**Введение**

В условиях стремительного развития цифровых технологий и распространения информационных систем особую актуальность приобретает автоматизация сервисных и торговых процессов, в том числе связанных с персональными компьютерами. Услуги по сборке ПК востребованы как среди частных пользователей, так и среди организаций, однако в большинстве случаев они реализуются через традиционные офлайн-сценарии, требующие участия консультанта или специалиста. Это снижает скорость обслуживания, затрудняет кастомизацию и ограничивает удобство пользователей.

Цифровизация сферы подбора и конфигурации компьютерной техники становится логичным шагом в сторону повышения эффективности работы сервисных центров и повышения уровня клиентского сервиса. Разработка модуля-конфигуратора ПК с возможностью интерактивного взаимодействия и 3D-визуализации предоставляет пользователям удобный инструмент для самостоятельного выбора и оценки совместимости комплектующих.

В рамках данной выпускной квалификационной работы будет спроектирован и реализован программный модуль, позволяющий формировать конфигурацию ПК на основе заданных критериев и визуализировать её в интерактивной форме. Модуль представляет собой клиент-серверное приложение, где пользовательский интерфейс реализован средствами WinForms, визуализация осуществляется на игровом движке Unity3D, а хранилище данных — с использованием системы управления базами данных Microsoft SQL Server.

# **1. Теоретическое обоснование**

## 1.1 Актуальность разработки программного модуля для цифровых услуг ПК.

Современные реалии цифровой трансформации требуют от сервисных организаций внедрения интерактивных и автоматизированных решений, способных удовлетворить потребности клиентов в индивидуализированных продуктах. Одной из таких востребованных услуг является подбор и конфигурация персонального компьютера (ПК) с учётом задач, бюджета и технических требований пользователя. Несмотря на популярность услуги, процесс подбора комплектующих по-прежнему носит в основном ручной характер, особенно в локальных сервисных центрах и мастерских, не обладающих собственными ИТ-решениями.

На рынке представлены различные веб-конфигураторы от крупных компаний (например, DNS, CyberPowerPC, Iiyama), однако они часто ограничены только отображением списка совместимых компонентов и не предоставляют интерактивной визуализации собираемого ПК. Кроме того, большинство из них не являются универсальными и не могут быть внедрены в другие бизнес-среды или локальные сервисы. Это создаёт потребность в универсальном программном модуле, который можно интегрировать в существующую инфраструктуру сервисного центра, интернет-магазина или внутренней корпоративной платформы.

Разработка конфигуратора ПК с поддержкой 3D-визуализации предоставляет пользователю возможность не только подобрать комплектующие, но и наглядно увидеть внешний вид сборки. Это значительно повышает уровень вовлеченности, снижает вероятность ошибок в выборе несовместимых компонентов и способствует принятию более обоснованных решений. Для сервисных организаций такой модуль становится инструментом автоматизации процессов, повышения точности обработки заказов и улучшения взаимодействия с клиентом.

Использование современной технологической базы, включающей **WinForms** для построения пользовательского интерфейса, **Unity3D** для 3D-визуализации и **MS SQL Server** для хранения данных, позволяет создать эффективную и масштабируемую систему. Такая архитектура не требует существенных ресурсов для развёртывания и подходит как для малого бизнеса, так и для корпоративных решений.

Отдельного внимания заслуживает вопрос **импортозамещения** и снижения зависимости от западных решений. Предлагаемый модуль может служить основой для построения отечественных платформ цифровых услуг, соответствующих требованиям безопасности и локализации. Дополнительно его можно использовать в образовательных учреждениях для демонстрации архитектуры ПК и формирования технической грамотности у студентов, обучающихся по направлениям информационных технологий и инженерии.

Таким образом, создание программного модуля для конфигурации ПК с 3D-визуализацией имеет высокую актуальность:

* повышает качество обслуживания и вовлечённость клиентов;
* снижает долю ошибок при сборке и оформлении заказов;
* обеспечивает наглядность и интерактивность в процессе выбора комплектующих;
* может быть использован как в бизнесе, так и в образовательной среде;
* способствует цифровизации сервисной отрасли и снижению зависимости от зарубежного ПО.

