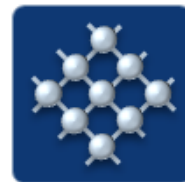




СибГУТИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
“Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики”



Кафедра ВС

Кафедра вычислительных систем

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Оптимизация синхронизации параллельных программ для  
вычислительных систем с общей памятью

**Выполнил**

студент группы ИВ-222

Гайдай Анатолий Валерьевич

**Руководитель —**

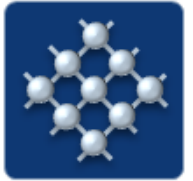
Кулагин И.И.

Новосибирск — 2016



СибГУТИ

# АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

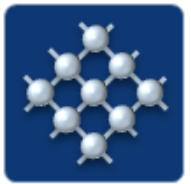


Кафедра ВС

- При разработке параллельных программ для обеспечения их корректной работы необходимо избегать возникновения ситуации гонки за данными (data race). Для этой цели используются механизмы взаимного исключения — мьютексы
- Реализация мьютексов в текущей версии (glibc 2.23) не учитывает динамически изменяющиеся характеристики критических секций



# МЬЮТЕКСЫ



```
// Пользовательская хэш-таблица
hash_t hash;

pthread_mutex_t mut;

// Мьютекс закрыт
pthread_mutex_lock (&mut);

// Начало критической секции
***

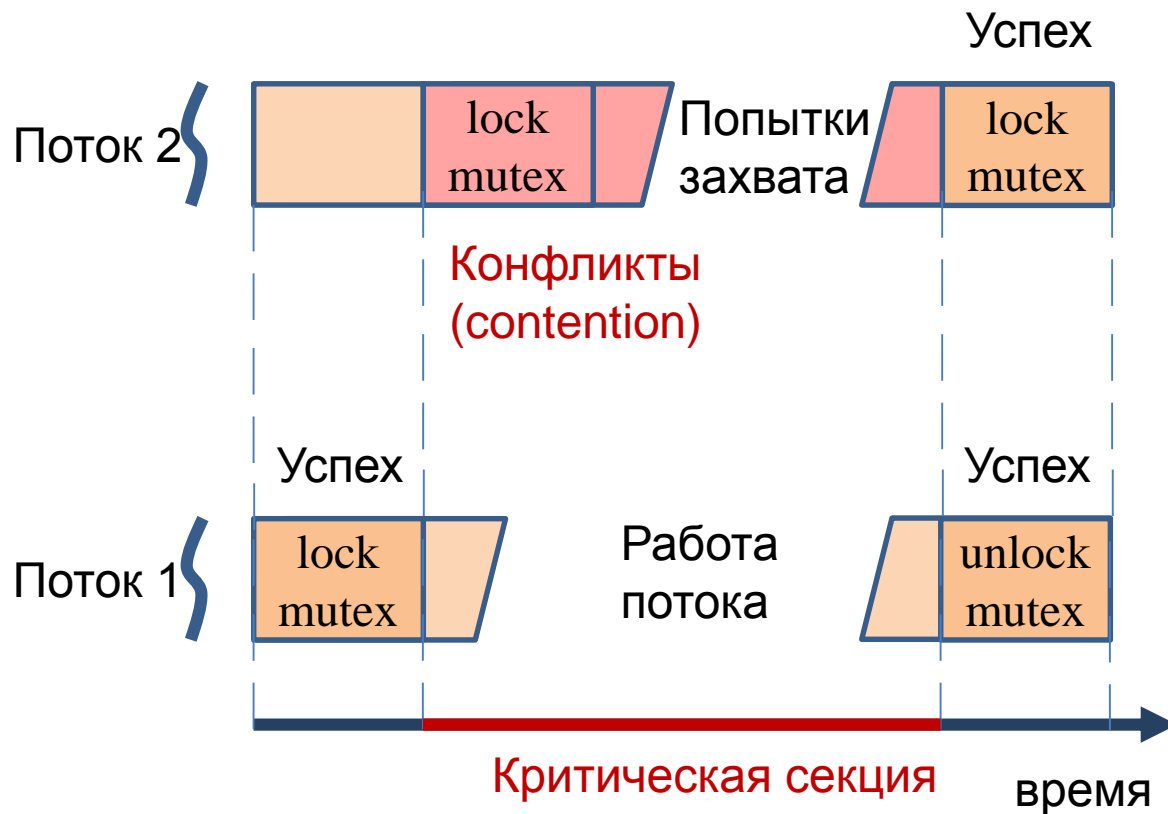
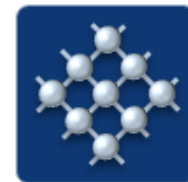
// Изменение хэш-таблицы
hash_t_add (&hash, value);
***

// Конец критической секции

// Мьютекс закрыт
pthread_mutex_unlock (&mut);
```



