Санкт–Петербургский государственный университет

**ГОРБУНОВ Павел Александрович**

**Выпускная квалификационная работа**

***Разработка интерактивного учебного пособия для изучения устройства и работы компьютера***

Уровень образования: бакалавриат

Направление 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Основная образовательная программа СВ.5005.2021 «Прикладная

математика, фундаментальная информатика и программирование»

Профиль «Технологии программирования»

Научный руководитель:

доцент кафедры   
технологии программирования,

к.ф.–м.н. Сергеев С.Л.

Рецензент:

доцент кафедры   
AAA BBB,

к.ф.–м.н. Иванов И.И.

Санкт-Петербург,

2025 г.

**Содержание**

Введение3

Постановка задачи4

Цель работы4

Задачи работы4

Обзор литературы5

Глава 1. Обзор существующих решение и обоснование разработки4

* 1. Сравнение образовательных моделей4

Введите уровень главы (уровень 1)4

Введите уровень главы (уровень 2)5

Введите заголовок главы (уровень 3)6

Введите уровень главы (уровень 1)4

Введите уровень главы (уровень 2)5

Введите заголовок главы (уровень 3)6

**Введение**

В современном мире компьютеры имеют значительные вычислительные возможности, но при этом остаются «чёрным ящиком» для студентов, желающих изучить компьютерные науки. Это обусловлено большим количеством уровней абстракций над процессором, оперативной памятью и другими модулями компьютера, что во время обучения ведёт к формальному запоминанию материала. В данной работе предлагается одно из решений данной проблемы – создание интерактивной модели компьютера, которая упростит сложные технические концепции для базового понимания устройства компьютера, что сделает материал наглядным и осязаемым.

**Постановка задачи**

**Цель работы**

Разработать и технически обосновать интерактивную аппаратную модель компьютера, демонстрирующую базовые принципы его работы через визуализацию процессов и ручное управление компонентами.

**Задачи работы**

* Провести анализ существующих образовательных моделей и выявить их ограничения.
* Сформулировать требования к аппаратной реализации учебного пособия.
* Реализовать модель с возможностью ручного управления тактами и визуализацией данных.
* Провести тестирование функциональности модели и оценить её образовательную ценность.

# **Обзор литературы**

При изучении темы устройства компьютера в первую очередь стоит рассмотреть Э.Таненбаума «Архитектура компьютера» [1]. В этих работах содержится системный подход к объяснению взаимодействия модулей и детальное описание организации компьютера: от устройства регистров до уровня операционной системы. Приводятся примеры на реальных процессорах. Для начинающих может ощутиться сложность восприятия материала из-за обилия технических деталей и отсутствия визуализации процессов. В моей работе труды Таненбаума служат теоретической базой для проектирования учебной модели.

В книге Д.Паттерсона и Дж.Хеннесси «Организация и проектирование компьютеров» [2] содержатся принципы проектирования, включая конвейерную обработку. Продемонстрированные практические примеры иллюстрируют теорию и уравновешивают её связь с реальным применением. Это подчёркивает необходимый баланс между теорией и практикой, что учтено в разработке модели.

Также стоит обратить внимание на работу Ч.Петцольда «Код» [3]. Автор поэтапно объясняет работу компьютера «с нуля»: от логических вентилей до ассемблера. Также делает упор на доступный язык и отсутствие сложное математики, что делает книгу доступной для новичков. Однако её главный недостаток в том, что читатель усваивает теорию, но не взаимодействует с «живыми» компонентами. Разрабатываемое учебное пособие устраняет этот пробел и преподносит обучающемуся осязаемый опыт.

# **Обзор существующих решений и обоснование разработки**

## **1.1 Обзор образовательных моделей**

Перед тем как начать проектирование и сборку собственной модели необходимо изучить уже существующие образовательные стенды.

Во многих учебных заведениях традиционно тема про внутреннее устройство компьютера преподносится с демонстрацией физического системного блока без части корпуса, что позволяет рассмотреть отдельные модули – процессор, оперативную память, жёсткий диск и так далее. Тем не менее такой подход предоставляет ограниченную информацию – нет возможности проследить, как компьютер выполняет программу, как перемещаются данные по модулям.

У студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана имеется возможность не только изучать теорию программирования контроллеров, но и применять знания на практике на учебном стенде ТРЭИ [4]. Такой подход способствует глубокому пониманию принципов автоматизации и дает будущим инженерам возможность реализовывать свои идеи в реальных условиях. С другой стороны, студенты изучают контроллеры как «черные ящики», не погружаясь в работу процессора, памяти, шин данных.

Интернет-портал Учтех-Профи предоставляет возможность заказать лабораторный стенд [5]. Данный стенд предназначен для теоретической и практической подготовки студентов в рамках дисциплины «Архитектура ЭВМ» и позволяет научиться проектировать вычислительные системы, писать программы на языке VHDL, ассемблер для различных архитектур ЭВМ, а также на языках высокого уровня с ассемблерными вставками, программировать алгоритмы работы с периферийными устройствами через стандартные интерфейсы. Однако, несмотря на широкую функциональность, стенд имеет ряд ограничений – стоимость и высокий порог входа для работы с данной моделью может подойти не для каждого студента.

Также, на интернет-портале kpolyakov.spb.ru в открытом доступе предоставлен бесплатный софт виртуального тренажёра «ЛамПанель» [6] для изучения работы процессора. Это учебная модель компьютера, управляющего ламповой панелью. Он предназначен для проведения практических занятий по теме «Процессор» в школьном курсе информатики. Тренажёр можно использовать: для изучения принципов работы компьютера (процессор, ОЗУ, ПЗУ); для начального изучения программирования на языке ассемблера; для изучения операций с целыми числами, в том числе поразрядных логических операций и сдвигов. Стоит отметить, что даже при таких обширных возможностях виртуального стенда, его абстрактность и отсутствие с ним тактильного взаимодействия может затруднить понимание материальной основы компьютера.

## **1.2 Обоснование разработки собственной модели**

Каждая рассмотренная образовательная модель имеет некоторые недостатки. Классический вариант с системным блоком – это поверхностное знакомство с устройством компьютера, стенд ТРЭИ имеет закрытую архитектуру и высокий порог входа, коммерческие стенды наподобие тех, которые предлагает интернет-портал Учтех Профи, может быть финансово недоступен, а виртуальный тренажёр исключает тактильное взаимодействие и наглядность.

Таким образом, разработка собственного интерактивного учебного пособия для изучения устройства и работы компьютера, которое решает упомянутые недостатки существующих моделей, является обоснованным и будет иметь практическую ценность для образовательного процесса.

Глава 1   
  
… Известный педагог-психолог Джон Свеллер в своих исследованиях выделял значимость наглядности в обучении, а также преподнесение учебной информации

При изучении темы устройства компьютера, в первую очередь стоит рассмотреть классические работы Э.Таненбаума «Архитектура компьютера» [1], Ч.Петцольда «Код» [2] или Д.Паттерсона и Дж.Хеннесси «Организация и проектирование компьютеров» [3]. Эти книги предоставляют кроме базовой информации глубокие теоретические знания про работу компьютера, но в силу текстового изложения и отсутствия интерактивных элементов могут быть недостаточны для формирования целостного представления «анатомии» компьютера.

Также стоит обратить внимание на цифровую платформу как Logisim [4], позволяющий разрабатывать и моделировать цифровые электрические схемы, используя графический интерфейс. Инструмент хоть и полезный, но по-прежнему не предоставляет тактильного взаимодействия для обучающегося.

Рассмотрим физическиех

4. <https://trei.biz/o-kompanii/press-tsentr/novosti-kompanii/kompaniya-trei-podgotovila-uchebnyy-stend-dlya-studentov-mgtu-im-n-e-baumana/>

5. <https://labstand.ru/catalog/vychislitelnaya-tehnika/laboratornyj-stend-arhitektura-evm>

6. <https://kpolyakov.spb.ru/prog/lamp.htm>