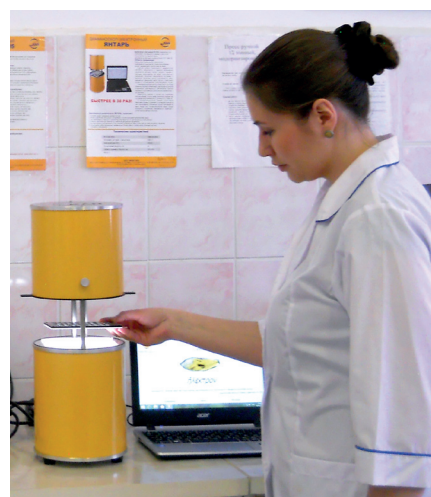




## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДИАФАНОСКОПА «ЯНТАРЬ»

**Р.Ю. Антонов,**  
инженер-исследователь,  
**Т.С. Рутковская,**  
директор по маркетингу  
ООО «ЭКАН»

Данная статья является отчётом о многолетней работе нашего коллектива в области компьютерно-оптической диагностики качества зерна и продуктов его переработки. Электронный диафаноскоп «Янтарь» – первый прибор из этой серии, доведённый до серийного производства, не имеющий мировых аналогов и заслуживший признание пользователей.



Эта статья – продолжение публикации «Экспресс-анализатор стекловидности пшеницы – диафаноскоп Янтарь», размещённой в №5/2019, где речь шла об истории создания диафаноскопа «Янтарь» и основной идее его разработки – обеспечении объективного и быстрого анализа стекловидности зерна. Результатом этой работы стало внедрение прибора во многие, в том числе государственные, лаборатории.

В предыдущей статье также была обозначена одна из основных проблем стандартного метода определения стекловидности – отсутствие единых эталонов. В связи с этим возникают серьёзные ограничения при попытках обеспечить единство измерений в нескольких лабораториях. В случае использования диафаноскопа ДС-1 на практике это неосуществимо, так как реальная межлабораторная погрешность стандартного метода анализа значительно превышает нормативную и может составить

более 20 единиц. При использовании диафаноскопа «Янтарь» процесс согласования измерений становится возможным и проводится следующим образом.

В одной лаборатории в условиях повторяемости (на одном оборудовании, одним оператором, в течение короткого промежутка времени) определяется стекловидность

зерна нескольких проб пшеницы. Стекловидность зерна этих образцов принимается за эталон.

Полученные эталонные образцы распространяются среди всех лабораторий.

В каждой лаборатории производится настройка диафаноскопа «Янтарь» для автоматической работы по эталонным образцам.

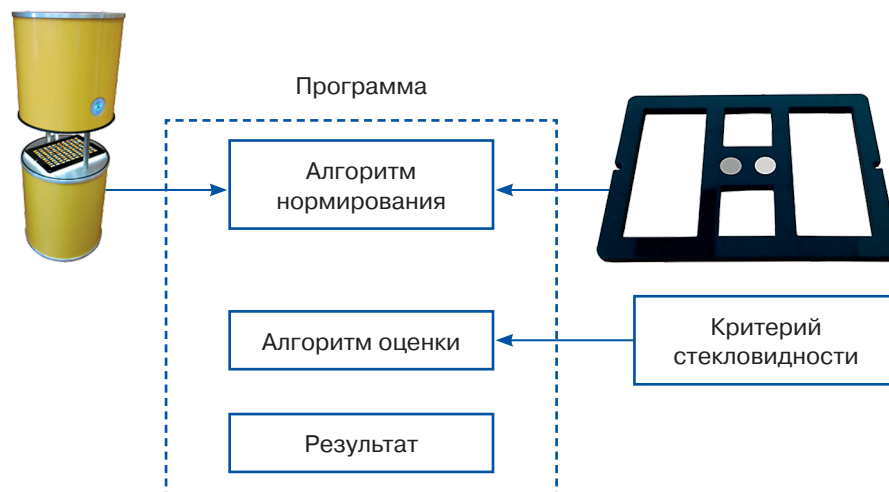


Рис. 1. Схема работы эталона на основе оптических фильтров

Несмотря на то, что подход в целом рабочий, он имеет два существенных недостатка. Во-первых, чтобы согласовать работу приборов необходимо организовать процесс физической отправки образцов. Во-вторых, реальный образец зерна – не лучший эталон, поскольку деградирует со временем и имеет случайную погрешность, связанную с отбором и разделением пробы на части. Также следует помнить, что каждое отдельное зерно в пробе неоднородно по своей внутренней и внешней структуре, поэтому его оптические свойства зависят от положения, в котором оно просвечивается. Другими словами, на результат влияет не только отбор пробы, но и как она была размещена в приборе.

