



**Тезисы доклада**

---

**1. НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:**

Цифровая среда Института математики и информационных технологий. Дисциплина «Введение в архитектуру ЭВМ» — минималистский подход

Digital environment of the Institute of mathematics and information technologies'.  
“Discipline Introduction to computer architecture” — minimalist approach

**2. АВТОРЫ:**

Ю. А. Богоявленский

Iurii A. Bogoiavlenskii

---

**3. ОРГАНИЗАЦИЯ (полное наименование, без аббревиатур):**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет»

Petrozavodsk state University

**4. ГОРОД:**

Петрозаводск

Petrozavodsk

**5. ТЕЛЕФОН: +7 8142 711084**

**6. ФАКС: +78142 711000**

**7. E-MAIL: ybgv@cs.karelia.ru**

**8. АННОТАЦИЯ:**

Представлены разделы содержания дисциплины «Введение в архитектуру ЭВМ», читаемой на первом курсе для студентов направлений «Прикладная математика и информатика», «Информационные системы и технологии» и «Программная инженерия». Эти разделы содержат минимальный базовый набор знаний, необходимый для формирования у студентов архитектурной культуры. Также представлены методические инструментальные решения и балльно-рейтинговая система.

Sections of the content of the discipline "Introduction to computer architecture", read in the first year for students of the directions "Applied mathematics and Informatics", "Information systems and technologies" and "Software engineering" are presented.

These sections contain the minimum basic set of knowledge necessary for the formation of students' architectural culture. Teaching strategy and tool decisions and point-rating system are presented, as well.

## 9. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Архитектурная культура, Базовые знания, Методические решения.  
Architectural culture, Basic set of knowledge, Teaching strategy decisions.

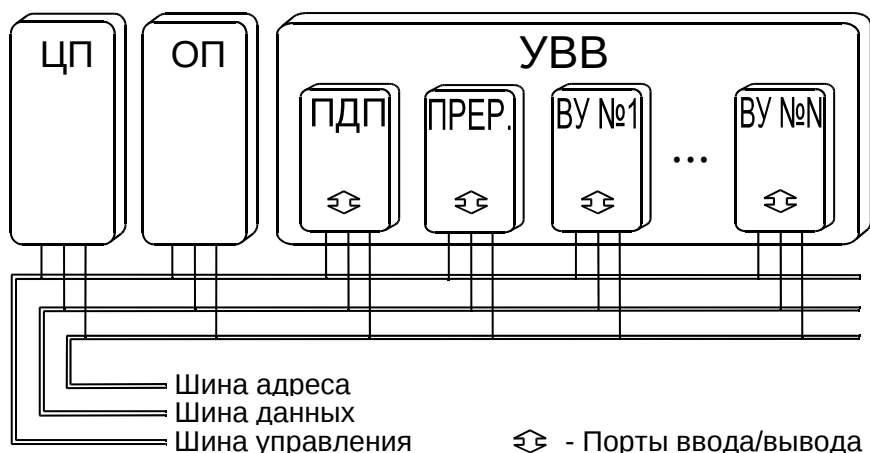
## 10. ТЕКСТ ТЕЗИСОВ ДОКЛАДА:

Развитие цифровой экономики сопровождается внедрением большого количества устройств с ограниченными вычислительными ресурсами (встроенные процессоры, одноплатные ЭВМ, интеллектуальные датчики и т. п.). В таких условиях студентам необходимо владеть архитектурной культуры, что отражено и в руководствах ACM/IEEE по разработке учебных планов для направлений подготовки "Computer Science", "Information" Systems, "Information Technology" и "Software Engineering" (см. например [1]).

В Институте математики и информационных технологий ПетрГУ эта культура формируется двумя дисциплинами: "Введение в архитектуру ЭВМ" - читается как базовая на первом курсе и формирует основы культуры и "Архитектура современных ЭВМ" — читается на третьем курсе по выбору и опирается на знания полученные на первом курсе.

Цель первой дисциплины — сформировать у студента общие основы архитектурной культуры, безусловно необходимые для успешной карьеры, цель второй — углубленное изучение деталей. При таком подходе необходимо строить схему первой дисциплины так, чтобы при минимальном количестве деталей дать студенту возможность освоить базовые архитектурные принципы. С этой целью нами сформулированы и реализуются следующие методические инструментальные решения.

Рассматривается только архитектура IA-32, лабораторные работы выполняются на языке семейства индустриальных ассемблеров gas, в синтаксисе AT&T, для реальных процессоров ПЭВМ, в среде OpenSuSe Linux, с использованием отладчика kdbg, который также активно применяется на лекциях для демонстраций. Используется представленная на рисунке ниже упрощенная функциональная схема ЭВМ.



Материал дисциплины состоит из следующих разделов.

### 1. Вводная часть

Системы счисления, алгоритмы переводов между разными системами, порядки байтов Big/Little endian, машинная арифметика, дополнительный код, Unicode.

Обобщенная архитектура ЭВМ, регистры, оперативная память, язык команд, основной цикл центрального процессора, структура команды и характеристика операндов, основные команды.

## 2. Простые программы

Идея ассемблера, символные имена и их значения. Системные вызовы на примере `read/write`, их взаимодействие с `stdin/stdout`. Примеры программ и лабораторные задания на ввод чисел с клавиатуры, вывод на экран, переводы  $2 \leftrightarrow 10$ . Архитектурные типы данных. Директивы определения данных.

## 2. Адресация и архитектурный стек

Режимы адресации и структуры в команде, управляющие адресацией — байты `ModR/M` и `SIB`. Перемещение (`OFFSET`) и смещение (`displacement`). Общая форма записи операнда с режимом адресации в языке ассемблера. Пример вычисления адресов элементов матрицы, расположенной в оперативной памяти. Стекковый доступ к оперативной памяти, примеры.

## 3. Функции

Назначение, содержательный смысл — логическое структурирование, малый размер кода, примеры хорошо сконструированных систем функций - системные вызовы и команды `shell`. Параметры функции, ее тело, вызов, возврат. Соглашения о связях - механизмы передачи значений параметров функции, передачи управления в тело функции и возврата управления вызывающей программой по стандарту `Applied Binary Interface (ABI)` для `i386` (реализованы в т.ч. для языка `C`). Команды `call`, `ret`, адрес возврата, коды пролога и эпилога, бесконечная вложенность, локальные переменные, кадр стека. Пример использования библиотеки `glibc`.

## 4. Раздельная трансляция и внешние имена

Автономная и комплексная отладка, объектный файл, схема организации связей между объектными файлами модулей, внешние и внутренние символные имена, редактор связей `ld`, еще раз об утилите `make`, файл `makefile`, применение `ABI` для вызова функции на языке ассемблера из функции на языке `C`.

## 5. Заключительные положения.

В каких случаях нужно использовать для программирования язык ассемблера, общая характеристика архитектуры фон Неймана, слои программного обеспечения, пирамида виртуальных машин.

Описанный минимальный объем знаний формирует у студентов основы архитектурной культуры и позволяет им, при необходимости, свободно осваивать такие компоненты как, например наборы команд с плавающей точкой, `MMX`, `SSE2`, `AVX`, `AES`, 64 битные архитектуры, архитектуры производителей, отличных от `Intel`, и т.п.

Учебные материалы для студентов

Студентам предоставляется учебное пособие [2] с описанием архитектуры и системы команд и веб страница курса [3], содержащая разделы: Регламентирующие документы, Учебно-методические материалы, Примеры, Иллюстрации, Списки основной и дополнительной литературы

#### Балльно-рейтинговая система и мотивация

Студент должен выполнить восемь основных заданий и может выполнить три дополнительных. За выполнение каждого задания в срок студенты получают баллы. Студенты, выполнившие все задания в срок, сдают экзамен по упрощенной схеме. На фото ниже показаны двадцать два студента первого курса (одна треть потока) сдавшие экзамен по этой схеме в весеннюю сессию 2018 г.



#### Список литературы

1. IEEE/AIS/ACM Joint Task Force on Computing Curricula. Computing Curricula 2005. The Overview Report covering undergraduate degree programs in Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering. 2005 [Электронный ресурс] - URL:<http://www.acm.org/education/curricula.html>. (09.11.2018)
2. Центральные процессоры персональных ЭВМ [сост. Ю. А. Богоявленский, М. В. Дьяконов, А. А. Печников]. - Изд. 3-е, стер. - Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2006. - 186 с., [Электронный ресурс].- URL: [https://edu.petrSU.ru/files/upload/2124\\_1427288068.pdf](https://edu.petrSU.ru/files/upload/2124_1427288068.pdf). - (09.11.2018)
3. Чистяков, Д. Б. Введение в архитектуру ЭВМ [Электронный ресурс] / Чистяков, Д. Б., Богоявленский, Ю. А.- Электрон.дан. - [Петрозаводск], сор. 2018. – URL: <http://kappa.cs.petrSU.ru/~chistyak/architecture/>. (09.11.2018)