекционного отбора.

Повысить качество разделения семян пшеницы на группы по селекционным признакам можно путём определения дополнительных информативных критериев, позволяющих оптико-электронному устройству идентифицировать фитопатологию семян. Таким образом для совершенствования технологического процесса оптико-электронной сортировки семян пшеницы, становится актуальным выбор её рациональных параметров, режимов и алгоритмов работы.

### Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор корректно и грамотно использует новые научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Качественно изучены и критически проанализированы известные достижения и теоретические положения других учёных, о чем свидетельствует достаточный список использованной литературы. Автором рассмотрены известные оптико-электронные устройства для цветового анализа и сортировки семян различных сельскохозяйственных культур, а также проведен анализ их параметров и режимов работы. В работе были учтены известные достижения и теоретические положения учёных в этой области знаний.

Стоит отметить использование автором современных программных продуктов AUTUCAD, MATLAB SIMULINK, Microsoft Office и ImageExpert Pro 3 для определения цветовых и геометрических параметров семян с классификацией их в виде базы данных, а также для построения графиков изменения селективных критериев. Результаты, полученные с помощью компьютерного моделирования, позволили теоретически обосновать параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы. Экспериментальное подтверждение полученных теоретических выводов обосновано методами статистического анализа.

Достоверность полученных результатов, научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается: корректным использованием автором современных методов распознавания изображений в оптико-электронных системах; применением апробированных подходов к математическому моделированию и теоретическому анализу процесса сортирования; согласием теоретических выводов с экспериментальными данными; использованием методов математической статистики при обработке результатов натуральных и компьютерных экспериментов.

Внедрение результатов исследований на предприятие по производству продукции растениеводства ООО «Раздольное» подтверждают высокую степень обоснованности научных рекомендаций соискателя.

### **Оценка новизны и достоверности**

В качестве полученных научных результатов автором представлены:

– математическая модель физических параметров семян, определяющая селективные критерии при сортировке семенного материала в селекционных центрах;

– электрооптические параметры оптического блока установки, позволяющие получить качественное изображение объекта исследования (семян агрокультур);

– рациональные параметры и режимы работы оптико-электронного устройства для анализа и сортировки семян пшеницы, позволяющие выявлять фитопатологии согласно определенной базе селективных критериев;

– алгоритм распознавания семян пшеницы, позволяющий идентифицировать фитопатологии посредством анализа физических параметров семян.

Полученные автором результаты не вызывают сомнений и в такой постановке получены впервые. Достоверность теоретических результатов обоснована экспериментальной проверкой, а также согласуется с исследованиями других учёных.

## **Апробация работы и публикации по теме исследования**

Основное содержание диссертации отражено в 15 печатных работах, в том числе: 10 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. По теме диссертационного исследования получен патент РФ на изобретение. Результаты диссертационного исследования неоднократно обсуждались на различных конференциях, в том числе международных и получили одобрение ведущих специалистов данной области.

Основные положения и результаты работы доложены и обсуждены на ежегодных научных конференциях КубГАУ (2017-2022 г.); на V Международной научно-практической конференции «Теоретический и практический потенциал современной науки» (2019 г., г. Таганрог), на Международной научно-практической конференции «Современная мировая экономика: проблемы и перспективы в эпоху развития цифровых технологий и биотехнологии» (2019 г., г. Москва), на X Международной научно-практической конференции «Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство» (2019 г., г. Казань); на XI Международной научно-практической конференции «Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство» (2019 г., г. Казань); на Всероссийской научно-практической конференции «Фундаментальные основы научно-технической и технологической модернизации АПК» (2022 г., г. Ставрополь), на Ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022г. (КубГАУ, 2023).

## **Структура и объём работы**

Диссертация включает введение, три главы, заключение, список литературы и приложения. Общий объём диссертации 174 страницы, включая 39 рисунков, 12 таблиц, 8 приложений, списка использованной литературы из 104 наименований. По стилю изложения и чёткости формулировок удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней.

