

## Заклучение

В результате проведенного анализа тенденций развития дизайна оборудования, представленного в настоящее время на рынке, описаны современные направления развития конструкций в отрасли производственного оборудования сельскохозяйственного направления.

В качестве практической части исследования была разработана концептуальная модель дизайнерского решения конструкции на примере собственной разработки научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства – пресс-подборщика лент льна самоходного ПЛС-1. Дальнейшая детальная разработка данного дизайн-проекта будет способствовать повышению конкурентоспособности отечественного оборудования сельскохозяйственной отрасли на мировой арене.

## Список использованных источников

1. Новинка – пресс-подборщик лент льна самоходный ПЛС-1 [Электронный ресурс] // Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Режим доступа: <https://belagromech.by/news/smi-o-nas/novinka-press-podborshhik-lent-lna-samohodnyj-pls-1/>. – Дата доступа: 01.09.2022.

2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 01.09.2022.

3. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040» [Электронный ресурс] // Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://nasb.gov.by/congress2/strategy\\_2018-2040.pdf](https://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018-2040.pdf). – Дата доступа: 01.09.2022.

УДК 631.362:364.10

Поступила в редакцию 04.11.2022

Received 04.11.2022

**А. Н. Юрин**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: anton-jurin@rambler.ru*

## РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ПЛОДОВ

*Аннотация.* В данной статье представлен процесс создания графического интерфейса приложения для системы технического зрения технологической линии сортировки и фасовки яблок ЛСП-4 и приведено описание основных его составляющих.

*Ключевые слова:* интерфейс, пользователь, изображение, яблоко, сорт, заказ, параметры, статистика, лотки, инженерный, точка сброса, функция.

**A. N. Yurin**

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: anton-jurin@rambler.ru*

## DEVELOPMENT OF A GRAPHIC INTERFACE OF THE APPLICATION FOR THE VISION SYSTEM OF THE FRUIT SORTING LINE

*Abstract.* This article presents the process of creating a graphical interface for an application for a vision system for a technological line for sorting and packing apples LSP-4 and describes its main components.

*Keywords:* interface, user, image, apple, grade, order, parameters, statistics, trays, engineering, reset point, function.

## Введение

Графический интерфейс пользователя (Graphical User Interface, GUI) – разновидность пользовательского интерфейса, в котором элементы интерфейса представлены пользователю на дисплее в виде графических изображений.

Графический интерфейс дает пользователю возможность с помощью манипуляторов (клавиатура, мышь, джойстик и т.п.) управлять всеми элементами интерфейса [1]. Элементы графического интерфейса оформлены таким образом, чтобы отображать их назначение и свойства для облегчения понимания и освоения программ пользователями любого уровня.

Одним из требований к хорошему графическому интерфейсу программной системы является концепция DWIM (Do What I Mean – делай то, что я имею в виду). Данная концепция требует, чтобы система работала предсказуемо для интуитивного понимания пользователем действий, которые выполнит программа после получения его команды [2]. Впервые графический интерфейс пользователя был реализован в операционных системах персональных компьютеров, но сейчас элементы GUI стали неотъемлемой частью даже простых бытовых и медицинских приборов, соевых телефонов, устройств промышленной автоматики и многих других.

Основным достоинством графического интерфейса является его интуитивно понятное, «дружелюбное» восприятие для пользователей любого уровня [1, 2]. Однако с появлением сенсорных мониторов дизайн и подходы формирования GUI эволюционировали в отдельную технологию. Сенсорные мониторы, как и любые устройства управления и интерфейсы, создаются для взаимодействия пользователя и компьютера. Удобный графический интерфейс операционной системы и удобные средства управления стремятся максимально позволить пользователю компьютера объединиться с компьютером в одно целое при работе с ним. Поэтому расположение и назначение некоторых графических управляющих элементов изменилось.

В связи с этим разработка графического приложения для сенсорного монитора представляет собой оптимизационную задачу со множеством переменных, включая элементы технического задания от заказчика и накопленный опыт и принципы эргономики рабочих мест.

## Основная часть

### Разработка графического интерфейса приложения

Разрабатываемая в текущем проекте система технического зрения предназначена для распознавания дефектов плодов различных культур и является одним из модулей комплексной системы управления экспериментальным образцом технологической линии сортировки и фасовки яблок. В связи с этим проектируемое программное обеспечение (ПО) с графическим приложением требуется для реализации отдельных управляющих функций. Разделим весь функционал на пять основных модулей:

- «Заказ» – отвечает за оформление заказа, включает различную информацию о заказчике, исполнителе и времени выполнения самого заказа (требуется ввод параметров, доступен оператору);
- «Параметры» – позволяет произвести настройку параметров процесса классификации, включая ключевые признаки разделения по сортам (требуется ввод параметров, доступен оператору);
- «Статистика» – отображает статистические данные по мощностям расклассифицированных потоков различных сортов яблок (требуется ввод отдельных параметров, доступен оператору);
- «Лотки» – позволяет установить соответствие сорта яблока номеру лотка (требуется ввод параметров, доступен оператору);
- «Инженерный» – специальный технический модуль для ввода коэффициентов, необходимых для контроля над информационными и управляющими процессами (требуется ввод параметров, доступен только наладчику).

Как видно из приведенного списка модулей, ПО должно проектироваться таким образом, чтобы выполнялись следующие функции:

- ввод информации с помощью GUI;
- вывод информации с помощью GUI;
- персонализация пользователей;

- возможность сохранения информации предыдущих сессий (заказов);
- возможность записи выходной информации на различные носители.

В связи с этим разрабатываемое ПО должно иметь структуру GUI в виде одного окна с пятью вкладками, а также возможность работать с современными базами данных (БД).

### ***1.1. Модуль ввода индивидуальных параметров заказа.***

На рис. 1 изображен снимок экрана главного окна разрабатываемого GUI с вкладкой «ЗАКАЗ». Указанная вкладка содержит следующие информационные элементы:

– «№ ЗАКАЗА» – уникальное название для каждого заказа, заполняется текстом вручную, однако для ускорения процесса ввода в выпадающем списке хранится информация о предыдущих заказах, которую можно использовать как пример (для сохранения единообразия в названиях заказов) или шаблон для быстрого копирования и вставки текста;

– «ЗАКАЗЧИК» – уникальное имя заказчика, заполняется текстом вручную, однако для ускорения процесса ввода в выпадающем списке хранится информация о предыдущих заказчиках, одного из которых можно выбрать путём нажатия на соответствующую строчку (если таковая имеется в списке, т.е. если формируется второй или последующий заказ одного заказчика);

– «СОРТ» – название сорта яблок в формируемом заказе, заполняется текстом вручную, однако для ускорения процесса ввода в выпадающем списке хранится информация о сортах яблок, которые можно выбрать путём нажатия на соответствующую строчку (если таковая имеется в списке, т.е. это второй и более заказ конкретного сорта);

– «ИСПОЛНИТЕЛЬ» – имя пользователя, осуществляющего настройку системы;

– «ОТВЕТСТВЕННЫЙ» – имя пользователя, осуществляющего контроль над работой системы;

– «ДАТА» – данные о дате, используются для формирования отчёта. Поле вставляется в отчёт автоматически и не предусматривает ручного ввода или корректировки.

Далее, на рис. 2, приведен пример ввода новой сессии (заказа). С целью повышения качества работы оператора и уменьшения затрат времени на заполнение вкладки «ЗАКАЗ» ПО разработано таким образом, чтобы в процессе заполнения строк выполнялось правило: чем чаще используется конкретная строка, тем выше она поднимается в списке.

### ***1.2. Модуль ввода индивидуальных параметров классификации.***

На рис. 3 изображён снимок экрана главного окна разрабатываемого GUI с вкладкой «ПАРАМЕТРЫ». В данной вкладке приводятся графические управляющие элементы, с помощью которых можно откорректировать значения коэффициентов классификации. Если в предыдущей вкладке «ЗАКАЗ» был выбран сорт, который уже использовался в предыдущих сессиях, то указанные выше значения коэффициентов устанавливаются по последним значениям. Если яблоки, используемые в текущем заказе, в небольших пределах отличаются от значений, установленных по умолчанию (в связи со сменой поставщика или погодных условий), то у оператора есть возможность ограниченной корректировки.

Следует указать, что значения параметров классификации после запуска производственной линии и процесса классификации не могут изменяться. Если того потребует ситуация и значения всё-таки надо будет изменить, то требуется начать новую сессию (заказ).

### ***1.3. Модуль отображения статистических данных.***

На рис. 4 изображён снимок экрана главного окна разрабатываемого GUI с вкладкой «СТАТИСТИКА».

В данной вкладке в режиме реального времени даётся информация о производительности как всей технологической линии сортировки и фасовки яблок, так и по отдельным сортам. Последняя информация необходима оператору для принятия решения о выделении дополнительной фасовочной линии для одного из сортов. Данное свойство также направлено на минимизацию задержек и повышение общей производительности линии.

В данной вкладке есть один параметр ввода данных: усреднённая плотность яблок, которая, как и в предыдущих вкладках, берётся по умолчанию (если ранее уже был заказ с данным сортом),

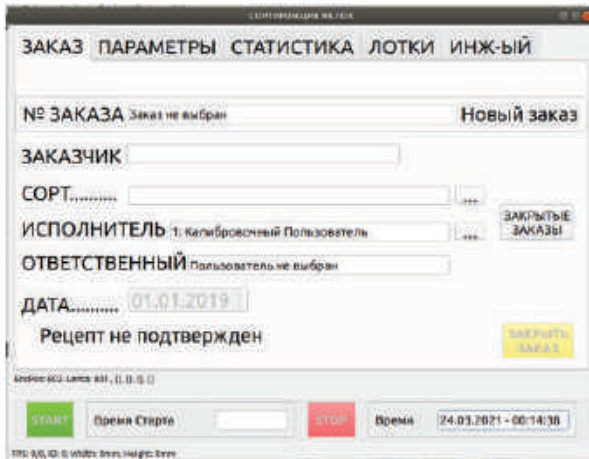


Рис. 1. Вкладка «ЗАКАЗ»

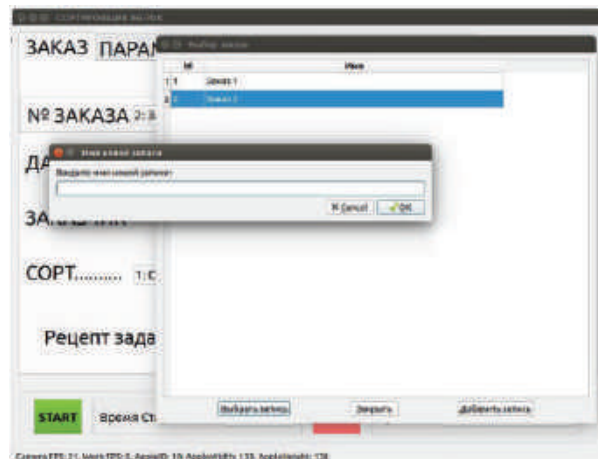


Рис. 2. Процесс ввода имени новой сессии

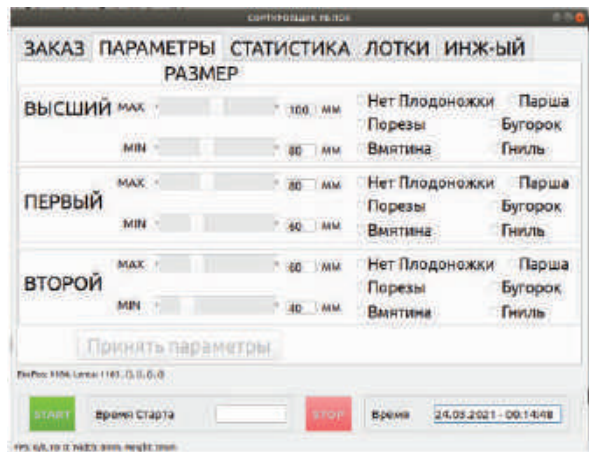


Рис. 3. Вкладка «ПАРАМЕТРЫ»

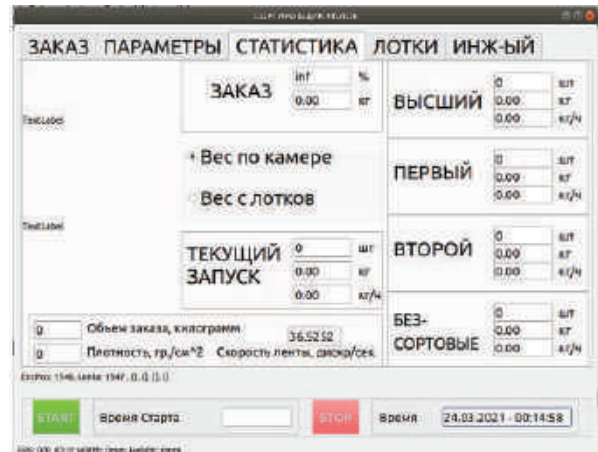


Рис. 4. Вкладка «СТАТИСТИКА»

но также может быть отредактирована. Также есть числовое поле отображения скорости движения сортировочного конвейера. Скорость конвейера в данной вкладке является ознакомительной для оператора. Однако данное значение, получаемое системой технического зрения от контроллера нижнего уровня управления всей системой, является весьма важным параметром, от которого зависит корректность сработки механизмов выброса яблок в соответствующую фасовочную линию согласно присвоенным сортам.

#### 1.4. Модуль настройки соответствия лотков сортам яблок.

На рис. 5 изображён снимок экрана главного окна разрабатываемого GUI с вкладкой «ЛОТКИ». Данная вкладка используется для задания сорта яблок, сбрасываемых в лоток с указанным номером. При этом все яблоки, не относящиеся ни к одному из сортов, автоматически сбрасываются в конце конвейера в отдельную тару как бессортные.

#### 1.5. Модуль настройки процесса классификации яблок по сортам.

На рис. 6 изображён снимок экрана главного окна разрабатываемого GUI с вкладкой «ИНЖ-ЫЙ».

Данная вкладка является служебной и предназначена для работы наладчика. С помощью имеющихся элементов меню и настроек наладчик осуществляет следующие действия:

- кнопка «TestCamera» – производит тест видеокамеры, являющейся неотъемлемой частью разрабатываемой системы технического зрения, который заключается в запуске специализированной утилиты, причём при нормальной работе видеокамеры никаких изменений не будет, а при отрицательном результате кнопка «TestCamera» засветится красным цветом;



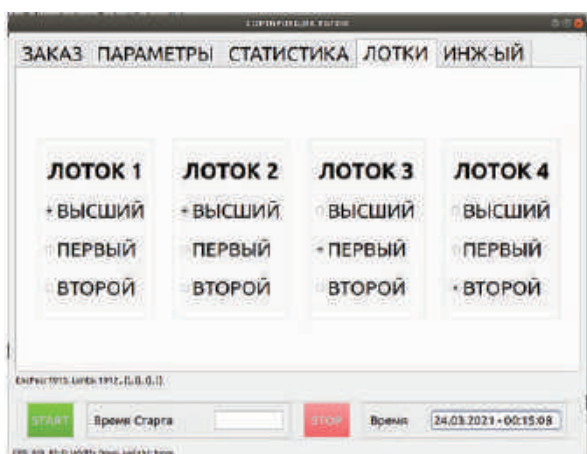


Рис. 5. Вкладка «ЛОТКИ»

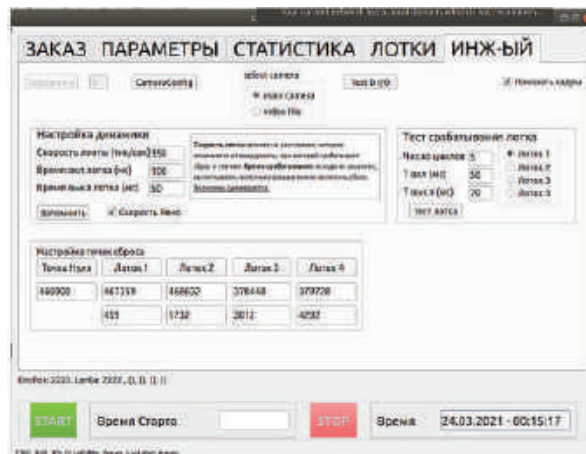


Рис. 6. Вкладка «ИНЖ-ЫЙ»

– кнопка «CameraConfig» – производит внутреннюю настройку видеочамеры, для чего при нажатии на данную кнопку запустится служебная утилита производителя видеочамеры, причём, так как количество настроек достаточно велико, в системе автоматически сохраняются последние заданные настройки;

– кнопка «Test D I/O» – производит процесс тестирования соленоидов;

– поле альтернативного выбора двух состояний «select camera»/«video file» – производит отображение на виртуальных экранах изображения, получаемого в режиме реального времени с видеочамеры, либо тестовый видеофайл.

Данный модуль содержит два виртуальных экрана, на одном из которых – поток реальных кадров, а на другом – обработанные с помощью предложенных ранее алгоритмов. С помощью последнего экрана наладчик видит:

- все ли яблоки захватываются программным трекером;
- весь ли объём яблок попадает в ограничивающий прямоугольник;
- правильно ли идёт нумерация потока яблок;
- находит ли алгоритм дефекты.

### Алгоритм работы модуля оформления и ведения заказа

Как уже говорилось выше, разрабатываемое ПО может сгенерировать отчёт, который, несмотря на то что не может нести юридической силы, является рекомендательным документом. И на его основе можно получить следующую информацию:

- наименование заказчика;
- наименование исполнителя;
- наименование заказа;
- дату и сроки выполнения заказа;
- сорт яблок;
- статистические данные полученного продукта, включая:

- 1) геометрические параметры яблок;
- 2) список допустимых/недопустимых дефектов;
- 3) плотность яблок;
- 4) скорость движения конвейера;

– описание характеристик, на основе которых производилось классификация.

На рис. 7 изображена блок-схема алгоритма функционирования разработанного ПО. Данная схема показывает, что оператор не сможет запустить линию без информации, заполненной во вкладках «ЗАКАЗ» (номер заказа, наименование заказчика, наименование исполнителя, сорт), «ПАРАМЕТРЫ» (коэффициенты классификации яблок по сортам) и «СТАТИСТИКА» (плотность). Следует оговориться, что если перечисленные параметры удовлетворяют значениям, уста-

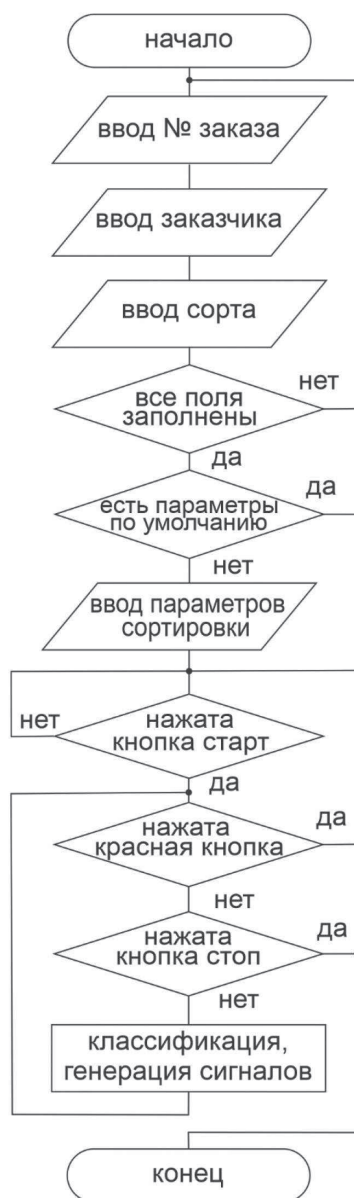


Рис. 7. Блок-схема алгоритма функционирования разработанного ПО

новленным «по умолчанию», то оператор может их не заполнять. Только после этого у оператора есть возможность нажать на кнопку «START», так как до этого момента она была в главном окне, но она была не активна.