По этим причинам мы начали поиск эталона без перечисленных недостатков. Основная задача, которую он должен был решить – это получение возможности согласования работы двух и более приборов удаленно без физической транспортировки диафаноскопов и эталонов. После рассмотрения различных вариантов нами была реализована идея использования эталонов на основе оптических фильтров. Такие эталоны обладают одинаковыми оптическими свойствами и практически неограниченным сроком эксплуатации. Кроме того, плоский фильтр, установленный в специальную оправку в фиксированное положение, может решить проблему погрешности отбора пробы, характерную для эталона на основе реального образца зерна.

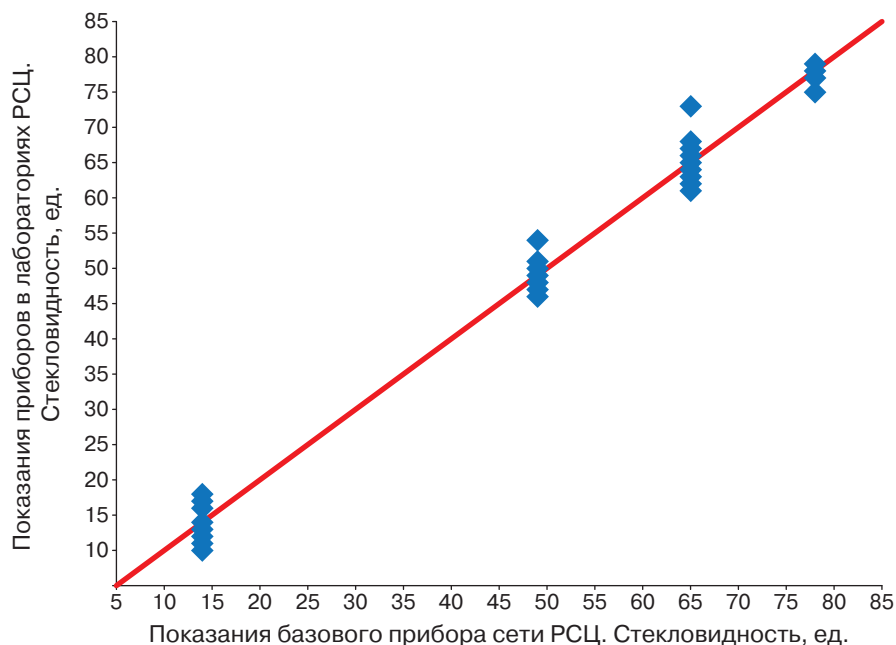
Суть работы эталона на основе оптического фильтра изображена на рис. 1. В программу передается изображение зерна, которое отличается от прибора к прибору ввиду разброса яркости источников света, их естественного старения и других факторов. Периодически в прибор устанавливается пластина с эталонными фильтрами с известными оптическими свойствами, поэтому

в программном обеспечении диафаноскопа доступна информация о текущей яркости источника света. Это позволяет скорректировать изображение, скомпенсировав факторы, влияющие на разницу изображений в разных приборах. Таким образом, нормализованное изображение пробы перестает зависеть от прибора, на котором оно получено. В свою очередь, данный факт

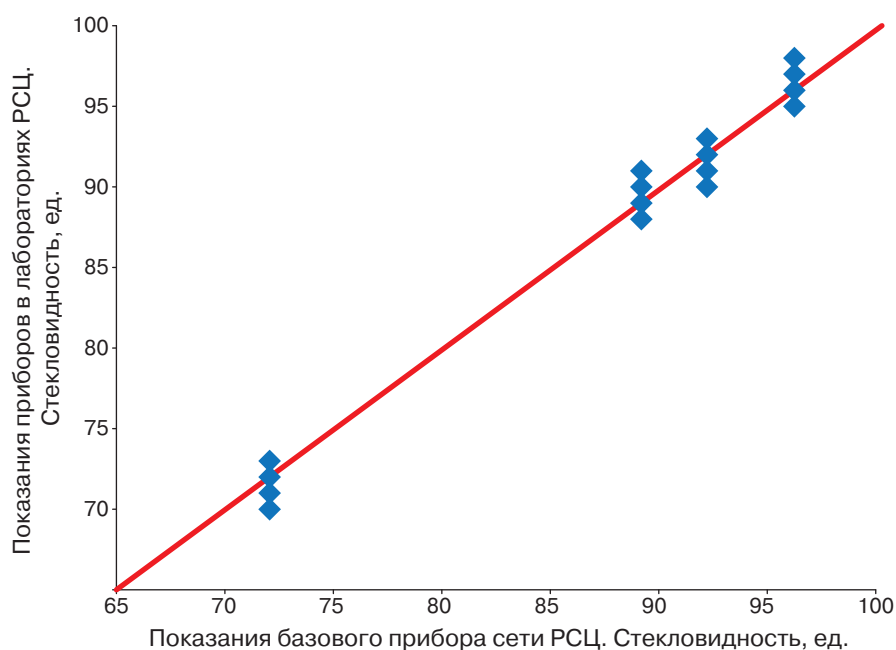
позволяет, используя одинаковые критерии для оценки зерна, получать одинаковые результаты на разных приборах.

Процедура согласования приборов осуществляется следующим образом:

- в одной лаборатории проводится процедура настройки диафаноскопа по реальным образцам пшеницы, т.е. формируется



а



б

Рис. 2. Результаты измерения тестовой выборки: а – мягкой пшеницы, б – твердой пшеницы

критерий для оценки стекловидности;

- данные настройки рассылаются в остальные лаборатории с помощью интернета;
- после установки настроек все диафаноскопы работают согласованно.

Необходимо ещё раз подчеркнуть, что в ходе процедуры нет необходимости физически перевозить образцы в другие лаборатории. С этого момента можно говорить об организации измерительной сети диафаноскопов.

Впервые такой подход был апробирован на базе ФГБУ «Россельхозцентр». В состав данной организации входят 15 филиалов с лабораториями, в каждой из которых установлен диафаноскоп «Янтарь». Филиалы располагаются на большом удалении друг от друга. Для получения единого критерия для классификации зерна на стекловидное, частично стекловидное и мучнистое была выбрана одна лаборатория, результаты определения которой были приняты за эталон. В данной лаборатории были сформированы пробы мягкой и твёрдой пшеницы со стекловидностью от 12 до 97%. Необходимо отметить, что критерии для твёрдой и мягкой пшеницы различаются, поэтому фактически мы имели два набора образцов. Из каждого набора были выделены тестовая и настроечная выборки. В ходе работы диафаноскопы на основе оптических фильтров были снабжены калибровочными эталонами. Далее один из приборов (базовый) был настроен по образцам пшеницы. Полученный критерий стекловидности был распространён на остальные диафаноскопы.

Для оценки корректности использованного алгоритма согласования был проведён эксперимент: на каждом диафаноскопе были измерены образцы тестовой выборки. На рис. 2 горизонтальная ось соответствует показаниям прибора, который настраивался по реальным образцам пшеницы,

а вертикальная – по показаниям остальных 15-ти приборов.

Вычисленное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости измерений составило: для мягкой пшеницы – 3,8 ед.; для твёрдой пшеницы – 1,2 ед.

Анализируя результаты эксперимента, можно сделать вывод, что межприборная погрешность при определении стекловидности пшеницы с использованием диафаноскопа «Янтарь» значительно ниже, чем при использовании органолептического метода анализа. Итоги проведённой работы позволяют рекомендовать новый подход для согласования анализов стекловидности в масштабах предприятий и организаций.

Таким образом, задача по согласованию определения стекловидности зерна пшеницы на базе диафаноскопа «Янтарь» между лабораториями была решена путём использования эталонов на основе оптических фильтров. Результатом стала реализация измерительной сети диафаноскопов «Янтарь» на базе предприятий Россельхозцентра. Важно отметить, что выпущенные в настоящее время приборы также могут быть включены в существующую измерительную сеть посредством их оснащения эталонами и обновлением программного обеспечения.

Данная статья является отчётом о долголетней, продолжительной работе нашего коллектива в области компьютерно-оптической диагностики качества зерна и продуктов его переработки. Электронный диафаноскоп «Янтарь» – первый прибор из этой серии, доведённый до серийного производства, не имеющий мировых аналогов и заслуживший признание пользователей.

Он кардинальным образом изменяет труд лаборантов, избавляя их от рутинной работы, и исключает множество субъективных факторов при оценке стекловидности зерна. К сожалению, государственные организации, отвечающие

за нормативно-правовую базу в области оценки качества зерна, этого не заметили. Однако ГОСТ 10987–76 скоро отметит свой полувековой юбилей.

К нашему глубокому удовлетворению, мы находим понимание у специалистов как отдельных предприятий, так и крупных государственных структур, занимающихся оценкой качества зерна. На базе лабораторий Россельхозцентра мы создали сеть из 15 приборов, обеспечивающих их согласованную работу.

Касаясь вопроса определения стекловидности, мы не можем не остановиться на ещё одном факте. Прибор, активно продвигаемый иностранными агентами на территории РФ в качестве базового при создании так называемой российской зерновой сети, в последнее время ещё оснащается калибровочными уравнениями для определения стекловидности.

Это такой же фейк, как и определение аминокислотного состава ИК-методом и прочие мифы, о чём мы неоднократно писали и заявляли. Мы разрабатываем и производим ИК-анализаторы и отлично знаем возможности данного метода.

В связи с этим обращаем внимание российских зернопроизводителей на недобросовестную рекламную деятельность ряда зарубежных компаний и их представителей на рынке лабораторного оборудования.



ООО «ЭКАН»

г. Санкт-Петербург,  
ул. Политехническая, 22  
Тел./факс: +7 (812) 556-91-13  
Тел.: +7 (911) 841-97-80 (сервис)  
e-mail: info@ekan.spb.ru  
WWW.EKAN.SPB.RU