**Во введении** обоснована актуальность работы, приводятся цель, задачи и предмет исследований, новизна научных результатов, практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** «Технологии сортировки сельскохозяйственной продукции и существующие оптико-электронные системы цветового анализа объектов» рассмотрено состояние проблемы сортировки семян пшеницы в селекционных центрах, а также приведен анализ и выбор физических параметров семян пшеницы, определяющих качество семенного материала при селекционной работе.

Установлено, что поражение семян пшеницы такими фитопатологиями, как фузариоз, септориоз, альтернариоз оказывают существенное влияние на физические параметры семян и имеется корреляционная связь между качеством семян и цветовыми параметрами отдельных областей зерновки. Следовательно, в современных оптико-электронных сепараторах зерна, возможно использование селективных критериев, основанных на регистрации геометрических и цветовых параметров наиболее информативных областей семян в целях увеличения точности сортировки.

В первой главе дан обзор существующих оптико-электронных методов анализа и сортировки сельскохозяйственной продукции и оборудования для его осуществления, представлен анализ наиболее перспективных конструктивных решений в этой области. Приводятся наиболее адекватные конструкции оптико-электронных сортировщиков зерна.

**Во второй главе** «Разработка математической модели селективных критериев оптико-электронного устройства при сортировке семенного материала» проведено обоснование факторов, которые оказывают серьёзное влияние на эффективность и точность цветового анализа семенного материала. Автором разработана математическая модель физических параметров семян пшеницы и селективные критерии, необходимые для цветового анализа сортируемого семенного материала с заданной точностью и производительностью. Предложенная модель основывается на определении геометрических и цветовых параметров 5 областей поверхности семян. В математической модели предложены уравнения, позволяющие рассчитать площади и градиент цветовых параметров (по модели HSV) выделенных областей семени. Данные уравнения позволяют определить селективные критерии, на основании которых происходит разделение семенного материала на группы.

Также в данной главе проведен расчёт электрооптических параметров оптико-электронной установки, в ходе которого было установлено, что необходимо использовать объективы с наиболее рациональными значениями фокусного расстояния  $F$ : 8 мм, 16 мм, 25 мм. Что позволяет достичь резкости изображения в пределах от 8,55 до 247,8 мм, за счёт на фотоматрицу проецируется качественное изображение анализируемого объекта. В ходе расчёта была выбрана матрица с разрешением не менее 1,54 Мп.

**В третьей главе** «Методика и результаты экспериментальных исследований оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы» приведены обоснованные параметры и режимы разработанной оптико-электронной установки, приведена технологическая схема установки и представлен алгоритм её работы.

С учётом характеристик сортируемой продукции и требований к качеству семенного материала, автором были выбраны рациональные параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы. На основе этих параметров была сконструирована и изготовлена экспериментальная оптико-электронная установка для сортировки семян пшеницы. Основными блоками установки являются: электромагнитный барабан для поштучной подачи семян в зону анализа; оптический блок для получения изображения анализируемого объекта; аналитический блок с персональным компьютером и программным обеспечением; исполнительный блок отбраковки семенного материала.

Проведенные экспериментальные исследования по подтверждению теоретических моделей физических параметров семян пшеницы, определяющих селективные критерии при сортировке семян оптико-электронным устройством, показали следующее: погрешность при отбраковке семян составила не более 5 %, что является допустимым при использовании оптико-электронных установок. Также было проведено сопоставление теоретических и экспериментальных значений селективных критериев. В результате при оценке плотности распределения вероятностей случайных величин, было установлено, что точность определения селективных критериев 3-х областей семян составляет не менее 95%.

**В заключении** приведены основные выводы по проведенному исследованию, даны рекомендации производству и раскрыты перспективы дальнейших исследований.

В заключение сделано 7 выводов.

**Первый вывод** соответствует первой поставленной задаче по анализу и выбору физических параметров семян пшеницы, определяющих качество семенного материала при селекционной работе.

**Второй вывод** соответствует второй поставленной задаче и констатирует результат по разработке математической модели физических параметров семян, определяющей селективные критерии сортировки семян пшеницы на основании расчёта геометрических и цветовых характеристик выделенных областей поверхности семян.

**Третий вывод** соответствует третьей поставленной задаче и констатирует результат по теоретическому обоснованию параметров электромагнитного барабана для подачи семян в зону анализа, оптического блока для получения изображения анализируемого объекта, исполнительного блока отбраковки материала и аналитического блока. Также в данной главе были выбраны два режима (чёрно-белый и цветной) работы оптико-электронной установки для сортировки семенного материала.

**Четвертый вывод** соответствует третьей поставленной задаче, в нём сообщаются и в нём представлен расчёт электрооптических параметров оптического блока, которые позволяют получить качественное изображение семени в рабочей зоне анализа установки.

**Пятый вывод** обладает новизной и соответствует четвертой поставленной задаче. Вывод приводит информацию об алгоритме распознавания семян пшеницы, позволяющий идентифицировать фитопатологии посредством анализа физических параметров семян. Данный алгоритм состоит из 2 основных частей: первая – для отсортировки семян сорных культур и механических примесей на этапе подачи семенного материала на электромагнитный барабан; вторая – для отбраковки семян, поражённых фитопатологиями, на этапе распознавания изображения семян в аналитическом блоке согласно заданным селективным критериям.

**Шестой вывод** соответствует пятой задаче и констатирует результаты экспериментальных исследований, также даёт анализ их сходимости с данными, полученными теоретически. Экспериментальные исследования по подтверждению теоретических положений процесса определения селективных критериев показали следующее: точность идентификации фитопатологий семян пшеницы разработанной оптико-электронной установки достигает 95%. Адекватность теоретической модели селективных критериев оценена с помощью расчета случайных погрешностей прямых многократных измерений, в основе которой лежит закон нормального распределения случайных величин Гаусса. В результате было установлено, что расхождение теоретических и экспериментальных данных по определению селективных критериев составляет не более 7%.

**Седьмой вывод** соответствует шестой задаче и в нём приведены данные по экономической эффективности внедрения оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционно-семеноводческие центры. Внедрение разработанной оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционно-семеноводческих центрах позволит получить экономический эффект более 200 тыс. рублей. Срок окупаемости предлагаемой установки составит не более 2 лет.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В первой главе приведена классификация основных видов и моделей оптических сепараторов зерна, но не проведен анализ точности и ошибки сортирования по категориям качества семенного материала, что в свою очередь подчеркнуло бы актуальность и важность работы в направлении повышения и расширения информационно-аналитических функций оптических сепараторов.

2. Во второй главе диссертации автор приводит большое количество факторов и параметров, влияющих на эффективность и точность цветового анализа качества семян. Их влияние проанализировано качественно со ссылками на собственные, отечественные и зарубежные публикации, что затрудняет системное восприятие проблемных решений. Считаю, что подкрепление аналитическими выражениями и графиками их влияния на точность и производительность процесса сепарации может улучшить восприятие материала и пояснить основные области эффективного проектирования.

3. В третьей главе диссертации приведена разработанная автором схема расчёта параметров и выбора режимов работы оптико-электронной установки для цветового анализа и сортировки семенного материала, показан поэтапный принцип её построения, приведена схема оптико-электронной установки и её рациональные параметры, однако не указано, как программировался и практически реализовался алгоритм расчёта.

4. В диссертации на стр. 92 представлен общий вид оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы, но не приведена электрическая схема управления исполнительным механизмом.

5. В диссертации на стр. 97 сообщается, что в аналитическом блоке из первичных изображений создаётся трёхмерная модель, однако в последующем не пояснено, как это осуществляется, может просто анализируются три плоских изображения.

6. В диссертации на стр. 101 указано, что «...в рабочей зоне установки происходит анализ спектральных характеристик объектов, полученных как в отражённом, так и в проходящем световых потоках», однако результатов анализа в проходящих световых потоках не приведено.

7. На теоретических графиках зависимости селективных критериев  $K_1$  ....  $K_5$  от площади поверхности анализируемой области семян выявлена обратно пропорциональная зависимость, которую целесообразно аппроксимировать аналитическим выражением и показать зоны идентификации сортируемых групп.

8. В диссертационной работе не достаточно полно отображено влияние режима обучения оптико-электронной установки распознаванию семян на основные режимы автоматической работы оптико-электронной установки, при повышенной производительности и повышенной точности.

9. В выводах по диссертации кроме логических доводов целесообразно приводить конкретные числовые данные, отражающие основные параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян.

## Заключение

Отмеченные замечания носят не принципиальный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Рожкова Евгения Александровича на тему «Параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах». Защищаемая диссертация является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, содержащей достоверные и научные результаты, позволяющие их квалифицировать, как обоснованные технические разработки в области оптико-электронной сортировки семенного материала.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают основное содержание и положения диссертации. Выводы и рекомендации, полученные в результате исследований, в целом достаточно аргументированы, обладают новизной и достоверностью.

Диссертация соответствует требованиям к научно-квалификационной работе, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук, в соответствии с п.9-11,13 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней» а её автор, Рожков Евгений Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:  
доктор технических наук,  
профессор.

«23» 04 2024г.

Башилов А. М.

Подпись Башилова А. М. удостоверяю

*зам. нач. Ученого совета по работе с учеными*



*М. М. Башилов*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Почтовый адрес: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

Факс: +7 499 158-29-77

Электронная почта: mai@mai.ru

Адрес в сети интернет: www.mai.ru

*С отзывом официального оппонента ознакомлен*  
25.04.2024

*Рожков Е.А.*



Председателю диссертационного  
совета 35.2.019.03 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
С. В. Оськину


Сведения об официальном оппоненте


по диссертационной работе Рожкова Евгения Александровича на тему «Параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса».

Фамилия, Имя, Отчество	Башилов Алексей Михайлович
Учёная степень (с указанием шифра специальности научных работников, по которому защищена диссертация)	Доктор технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве». 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в сельском хозяйстве)
Наименование диссертации (докторской)	Электроннооптический контроль и управление качеством производства картофеля
Учёное звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления согласия	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
Наименование подразделения	Кафедра теоретической электротехники, институт «Общеинженерный»
Должность	Профессор
Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет по профилю защищаемой диссертации	
1. <b>Bashilov, A. M.</b> Additive seed treatment / L. V. Navrotskaya, A. M. Bashilov, N. A. Sergeeva [et al.] // Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture : International Scientific and Practical Conference, Saratov, 20–24 октября 2021 года. – London: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012030.	
2. <b>Башилов, А. М.</b> Робототехническая система для теплиц / А. М. Башилов, В. А. Королев, С. А. Воротников // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – № 2(54). – С. 57-63.	

3. **Башилов, А. М.** Системно-развивающееся и интеллектуально-прогрессирующее управление агротехноценозами / А. М. Башилов, В. А. Королев // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 10(125). – С. 36-45.
4. **Башилов, А. М.** Проект комплексного применения беспилотных наземных и воздушных роботов в агротехнологиях / А. М. Башилов, В. А. Королев // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 6(121). – С. 37-46.
5. **Bashilov A. M.** Determination of main spectral and luminescent characteristics of winter wheat seeds infected with pathogenic microflora / A. M. Bashilov, I. Y. Efremenkov, M. V. Belyakov [et al.] // Photonics. – 2021. – Vol. 8, No. 11.
6. **Башилов, А. М.** Проектирование видеосистем управления объектами аграрного производства / А. М. Башилов, В. А. Королев // АгроФорум. – 2021. – № 1. – С. 68-72. – EDN IOMRES.
7. **Башилов, А. М.** Видеоцифровое системно-метрическое управление агротехнологическими процессами / В. А. Королев, А. М. Башилов // Вестник аграрной науки Дона. – 2019. – № 4(48). – С. 68-75.
8. **Башилов, А. М.** Новые возможности цифрового видеонаблюдения при интеграции с биотехническими и информационно-управляющими системами / А. М. Башилов, В. А. Королев, В. Н. Легеза // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 7(98). – С. 39-49.
9. **Башилов, А. М.** Видеоцифровизация аграрных производств / А. М. Башилов // АгроФорум. – 2019. – № 1. – С. 22-23.
10. **Башилов, А. М.** Манёвренные системы видеонаблюдения для применения в аграрном производстве / А. М. Башилов // АгроФорум. – 2019. – № 2. – С. 44-46.

Официальный оппонент, д.т.н., профессор  
кафедры «Теоретическая электротехника»  
Московского авиационного института

  
\_\_\_\_\_ А.М. Башилов

Подпись Башилова А.М. заверяю  Бакунович И.Ю.  
Специалист по кадровому делопроизводству

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
Почтовый адрес: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993  
Телефон: +7 499 158-25-71  
Адрес электронной почты: mai@mai.ru  
Адрес официального сайта: www.mai.ru

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Ю.А. Судника на диссертационную работу Рожкова Евгения Александровича по теме «Параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса» в диссертационный совет 35.2.019.03 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

### **Актуальность темы**

Повышение качества семенного материала является важной задачей растениеводства. Соблюдение требований к качеству семенного материала достигается посредством сортировки семян с помощью сепараторов, среди которых наибольшей универсальностью и точностью обладают оптико-электронные установки (фотосепараторы). Однако большинство известных фотосепараторов не обладают достаточной точностью сортирования семян, пораженных фитопатологиями. Тема работы ориентирована на выбор параметров и режимов работы оптико-электронной установки, позволяющей повысить точность разделения семенного материала на группы по признаку наличия фитопатологий.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Автором проведен широкий обзор и анализ научных статей, диссертационных работ и патентов по теме исследования. Список использованной литературы состоит из 104 наименований. Рассмотрены известные оптико-электронные устройства для цветового анализа и сортировки семян различных сельскохозяйственных культур, а также проведен анализ параметров и режимов работы таких устройств. Теоретические положения работы базируются на законах электротехники, методах математического и компьютерного моделирования оптико-электронных систем, на принципах и правилах алгоритмизации и программирования. В работе использованы современные программные продукты: Microsoft Office, ImageExpert Pro 3 для определения цветовых и геометрических параметров семян, их классификации в виде базы данных. Это позволило теоретически обосновать параметры и режимы работы рассматриваемой оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы. Экспериментальное подтверждение полученных теоретических выводов обосновано методами статистического анализа.

## **Оценка новизны и достоверности**

Новизна работы заключается в разработке:

– математической модели физических параметров семян, определяющей селективные критерии при сортировке семенного материала в селекционных центрах;

– электрооптических параметров оптического блока установки, позволяющих получить качественное изображение объекта исследования (семена);

– рациональных параметров и режимов работы оптико-электронного устройства для анализа и сортировки семян пшеницы, позволяющих выявлять фитопатологии согласно определенной базе селективных критериев;

– алгоритма распознавания семян пшеницы, позволяющего идентифицировать фитопатологии посредством анализа физических параметров семян.

Достоверность теоретических результатов подтверждена экспериментальной проверкой.

## **Апробация работы и публикации по теме исследования**

Основное содержание диссертации отражено в 15 печатных работах, в том числе: 10 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК. По теме диссертационного исследования получен патент РФ на изобретение. Результаты диссертационного исследования были обсуждены на различных конференциях, включая международных и получили одобрение ведущих специалистов данной области.

## **Структура и объем работы**

Диссертация включает введение, три главы, заключение, список литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 174 страницы, включая 39 рисунков, 12 таблиц, 8 приложений, список использованной литературы из 104 наименований. По корректности изложения и четкости формулировок работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований, новизна и практическая значимость научных результатов, приведены положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** «Технологии сортировки сельскохозяйственной продукции и существующие оптико-электронные системы цветового анализа объектов» приведен обзор требований, предъявляемых к качеству семенного материала в селекционных центрах, а также физических параметров, определяющих качество семян. Также проведен обзор существующих фотосепараторов для сортировки сельскохозяйственной продукции и анализ существующих оптико-электронных методов анализа и сортировки сельскохозяйственной продукции. Было установлено, что существующие фотосепараторы не способны проводить достоверный фитопатологический анализ, то есть не могут надёжно отделять семена, пораженные болезнями и семена других культур, в том числе сорных, от кондиционных семян с высокой энергией прорастания, предназначенных для дальнейшего использования в селекционной работе.

**Во второй главе** «Разработка математической модели селективных критериев оптико-электронного устройства при сортировке семенного материала» проведено обоснование факторов, которые оказывают существенное влияние на эффективность и точность цветового анализа семенного материала. Разработана математическая модель физических параметров семян пшеницы, определяющих селективные критерии семенного материала при селекционной работе. Также проведен расчет электрооптических характеристик оптико-электронной установки, а именно угла обзора и фокусного расстояния фотокамер, глубины резкости, времени выдержки и размеров матрицы оптического блока. Проведено компьютерное моделирование селективных критериев семян пшеницы с помощью ПО ImageExpert Pro 3 и построены графики их распределения в зависимости от площади анализируемой области. В результате анализа полученных результатов теоретически определены параметры и режимы работы рассматриваемой оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы.

**В третьей главе** «Методика и результаты экспериментальных исследований оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы» приведены обоснованные параметры и режимы работы разработанной оптико-электронной установки, приведена её технологическая схема и представлен алгоритм ее работы. Также разработана методика проведения экспериментальных исследований, приведены фотографии экспериментальной установки и результаты статистической обработки данных. Приведен расчет технико-экономической эффективности от внедрения оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах.

**В заключении** приведены основные выводы по проведённому исследованию, даны рекомендации производству и раскрыты перспективы дальнейших исследований по теме работы.

В заключении приведены 7 выводов.

**Первый вывод** соответствует первой поставленной задаче по анализу и выбору физических параметров семян пшеницы, определяющих качество семенного материала при селекционной работе.

**Второй вывод** достоверен, в нём представлена и описана математическая модель физических параметров семян, определяющая селективные критерии при сортировке семенного материала в селекционных центрах.

**Третий вывод** соответствует достоверности теоретически обоснованным параметрам и режимам работы оптико-электронной установки для сортировки семенного материала.

**Четвертый вывод** подтверждает достоверность расчета электрооптических параметров оптического блока разработанной установки.

**Пятый вывод** соответствует одному из выдвинутых пунктов научной новизны работы, так как в нем представлен и описан алгоритм распознавания семян пшеницы, позволяющий идентифицировать фитопатологии посредством анализа физических параметров семян.

**Шестой вывод** содержит положительные результаты экспериментальной проверки достоверности теоретических данных.

**Седьмой вывод** содержит результаты расчета экономической эффективности от внедрения оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционно-семеноводческих центрах.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы:**

– выбраны физические параметры семян пшеницы, определяющие селективные критерии сортировки семенного материала в селекционных центрах;

– разработана математическая модель физических параметров семян, определяющая селективные критерии при сортировке семенного материала в селекционных центрах;

– обоснованы рациональные параметры и режимы работы оптико-электронного устройства для анализа и сортировки семян пшеницы, позволяющие выявлять фитопатологии согласно заданной базе селективных критериев;

– разработан алгоритм распознавания семян пшеницы, который можно использовать в специализированном программном обеспечении для идентификации фитопатологии посредством анализа физических параметров семян;

– сконструирована и изготовлена экспериментальная оптико-электронная установка для сортировки семян пшеницы по заданным селективным критериям, которая позволяет получить семенной материал с заданными показателями качества в селекционных центрах.

**Реализация результатов исследований.** Результаты исследований в виде программно-аппаратного комплекса апробированы и приняты к использованию для сортировки семенного материала на группы согласно заданным селективным критериям на Краснодарском предприятии ООО «Раздольное».

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Для проведения экспериментальных исследований не обосновано количество тестовых партий семян пшеницы.
2. В работе отсутствует обоснование выбора типа матричных светодиодных источников излучения.
3. В работе не приведены результаты сравнения процесса движения семян по электромагнитному барабану и его компьютерного моделирования.
4. В работе отсутствует принципиальная схема экспериментальной установки, что затрудняет определение алгоритма проведения экспериментальных исследований и получения графических зависимостей.
5. На стр.92 представлен только общий вид оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы, но не приведена электрическая схема управления.
6. На стр. 39 и 42 приведены формулы для определения коэффициента диффузного отражения светового потока, но соответствующий расчет его не представлен.
7. В разделе 3.1 не указаны технические параметры системы освещения рабочей зоны анализа семян.
8. На стр. 118 отсутствует совмещение теоретических и экспериментальных графиков распределения селективных критериев.

Отмеченные замечания и недостатки не снижают научной и практической значимости работы.