Также следует указать, что во всех сложных технических объектах, сопряжённых с управлением большими скоростями, массами, энергиями и т.д., обязательно должна быть кнопка экстренного останова, так называемая «красная кнопка». Указанная виртуальная красная кнопка работает параллельно реальной красной кнопке, установленной на нижнем уровне управления всей сортировочной линии и подключённой к главному контроллеру.

Причём нажатие на красную кнопку не прерывает полностью выполнение текущей сессии сортировки яблок, а лишь ставит её на паузу. Сессия прерывается или заканчивается только при нажатии на кнопку «STOP».

Разрабатываемая в текущем проекте система технического зрения предназначена для распознавания дефектов плодов различных культур и является одним из модулей комплексной системы управления экспериментальным образцом технологической линии сортировки и фасовки яблок. В связи с этим проектируемое программное обеспечение (ПО) с графическим приложением тре-

буется для реализации отдельных управляющих функций. Разделим весь функционал на четыре основных модуля:

- «Заказ» – отвечает за оформление заказа, включает различную информацию о заказчике, исполнителе и времени выполнения самого заказа (требуется ввод параметров, доступен оператору);
- «Параметры» – позволяет произвести настройку параметров процесса классификации, включая ключевые признаки разделения по сортам (требуется ввод параметров, доступен оператору);
- «Статистика» – отображает статистические данные по мощностям расклассифицированных потоков различных сортов яблок (не требует ввода параметров, доступен оператору);
- «Инженерный» – специальный технический модуль для ввода необходимых коэффициентов, необходимых для контроля информационными и управляющими процессами (требуется ввод параметров, доступен только наладчику).

Как видно из приведённого списка модулей, ПО должно проектироваться таким образом, чтобы выполнялись следующие функции:

- ввод информации с помощью GUI;
- вывод информации с помощью GUI;
- персонализация пользователей;
- возможность сохранения информации предыдущих сессий (заказов);
- возможность записи выходной информации на различные носители.

В связи с этим разрабатываемое ПО должно иметь структуру GUI в виде одного окна с четырьмя вкладками, а также возможность работать с современными БД.

### **Заключение**

В процессе выполнения работ было создано графическое приложение разрабатываемого ПО, предназначенное для управления экспериментальной линией сортировки и фасовки яблок. Разработанное ПО включает как существующие открытые библиотеки, так и оригинальные разработки. Графическое приложение ориентировано на эксплуатацию по прямому назначению, обслуживание оператором и наладчиком. Данное ПО позволяет в значительной степени автоматизировать и облегчить управление процессом сортировки и фасовки яблок.

Созданные алгоритмы были интегрированы в разработанное программное обеспечение, предоставляющее оператору установки автоматической сортировки возможность получать подробную информацию о происходящих процессах и найденных дефектах, в том числе в виде готового электронного файла-отчёта.

Графический интерфейс пользователя разработанного приложения содержит все необходимые инструменты для выполнения таких действий, как ввод наименований заказа, заказчика, исполнителя, сорта яблок и других вспомогательных данных и характеристик.

Разработанное ПО было протестировано на экспериментальных тестовых данных и видео файле, записанном на действующей аналогичной линии сортировки и фасовки яблок.

Таким образом, применение разработанного ПО с графическим приложением расширит возможности и будет содействовать повышению качества труда перерабатывающих предприятий сельскохозяйственной промышленности.

### **Список использованных источников**

1. Куртов, М. Генезис графического пользовательского интерфейса. К теологии кода / М. Куртов. – М.: ТрансЛит, 2014. – 88 с.
2. Бланшет, Ж. Разработка графического интерфейса с помощью библиотеки Qt3 [Электронный ресурс] / Ж. Бланшет, М. Саммерфилд // OpenNET/ – Режим доступа: [http://www.opennet.ru/docs/RUS/qt3\\_prog/qt3.html](http://www.opennet.ru/docs/RUS/qt3_prog/qt3.html). – Дата доступа: 04.10.2022.