

КОНФИГУРАТОР ИНТЕРФЕЙСА ОПЕРАТОРА ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Н.В. Козак, С.В. Евстафиева, А.С. Захаров (ФГБОУ ВО «МГУ «СТАНКИН»)

Представлен разработанный программный configurator компонентов графического интерфейса оператора технологического оборудования, протестированный на примере системы ЧПУ «АксиОМА Контрол». Решение позволяет обеспечить настройку компонентов интерфейса оператора для различных технологических задач управления оборудованием без изменений исходного кода. Configurator позволяет сохранять в формате XML: взаимное расположение элементов управления экранов ЧПУ и настраиваемых функциональных F и S – клавиш¹.

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, ЧПУ, конфигурирование, настройка компонентов, управляющая программа.

Введение

Современные человеко-машинные интерфейсы (HMI) производители систем ЧПУ (СЧПУ) разрабатывают под определенные технологические задачи. Главная трудность в построении интерфейса для технологических задач обусловлена тем, что невозможно учесть все вероятные действия, которые будут выполняться оператором станка при выполнении различных видов обработки.

Интерфейс терминальной части СЧПУ состоит из большого числа различных элементов управления, зачастую является объемным по программному коду и сложным для реализации, отладки и модификации. Реализация изменений в интерфейсе оператора под специализированные задачи системы управления требует высокого уровня квалификации разработчика, а также определенного уровня доступа к исходному коду СЧПУ. Важной задачей на данный момент является разработка инструментальных средств конфигурирования элементов управления для создания специализированных HMI экранов без изменения кода в терминальной части системы.

В качестве основы для configurator, представленного в статье, используется интерфейс СЧПУ «АксиОМА Контрол». В реализации пользовательского интерфейса СЧПУ «АксиОМА Контрол» функции на-

стройки, адаптации под технологические задачи подразумевают разработку и построение (компиляцию) новых специализированных компонентов экранов, а также элементов управления для решаемой технологической задачи (на стороне разработчика) [2]. Предлагаемое в данной работе решение будет предоставлять инструментарий конфигурирования HMI для возможности настройки экранов и элементов управления без необходимости построения (компиляции) новых компонентов (в том числе на стороне конечных пользователей). Кроме этого, предлагаемая структура программных интерфейсов, позволит формализовать и упростить процесс разработки новых специализированных компонентов в HMI.

На примере СЧПУ «АксиОМА Контрол» рассмотрим вариант внесения изменений в интерфейс оператора (рис. 1а). Изменения необходимые для оператора небольшие - нужно расширить элемент представления текущей строки управляющей программы для лучшего отображения (например, как показано на рис. 1б). В представленном примере для изменения только размера одного элемента необходимо переписать интерфейс оператора, изменяя размеры элементов и удаляя не нужные элементы управления, все эти действия могут сделать только разработчики самой системы. Подобные случаи возникают с версиями системы