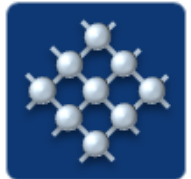
# КОНФЛИКТЫ



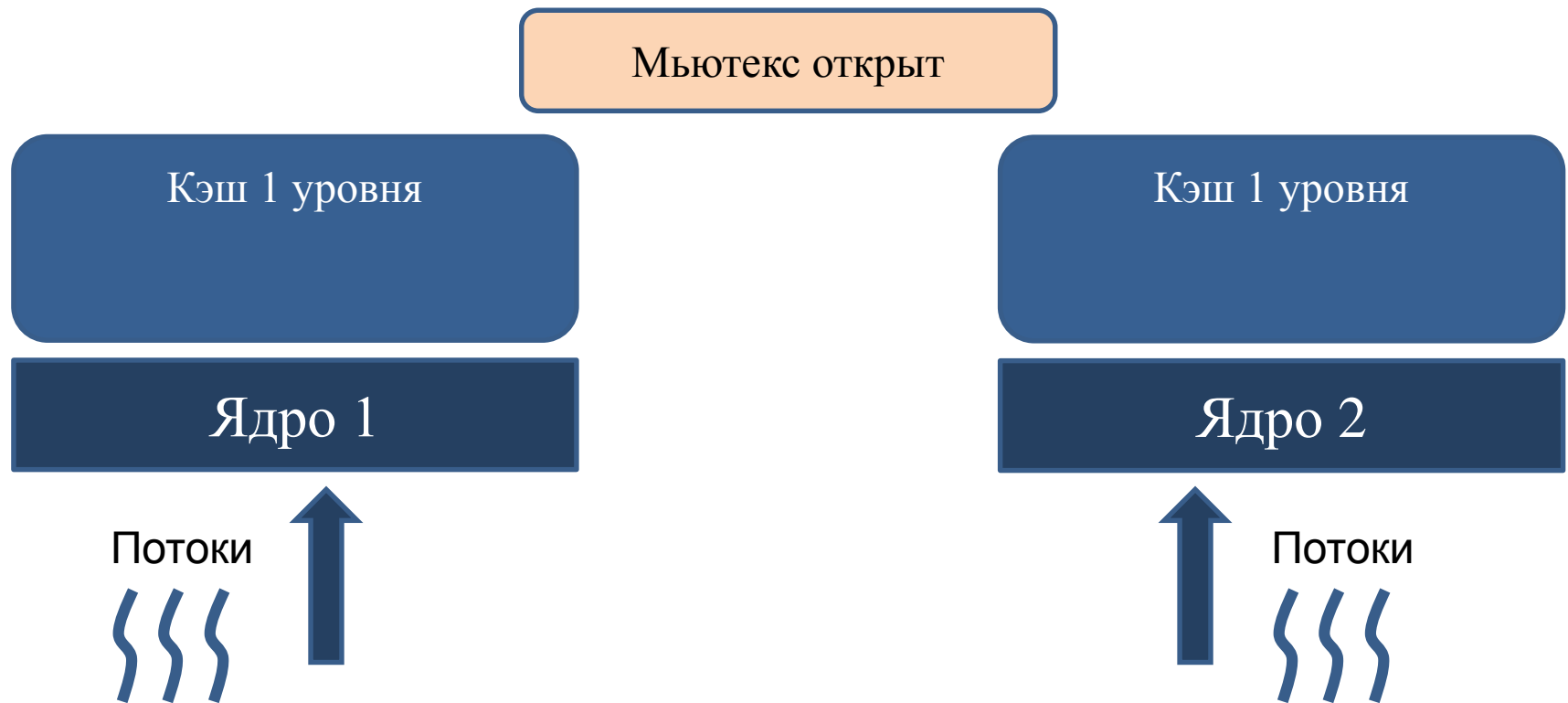


СибГУТИ

# КОНФЛИКТЫ



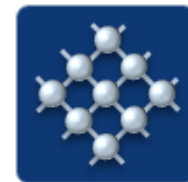
Кафедра ВС



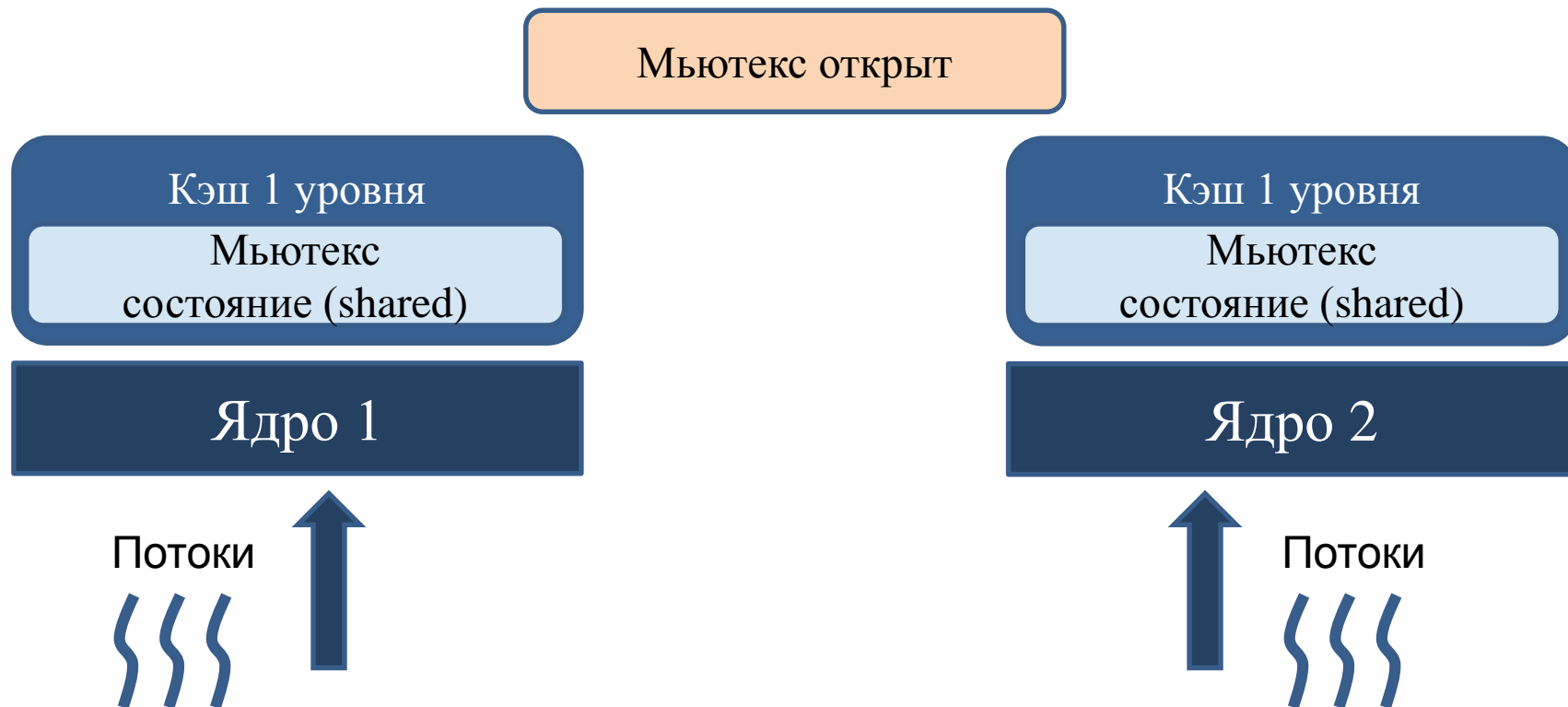


СибГУТИ

# КОНФЛИКТЫ



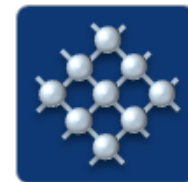
Кафедра ВС



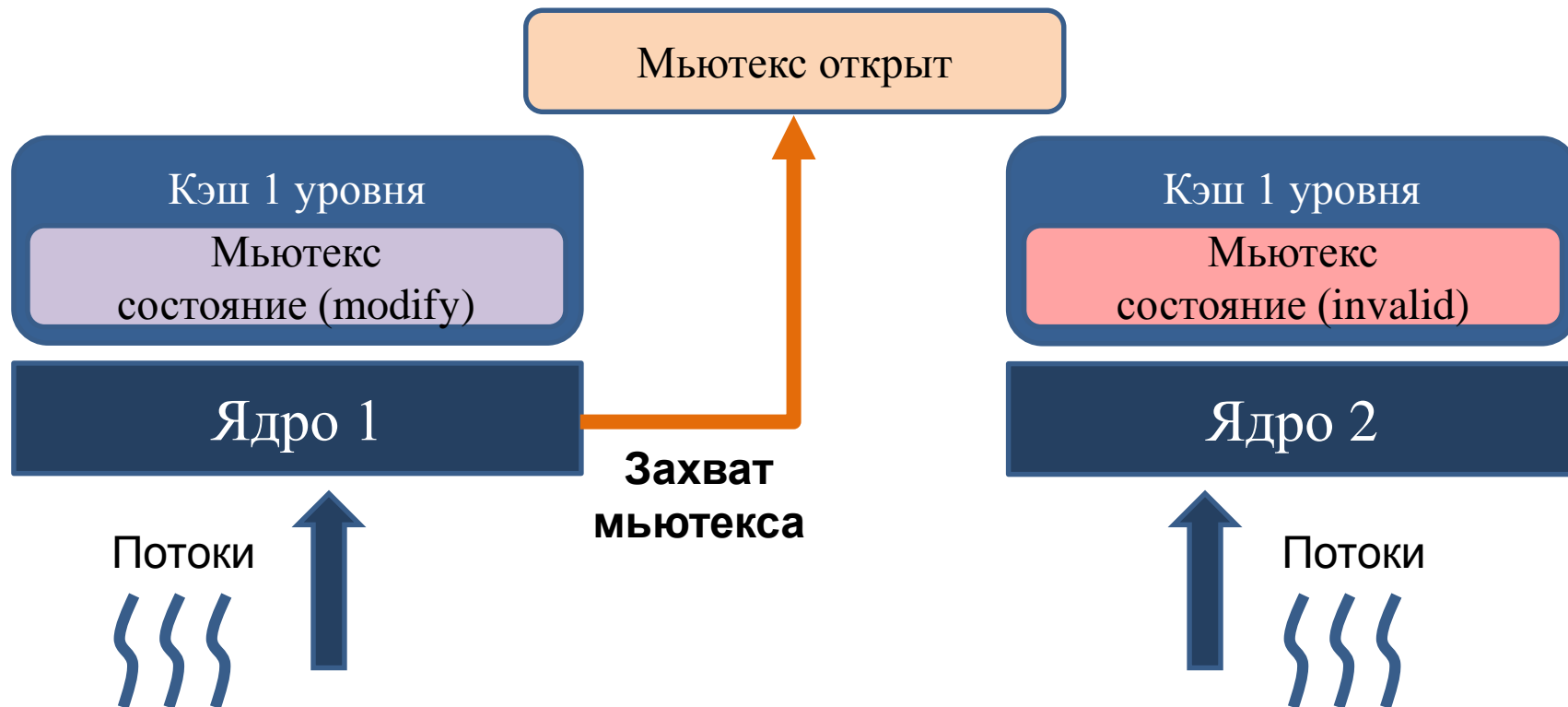


СибГУТИ

# КОНФЛИКТЫ



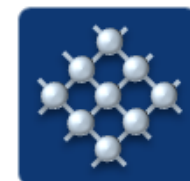
Кафедра ВС





СибГУТИ

# ИДЕАЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ



Кафедра ВС

Потоки  
N - 2



Потоки в режиме ожидания

Поток 2



Поток в режиме ожидания

