

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии

**Согласовано**

Научный сотрудник  
института системного  
программирования

\_\_\_\_\_ Батузов К. А.  
"    "    \_\_\_\_\_ 2018 г

**Утверждаю**

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»  
профессор департамента программной  
инженерии канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Шилов В. В.  
"    "    \_\_\_\_\_ 2018 г

**АЛГОРИТМ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕГИСТРОВ В  
ЭМУЛЯТОРЕ QEMU И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ**

Техническое задание

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.509000 ТЗ 01-1

Студент группы БПИ 151 НИУ ВШЭ  
\_\_\_\_\_ Абрамов А.М.  
"    "    \_\_\_\_\_ 2018 г

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

2018

УТВЕРЖДЕНО  
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1

**АЛГОРИТМ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕГИСТРОВ В  
ЭМУЛЯТОРЕ QEMU И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ**

Техническое задание

RU.17701729.509000 ТЗ 01-1

Листов 15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

# Содержание

<b>1 Введение</b>	<b>3</b>
1.1 Наименование . . . . .	3
1.2 Краткая характеристика . . . . .	3
<b>2 Основания для разработки</b>	<b>4</b>
2.1 Документ, на основании которого ведется разработка . . . . .	4
2.2 Наименование темы разработки . . . . .	4
<b>3 Назначение разработки</b>	<b>5</b>
3.1 Функциональное назначение . . . . .	5
3.2 Эксплуатационное назначение . . . . .	5
<b>4 Требования к программному изделию</b>	<b>6</b>
4.1 Требования к функциональным характеристикам . . . . .	6
4.1.1 Состав выполняемых функций . . . . .	6
4.1.2 Организация входных и выходных данных . . . . .	6
4.1.3 Прочие требования . . . . .	6
4.2 Требования к интерфейсу . . . . .	6
4.3 Требования к надежности . . . . .	6
4.3.1 Обеспечение устойчивого функционирования программы . . . . .	6
4.3.2 Время восстановления после отказа . . . . .	6
4.3.3 Отказы из-за некорректных действий оператора . . . . .	7
4.4 Требования к условиям эксплуатации . . . . .	7
4.4.1 Вид обслуживания . . . . .	7
4.4.2 Численность и квалификация персонала . . . . .	7
4.5 Требования к составу и параметрам технических средств . . . . .	7
4.6 Требования к информационной и программной совместимости . . . . .	7
4.7 Требования к упаковке . . . . .	7
<b>5 Требования к программной документации</b>	<b>8</b>
5.1 Предварительный состав программной документации . . . . .	8
<b>6 Техничко-экономические показатели</b>	<b>9</b>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

6.1 Ориентировочная экономическая эффективность . . . . .	9
6.2 Экономические преимущества разработки . . . . .	9
<b>7 Стадии и этапы разработки</b>	<b>10</b>
7.1 Необходимые стадии разработки . . . . .	10
7.1.1 Стадия разработки технического задания: . . . . .	10
7.1.2 Стадия разработки технического проекта: . . . . .	10
7.1.3 Стадия разработки рабочего проекта: . . . . .	10
7.2 Сроки работ и исполнители . . . . .	11
<b>8 Порядок контроля и приемки</b>	<b>12</b>
8.1 Виды испытаний . . . . .	12
8.2 Требования к приемке работы . . . . .	12
<b>9 Приложение 1. Терминология</b>	<b>13</b>
9.1 Терминология . . . . .	13
<b>10 Приложение 2. Список используемой литературы</b>	<b>14</b>
10.1 Список используемой литературы . . . . .	14

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

# 1. Введение

## 1.1. Наименование

Наименование: «Алгоритм для глобального распределения регистров в эмуляторе QEMU и его реализация».

Наименование на английском: «Algorithm for global management of registers in the QEMU emulator and its implementation».

## 1.2. Краткая характеристика

Цель работы - составить и реализовать алгоритм для глобального распределения регистров в эмуляторе QEMU. В задачи работы входит рассмотрение уже существующих алгоритмов, разработка алгоритма и его реализация. Рассмотрение уже существующих алгоритмов для глобального распределения регистров позволит выявить их характеристики. Основываясь на данном анализе будет разработан алгоритм для глобального распределения регистров. Реализация алгоритма в QEMU позволит эмулятору работать быстрее на некоторых наборах входных данных. В состав работы также входит создание демонстрационных исходных данных (файлов) для проверки работы алгоритма.