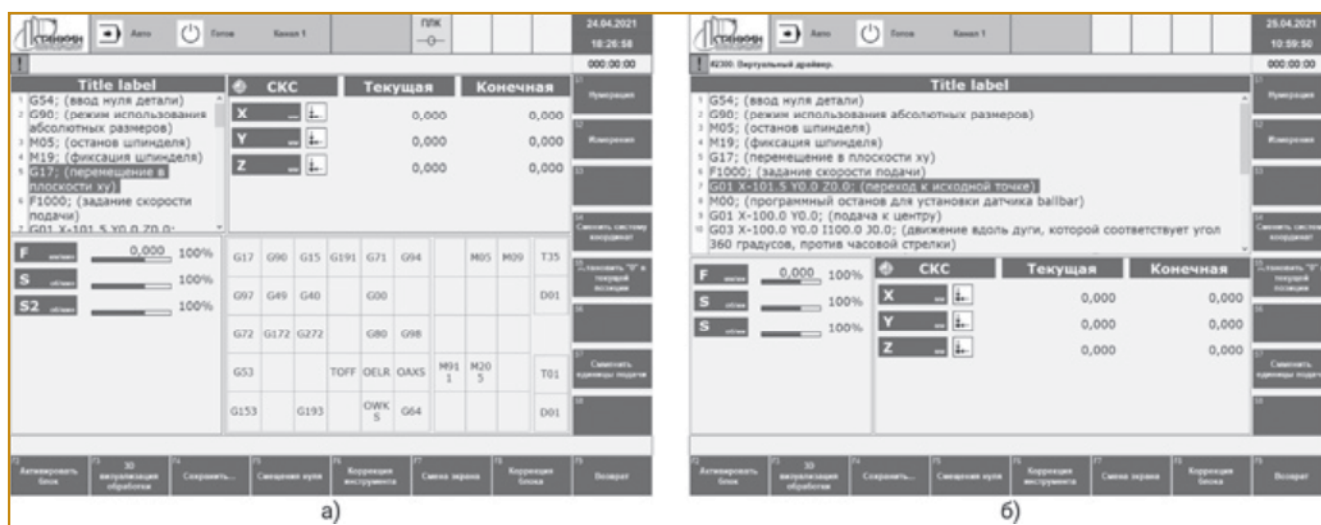


Рис. 1. Исходный терминал системы ЧПУ (а) и измененный терминал под требования техпроцесса для удобства оператора (б)

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-00305/20.

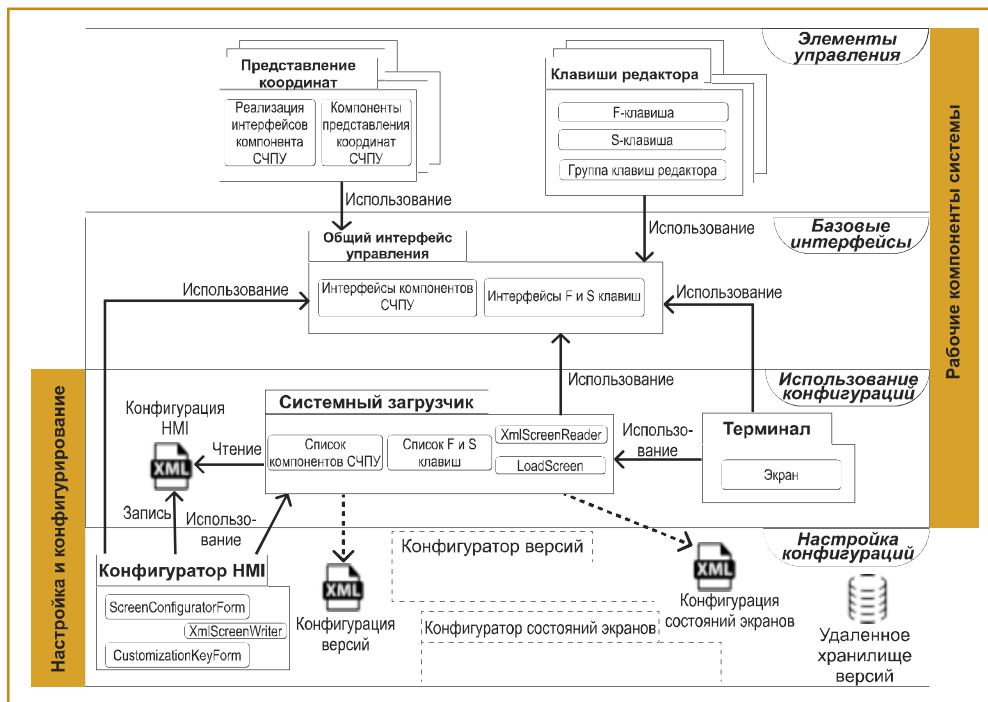


Рис. 2. Архитектура программных компонентов конфигурирования интерфейса пользователя для СЧПУ

под различные виды обработки (токарная, фрезерная, шлифовальная и т.п.), требования пользователя по тонкой настройке интерфейса (увеличить зону с исходным кодом управляющей программы), изменении кинематики станка «на лету» в случае использования станков с динамической кинематикой и т.п. В каждом случае установки системы на станок специалисты предприятия-интегратора могут сделать запрос на изменения в интерфейсе оператора. В свою очередь, у разработчиков СЧПУ может не хватить ресурсов на изменения под каждый конкретный случай. Если изменения не будут выполнены, пострадает качество управления, удобство контроля за технологическим процессом [3], что может повлечь более серьезные проблемы в производственной деятельности.

Разработанный конфигуратор позволяет решать задачи, связанные с изменениями в интерфейсе оператора. Обученные специалисты на предприятии (конечные пользователи), использующем на своем оборудовании СЧПУ, или разработчики системы подготовят XML файл со структурой экрана с помощью конфигулятора экранов, на основе которого предприятие сможет поменять интерфейс, заменив XML файл со старой структурой экрана.

Структура программных компонентов конфигулятора

В архитектуре конфигулятора пользовательского интерфейса (рис. 2) выделены две области по назначению программных компонентов «настройки и конфигурирование» и «рабочих компонентов системы». Для взаимодействия компонентов с терминальной частью используется общий интерфейс

(InterfaceCoreControl), это позволяет избавиться от прямой зависимости компонентов различных прикладных задач системы друг от друга. Таким образом, набор элементов независим от конкретного проекта и может быть настроен отдельно и независимо от него. Функциональные клавиши независимы от проекта. Они, как и элементы управления, настраиваются отдельно, а потом просто подгружаются в терминал или конфигуратор. В терминальной части системы управления «АксиОМА Контроль» загружаться будут только те компоненты, которые присутствуют в конфигурации.

Архитектура конфигулятора состоит из компонентов, отражающих их специализацию:

- уровень элементов управления - на этом уровне находятся библиотеки с различными компонентами терминальной части, например представление координат, а также библиотеки функциональных клавиш этих же компонентов, например клавиш редактора;
- уровень базовых интерфейсов - обеспечивает независимость компонентов, созданных сторонними разработчиками от основной системы. Компоненты реализуются в виде отдельных библиотек-сборок и загружаются в основную систему при запуске;
- уровень использования конфигурации - системный загрузчик загружает элементы управления с помощью общего интерфейса в терминал и помещает в «Список компонентов СЧПУ» и «Список F и S клавиш», после этого компоненты и клавиши доступны в СЧПУ и в конфигураторе. Загрузка экрана в конфигулятор или терминал СЧПУ происходит с помощью функции LoadScreen, которая читает с помощью модуля XmlScreenReader заранее сконфигурированный XML файл через конфигулятор;
- уровень настройки конфигурации - с помощью конфигулятора HMI можно создать интерфейс терминала. ScreenConfiguratorForm - главное окно приложения, в котором происходит конфигурация экрана, пользователь располагает элементы в рабочей области. CustomizationKeyForm - окно настройки функциональных клавиш. После настройки интерфейса функция XmlScreenWriter сохраняет изменения и автоматически создает XML файл с готовой конфигурацией экрана.

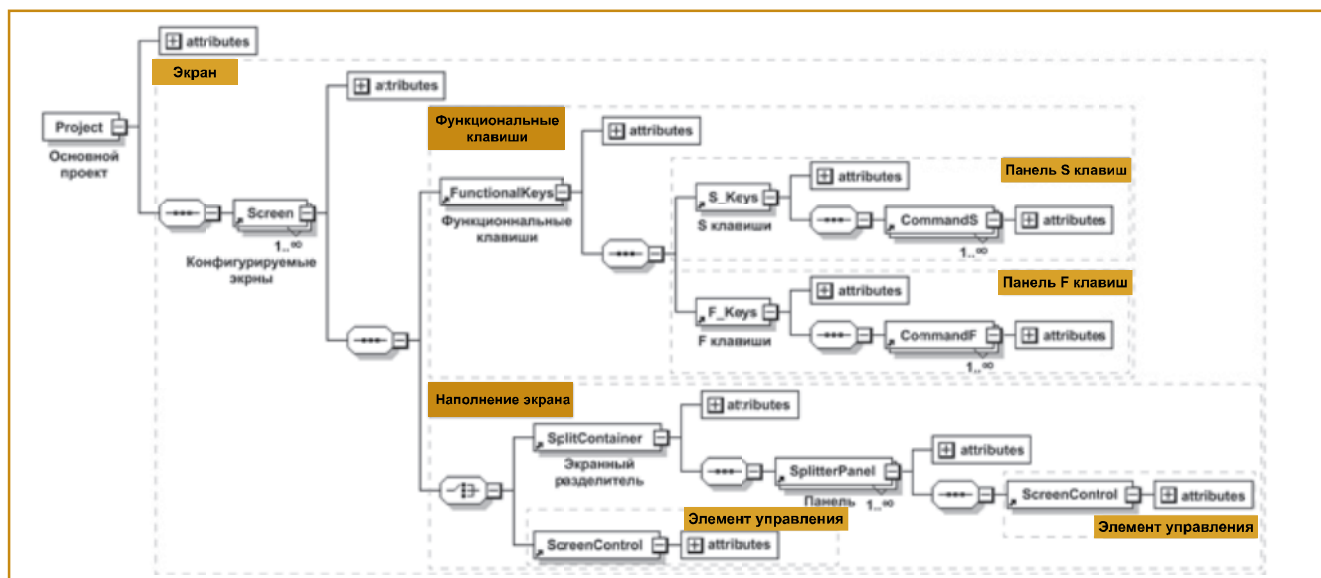


Рис. 3. Структура конфигурируемого проекта в XML документе в формате XSD

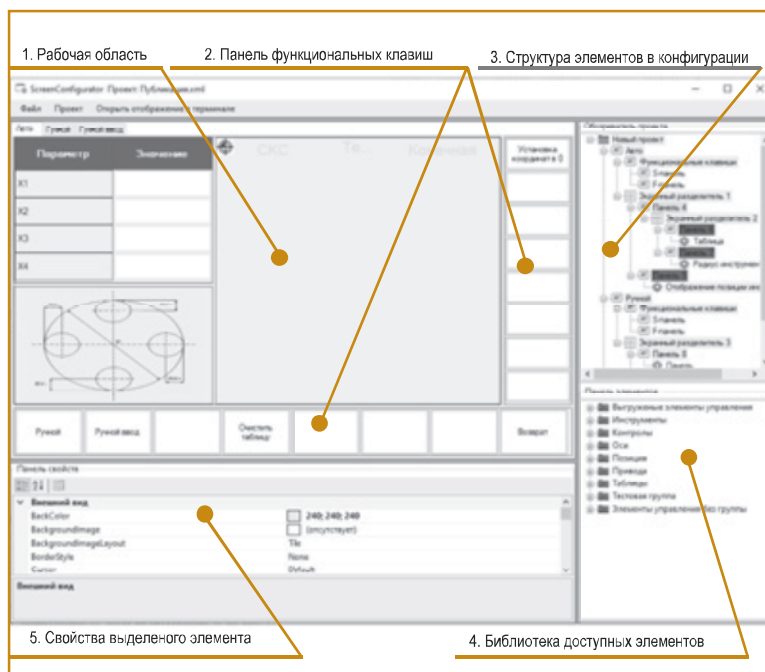


Рис. 4. Интерфейс конфигуратора интерфейса пользователя для ЧПУ

Достоинствами предложенной архитектуры конфигуратора являются:

- выделение набора общих интерфейсов для обеспечения независимости от основного программного кода терминальной части системы ЧПУ, что дает возможность создавать экраны внешним разработчикам, путем реализации общих интерфейсов и размещения библиотек-сборок в определенном месте;
- структурирование компонентов системы, что упрощает расширение интерфейса новыми функциями.

Структура XML документа формируется в процессе разработки проекта [7], она заложена в коде конфигуратора и представляет собой древовидную иерархию размещенных в рабочей области элемен-

тов управления (рис. 3). При сохранении проекта она отображается в XML документе. Каждый элемент управления отвечает за определенный тип данных в структуре XML документа, что позволяет загружать его в рабочий интерфейс системы ЧПУ.

Основным родительским элементом структуры XML документа является «Project», он отвечает за структуру проекта, в нем находятся дочерние элементы «Screen», хранящие информацию о конфигурируемых экранах. Возможности настройки функциональных клавиш для экранов в HMI системы реализованы следующим образом:

- в «Screen» содержатся дочерние элементы «FunctionalKeys», которые отвечают за хранение информации о функциональных клавишах;
- в «FunctionalKeys» расположены дочерние элементы «S_Keys» и «F_Keys», в них хранится информация о числе клавиш с помощью «CommandF» и «CommandS»;
- каждый элемент «CommandF» или «CommandS» хранит название кнопки, а также информацию о том, какое связанное с ним действие должно выполняться.

Также в «Screen» может содержаться «SplitContainer» или «ScreenControl». «SplitContainer» позволяет создавать множество вложенных экранов «SplitterPanel» внутри главного экрана «Screen». «ScreenControl» содержит информацию о компонентах системы и располагается в одном из вложенных экранов «SplitterPanel» или в главном экране «Screen». Каждый элемент в XML документе содержит параметры для расположения в рабочей области, они загружаются при чтении XML документа. Представленная XSD -схема задает шаблон для XML-документа, описывающего экран пользователя.

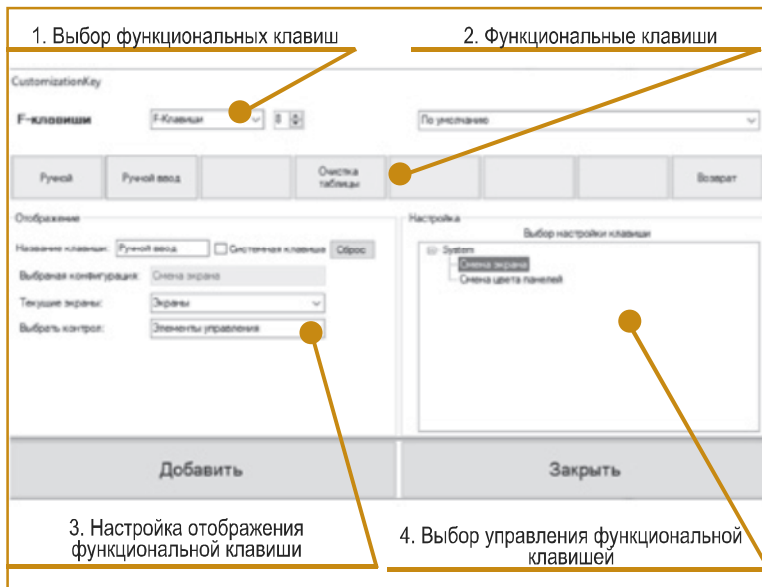


Рис. 5. Интерфейс окна конфигурирования функциональных клавиш

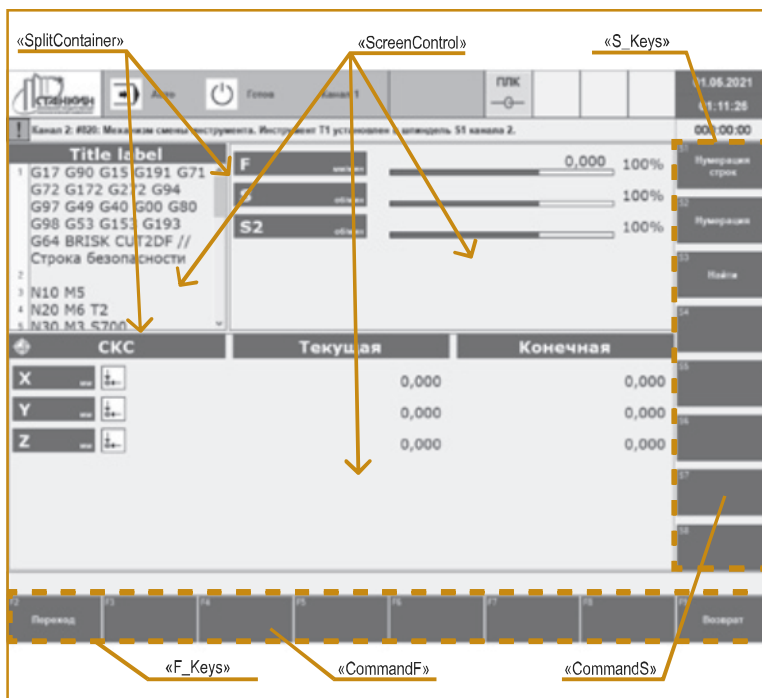


Рис. 6. Внешний вид экрана с указанием элементов XML-файла

Структура интерфейса конфигуратора

Приложение для конфигурирования пользовательского интерфейса (ScreenConfigurator) обеспечивает создание экранов и размещение на них специальных заранее созданных элементов управления (рис. 4). Например, пользовательские созданные экраны станка с ЧПУ – Авто, Ручной, Ручной ввод. Также в панели функциональных клавиш размечаются кнопки управления элементами, а также переключения между экранами.

Рассмотрим интерфейсную часть конфигуратора экранов. На рис. 4 показана основная рабочая область

конфигуратора (1), в которой размещаются компоненты терминальной части. В позиции (2) представлена панель функциональных клавиш, в которой отображаются функциональные клавиши для текущего экрана. На позиции (3) представлено дерево элементов, которое показывает расположение экранных разделителей, а также элементы управления в иерархии. Позиция (4) показывает панель элементов, в которой располагаются доступные элементы управления для размещения в рабочей области. В (5) показано окно свойств, в котором можно настраивать элементы управления в рабочей области.

Создание функциональных F- и S-клавиш для экранов НМІ происходит в отдельном диалоге конфигуратора (рис. 5). Здесь настраиваются свойства клавиш (название, расположение, экран, к которому привязана клавиша) и функция, которая должна вызываться при нажатии на нее.

Апробация конфигуратора интерфейса оператора

Конфигурирование экрана происходит в «визуальном режиме» - пользователь выбирает, какие элементы из панели элементов должны быть добавлены на экран, располагает их в удобном для него месте экрана и при необходимости может осуществить тонкую настройку добавленных на экран элементов через «Панель свойств» (выбор цвета шрифта, шрифта, размера шрифта, заливку и т.п.). Каждой кнопке панели может быть задана определенная функция, которая будет вызываться при нажатии на нее. Структуру дерева проекта можно увидеть в обозревателе проекта. При сохранении проекта автоматически создается XML документ, описывающий сконфигурированный экран. В последствии XML-документ экрана может быть загружен в СЧПУ.

Рассмотрим пример конфигурирования экрана, представленного на рис. 6. [8]. Этапы конфигурирования экрана:

- 1) открыть приложение конфигуратора;
- 2) создать новый проект экрана;
- 3) добавить горизонтальный разделитель «SplitContainer»;
- 4) добавить вертикальный разделитель «SplitContainer»;
- 5) разместить компоненты системы «ScreenControl» в рабочей области в соответствующие панели;
- 6) перейти к настройке функциональных F-клавиш, выбрав двойным нажатием F-клавиши в структуре элементов конфигурации (рис. 4);
- 7) в открывшемся окне добавить функциональные клавиши, выбрав расположение, а также указав, какое

действие будет выполнять функциональная клавиша и к какому компоненту системы она относиться;

8) сохранить настроенные функциональные клавиши, нажав «добавить» (рис. 5);

9) настроить функциональные S-клавиши по аналогии с F-клавишами;

10) сохранить проект в директорию, где в СЧПУ хранятся конфигурируемые экраны;

11) открыть терминал с конфигурируемым экраном.

Разрабатываемый конфигуратор экранов пользовательского интерфейса СЧПУ, позволяет создавать специализированные экраны управления под различные требования пользователя, в том числе и на стороне станкостроителей, без необходимости доступа к исходному коду. Пользователю нужно всего лишь открыть экран в программе конфигуратора и изменить расположение элементов. Интуитивно понятный интерфейс приложения позволяет всего за несколько минут понять принцип создания конфигураций для новых экранов.