Поток 1



Успех

lock  
mutex

Работа потока в  
критической секции

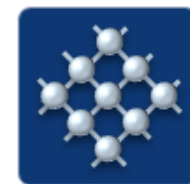
Время





СибГУТИ

# ИДЕАЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ

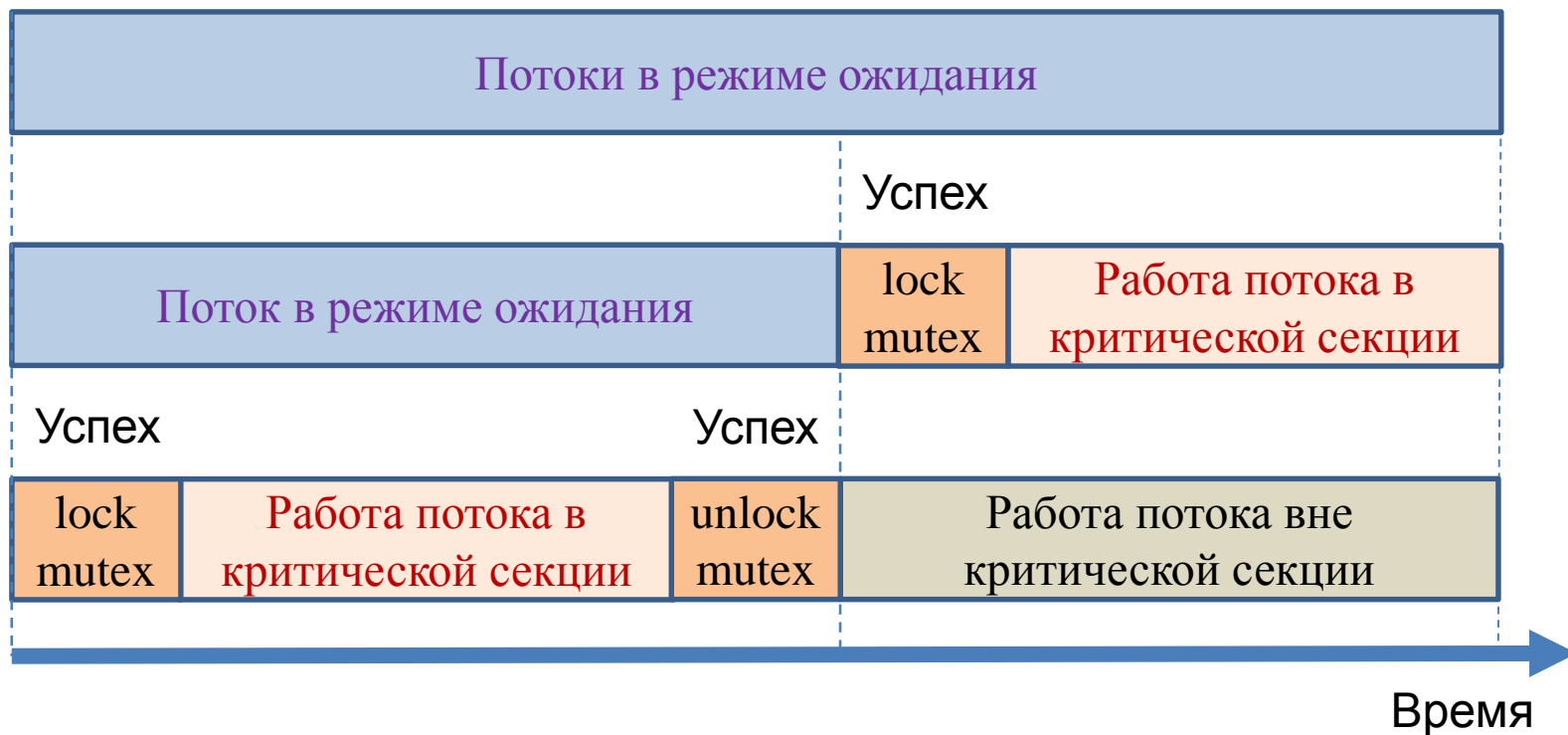


Кафедра ВС

Потоки  
N - 2

Поток 2

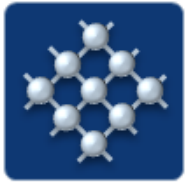
Поток 1





СибГУТИ

# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ



Кафедра ВС

- Целью бакалаврской работы была реализация алгоритма, уменьшающего время операции захвата мьютекса при работе параллельной программы в вычислительной системе с общей памятью, за счёт предварительного профилирования программы и анализа возникающих конфликтных ситуаций



СибГУТИ

# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

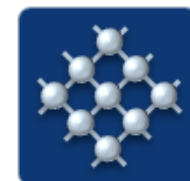


Кафедра ВС

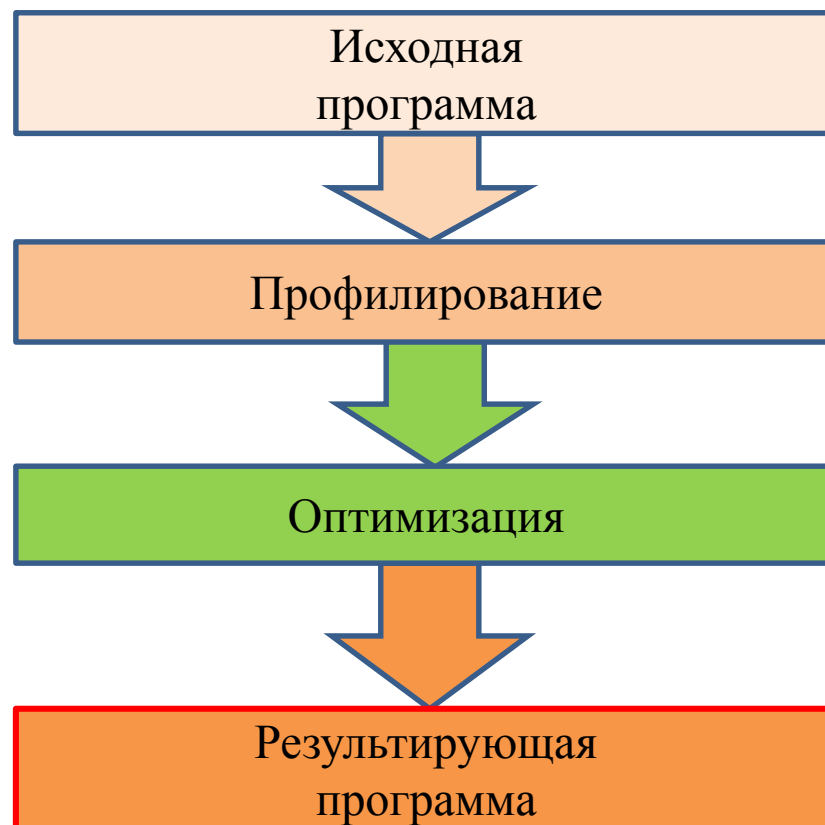
- Ознакомится с методикой профилирования мьютексов в пользовательском пространстве операционной системы
- Разработать программный пакет «mutex-optimizer» состоящий из двух модулей: профилирования и оптимизации
- Провести экспериментальное исследование эффективности алгоритма, с помощью синтетических тестов (microbenchmark)



# ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ



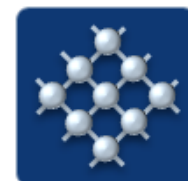
Схематичное представление алгоритма





СибГУТИ

# ПРОФИЛИРОВАНИЕ



Кафедра ВС

Исходная  
программа



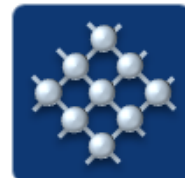
Профилирование



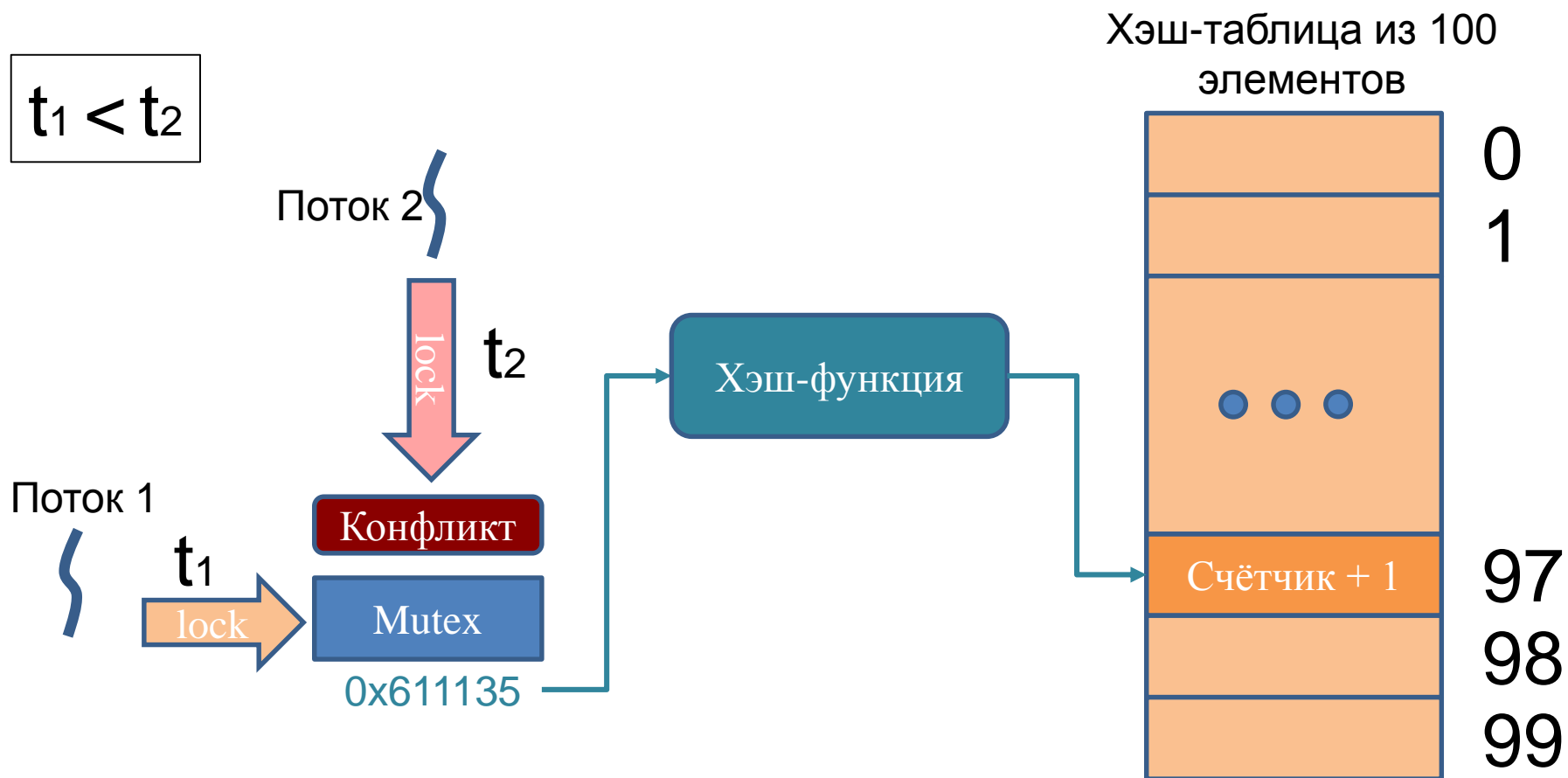
Статистика конфликтных ситуаций



# ПРОФИЛИРОВАНИЕ



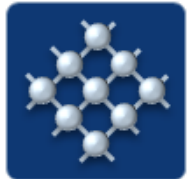
$$t_1 < t_2$$





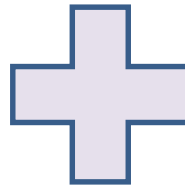
СибГУТИ

# ОПТИМИЗАЦИЯ



Кафедра ВС

Статистика конфликтных ситуаций



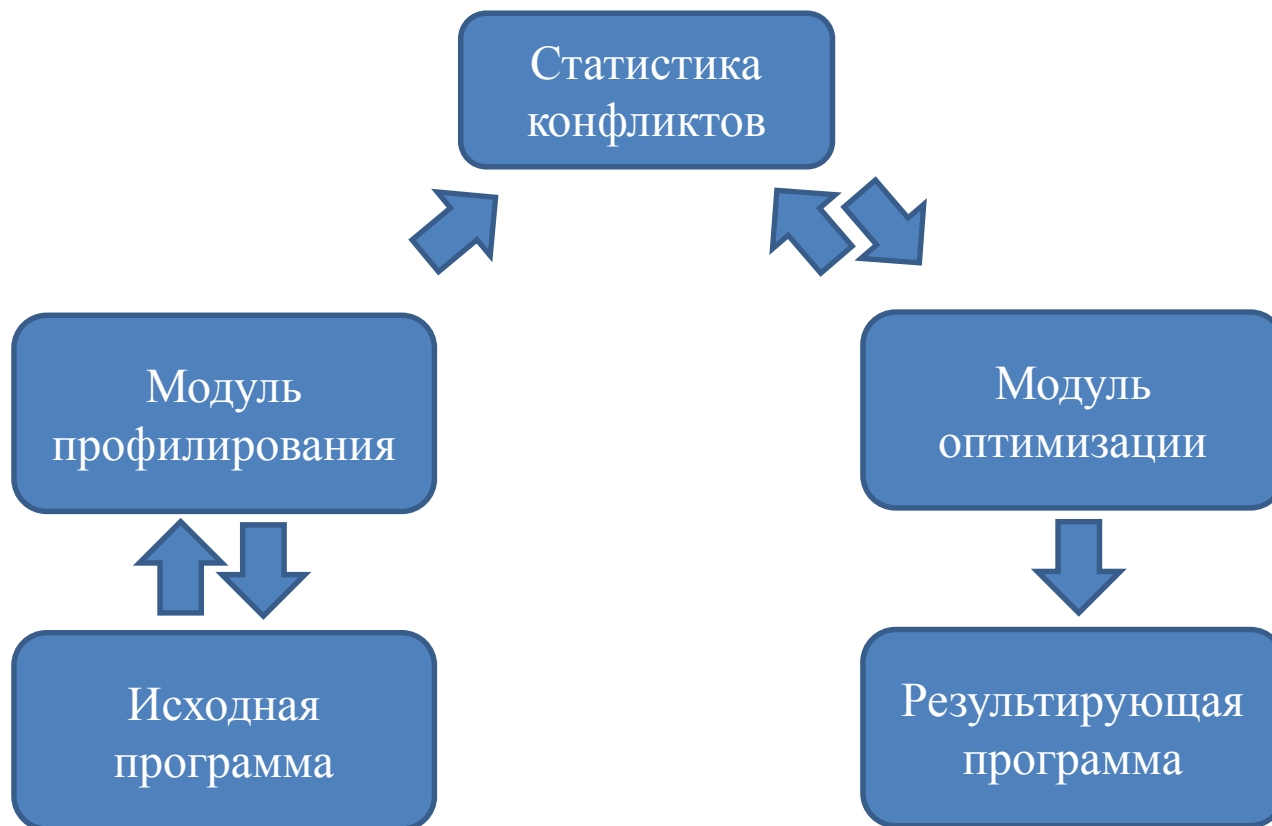
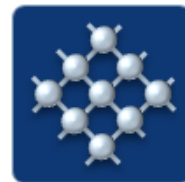
Оптимизация



Результирующая  
программа



# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА







СибГУТИ

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ



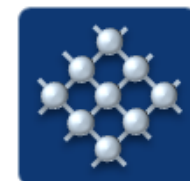
Кафедра ВС

- Тесты запускались на персональном компьютере под управлением ОС Linux (Fedora 22)
- GCC version 5.3.1
- Процессор: Intel® Core™ i5 2450M (2.5 ГГц, 35 Вт)
- Количество ядер: 2
- Оперативная память: 4 Гб SO-DIMM DDR3 1333 МГц



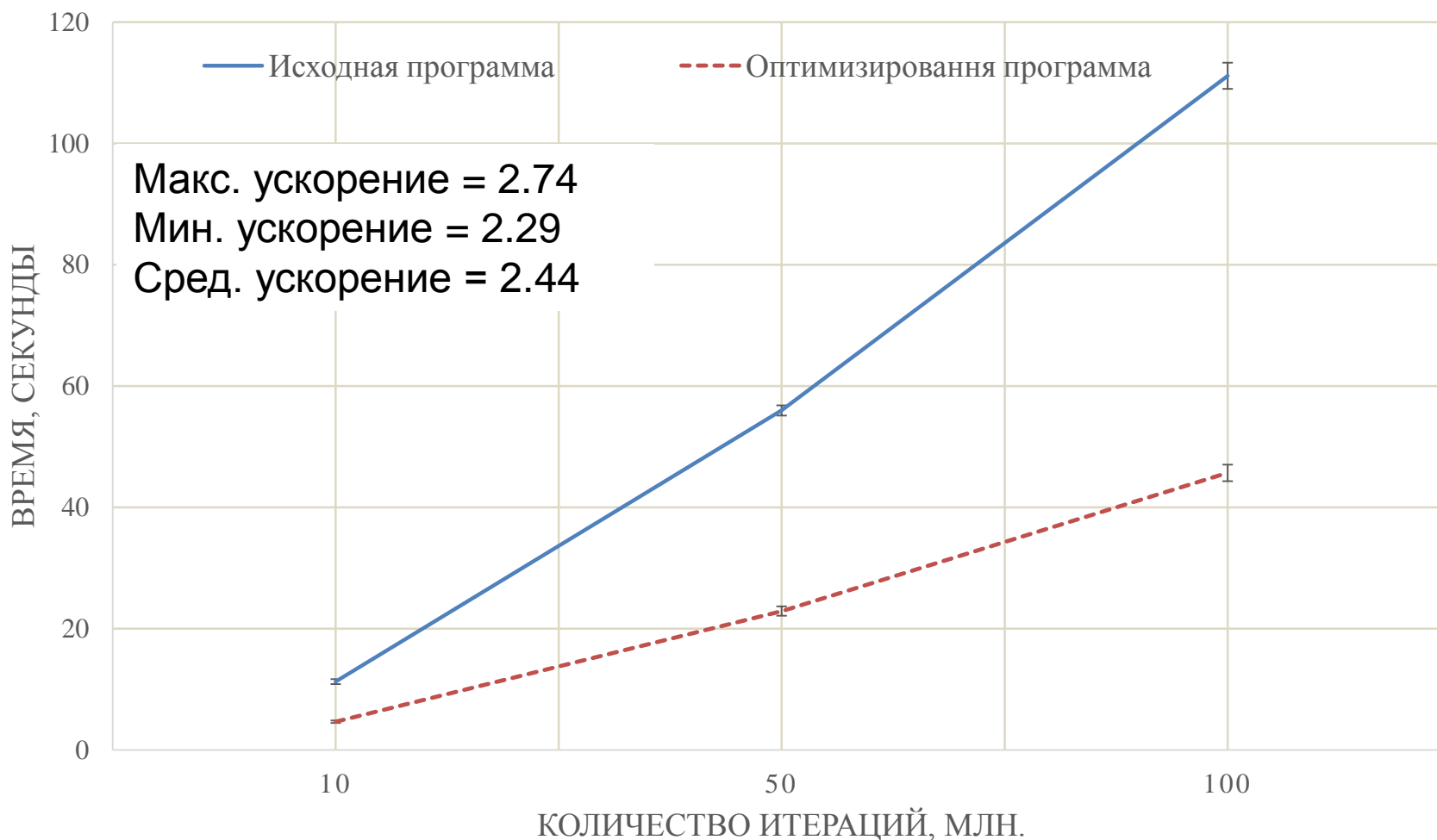
СибГУТИ

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ



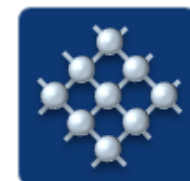
Кафедра ВС