#### **Заключение**

Представленная диссертация Рожкова Евгения Александровича на тему «Параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах» является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, содержащей достоверные научные результаты в области электротехнологии и электрооборудования в сельском хозяйстве.

Автореферат отражает содержание и основные положения диссертации.


Диссертация соответствует требованиям к научно-квалификационной работе, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, в соответствии с п.9-11,13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней» а её автор, Рожков Евгений Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент:  
доктор технических наук,  
профессор  
«3» мая 2024г.

 Судник Ю. А.

Ф.И.О лица, предоставившего отзыв	Судник Юрий Александрович
Ученая степень	Доктор технических наук
Ученое звание	Профессор
Должность, структурное подразделение	Профессор кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина
Полное название организации	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».
Специальность, по которой защищена диссертация	05.13.07 – «Автоматизация технологических процессов и производств»
Адрес	127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
Телефон	+7(499)976-4270
E-mail	sudnikya@mail.ru



С отзывом официального оппонента ознакомлен  
06.05.2024г.  Е.А. Рожков



Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Рожкова Евгения Александровича на тему «Параметры и режимы работы оптико-электронной установки для сортировки семян пшеницы в селекционных центрах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса».

Фамилия, Имя, Отчество	Судник Юрий Александрович
Ученая степень (с указанием шифра специальности научных работников, по которому защищена диссертация)	Доктор технических наук по специальности 05.13.07 – «Автоматизация технологических процессов и производств».
Наименование диссертации (докторской)	Автоматизированное управление машинно-тракторными агрегатами в сельском хозяйстве
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления согласия	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Наименование подразделения	Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина
Должность	Профессор
Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет по профилю защищаемой диссертации	
1. Судник, Ю.А. Моделирование движения робота-косилки с регулированием направления движения / М. И. Белов, Д. В. Анашин, Н. Е. Кабдин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2022. – № 8. – С. 11-17.	

2. Судник, Ю.А. Автоматический контроль зрелости томатов с помощью быстрой флуоресценции хлорофилла / М. А. Абделхамид, Ю. А. Судник // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 2. – С. 54-60.
3. Судник, Ю. А. Изменение быстрой фазы флуоресценции хлорофилла при созревании помидоров / Ю. А. Судник, М. А. Абделхамид, В. В. Строкина // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 1(42). – С. 80-85.
4. Судник, Ю. А. Прибор для контроля содержания гумуса в почве / Е. А. Кудрявцева, Ю. А. Судник // Современные инновации в науке и технике : сборник научных трудов 10-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 15–16 апреля 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 183-186.
5. Судник, Ю. А. Способ определения зрелости томатов на основе контроля их индукции флуоресценции хлорофилла / Ю. А. Судник, М. Абделхамид // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2020. – № 1(95). – С. 51-54.
6. Sudnik, Yu. A. Chlorophyll fluorescence for classification of tomato fruits by their maturity stage / M. A. Abdelhamid, F. Shaaban, Yu. A. Sudnik, H. J. Alshinayyin // E3S Web of Conferences, Sevastopol, 07–11 сентября 2020 года. – Sevastopol, 2020. – P. 01065.
7. Sudnik, Yu. A. Automation of sorting tomatoes / Yu. A. Sudnik, M. A. Abdelhamid // Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. Vol. Выпуск 292, Часть I. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – P. 138-140.
8. Судник, Ю. А. Технологические методы оценки зрелости томатов / М. А. Абделхамид, Ю. А. Судник // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 2(39). – С. 93-98.
9. Судник, Ю. А. Исследование медленной индукции флуоресценции хлорофилла для разделения плодов томатов по степени их зрелости / Ю. А. Судник, М. А. Абделхамид // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 3(40). – С. 109-114.
10. Судник, Ю. А. Метод оценки параметров настройки автоматических систем в условиях информационной неопределенности / Ю. А. Судник // Перспективы науки. – 2019. – № 8(119). – С. 46-49.

Д.т.н., профессор

«28» февраля 2024

ПОДПИСЬ  
РУКОВОДИТЕЛЯ СЛУЖБЫ КАДРОВОЙ  
ПОЛИТИКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРСОНАЛА  
Е. М. СИРЯ  
2024г.

« 28 » 02

Ю.А. Судник