Демонстрационные исходные данные представляют собой исполняемую программу, удовлетворяющую требованиям входных данных, которая запускается в эмуляторе QEMU.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 2. Основания для разработки

### 2.1. Документ, на основании которого ведется разработка

Разработка программы ведется на основании приказа декана факультета компьютерных наук Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» №2.3-02/1212-01 от 12.12.17 «Об утверждении тем, руководителей курсовых работ студентов образовательной программы Программная инженерия факультета компьютерных наук».

### 2.2. Наименование темы разработки

Наименование: «Алгоритм для глобального распределения регистров в эмуляторе QEMU и его реализация».

Наименование на английском: «Algorithm for global management of registers in the QEMU emulator and its implementation».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

### 3. Назначение разработки

#### 3.1. Функциональное назначение

Функциональным назначением разработки является предоставление пользователю возможности ускорить работу эмулятора QEMU.

#### 3.2. Эксплуатационное назначение

Реализованный алгоритм предназначен для включения в сборку программы QEMU на операционной системе Linux. Алгоритм может использоваться любым пользователем желающим ускорить работу эмулятора QEMU. Исходный код может использоваться в учебных целях как пример реализации алгоритма тесно взаимодействующего с внутренними механизмами QEMU.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 4. Требования к программному изделию

### 4.1. Требования к функциональным характеристикам

#### 4.1.1. Состав выполняемых функций

1. Интеграция в QEMU версии 2.10 или позднее.
2. Реализация алгоритма распределения регистров внутри блока трансляции.

#### 4.1.2. Организация входных и выходных данных

Входными данными для работы алгоритма является массив инструкций для блока трансляции в формате внутреннего представления эмулятора QEMU. Для работы алгоритма необходима исполняемая программа, которая может быть запущена в эмуляторе QEMU. Входной файл исполняемой программы может быть создан в любой среде разработки на платформе которую поддерживает эмулятор QEMU, например x86\_64 с операционной системой Linux.

1. Файл программы должен представлять собой исполняемый файл предназначенный для запуска в userspace операционной системы Linux на архитектуре x86\_64.
2. Файл программы должен быть предоставлен в формате ELF.

Выходными данными для алгоритма являются коды команд для архитектуры x86\_64.

#### 4.1.3. Прочие требования

1. Отсутствие влияния на корректное исполнение программы.

### 4.2. Требования к интерфейсу

Требования к интерфейсу не предъявляются.

### 4.3. Требования к надежности

#### 4.3.1. Обеспечение устойчивого функционирования программы

При некорректных входных параметрах должно отображаться сообщение об ошибке.

#### 4.3.2. Время восстановления после отказа

Требования к восстановлению после отказа не предъявляются.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата



#### 4.3.3. Отказы из-за некорректных действий оператора

Требования к отказу из-за некорректных действий оператора не предъявляются.

### 4.4. Требования к условиям эксплуатации

#### 4.4.1. Вид обслуживания

Не требует каких-либо видов обслуживания.

#### 4.4.2. Численность и квалификация персонала

Минимальное количество персонала, требуемого для работы: 1 оператор. Пользователь эмулятора QEMU должен иметь образование не ниже среднего, обладать практическими навыками работы с компьютером.

### 4.5. Требования к составу и параметрам технических средств

Для работы алгоритма в эмуляторе QEMU необходимо учесть следующие системные требования:

1. Компьютер, оснащенный:
  - (а) 64-разрядный (x86\_64) процессор с тактовой частотой 1 гигагерц (ГГц) или выше;
  - (б) 2 ГБ оперативной памяти (ОЗУ);
  - (с) 1.5 ГБ свободного места на жестком диске;
2. Монитор
3. Мышь
4. Клавиатура

### 4.6. Требования к информационной и программной совместимости

Реализация алгоритма для распределения глобальных регистров в эмуляторе QEMU обязательно должен быть написан с использованием языка С. Алгоритм должен включаться в сборку эмулятора QEMU и работать на 64-разрядных процессорах под операционной системой Linux.

### 4.7. Требования к упаковке

Реализация алгоритма поставляется в виде патча для исходного кода эмулятора QEMU на внешнем носителе информации – USB флеш накопителе. На нем должны содержаться документация по разработке, исходный код для алгоритма.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 5. Требования к программной документации

### 5.1. Предварительный состав программной документации

В обязательном порядке должны входить:

1. Техническое задание (ГОСТ 19.201-78)
2. Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79)
3. Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79)
4. Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79\*)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 6. Техничко-экономические показатели

### 6.1. Ориентировочная экономическая эффективность

Ориентировочная экономическая эффективность не рассчитывается.

### 6.2. Экономические преимущества разработки

Ориентировочны экономические преимущества разработки не рассчитывается.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 7. Стадии и этапы разработки

### 7.1. Необходимые стадии разработки

#### 7.1.1. Стадия разработки технического задания:

1. Этап обоснования необходимости разработки программы:
  - (а) постановка задачи.
  - (б) сбор исходных материалов.
2. Этап разработки и утверждения технического задания:
  - (а) определение требований к алгоритму.
  - (б) определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на нее.
  - (с) согласование и утверждение технического задания.

#### 7.1.2. Стадия разработки технического проекта:

1. Этап исследования уже существующих решений:
  - (а) поиск уже созданных решений
  - (б) изучение их структуры и архитектуры
2. Этап разработки технического проекта:
  - (а) разработка алгоритма
  - (б) разработка структуры и архитектуры частей алгоритма.
3. Этап утверждения технического проекта:
  - (а) разработка плана мероприятий по разработке программы
  - (б) разработка пояснительной записки.

#### 7.1.3. Стадия разработки рабочего проекта:

1. Этап разработки программы:
  - (а) непосредственное программирование и отладка алгоритма.
2. Этап разработки программной документации:
  - (а) разработка следующих программных документов в соответствии с требованиями: техническое задание, пояснительная записка, руководство оператора, программа и методика испытания, текст программы, все в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101-77.
3. Этап испытания программы:
  - (а) разработка, согласование и утверждение программы и методики испытаний.
  - (б) защита презентации, сдача разработанной документации.
  - (с) корректировка программы и программной документации по результатам защиты.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 7.2. Сроки работ и исполнители

Алгоритм должен быть разработан к 21 апреля 2018 года, студентом группы БПИ151 Абрамовым Артемом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 8. Порядок контроля и приемки

### 8.1. Виды испытаний

Контроль и приемка разработки осуществляются в соответствии с разработанным исполнителем и согласованным с заказчиком документом «Алгоритм для глобального распределения регистров в эмуляторе QEMU и его реализация» Программа и методика испытаний по (ГОСТ 19.301-79\*).

### 8.2. Требования к приемке работы

Акт приемки-сдачи программы между исполнителем и заказчиком в эксплуатацию происходит при выполнении указанных в настоящем документе функций и требований, при наличии документации к программе, выполненной в соответствии с требованиями настоящего технического задания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 9. Приложение 1. Терминология

### 9.1. Терминология

**Базовый блок, англ. basic block** Максимальная последовательность следующих друг за другом команд, обладающих следующими свойствами: 1) поток управления может входить в базовый блок только через первую команду блока. 2) управление покидает блок без останова или ветвления, за исключением возможно в последней команде блока.

**Граф потока, англ. flow graph** Граф узлами которого являются базовые блоки, а ребра которого указывают порядок следования блоков.

**Распределение регистров, англ. register allocation** Задача определения множества переменных, которые будут находиться в регистрах в каждой точке программы.

**Назначение регистров, англ. register assignement** Задача выбора конкретных регистров для размещения в них переменных.

**Сохранение или сброс регистра, англ. register spilling** Сохранение (сброс - spilled) содержимого регистра в ячейку памяти для освобождения регистра. Необходимо когда для вычисления требуется регистр, а все доступные регистры уже используются.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 10. Приложение 2. Список используемой литературы

### 10.1. Список используемой литературы

1. Quality and Speed in Linear-scan Register Allocation  
Omri Traub, Glenn Holloway, Michael D. Smith  
Harvard University, Division of Engineering and Applied Sciences Cambridge, MA 02138
2. REGISTER ALLOCATION & SPILLING VIA GRAPH COLORING  
G. J. Chaitin  
IBM Research, P.O.Box 218, Yorktown Heights, NY 10598
3. Linear Scan Register Allocation  
MASSIMILIANO POLETTI, Laboratory for Computer Science, MIT  
VIVEK SARKAR IBM Thomas J. Watson Research Center

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 T3 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата



Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата