

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

доктора технических наук, доцента Новикова Артура Игоревича на диссертационную работу «Неинвазивная экспресс-оценка разнокачественности и хозяйственной пригодности семенного материала на основе использования инструментальных физических методов», представленную Прияткиным Николаем Сергеевичем к публичной защите на соискание учёной степени доктора биологических наук по специальности 4.1.5 – мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (биологические науки) в диссертационный совет 24.1.001.01, созданный на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Агрофизический научно-исследовательский институт»

### **Актуальность темы диссертации**

Проблема обеспечения высокого качества посевного материала существует в производстве пищевого зерна, овощеводстве, лесном хозяйстве. Особенностью семян сельскохозяйственных и лесных культур является их большое морфобиологическое разнообразие, а также разная степень отклика на воздействие детектирующего излучения в разных диапазонах длин волн. Неравномерность роста сеянцев, разная продуктивность растений и неоднородность продукции по качеству (разнокачественность) во многом определяются исходно низким качеством семян.

Перспективный технологический процесс оценки качества посевного материала может и должен включать комплекс операций с применением высокоточных детектирующих устройств, основанных на оптическом и ионизирующем излучении. Для последующей технологической и физиологической эффективности посева желательно включать технологические операции праймирования с последующей накаткой внешней оболочки.

Наибольшую актуальность технологический процесс оценки качества семян приобретет при его ранжировании в зависимости от целей и задач, поставленных потребителем, осуществляющим адаптивное растениеводство.

Министерством сельского хозяйства РФ создана единая Федеральная государственная информационная система (ФГИС «Зерно» | <https://zerno.mcx.gov.ru>, постановление Правительства РФ «О Федеральной государственной информационной системе прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна» от 09.10.2021, № 1722), задача которой отследить жизненный цикл семян (зерна) от производства до выпуска в обращение.

В связи с этим в структуре адаптивного растениеводства существует необходимость разработки комплексной системы оценки качества и продукционного потенциала семенного материала, способствующей эффективному принятию решений по оперативной корректировке агровоздействий на базе полученных протоколов анализа семян.

### **Научная и практическая значимость работы**

**Научная значимость** диссертационной работы состоит в том, что:

– разработаны научно-практические основы методологии комплексной неинвазивной экспресс-оценки разнокачественности и скрытой дефектности семян различных сельскохозяйственных культур и древесных лесных растений с использованием набора инструментальных физических методов (цифрового сканирования, микрофокусной рентгенографии, электрофотографии);

– получены новые фундаментальные знания о структурных внешних и внутренних характеристиках формообразующих структур, дополняющие описание скрытой неоднородности семян зерновых, овощных, декоративных, плодовых, орехоплодных культур, семян древесных лесных пород;

– предложен способ дифференцированного анализа цифровых рентгеновских изображений семян плодовых культур (яблоня домашняя | *Malus domestica* Borkh.), а также семян древесных лесных пород (сосна кедровая сибирская | *Pinus sibirica* DuRoi, кедровый стланик | *Pinus pumila* (Pall.) Regel, эвкоммия вязолистная | *Eucommia ulmoides* Oliv.), позволяющий оценить пространственные и яркостные параметры отдельных структур и органов семени;

– установлена взаимосвязь степени яркости изображений семян исследуемых культур в рентген(R)-диапазоне длин волн с их скрытой дефектностью и посевными качествами;

– предложен «параметрический паспорт» семени, дополняющий его фенотипические, физиолого-биохимические и молекулярно-генетические характеристики.

**Практическую значимость** работы имеют:

– триада усовершенствованных неинвазивных инструментальных методик экспресс-оценки разнокачественности и скрытой дефектности семенного материала, апробированная на ряде сельскохозяйственных культур и древесных лесных пород;

– методология комплексной неинвазивной экспресс-оценки качества семенного материала, которая может быть использована как эффективный структурный элемент ФГИС «Зерно», позволяющий минимизировать производственные и экологические риски, связанные с возможной реализацией семенного рынка фальсифицированной продукции, а также попытками реализовать явно некондиционные семена, имеющие высокий уровень скрытых дефектов и аномалий;

– практические рекомендации по использованию методик в селекционных целях, в практике промышленного семеноводства и контрольно-семенном деле, а также для создания основополагающей научно-практической базы при проектировании промышленных сортировщиков, имеющих разные принципы (оптический, рентгеновский, газоразрядный) детектирования семян;

– разработанный при участии автора национальный стандарт ГОСТ Р 59603-2021 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы цифровой рентгенографии», введенный в действие 29 июля 2021 года.

Научная и практическая новизна диссертации подтверждается публикациями в соответствующих рецензируемых отраслевых журналах,

рекомендуемых ВАК РФ, и журналах, индексируемых в международных базах данных, доступных широкому кругу ученых и специалистов.

### **Апробация результатов исследования**

Основные положения диссертации Прияткина Н.С. доложены и одобрены на международных и всероссийских научно-практических конференциях и форумах (ФГБНУ АФИ, ФБУ СПбНИИЛХ, ГАОУ ВО ЛО ЛГУ им. А.С. Пушкина, ФГАОУ ВО СПбПУ, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, ФГАОУ ВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Кубанский филиал ФГБНУ «ВНИИЗ», ФГБОУ ВО СПбГАУ, ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», ФГБУН НИИСХ Крыма, ФГБОУ ВО СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, ISTA), широко известны научной общественности, о чем свидетельствуют 46 публикаций по теме работы, в том числе 5, индексируемых в WoS (или Scopus).

При непосредственном участии диссертанта по результатам работы разработан и введен в действие, приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июля 2021 г. № 665-ст, национальный стандарт Российской Федерации 59603-2021 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы цифровой рентгенографии».

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

На основании анализа экспериментальных исследований сформулировано заключение диссертационной работы, включающее в себя восемь общих выводов (с. 216), практические рекомендации (с. 218) и перспективы дальнейшей разработки темы (с. 218).

Первый вывод констатирует факт разработки научных и практических основ методологии комплексной неинвазивной экспресс-оценки разнокачественности и скрытой дефектности семян различных сельскохозяйственных культур и древесных лесных растений, необходимой для оперативной проверки хозяйственной пригодности семенного материала, с использованием триады инструментальных физических методов (цифрового сканирования, микрофокусной рентгенографии, электрофотографии)

Вывод не противоречит исследованиям разнокачественности и скрытой дефектности семян других авторов (параграф 1.1), обосновывает первое научное положение, является новым и основан на анализе противоречий в инструментальных физических методах (параграф 1.3) оценки качества семенного материала и протекающих в них процессах.

Второй вывод сделан на основе результатов собственных исследований соискателя и информирует о возможности осуществления «каскадной» съемки одних и тех же образцов на основе усовершенствованных технических и программных элементов методик цифрового сканирования (п. 3.1.1), микрофокусной рентгенографии (п. 3.2.1) и электрофотографии (п.3.3.1). Вывод обладает

новизной, подтвержден результатами представленных в третьей главе исследований и достоверно обосновывает второе научное положение.

Третий вывод основан на результатах экспериментальных исследований, с использованием усовершенствованной методики цифрового сканирования, в сочетании с компьютерным анализом изображений, содержит информацию об оригинальных результатах по выявлению и количественной оценке генетической, матрикальной и экологической разнокачественности семян исследованных сельскохозяйственных культур. Вывод является новым, вытекает из результатов исследований, представленных в третьей главе, и достоверно обосновывает третье научное положение.

Четвертый вывод основан на результатах экспериментальных исследований, с использованием усовершенствованной методики микрофокусной рентгенографии, в сочетании с визуальным и компьютерным анализом цифровых рентгеновских изображений, содержит информацию о новых экспериментально-систематизированных данных по количественной оценке скрытой дефектности семян исследованных сельскохозяйственных культур и древесных лесных пород. Вывод обладает новизной, подтвержден результатами исследований третьей главы и достоверно обосновывает третье научное положение.

Пятый вывод основан на результатах экспериментальных исследований, с использованием усовершенствованной методики электрофотографии, и последующим компьютерным анализом цифровых газоразрядных изображений, содержит информацию о новых экспериментально-систематизированных данных по количественной оценке невыполненности семян древесных лесных пород и первичного скрининга скрытых дефектов биогенного происхождения семян зерновых культур. Вывод является новым, подтвержден результатами исследований третьей главы и достоверно обосновывает третье научное положение.

Шестой вывод посвящен установлению взаимосвязей между разнокачественностью и скрытой дефектностью семян некоторых сельскохозяйственных культур и древесных лесных пород с посевными качествами семени и биометрией проростка. Вывод основан на результатах экспресс-анализа семян триадой инструментальных методов, с сопряженной оценкой процесса прорастания, приведенных в третьей главе. Новизна и достоверность вывода не вызывает сомнений и подтверждает третье научное положение.

Седьмой вывод вытекает из результатов экспериментальных исследований третьей главы, содержит сведения о получении новых данных о внешних и внутренних характеристиках формообразующих структур, описывающих скрытую неоднородность семян ряда зерновых, овощных, декоративных, плодовых, орехоплодных культур, а также семян некоторых древесных лесных пород. Вывод обладает новизной и достоверно обосновывает четвертое научное положение.

Восьмой вывод отражает концепцию «параметрического паспорта» (параграф 4.6 четвертой главы) семени, включающего, дополнительно к генетическому паспорту сорта, информацию о морфометрических, рентгеновских,

электрофизических и морфофизиологических показателях индивидуальных семян и партий семенного материала, основан на результатах экспериментальных исследований третьей главы (пп. 3.4.2.1), обладает новизной и достоверно обосновывает четвертое научное положение.

Таким образом, основные выводы соискателя, направленные на совершенствование процессов улучшения качества семенного материала перед посевом путем точной идентификации их разнокачественности с использованием триады инструментальных методов цифрового оптического сканирования, микрофокусной рентгенографии и газоразрядной визуализации являются достоверными и достаточно обоснованными.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке новых и модернизации существующих технологий неинвазивной экспресс-оценки семян, при разработке новых конструкций оптических сортировщиков, а также для формирования «параметрических паспортов» семян в организациях, занимающихся селекцией и первичным семеноводством сельскохозяйственных растений.

#### **Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

По теме диссертации опубликовано 46 научных работ, в том числе 2 монографии, 21 статья в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и 5 статей в иностранных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, в том числе входящих в Q1.

Опубликованные по результатам исследований материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Автореферат соответствует предъявляемым требованиям, имеет краткое изложение материала диссертации, текст расположен в последовательности, представленной в основной работе, содержание выводов не имеет отклонений от их изложения в диссертации.

#### **Оценка языка и стиля диссертации, ее соответствие предъявляемым требованиям**

Диссертационная работа имеет четырёхчастную структуру (Литературный обзор – Материалы и методы – Результаты исследований – Обсуждение результатов), изложена технически грамотно, в научном стиле. Оформление текста в объеме 253 страниц, 22 таблиц и 61 иллюстрации работы не противоречит требованиям национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 7.0.11. Основные разделы работы удачно иллюстрированы графиками, таблицами и диаграммами. Диссертация является законченным, выполненным лично автором научно-исследовательским трудом, имеющим высокий научный уровень исполнения. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Основное содержание диссертации соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени доктора наук.

Материалы диссертации соответствуют паспорту специальности 4.1.5 – мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (биологические науки).

### **Замечания по диссертационной работе и автореферату**

- 1) Недостаточно полно раскрыта актуальность (с. 8) направления исследований с позиции экономических потерь от высева некачественных (или нежизнеспособных) семян. Необходимо уточнение.
- 2) Применен не совсем логичный термин «разработка» (с. 8, третья строка снизу) в данном контексте, поскольку далее в разделе «Степень разработанности темы» указано, что система уже существует (с. 9, строка 3 сверху). Представляется целесообразным заменить термин на «совершенствование...» или «повышение эффективности...».
- 3) Руководствуясь п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, на с. 10 представляется целесообразным изложить цель исследования в следующем виде: «совершенствование агротехнологий в системе адаптивного растениеводства путем разработки методик комплексной неинвазивной экспресс-оценки качества семян сельскохозяйственных культур и древесных лесных пород на основе сопряженного использования триады инструментальных физических методов», что вполне соответствует, по Положению, «изложению новых научно обоснованных технологических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие сельского хозяйства РФ».
- 4) В рукописи диссертации (например, на с. 10) встречаются термины «методология (строка 9), метод (строка 5), методика (строка 3)». Пожалуйста, поясните соотношение этих терминов между собой в контексте диссертационного исследования.
- 5) Пожалуйста, поясните, что понимается под дополнительными ростовыми показателями семян (с. 12, стр. 1) в контексте данного исследования, поскольку физиологически процесс прорастания может происходить по-разному, например, у покрытосеменных и голосеменных лесных растений.
- 6) Поскольку диссертационное исследование носит явно выраженный прикладной характер, представляется целесообразным, согласно п. 10 Положения о присуждении ученых степеней, дополнить или уточнить сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов (например, в виде акта внедрения в хозяйственную деятельность или справки о практическом использовании в учебном процессе).
- 7) Структурный элемент параметрического паспорта семени «Морфометрические», приведенный на рисунке 57 (с. 202), логичнее назвать «Оптометрические», поскольку все параметры получены при оптическом сканировании на плоскости (именно поэтому отсутствует параметр толщины семени).

- 8) Поскольку в классической физике понятия массы и веса несколько различаются, целесообразно структурный элемент параметрического паспорта на рисунке 57 «Весовые» переименовать в «Массовые».
- 9) На с. 214 в третьем абзаце указано о том, что «в настоящее время в России **создается** единая Федеральная информационная система по отслеживанию жизненного цикла семян...». Пожалуйста, уточните, идет ли речь о ФГИС "Зерно" (<https://mcx.gov.ru/ministry/departments/department-ekonomiki-investitsiy-i-regulirovaniya-rynkov/industry-information/info-fgis-zerno/>), созданной Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 09.10.2021 № 1722 «О Федеральной государственной информационной системе прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна» или о какой-то другой системе?
- 10) В тексте диссертации иногда встречаются неточности оформления и опечатки:
- номера страниц желательно отнести несколько дальше от основного текста и выполнить шрифтом TNR;
  - необходимо заменить термин «традиционные» (с. 9, строка 11 сверху) на «стандартные» методы контроля качества;
  - на с. 10, строка 1 сверху, словосочетание «до сих пор» нет необходимости выделять запятыми;
  - на с. 10, строка 8 сверху, необходима корректировка тавтологии «**практическую** *оценку*... **практических** основ методологии комплексной неинвазивной экспресс-*оценки*...»;
  - А.Ф, Иоффе: вместо запятой необходима точка (с. 14., строка 6 снизу)
  - таблица 15, вторая строка первого столбца: Площадь эндосперма, мм<sup>2</sup>
- необходимо вынести двойку в верхний индекс.
- рисунок 57, необходимо увеличить оптическое разрешение рисунка для лучшей читаемости при увеличении. Текст, написанный красным цветом шрифта на зеленом фоне, практически нечитаем.

Указанные замечания не влияют на достоинства и общую положительную оценку диссертации Прияткина Н.С.

**Заключение о соответствии диссертации критериям,  
установленным «Положением о присуждении ученых степеней»**

Диссертация обладает внутренним единством, объединенным четырьмя научными положениями, и оценивает опубликованные в 21 рецензируемом издании новые научные результаты, полученные лично автором, по сравнению с корректно цитируемыми известными результатами.

Таким образом, диссертация «Неинвазивная экспресс-оценка разнокачественности и хозяйственной пригодности семенного материала на основе использования инструментальных физических методов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические и

агрофизические решения повышения эффективности неинвазивной экспресс-оценки агро- и лесосеменного материала, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие системы адаптивного растениеводства Российской Федерации, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., № 842, а ее автор – Прияткин Николай Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.5 – мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

Официальный оппонент  
 доктор технических наук, доцент,  
 профессор кафедры древесиноведения  
 ФГБОУ ВО ВГЛТУ  
 14 февраля 2024 года



Новиков  
 Артур Игоревич

Подпись: *Новикова А.И.*  
 Подтверждаю:  
 Директората

Место работы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова» (ФГБОУ ВО ВГЛТУ)

Структурное подразделение

кафедра древесиноведения

Почтовый адрес

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Официальный сайт

<http://www.vgltu.ru/>

Рабочий телефон



Телефон официального  
 оппонента

E-mail официального  
 оппонента



Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук защищена по научной специальности 05.21.01 – Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства