

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.896

Казаченко  
Евгений Александрович

Модели и средства компонентного проектирования пользовательских  
интерфейсов ostis-систем

**АВТОРЕФЕРАТ**  
на соискание степени магистра  
по специальности 1-40 80 06 «Искусственный интеллект»

Научный руководитель  
Гулякина Наталья Анатольевна  
канд. физ.-мат. наук, доцент

Минск 2024

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день существует огромное количество устройств, которые выполняют определенные задачи, в зависимости от сферы применения. И у каждого из этих устройств могут быть реализованы различные методы взаимодействия между пользователем и системой этого устройства. Методы взаимодействия между пользователем и системой, как правило, происходит через **пользовательский интерфейс**. Однако, несмотря на то, что интерфейсы технологически развиваются и совершенствуются, они имеют целый ряд серьезных недостатков, связанных с трудоемкостью их разработки и сопровождения. Трудоемкость разработки обусловлена не столько сложностью пользовательского интерфейса, сколько отсутствием хорошо продуманных технологий их проектирования. В частности к трудностям к проектированию пользовательского интерфейса можно отнести:

- 1 Разработчики при проектировании системы, очень часто заботятся только о качестве кода, который они пишут, и обычно не заинтересованы в обеспечении полного соответствия требованиям конечного пользователя.
- 2 Часто спроектированный пользовательский интерфейс разработан в рамках одной платформы, из-за чего порождается высокая трудоемкость при переносе системы на новые платформы.
- 3 В настоящее время при проектировании пользовательских интерфейсов большое количество времени тратится на интеграцию уже разработанных компонентов, вместо использования уже разработанных компонентов.
- 4 Существующие подходы и технологии проектирования пользовательских интерфейсов требуют достаточно высокий уровень квалификации разработчика.
- 5 Современные интерфейсы, в частности, пользовательские web-интерфейсы, имеют высокий порог вхождения, пользователю необходимо изучить систему, прежде чем перейти к выполнению к определенным действиям.
- 6 При проектировании пользовательских интерфейсов, разработчики используют различные технологии, из-за чего у них отсутствует семантическая совместимость и взаимопонимание, что приводит к необходимости разработки специальных механизмов взаимодействия между различными технологиями.

7 Отсутствие общего принципа разработки пользовательского интерфейса, из-за чего возникает высокая трудоемкость их дальнейшего сопровождения и проблема создание более комплексных трудоемких систем.

8 В процессе проектирования пользовательского интерфейса очень часто изменяются требования предъявляемые заказчиком к ПИ, из-за чего очень часто разработчикам приходится адаптировать интерфейс под различные требования, что приводит к значительному увеличению времени разработки ПИ.

9 При проектировании системы, разработка пользовательского интерфейса занимает немалую часть времени, как правило, из-за отсутствия общих компонентов, которые можно было использовать в различных частях ПИ.

Таким образом есть потребность разработать технологию, которая позволит сократить время затраченное на проектирование пользовательских интерфейсов, повысить при этом качество проектируемых интерфейсов, за счет разработанных моделей и средств компонентного проектирования, обеспечив при этом снижение требований предъявляемых к начальной квалификации конечного пользователя и разработчика, который проектирует и использует пользовательский интерфейс, а также иметь возможность использовать компоненты, не только в рамках одного пользовательского интерфейса, но и при проектировании других ПИ различного вида сложности.

Работа проводится в рамках открытого проекта OSTIS. Разработанные модели и средства проектирования пользовательских интерфейсов являются частью компонентов интеллектуальных систем, построенных на основе технологии OSTIS.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Цель и задачи проводимых исследований**

Целью диссертационной работы является разработка моделей и средств компонентного проектирования пользовательских интерфейсов, которая позволит сократить время, затраченное на разработку пользовательских интерфейсов, повысив при этом качество проектируемых интерфейсов, снизив при этом квалификацию разработчика и пользователя системы, предоставив при этом возможность многократно использовать компоненты при проектировании различных пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем различного вида сложности.

Указанная цель определяет следующие задачи исследования:

- 1 Провести анализ существующих подходов к дизайну пользовательских интерфейсов. Оценить их сильные и слабые стороны, а также обосновать целесообразность использования компонентного подхода в проектировании интерфейсов интеллектуальных систем.
- 2 Определить требования к спроектированным моделям и средствам компонентного проектирования пользовательских интерфейсов в системах OSTIS.
- 3 Разработать базу знаний компонентов пользовательских интерфейсов для OSTIS, описывающую их свойства, взаимодействие и функциональные возможности, чтобы создать библиотеку многократно используемых компонентов.
- 4 Спроектировать библиотеку многократно используемых компонентов, содержащую технологические и визуальные компоненты, и определить их основные задачи и процесс интеграции в другие пользовательские интерфейсы систем OSTIS.
- 5 Разработать инструментальные средства на основе спроектированных моделей компонентов пользовательских интерфейсов, которые упростят и автоматизируют процесс проектирования интерфейсов в системах OSTIS, описав их алгоритмические и дизайнерские решения.

*Объектом исследования* является подходы к проектированию пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем.

*Предметом исследования* являются модели и средства компонентного проектирования пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем.

## **Связь работы с приоритетными направлениями исследований и запросами реального сектора экономики**

Согласно пункта 1 перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы» от 07.05.2020 года № 156 тема диссертации соответствует приоритетному направлению «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии».

Диссертационное исследование выполнено на базе учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» на кафедре интеллектуальных информационных технологий. Работа проводилась с использованием современных методов и технологий в области цифровых информационно-коммуникационных технологий. В процессе исследования осуществлялся анализ существующих подходов и разработка новых методов, направленных на повышение эффективности производства и использования цифровых технологий в различных отраслях экономики и науки. Данное исследование направлено на создание инновационных решений и продуктов, способствующих развитию цифровой экономики и повышению конкурентоспособности страны в мировом информационном пространстве.

### **Личный вклад**

Диссертационное исследование является квалификационной научной работой, выполненной соискателем самостоятельно на основе изучения отечественной и иностранной литературы, проведения экспериментов или исследований, а также анализа полученных данных и формирование на основе их практических методик.

Основные выводы, теоретические положения и практические разработки принадлежат автору диссертации и составляют содержание данной работы.

### **Опубликование результатов диссертации**

По материалам выполненных исследований опубликовано две научные статьи в рамках сборниках материалов конференций.

## **Апробирование результатов диссертации**

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 2023), а также на международной научной конференции Информационные технологии и системы 2023 (Минск, Беларусь, 2023).

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначены актуальные задачи, решению которых посвящена диссертационная работа

**В первом разделе** был проведен анализ текущего состояния предметной области, включая основные вызовы, с которыми сталкиваются специалисты по проектированию пользовательских интерфейсов. Были рассмотрены основные принципы проектирования пользовательских интерфейсов, необходимые для создания эффективного и удовлетворяющего потребности пользователей интерфейса. Для выбора подхода к построению моделей и средств проектирования пользовательских интерфейсов было рассмотрено четыре различных подхода, каждый из которых был проанализирован с точки зрения его особенностей, преимуществ и недостатков, а также области их применения при проектировании систем. В рамках магистерской диссертации были рассмотрены следующие подходы:

- монолитный подход;
- объектно-ориентированный подход;
- MVC-подход;
- компонентно-ориентированный подход.

На основе проведения сравнительного анализа было принято решение использовать компонентный подход для проектирования пользовательских интерфейсов. Этот выбор обусловлен тем, что компонентный подход позволяет создавать модели и инструменты, способные эффективно адаптироваться и масштабироваться для различных проектов, а также обеспечивает модульность, упрощающую поддержку и расширение функциональности продукта. Кроме того, такой подход способствует ускорению процесса разработки за счет возможности параллельной работы над различными компонентами системы. Применение компонентного подхода позволит создать гибкую и масштабируемую архитектуру, соответствующую требованиям проекта и обеспечивающую удобство сопровождения в долгосрочной перспективе. На основе компонентного подхода и анализа предметной области были определены основные требования, которым должна удовлетворять наша разрабатываемая технология

**Во-втором разделе** диссертации была описана база знаний пользовательских интерфейсов, библиотека многократно используемых компонентов пользовательских интерфейсов, а также специфицирована онтология компонентов пользовательских интерфейсов. В библиотеке многократно использу-

емых компонентов была описана классификация компонентов, которая классифицируется на:

1. **Визуальные компоненты пользовательского интерфейса:** этот класс содержит все элементы пользовательского интерфейса, которые визуально взаимодействуют с пользователем. Сюда входят кнопки, текстовые поля, изображения, таблицы, графики, диаграммы и другие элементы, которые пользователь может видеть и с которыми он может взаимодействовать непосредственно на экране.
2. **Технологические компоненты пользовательских интерфейсов:** этот класс содержит компоненты, отвечающие за техническую часть пользовательского интерфейса. Сюда входят библиотеки для управления базами данных, алгоритмы обработки данных, модули для управления сетями и другие технические средства, которые не обязательно должны быть визуально представлены на экране, но являются неотъемлемой частью работы интерфейса.

Кроме этого в библиотеке многократно используемых компонентов был описан процесс интеграции компонентов пользовательского интерфейса из библиотеки в дочернюю ostis-систему, а также наоборот. Интеграция компонентов пользовательского интерфейса в дочернюю ostis-систему проходит через несколько этапов:

- **Поиск подходящего компонента пользовательского интерфейса:** По спецификации компонента проводится поиск в различных библиотеках входящий в состав IMS. Для облегчения задачи поиска могут быть реализованы специализированные поисковые агенты. В любом случае, поиск и выделение компонента будет осуществляться на основе спецификации компонента.
- **Выделение компонента пользовательского интерфейса в рамках IMS:** Выбранный компонент выделяется в форме, удобной для транспортировки в дочернюю ostis-систему, включая создание физической копии при необходимости.
- **Транспортировка компонента пользовательского интерфейса:** Перенос выделенного компонента в дочернюю ostis-систему.
- **Интеграция компонента пользовательского интерфейса в дочернюю ostis-систему:** Компонент пользовательского интерфейса интегрируется в дочернюю ostis-систему, при этом возможно потребуется обновление или замена устаревшей версии, если в этой системе использовалась более старая версия компонента. Процесс интеграции зависит от типа компонента.



Также во второй разделе была специфицирована онтология компонентов пользовательских интерфейсов. Приведена типология онтологии которая состоит из:

- *элемент управления;*
- *контейнер;*
- *курсор.*

Приведены иерархии элементов управления, а также описаны следующие компоненты пользовательских интерфейсов:

- *атомарный элемент ввода информации пользовательского интерфейса;*
- *атомарный элемент вывода информации пользовательского интерфейса;*
- *неатомарный элемент ввода информации пользовательского интерфейса;*
- *неатомарный элемент вывода информации пользовательского интерфейса.*

Среди **атомарных элементов ввода информации** были специфицированы: *флажок, радиокнопка, однострочное текстовое поле, поле для ввода пароля, выпадающий список.*

К **атомарным элементам вывода информации** относятся: *иконка, индикатор загрузки, всплывающая подсказка.*

Под **неатомарными элементами ввода информации** будем понимать следующие компоненты: *пагинацию и форма регистрации пользователя.*

**Неатомарными элементами вывода информации** являются: *компонент загрузки экрана, линейный график, тег.*

Приведены иерархии контейнера, а также описаны следующие типы контейнеров пользовательских интерфейсов:

- *окно;*
- *панель с вкладками;*
- *фрейм;*
- *таблица;*
- *контейнеры раскладки;*
- *меню;*
- *вкладка;*
- *списковый контейнер;*
- *древовидный контейнер;*
- *узловой контейнер.*

Приведены иерархии курсора, а также описаны следующие типы курсоров пользовательских интерфейсов:

- *стандартный курсор*;
- *курсор руки*;
- *текстовый курсор*;
- *курсор запрета*;
- *контекстно-зависимый курсор*.

**В третьем разделе** были разработаны инструменты визуального проектирования и отладки, а также верификации пользовательского интерфейса, которые играют важную роль в процессе проектирования пользовательских интерфейсов в системах OSTIS. Эти инструменты неотъемлемы от процесса разработки, обеспечивая эффективное создание, модификацию и проверку интерфейсов на наличие ошибок. Они способствуют повышению качества и функциональности системы, обеспечивая удобство использования и соответствие требованиям пользователя.

**Инструмент визуального проектирования** представляет собой средство, которое позволяет разработчикам быстро создавать новые интерфейсы или вносить изменения в уже существующие, даже без глубоких знаний в области программирования. Это достигается за счёт использования готовых компонентов и интуитивно понятного интерфейса, основанного на принципе **WYSIWYG** («то, что видишь, то и получишь»), который позволяет наблюдать за внешним видом интерфейса так, как он будет выглядеть в реальной среде. Кроме того, инструмент обеспечивает гибкую настройку компонентов, что позволяет создавать пользовательские интерфейсы в соответствии с индивидуальными предпочтениями. Также он включает функционал для совместной работы, что упрощает процесс командной разработки. Благодаря этому инструменту разработчики могут сократить время на создание пользовательских интерфейсов, создавая при этом визуально привлекательные, адаптивные и удобные для пользователя интерфейсы.

**Инструмент отладки и верификации** является ключевым инструментом, который позволяет выявлять и исправлять ошибки не только на этапе интеграции пользовательского интерфейса в информационную систему, но и в процессе его проектирования. Этот инструмент играет важную роль не только в контексте разработки пользовательского интерфейса, но и при проектировании других компонентов системы. Он способствует повышению качества и надежности системы в целом, обеспечивая своевременное выявление и устранение ошибок на различных этапах разработки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе магистерского исследования была проанализирована предметная область проектирования пользовательских интерфейсов. В процессе анализа были рассмотрены основные принципы создания интерфейсов, проведен сравнительный анализ существующих подходов к их разработке, выявлены их сильные и слабые стороны, а также области их применения при разработке систем. В результате сравнительного анализа был выбран компонентный подход к разработке интерфейсов. Использование компонентного подхода позволит значительно сократить время разработки интерфейсов, упростить их использование и обеспечить возможность многократного использования компонентов в различных проектах. На основе этого подхода, а также особенностей проектирования ostis-систем были определены требования к созданию моделей и инструментов компонентного проектирования пользовательских интерфейсов.

В результате данной работы была разработана **база знаний компонентов пользовательского интерфейса**, включающая как обновленные существующие элементы, так и новые добавленные компоненты. Разработанная БЗ компонентов пользовательского интерфейса позволят разработчикам выбирать подходящие элементы интерфейса для конкретных задач, что позволит сократить время, необходимое для проектирования интерфейса, обеспечив при этом стандартизацию разработанных компонентов и повысив качество проектируемых интерфейсов.

Также была создана **библиотека многократно используемых компонентов пользовательских интерфейсов**. Она представляет собой набор готовых визуальных и технологических элементов, что упрощает проектирование интерфейсов в разных проектах и обеспечивает использование проверенных решений для повышения качества проектируемых интерфейсов. При этом разработчик может интегрировать не только актуальную версию компонента, но и версию компонента более старой версии. Помимо этого, любой разработчик, создавший собственную реализацию компонента, может интегрировать его в эту библиотеку, при условии предварительной спецификации.

При создании моделей и средств компонентного проектирования для ostis-систем ключевым аспектом было разработка специализированных инструментальных средств. Эти инструменты значительно упрощают процесс разработки интерфейсов, автоматизируя его и внедряя элементы искусственного интеллекта. В этом контексте этого были разработаны два основных инструмента: **визуальное средство проектирования пользовательских интерфейсов и средство отладки и верификации ПИ**.

Спроектированный инструмент визуального проектирования позволяет разработчикам облегчить процесс разработки интерфейсов, повысить их качество, обеспечить согласованность и единообразие в рамках всей системы. За счет этого разработчику не нужно сильно заботиться о своей квалификации, поскольку используя данный инструмент он может спроектировать пользовательский интерфейс без необходимости в глубоких знаниях программирования, которые будут высокопроизводительными, а также упростить сам процесс их проектирования ПИ, поскольку пользователю не нужно знать все необходимые команды или операции.

В свою очередь спроектированный инструмент отладки и верификации ПИ представляет собой специализированную интеллектуальную систему, которая направлена на автоматизацию и интеллектуализацию процесса верификации и отладки проектируемого интерфейса, обеспечивая выявление и исправление ошибок, а также проверку соответствия интерфейса требованиям и стандартам технологии OSTIS. Механизмы отладки и верификации ПИ реализованы двумя способами: во время интеграции интерфейса в систему и в процессе проектирования в интегрированной среде разработки. Во втором случае инструмент также предоставляет механизм генерации определенных конструкции благодаря которым можно упростить процесс написания кода, поскольку разработчикам больше не нужно запоминать синтаксис каждой команды или синтаксиса.

Таким образом благодаря спроектированным моделям и средствам компонентного проектирования пользовательских интерфейсов была разработана система, с помощью которой разработчики пользовательских интерфейсов могут проектировать пользовательский интерфейс из уже заранее заготовленных компонентов, что позволяет повысить качество проектируемого интерфейса, снизить квалификацию разработчика ПИ, многократно использовать компоненты в различных ПИ при этом имея возможность модифицировать уже существующие решения. При этом спроектированный ПИ будет обладать высокой производительностью, обладать

## Список опубликованных работ

1–А. Казаченко, Е. А. Использование компонентного подхода при проектировании пользовательских интерфейсов / Е. А. Казаченко // Информационные технологии и управление : материалы 59-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17–21 апреля 2023 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2023. – С. 75–76.

2–А. Казаченко, Е. А. Сравнительный анализ различных подходов к проектированию пользовательских интерфейсов / Е. А. Казаченко // Информационные технологии и системы 2023 (ИТС 2023) = Information Technologies and Systems 2023 (ITS 2023) : материалы Международной научной конференции, Минск, 22 ноября 2023 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2023. – С. 59–60.