## ЭКСПЕРИМЕНТ № 1 (НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ)

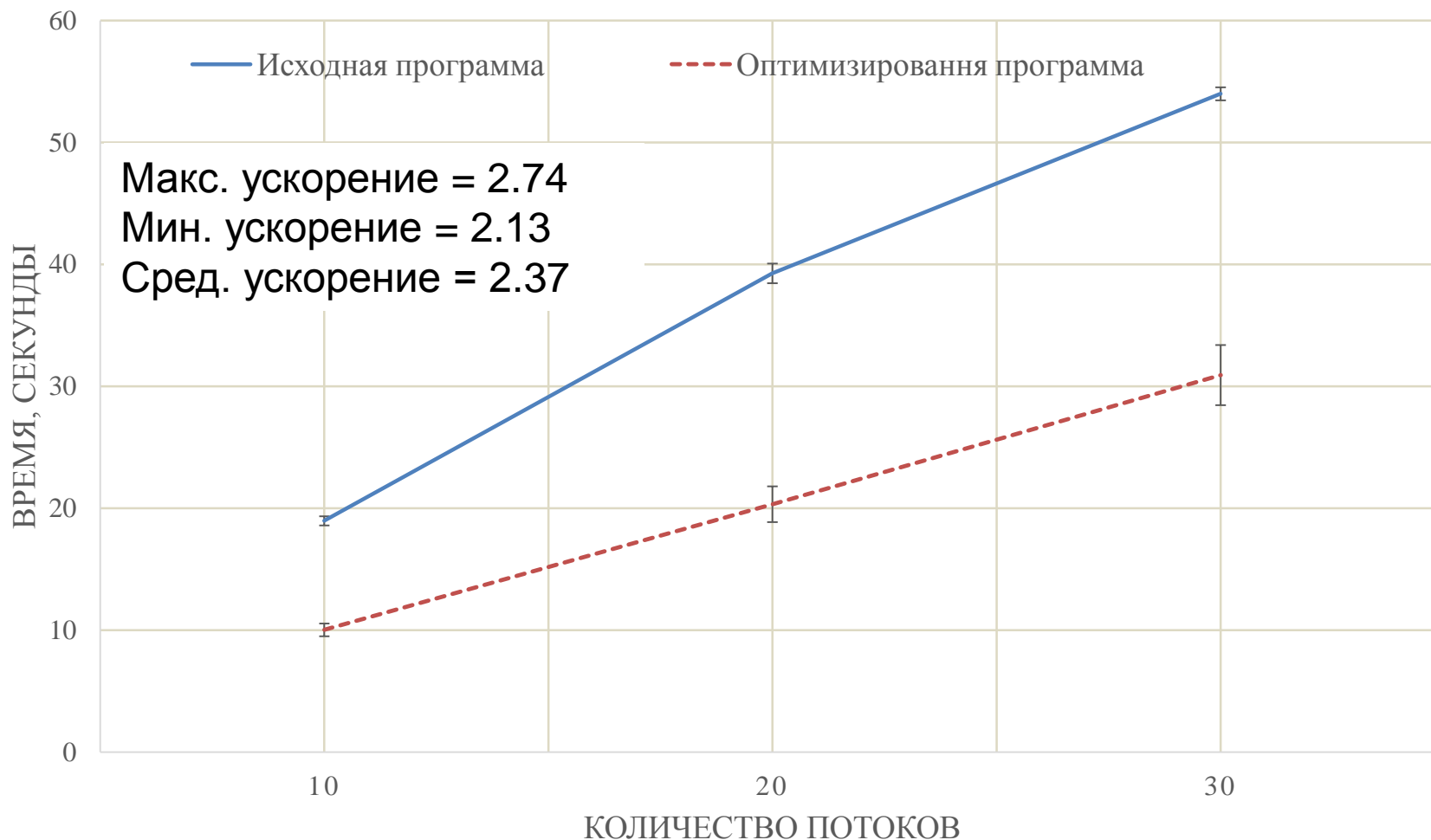




# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ



## ЭКСПЕРИМЕНТ № 2 (НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ)





СибГУТИ

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

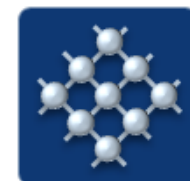


Кафедра ВС

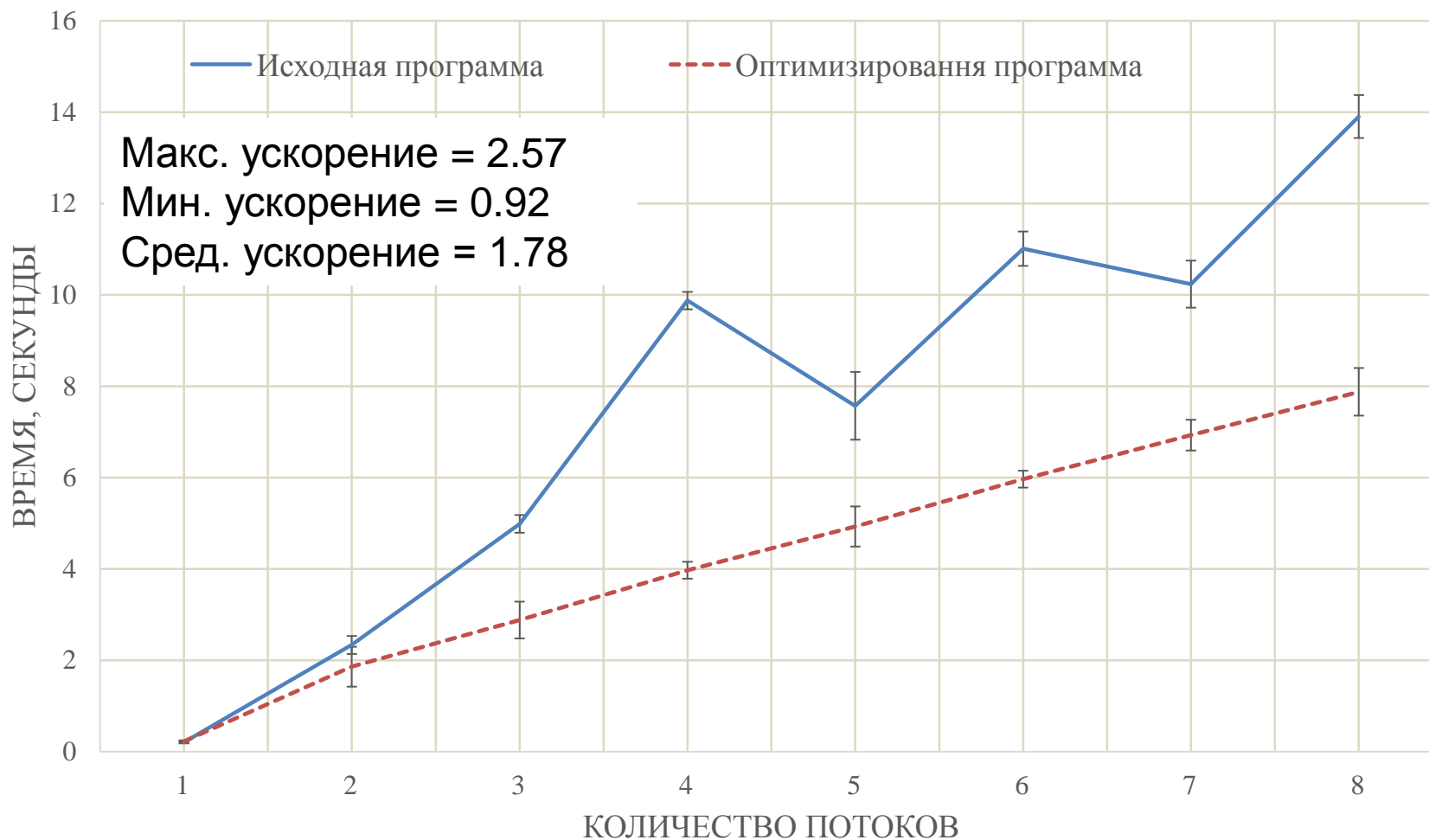
- Запуск тестов на кластере Jet
- ОС на вычислительном узле Linux (Fedora 20)
- GCC version 4.8.3
- Процессор: 2 x Intel® Xeon® CPU E5420 (2.50 ГГц)
- Количество ядер: 8
- Оперативная память: 8 GB (4 x 2GB PC-5300)



# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

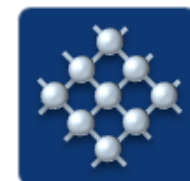


## ЭКСПЕРИМЕНТ № 1 (НА КЛАСТЕРЕ JET)

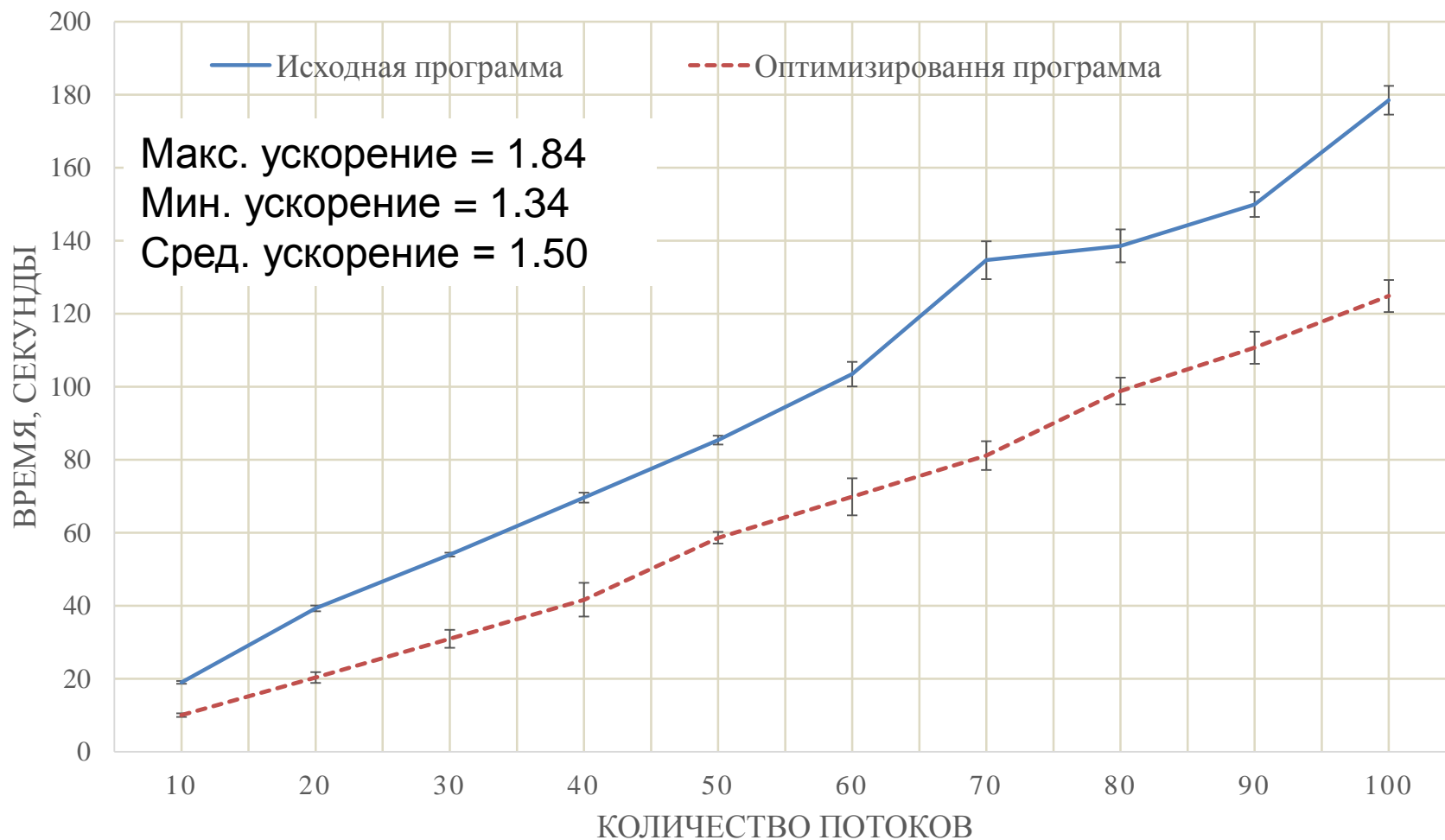




# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ



## ЭКСПЕРИМЕНТ № 2 (НА КЛАСТЕРЕ JET)





СибГУТИ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ



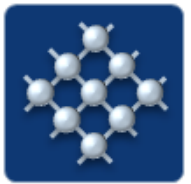
Кафедра ВС

- В ходе бакалаврской работы поставленные цели были достигнуты, задачи – выполнены
- Экспериментально подтверждена эффективность разработанного программного пакета «mutex-optimizer»
- Изучены основы оптимизации синхронизации параллельных программ для вычислительных систем с общей памятью
- Освоена методика профилирования работы мьютексов в пользовательском пространстве операционной системы



СибГУТИ

# ПУБЛИКАЦИИ



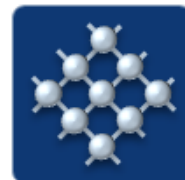
Кафедра ВС

- Гайдай А.В. Алгоритм оптимизации использования мьютексов по результатам предварительного профилирования // Материалы международной научной студенческой конференции (МНСК-2016), Новосибирск, 2016
- Гайдай А.В. Адаптивный алгоритм операции захвата мьютекса. // Российская научно-техническая конференция «инновации и научно-техническое творчество молодёжи», Новосибирск, 2016





СибГУТИ



Кафедра ВС

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!