## 1.2 Сравнительный анализ существующих решений

Для обоснования необходимости разработки собственного программного модуля был проведён сравнительный анализ существующих решений, представленных как в российском, так и в международном цифровом пространстве. Среди наиболее известных аналогов можно выделить конфигураторы от DNS, X-kom, PCPartPicker. Все они обладают базовыми возможностями подбора комплектующих, однако имеют ряд ограничений, не позволяющих использовать их как универсальное решение для локальных сервисов и цифровых платформ.

Целью анализа является определение преимущества и недостатков аналогичных систем по ключевым критериям.

Dns – одна из крупнейших российских розничных сетей по продаже цифровой и бытовой техники. На официальном сайте реализован модуль конфигурации ПК, который позволяет пользователю подобрать совместимые комплектующие и сразу перейти к их оформлению и заказу.

X-kom – польская онлайн-платформа, занимающаяся продажей компьютерной техники. Сервис предлагает конфигуратор, в котором можно подобрать комплектующие на основе фильтров и совместимости.

PCPartPicker – англоязычная платформа, ориентированная на энтузиастов и профессионалов, занимающихся самостоятельной сборкой ПК. Это один из самых функциональных и популярных конфигураторов, предлагающий широкие возможности сравнения цен, совместимости и экспортирования сборок.

1. 3D-визуализация.

DNS – отсутствует, компоненты представлены в виде текстовых списков или изображений.

X-kom – отсутствует, сборка представлена в текстовом виде.

PCPartPicker – отсутствует, взаимодействие с компонентами осуществляется через таблицы.

Мой проект – поддержка полной 3D-визуализации с возможностью просмотра сборки.

Вывод: ни один из существующих сервисов не предоставляет интерактивной 3D-визуализации.

1. Подбор по совместимости

DNS – Реализована система автоматической проверки совместимости комплектующих.

X-kom – Реализована система автоматической проверки совместимости комплектующих.

PCPartPicker – Реализована система автоматической проверки совместимости комплектующих.

Мой проект – будет обеспечиваться динамическая проверка совместимости.

Вывод: функция присутствует во всех решениях, но в новом модуле может быть расширена логикой кастомных фильтров и ограничений.

1. Наличие мобильной версии

DNS – адаптирован для мобильных устройств.

X-kom – адаптирован для мобильных устройств.

PCPartPicker – адаптирован для мобильных устройств.

Мой проект – мобильная версия в перспективе планируется.

Вывод: текущее отставание будет устранено на этапе масштабирования.

1. Интеграция с сервисом

DNS – интеграция с корзиной и системой заказов.

X-kom – интеграция с корзиной и системой заказов.

PCPartPicker – ориентирован на сравнение цен, без внутреннего магазина.

Мой проект – будет иметь возможность интеграции с CRM, базой данных и внутренними системами компании.

Вывод: разрабатываемый модуль предложит гибкую и масштабируемую архитектуру интеграции.

1. Наличие описаний компонентов

DNS – предоставляет базовую информацию о компонентах.

X-kom – предоставляет базовую информацию о компонентах.

PCPartPicker – предоставляет базовую информацию о компонентах.

Мой проект – компоненты будут сопровождаться подробными описаниями, параметрами и визуальными моделями.

Вывод: все сервисы соответствуют критерию, но в новом проекте предусмотрено расширение информации для учебных и презентационных целей.

1. Отзывы пользователей

DNS – отзывы отсутствуют в конфигураторе.

X-kom – отзывы отображаются, что помогает при выборе.

PCPartPicker – отзывы отображаются, что помогает при выборе

Мой проект – реализуется возможность оценки компонентов, комментариев и рейтингов.

Вывод: наличие отзывов повышает доверие к выбору.

1. Локализация (русский язык)

DNS – полностью на русском языке.

X-kom – отсутствует локализация.

PCPartPicker – отсутствует локализация.

Мой проект – ориентирован на русскоязычного пользователя, интерфейс и документация будут на русском языке.

Вывод: локализация – важный аспект, особенно для образовательной и сервисной среды.

1. Уровень кастомизации

DNS – интерфейс и логика подбора фиксированные, без возможности изменения пользователем.

X-kom – интерфейс и логика подбора фиксированные, без возможности изменения пользователем.

PCPartPicker – интерфейс и логика подбора фиксированные, без возможности изменения пользователем

Мой проект – система кастомизации интерфейса, базы комплектующих и визуальных параметров.

Вывод: гибкость и расширяемость делают новый проект пригодным для разных бизнес-сценариев.

Таблица 1 – Сравнительный анализ существующих решений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий | DNS | X-kom | PCPartPicker | Разрабатываемый проект |
| 3D-Визуализация | Нет | Нет | Нет | Да |
| Подбор по совместимости | Да | Да | Да | Да |
| Мобильная версия | Да | Да | Да | Планируется |
| Интеграция с сервисом | Нет | Нет | Нет | Да |
| Наличие описаний компонентов | Да | Да | Да | Да |
| Отзывы пользователей | Нет | Да | Да | Да |
| Локализация (русский язык) | Да | Нет | Нет | Да |
| Уровень кастомизации | Нет | Нет | Нет | Нет |

Как видно из представленной таблицы, ни один из существующих сервисов не удовлетворяет всем требование к современному конфигуратору ПК. Во всех анализируемых решениях отсутствует поддержка 3D-визуализация сборки, а также гибкая система кастомизации под конкретные бизнес-процессы. Кроме того, большинство решений ориентированы на зарубежный рынок и не имеют русскоязычной локализации, что затрудняет их использование в российских компаниях.

Разрабатываемый программный модуль решает эти проблемы за счёт:

* внедрения полноценной 3D-визуализации с использованием Unity3D,
* наличие локализации интерфейса,
* возможность интеграции с базой данных и другими системами,
* имеется функция кастомизации.

Таким образом, разработка собственного решения является обоснованным для создания эффективного и конкурентоспособного инструмента в сфере, связанной со сборкой и конфигурацией персональных компьютеров.

## 1.3 Постановка целей и задач (ДОПОЛНИТЬ!)

На современном этапе развития информационных технологий особое внимание уделяется созданию интерактивных и адаптируемых программных решений, обеспечивающих автоматизацию бизнес-процессов и повышение уровня пользовательского взаимодействия. В частности, в сфере сервисных услуг, связанных с конфигурацией и сборкой персональных компьютеров, наблюдается потребность в программных модулях, обладающих высокой степенью наглядности, гибкости и интеграции с внутренними ИТ-системами.

С учётом анализа существующих решений, выявленных недостатков и актуальных требований, в рамках выпускной квалификационной работы формулируются цель и задачи исследования.

Целью исследования является проектирование и разработка программного модуля для конфигурации персонального компьютера с поддержкой 3D-визуализации, предназначенного для использования в цифровых сервисах, сервисных центрах.

Для достижения поставленной цели в рамках исследования необходимо решить следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ существующих программных решений в области конфигураторов ПК и определить их функциональные ограничения.
2. Обосновать выбор технологического стека, включая платформу визуализации, пользовательский интерфейс и систему управления базами данных.
3. Описание модели системы.
4. Разработать архитектуру программного модуля и определить структуру взаимодействия между его основными компонентами.
5. Спроектировать и реализовать базу данных для хранения информации о комплектующих.
6. Разработать пользовательский интерфейс с использованием технологии Windows Forms.
7. Реализовать модуль трёхмерной визуализации с применением игрового движка Unity3D.
8. Обеспечить взаимодействие между пользовательским интерфейсом, визуализацией и базой данных.
9. Провести функциональное тестирование модуля и оценку его соответствия заданным требованиям.

Объектом исследования является процесс формирования конфигурации персонального компьютера в рамках цифрового сервиса.

Предметом исследования выступают методы проектирования пользовательских интерфейсов, реализации трёхмерной визуализации и интеграции программных компонентов с использованием современных средств разработки — Windows Forms, Unity3D и Microsoft SQL Server.

# **2. Средства проектирования и реализация**

Разработка программного модуля конфигурации персонального компьютера с трёхмерной визуализацией требует использования современных и функционально совместимых инструментов, охватывающих как проектирование архитектуры, так и реализацию пользовательского интерфейса, логики обработки данных и графической визуализации. Основной задачей является создание наглядного и интуитивно понятного инструмента, обеспечивающего взаимодействие между пользователем, базой данных и визуальной моделью сборки ПК.

В качестве основного языка программирования выбран **C#** — объектно-ориентированный язык, входящий в состав платформы **.NET Framework**. C# обеспечивает высокий уровень интеграции между модулями и полную совместимость с платформами Windows, а также используется как в разработке пользовательского интерфейса, так и в логике обработки данных.

Платформа **Windows Forms (WinForms)** выбрана для реализации пользовательского интерфейса. Она предоставляет средства для быстрого создания настольных приложений с визуальными элементами, такими как формы, кнопки, списки и таблицы. Преимуществом данной технологии является высокая скорость прототипирования интерфейсов и хорошая интеграция с остальными модулями .NET-приложений.

Для трёхмерной визуализации компонентов ПК применён игровой движок **Unity3D**, обеспечивающий отображение 3D-моделей, настройку сцен, освещения, камер и анимаций. Unity позволяет импортировать и визуализировать модели комплектующих в реальном времени, управлять их позиционированием и взаимодействием, что делает процесс конфигурации более наглядным для пользователя.

Хранение и обработка данных осуществляются с помощью **Microsoft SQL Server** — реляционной системы управления базами данных, обеспечивающей надёжность, масштабируемость и возможность построения сложных связей между сущностями. В СУБД хранится информация о всех доступных комплектующих, их характеристиках, параметрах совместимости, а также пользовательских сборках.

Таким образом, архитектура программного модуля базируется на трёх взаимосвязанных технологических решениях: WinForms — для пользовательского взаимодействия, Unity — для визуализации, SQL Server — для хранения и обработки данных. Такой подход обеспечивает надёжность, удобство использования и возможность последующего расширения функциональности системы.

## 2.1 Язык программирования

В рамках реализации программного модуля был выбран язык программирования **C#** — высокоуровневый объектно-ориентированный язык, разработанный корпорацией Microsoft и являющийся частью платформы .NET Framework. Данный язык обеспечивает оптимальное сочетание читаемости, структурности и функциональной гибкости, необходимых для построения модульной архитектуры программных систем.

Выбор C# был обусловлен следующим причинами:

1. высокая степень интеграции с платформами Windows и с визуальными библиотеками, такими как Windows Forms,
2. широкие возможности для взаимодействия с базами данных через технологии **ADO.NET, Entity Framework** и SQL-запросы,
3. полная совместимость с **Unity3D**, что позволяет использовать единый язык программирования как для логики бизнес-процессов, так и для визуальной части проекта,
4. развитая система обработки ошибок и поддержка многопоточности,
5. наличие большого сообщества разработчиков и обширной документации.

C# обладает строгой типизацией и поддерживает объектно-ориентированное программирование, что делает его удобным инструментом для построения сложных систем с чёткой структурой. Благодаря своим синтаксическим особенностям, язык позволяет ускорить разработку, снизить количество ошибок и упростить дальнейшее сопровождение кода.

Кроме того, использование C# обеспечивает возможность в будущем расширить функциональность системы за счёт подключения сторонних библиотек и сервисов, а также реализовать экспорт и интеграцию с другими цифровыми платформами.

## 2.2 Средства визуализации

Для реализации трёхмерной визуализации конфигурации персонального компьютера в составе программного модуля был выбран игровой движок **Unity3D**. Данный инструмент широко используется в разработке интерактивных приложений, симуляторов и игр, а также зарекомендовал себя как надёжная и гибкая платформа для визуализации сложных объектов и сцен.

Unity3D предоставляет следующие возможности, критически важные для проекта:

1. **встроенная поддержка работы с 3D-моделями** в форматах FBX, OBJ, STL и других,
2. **гибкое управление сценами**, освещением, камерами и взаимодействием объектов,
3. **реализация визуальных эффектов** (тени, отражения, материалы),
4. **высокая производительность при рендеринге** даже на бюджетных устройствах,
5. **поддержка C# как основного языка сценариев**, что упрощает интеграцию с остальными компонентами системы.

Unity позволяет отобразить собранную пользователем конфигурацию ПК в реальном времени. Визуализация включает такие элементы, как корпус системного блока, материнская плата, видеокарта, блок питания и другие комплектующие. Пользователь может поворачивать сцену, приближать и отдалять камеру, а также наблюдать процесс установки компонентов в корпус — всё это делает работу с конфигуратором более наглядной и понятной, особенно для пользователей без технического опыта.

Применение Unity также позволяет в перспективе расширить функциональность визуализации — например, добавить анимации сборки, подсветку ошибок совместимости, сравнение конфигураций и даже поддержку VR/AR-технологий.

Таким образом, использование Unity3D в проекте обеспечило реализацию ключевой особенности программного модуля — трёхмерной визуализации сборки ПК, что существенно повышает уровень пользовательского взаимодействия и конкурентоспособность решения на фоне существующих аналогов.

## 2.3 Средства хранения и обработки данных

Для хранения информации о комплектующих и обеспечении логики проверки их совместимости в разрабатываемом программном модуле используется система управления базами данных **Microsoft SQL Server**. Это одна из наиболее надёжных и производительных реляционных СУБД, широко применяемая как в коммерческой, так и в корпоративной разработке.

Использование Microsoft SQL Server позволяет:

1. хранить данные в структурированном виде с соблюдением целостности и связей между сущностями,
2. реализовать сложные логические связи между компонентами (например, "тип сокета процессора – разъём материнской платы", "тип памяти – поддерживаемая частота и объём"),
3. производить выборки, фильтрацию и сортировку данных по множеству критериев,
4. надёжно масштабировать и обновлять содержимое базы данных без необходимости модификации архитектуры,
5. управлять правами доступа и обеспечивать защиту информации.

Для взаимодействия приложения с базой данных используется технология **ADO.NET**, а также при необходимости **SQL-запросы** и хранимые процедуры.

База данных играет центральную роль в работе конфигуратора: все пользовательские действия, связанные с выбором и фильтрацией компонентов, опираются на хранимые в ней записи. Также на уровне базы осуществляется логическая проверка на совместимость между элементами.

Таким образом, применение Microsoft SQL Server позволило создать устойчивую и гибкую платформу для хранения информации о компьютерных комплектующих и их параметрах, обеспечив корректную работу всей системы и возможность дальнейшего расширения функциональности.

## 2.4 Средства разработки интерфейса пользователя

В качестве технологии разработки пользовательского интерфейса в проекте используется **Windows Forms (WinForms)** — компонентная библиотека для создания графических приложений в среде **.NET Framework**. WinForms предоставляет удобные инструменты для построения оконных форм, размещения элементов управления и организации событийно-ориентированной модели взаимодействия с пользователем.

Выбор WinForms обусловлен следующими факторами:

1. высокая скорость разработки за счёт визуального конструктора форм,
2. широкая поддержка базовых и пользовательских компонентов управления (кнопки, списки, выпадающие меню, табличные представления и др.),
3. возможность быстрой интеграции с внешними модулями, включая движок Unity,
4. стабильность и надёжность при работе на платформе Windows,
5. простота в поддержке и масштабировании интерфейса.

WinForms используется в проекте для организации логики пошаговой конфигурации компьютера. Пользователь может:

1. последовательно выбирать категории комплектующих (процессор, видеокарта, материнская плата и т. д.),
2. просматривать технические характеристики выбранных компонентов,
3. отправлять текущую конфигурацию в модуль визуализации или сохранять её в базу данных.

Элементы интерфейса строятся с учётом эргономики и интуитивного взаимодействия. Особое внимание уделяется корректной обработке пользовательских ошибок, визуальной подсветке несовместимых комбинаций, а также поддержке русскоязычного интерфейса.

Таким образом, использование WinForms позволило создать удобный, функциональный и надёжный графический интерфейс, обеспечивающий эффективное взаимодействие пользователя с системой конфигурирования ПК.

## 2.5 Вспомогательные инструменты и технологии

В процессе проектирования и реализации программного модуля также были использованы ряд вспомогательных средств и технологий, обеспечивающих поддержку разработки, тестирования и визуальной составляющей системы. Эти инструменты не являются основными архитектурными элементами, однако значительно способствуют повышению качества, удобства и стабильности разработки.