Заключение

Использование представленного конфигуратора дает возможность визуального создания сложных конфигурируемых экранов не прибегая к изменению программного кода, что продемонстрировано на примере СЧПУ «АксиОМА Контроль». Особенно перспективной будет такая возможность в случае использования станков с динамической кинематикой, при необходимости отображения экрана под текущую кинематическую схему, быстрого переключения экранов пользователя. Также появляется возможность детальной настройки интерфейса с помощью конфигурационных файлов в формате XML, что приводит к сокращению трудозатрат конечных пользователей. Возможна доработка отдельных свойств для настройки экранов

системы ЧПУ с сохранением свойств компонентов терминала и улучшение взаимодействия конфигурируемых экранов при переключении между ними, что обеспечит полную адаптацию функций под требования прикладных задач пользователей.

Список литературы

1. Шемелин В.К., Нежметдинов Р.А. Автоматизация технологических процессов в машиностроении. Учебное пособие. – М.: МГТУ «Станкин», 2011. – 86 с.
2. Grigoriev, S. and Martinov, G. (2018). An Approach to Creation of Terminal Clients in CNC System. In: 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications. Vladivostok, pp.1 - 4.
3. Leon Urbas, Michael Obst, Markus Stöss, Formal Models for High Performance HMI Engineering, IFAC Proceedings Volumes, Volume 45, Issue 2, 2012, Pages 854-859.
4. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2005. – 296 с. Мартинов Г. М. Система ЧПУ «АксиОМА Контроль»: перспективы развития в поле мировых трендов // Вестник МГТУ «Станкин». 2018. № 1. С. 106–110.
5. Мартинов Г.М., Мартинова Л.И., Пушков Р.Л., Евстафьева С.В., Коваленко А.В. Расширение функциональных возможностей коммерческой системы ЧПУ для управления аддитивным технологическим оборудованием // Цифровая экономика: оборудование, управление, человеческий капитал: Тр. II всероссийской научно-практической конф. – Вологда: ООО «Маркер», 2019. – 88 с.
6. Питц-Моултис Н., Кирк Ч. XML в подлиннике. СПб.: BHV, 2000. 736 с.
7. Захаров А.С., Козак Н.В. Разработка компонентов конфигурирования в задаче HMI для систем управления технологическим оборудованием. Тр. международной научно-практической конф., г. Вологда. 2019. Ч. 1. 2019. – 128с. с. 46-48.

Козак Николай Владимирович – канд. тех. наук, доцент
Евстафьева Светлана Владимировна – ст. преподаватель,

Захаров Александр Сергеевич – магистрант кафедры компьютерных систем управления,
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Контактный телефон +7-499-472-94-40.

E-mail: kozak@ncsystems.ru

На комбинате «Свеза» в Санкт-Петербурге качество шпона будут контролировать нейронные сети

Комбинат «Свеза» в Санкт-Петербурге совместно со специалистами Центра технологического развития компании внедряют технологию, позволяющую контролировать качество листов шпона при сращивании. За отсутствием деформированных частей будет следить машинное зрение, уже хорошо зарекомендовавшее себя на других участках контроля качества.

На комбинате для производства фанеры больших форматов используется сращенный шпон. Сращивание представляет собой специальную механическую обработку и склеивание кусков шпона в один большой лист. При этом не исключены ситуации, когда годные листы сращиваются с дефектными. В результате оба листа становятся непригодными. Таким образом, возникает перерасход сырья и финансовые издержки.

Решение проблемы нашли эксперты Центра технологического развития «Свезы». Они предложили использовать на

участке сращивания систему машинного зрения. Для этого на линиях установили высокоточные «умные» камеры. Перед сращиванием мелкие листы шпона проходят под ними. Камеры сканируют их на предмет наличия дефектов и проверяют качество намазки клеем. Если на линию попал дефектный шпон, камера передает сигнал на станок, и он сортирует этот лист в отдельный карман.

Машинное зрение работает на основе нейронных сетей. Для возможности отличать некачественный шпон эксперты петербургской «Свезы» предварительно «обучили» нейросеть. Для этого они сняли более 5000 фотографий шпона и отметили на них все возможные виды дефектов. Использование «машинного зрения» позволит ежегодно экономить более 160 м³ березового сырья. Ожидаемый экономический эффект от внедрения инновации составляет ≥1,5 млн руб./г.

<https://www.sveza.ru>