1. Visual Studio

В качестве основной интегрированной среде разработки (IDE) использовалась Microsoft Visual Studio. Данный инструмент обеспечивает встроенную поддержку проектирования форм WinForms.

1. Git

Для контроля версий и управления изменениями в проекте применялась система распределённого контроля версий Git с размещением репозитория на платформе GitHub.

1. Blender

Для подготовки 3D-моделей комплектующих, использовавшихся в Unity, применялась программа **Blender** — бесплатное средство трёхмерного моделирования. Модели были экспортированы в формат **FBX**, поддерживаемый Unity3D, с последующим назначением материалов и текстур.

Применение вспомогательных инструментов и технологий позволило обеспечить высокий уровень организации процесса разработки, упростить реализацию визуальных и логических компонентов системы, а также обеспечить поддержку и расширяемость проекта в будущем.

# **3. Описание модели системы**

Эффективная реализация программного обеспечения требует не только выбора подходящих инструментов и технологий, но и глубокого понимания бизнес-контекста, в рамках которого система будет функционировать. На этапе проектирования важно определить, **какие задачи должна решать система, в каких точках она будет взаимодействовать с пользователем,** а также **какие процессы подлежат автоматизации**.

Описание модели системы направлено на формализацию логики работы будущего программного модуля, выявление существующих проблем в ручном процессе подбора компьютерных комплектующих и определение способов их решения средствами цифровых технологий. В данной главе производится анализ текущего состояния бизнес-процессов, построение целевой модели с учётом автоматизации, а также формулируются функциональные и нефункциональные требования к системе.

## 3.1 Общие положения

Проектирование программного обеспечения начинается с описания модели системы, то есть формализации процессов, которые оно должно автоматизировать. Это позволяет чётко определить границы системы, её цели, пользователей и точки взаимодействия. Модель системы выступает связующим звеном между требованиями бизнеса и технической реализацией, обеспечивая понимание как у заказчика, так и у разработчиков.

На этапе проектирования важно определить, **какие задачи должна решать система, в каких точках она будет взаимодействовать с пользователем,** а также **какие процессы подлежат автоматизации**. Описание модели системы направлено на формализацию логики работы будущего программного модуля, выявление существующих проблем в ручном процессе подбора компьютерных комплектующих и определение способов их решения средствами цифровых технологий. В данной главе производится анализ текущего состояния бизнес-процессов, построение целевой модели с учётом автоматизации, а также формулируются функциональные и нефункциональные требования к системе.

## 3.2 Моделирование бизнес-процессов

Моделирование бизнес-процессов представляет собой важнейший этап проектирования информационных систем. Его основная цель — формализация и наглядное представление текущих процессов, а также проектирование целевого состояния, которое достигается за счёт внедрения автоматизированного программного обеспечения. Такой подход позволяет всесторонне проанализировать существующие процессы, выявить узкие места, определить зоны для оптимизации и сформулировать требования к создаваемой системе.

Для описания бизнес-процессов в данной работе применяется нотация BPMN (Business Process Model and Notation) — общепринятый стандарт графического описания процессов, разработанный консорциумом Object Management Group (OMG). BPMN позволяет моделировать как высокоуровневые, так и детализированные сценарии, используя понятные и однозначно трактуемые обозначения: события, действия, роли, шлюзы, потоки и пр.

Использование BPMN обеспечивает наглядность и прозрачность процессов как для технических специалистов, так и для представителей бизнеса. Позволяет выявить дублирующие, избыточные или ручные этапы, подлежащие автоматизации. Служат основой для последующий формализации требований.

В рамках дипломного проекта смоделированы две ключевые схемы. AS-IS – текущее состояние процесса подбора комплектующих персонального компьютера, реализуемое вручную или с применением внешних источников (сайтов магазина, Excel-таблиц), TO-BE – целевое состояние процесса после внедрения разрабатываемого программного модуля, включающее автоматизацию логики выбора, визуализацию сборки и централизованное хранение данных.

Каждая из моделей построена с учётом действующих ролей, описывает последовательность шагов и даёт основание для обоснования проектных решений. Разработка моделей бизнес-процессов позволяет обеспечивать связанность между требованиями пользователя и архитектурными решениями в следующих разделах.

## 3.3 Модель AS-IS.

## 3.4 Модель TO-BE.