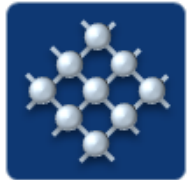




СибГУТИ

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



Кафедра ВС

Кафедра вычислительных систем

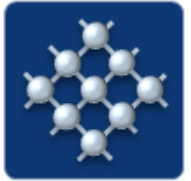
# Оптимизация синхронизации параллельных программ для вычислительных систем с общей памятью

**Выполнил**  
Гайдай Анатолий Валерьевич

Новосибирск – 2016



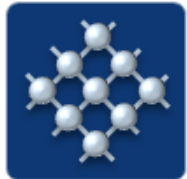
# АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ



- При разработке параллельных программ для обеспечения их корректной работы необходимо избегать возникновения ситуации гонки за данными. Для этой цели используются механизмы взаимного исключения — мьютексы
- Реализация мьютексов в glibc 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
***

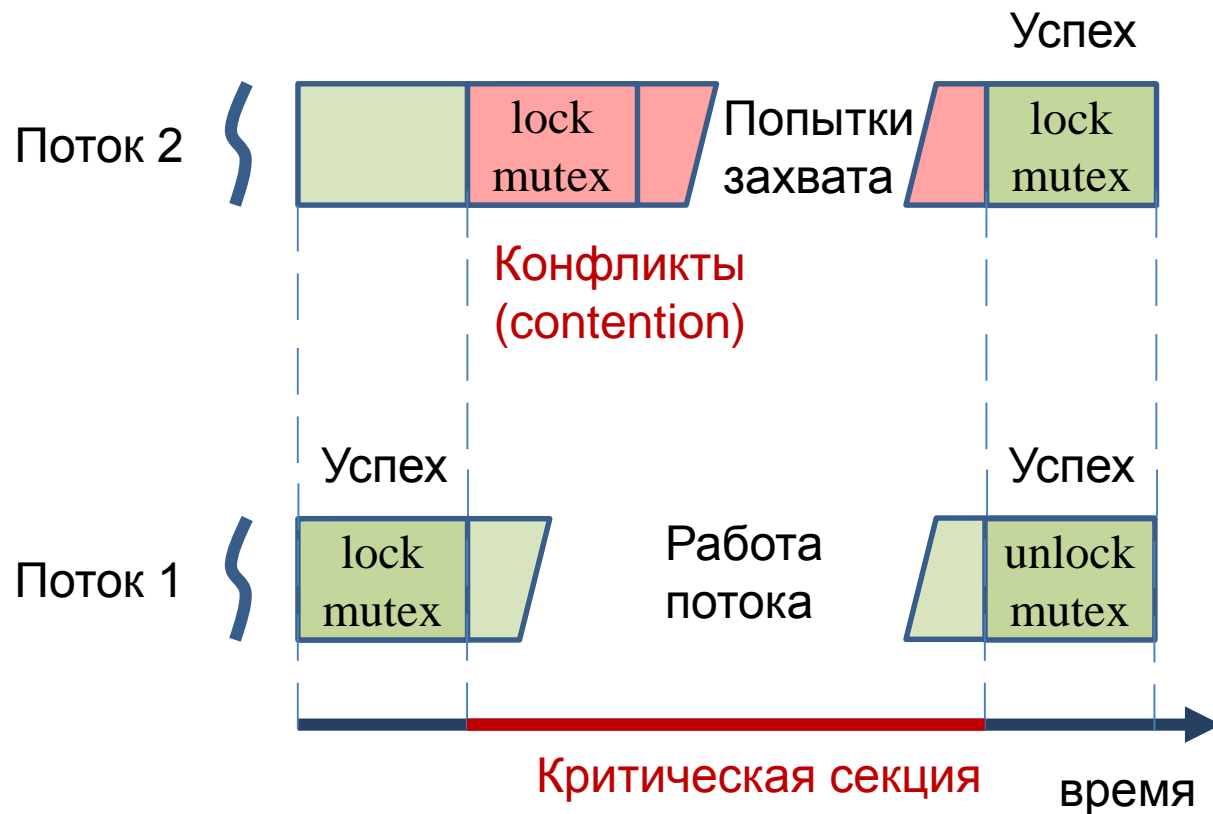
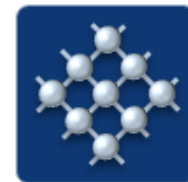
// Изменение хэш-таблицы
hash_t_add (&hash, value);
***

// Конец критической секции

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



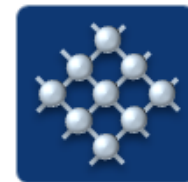
# КОНФЛИКТЫ





СибГУТИ

# КОНФЛИКТЫ



Кафедра ВС

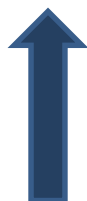
Мьютекс открыт

Кэш 1 уровня

состояние (invalid)

Ядро 1

Потоки

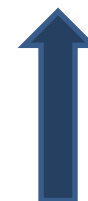


Кэш 1 уровня

состояние (invalid)

Ядро 2

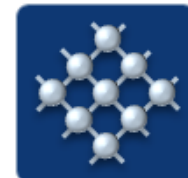
Потоки



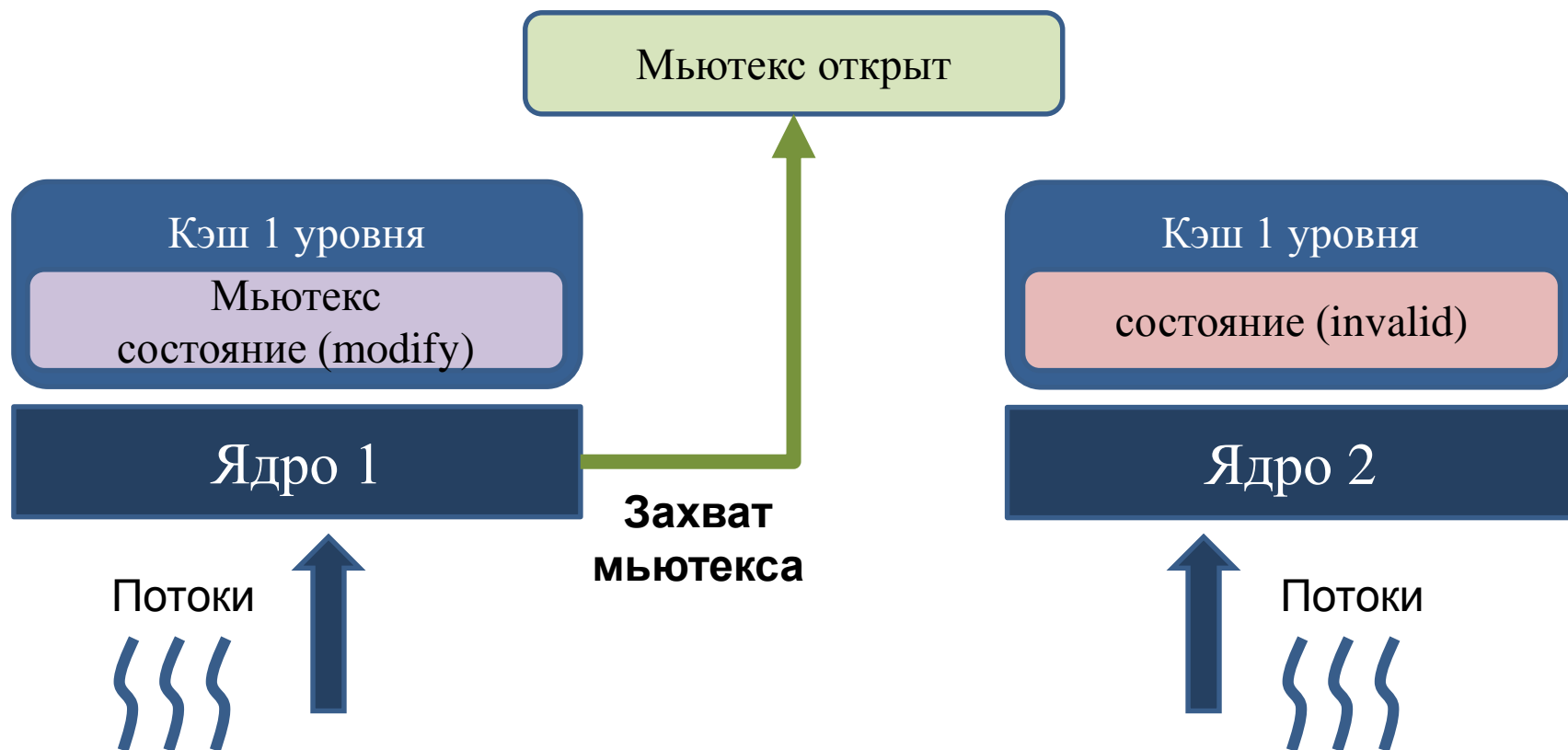


СибГУТИ

# КОНФЛИКТЫ

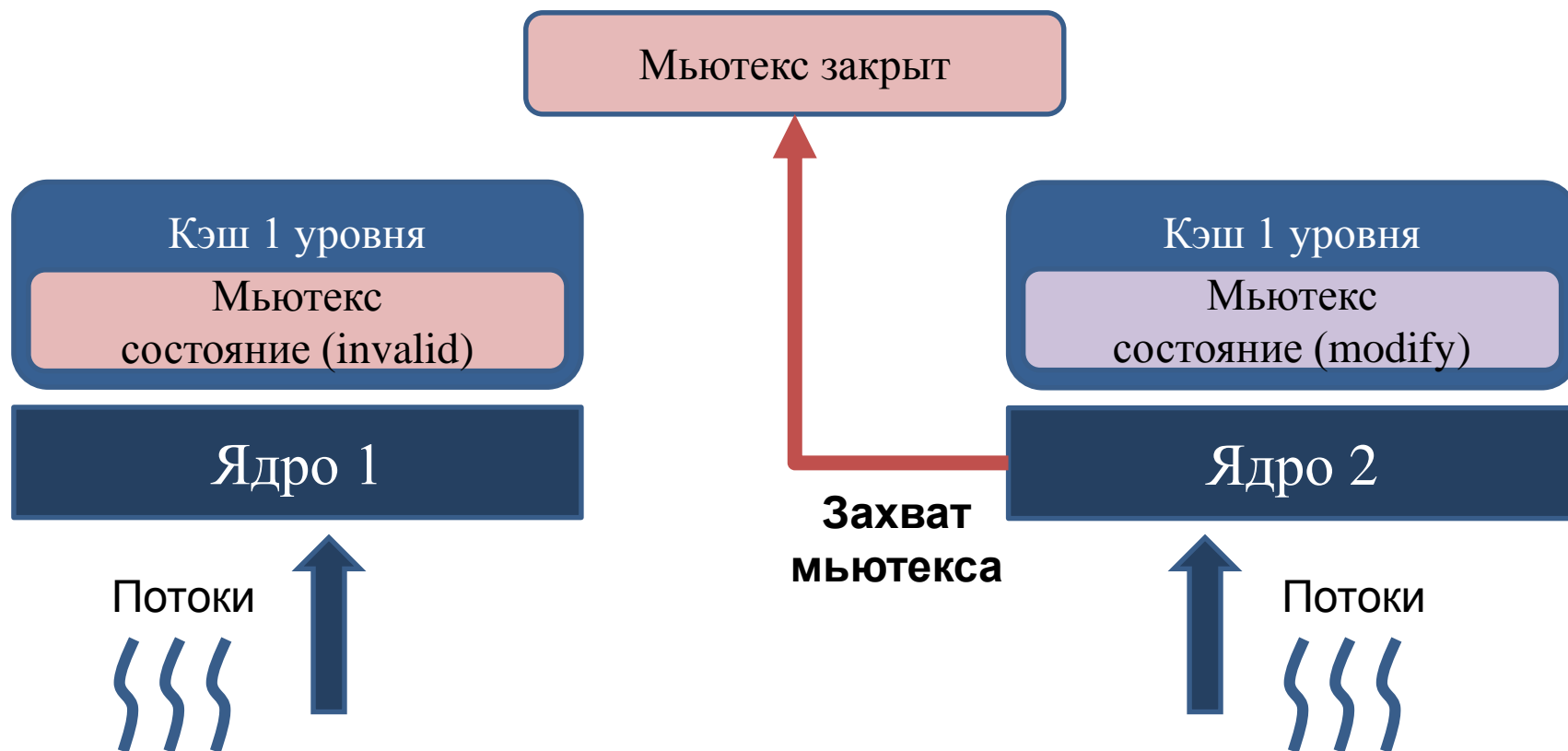
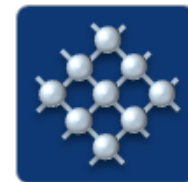


Кафедра ВС





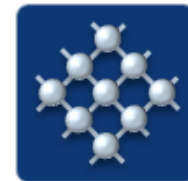
# КОНФЛИКТЫ





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

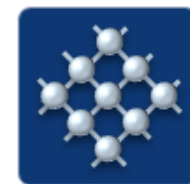
Время





СибГУТИ

# ИДЕАЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ



Кафедра ВС

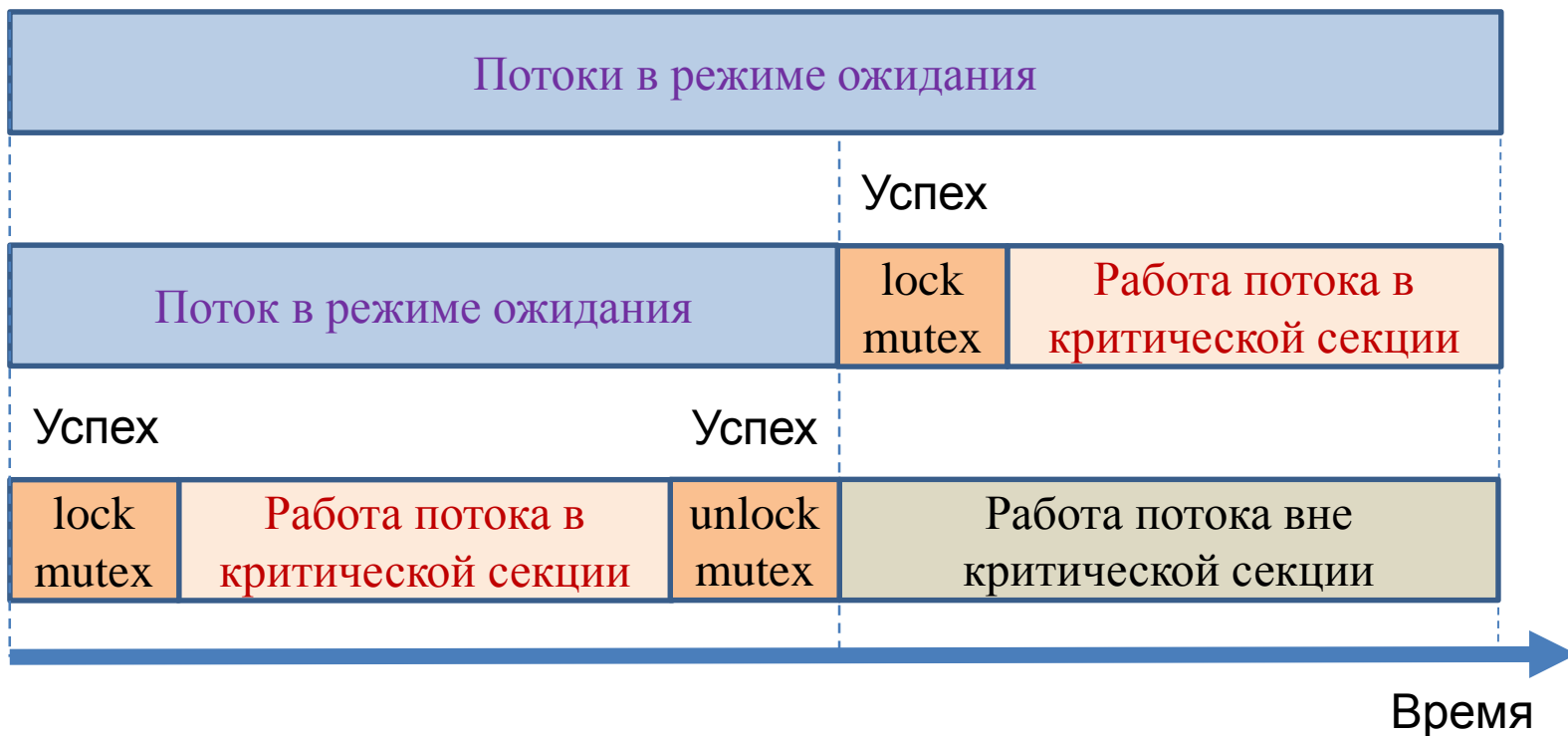
Потоки  
N - 2



Поток 2



Поток 1





СибГУТИ

# ЦЕЛЬ РАБОТЫ



Кафедра ВС

- Цель исследовательской работы 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



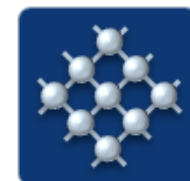
# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ



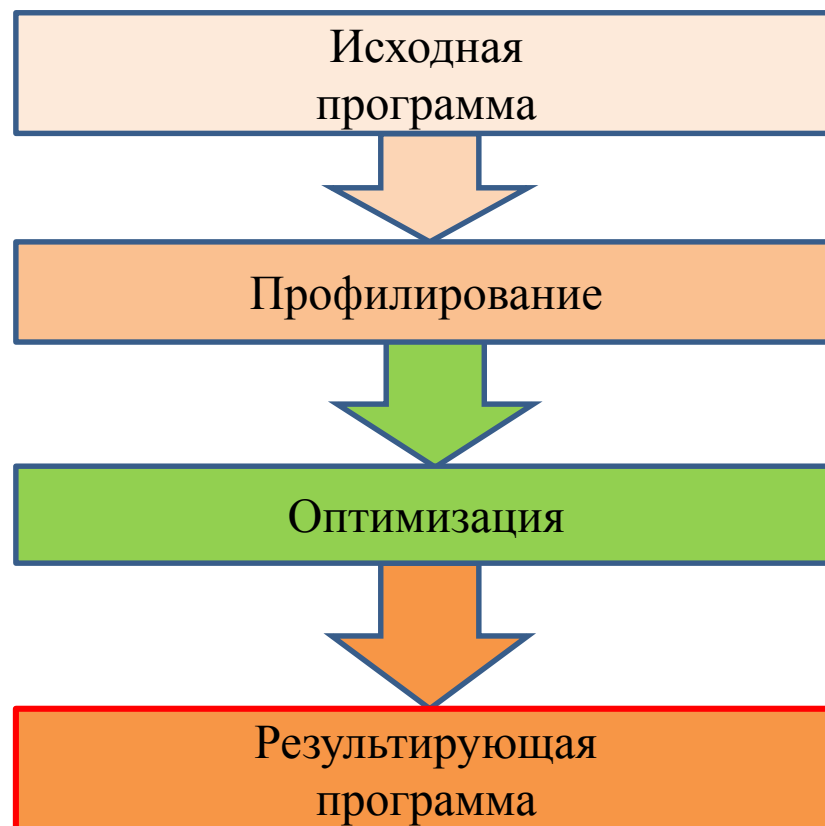
- Ознакомится с методикой профилирования мьютексов в пользовательском пространстве операционной системы
- Разработать программный пакет «mutex-optimizer» состоящий из двух модулей: профилирования и оптимизации
- Провести экспериментальное исследование эффективности алгоритма, с помощью синтетических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



# ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ



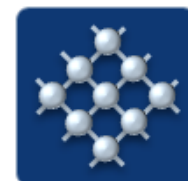
Схематичное представление алгоритма





СибГУТИ

# ПРОФИЛИРОВАНИЕ



Кафедра ВС

Исходная  
программа



Профилирование

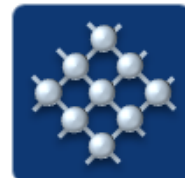


Статистика конфликтных ситуаций



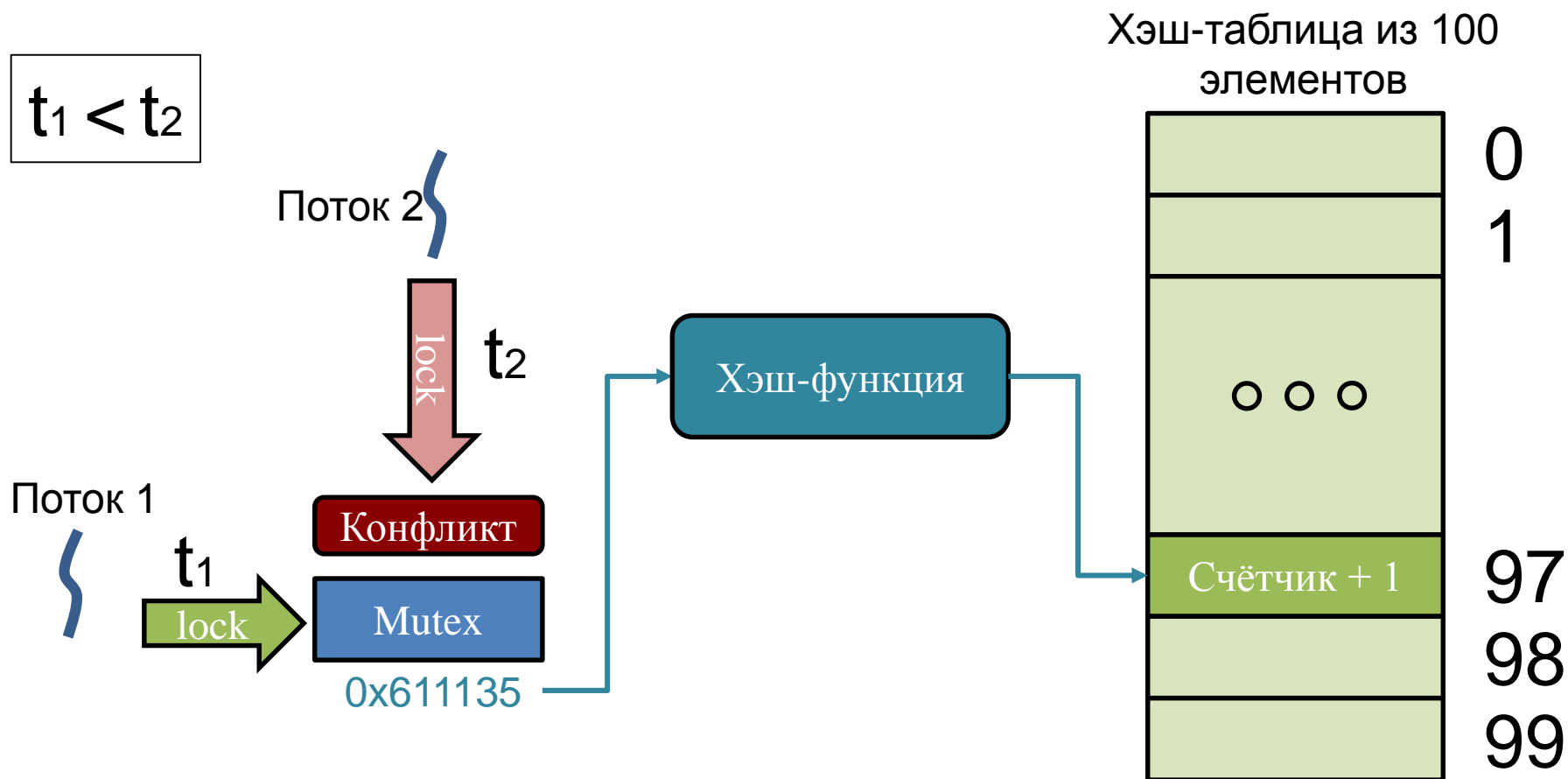
СибГУТИ

# ПРОФИЛИРОВАНИЕ



Кафедра ВС

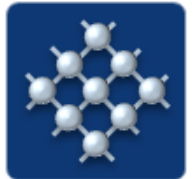
$$t_1 < t_2$$





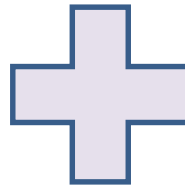
СибГУТИ

# ОПТИМИЗАЦИЯ



Кафедра ВС

Статистика конфликтных ситуаций



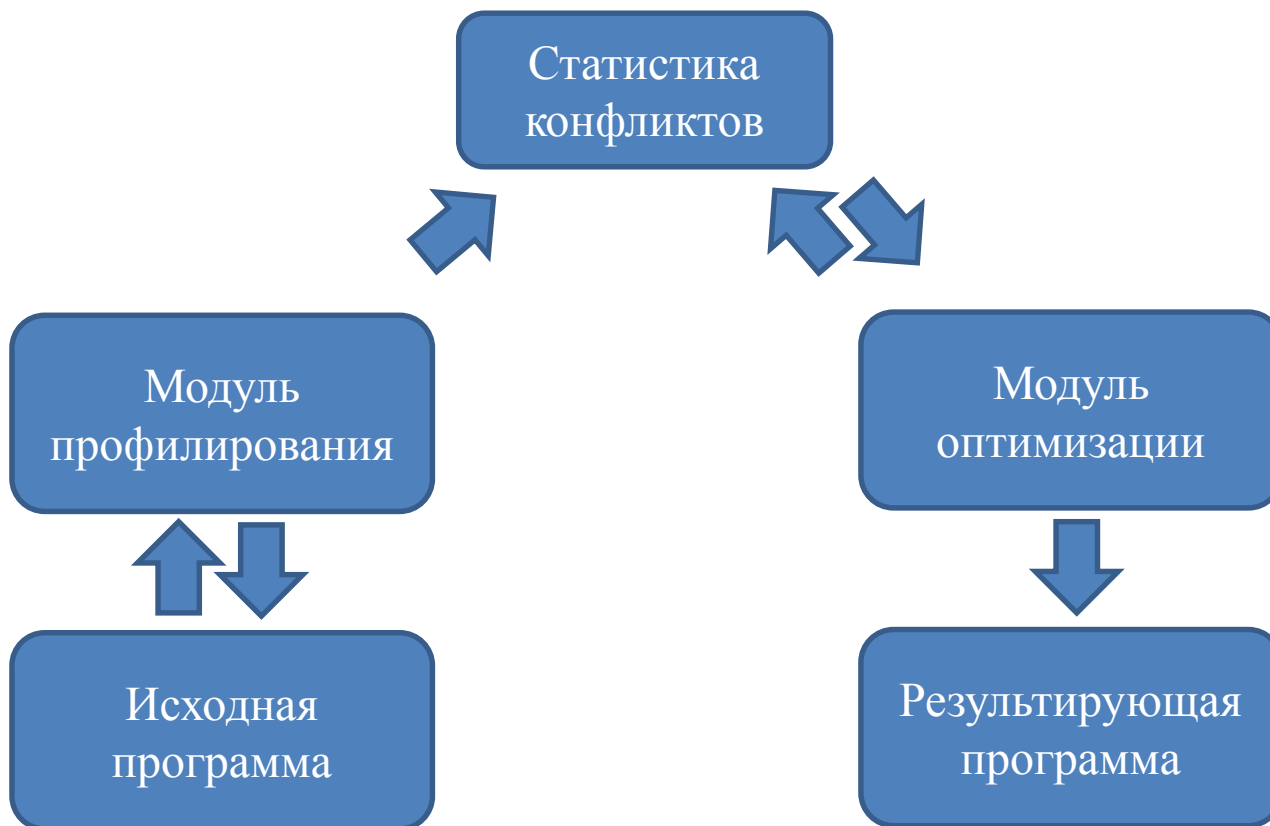
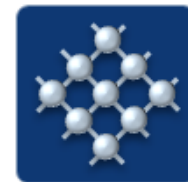
Оптимизация



Результирующая  
программа



# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА







СибГУТИ

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ



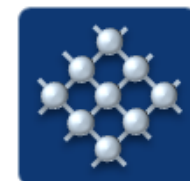
Кафедра ВС

- Тесты запускались на персональном компьютере под управлением ОС GNU/Linux (Fedora 22)
- GCC version 5.3.1
- Процессор: Intel® Core™ i5 2450M (2.5 ГГц, 35 Вт)
- Количество ядер: 2



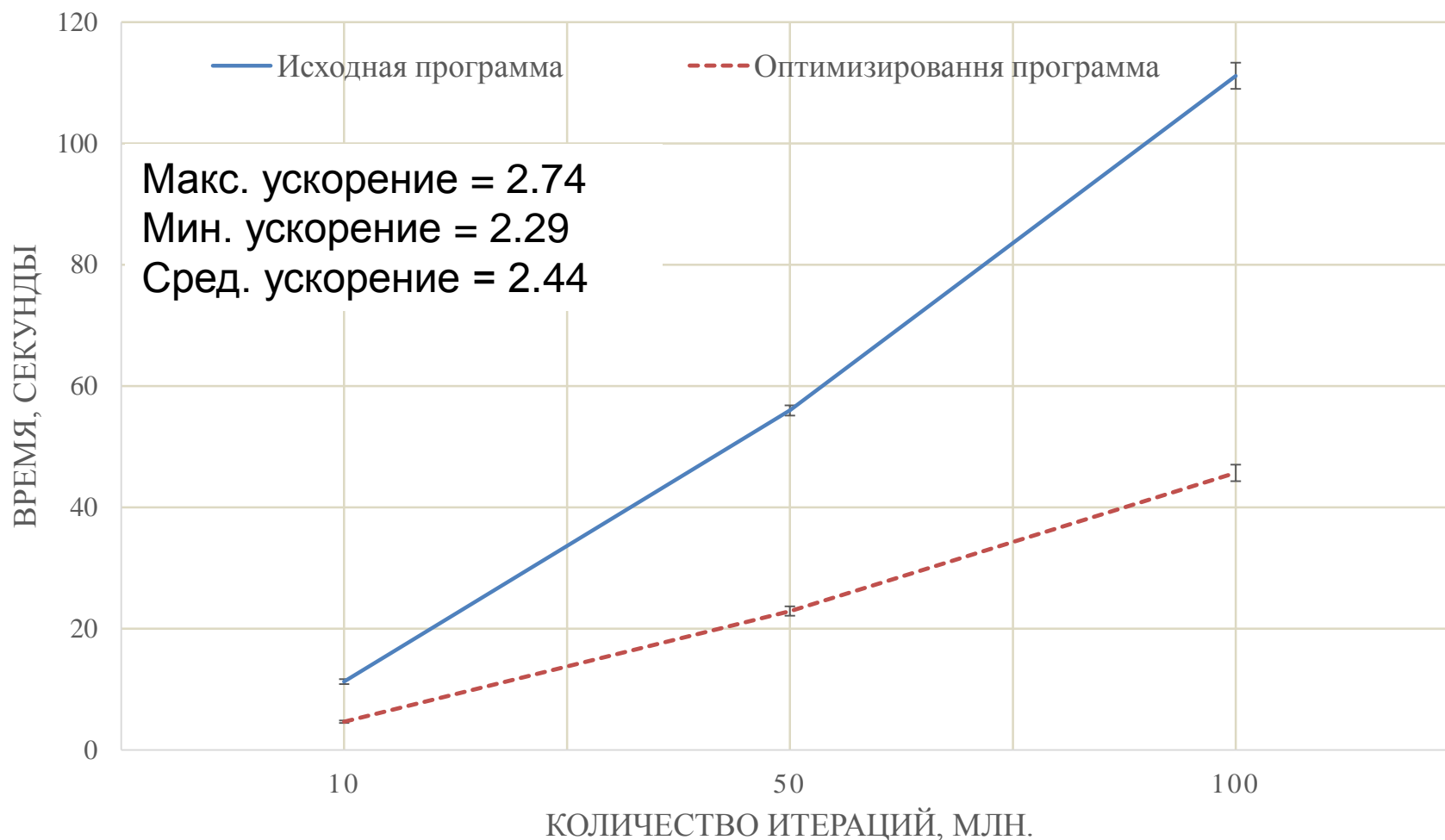
СибГУТИ

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ



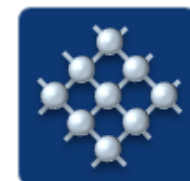
Кафедра ВС

## ЭКСПЕРИМЕНТ № 1 (НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ)

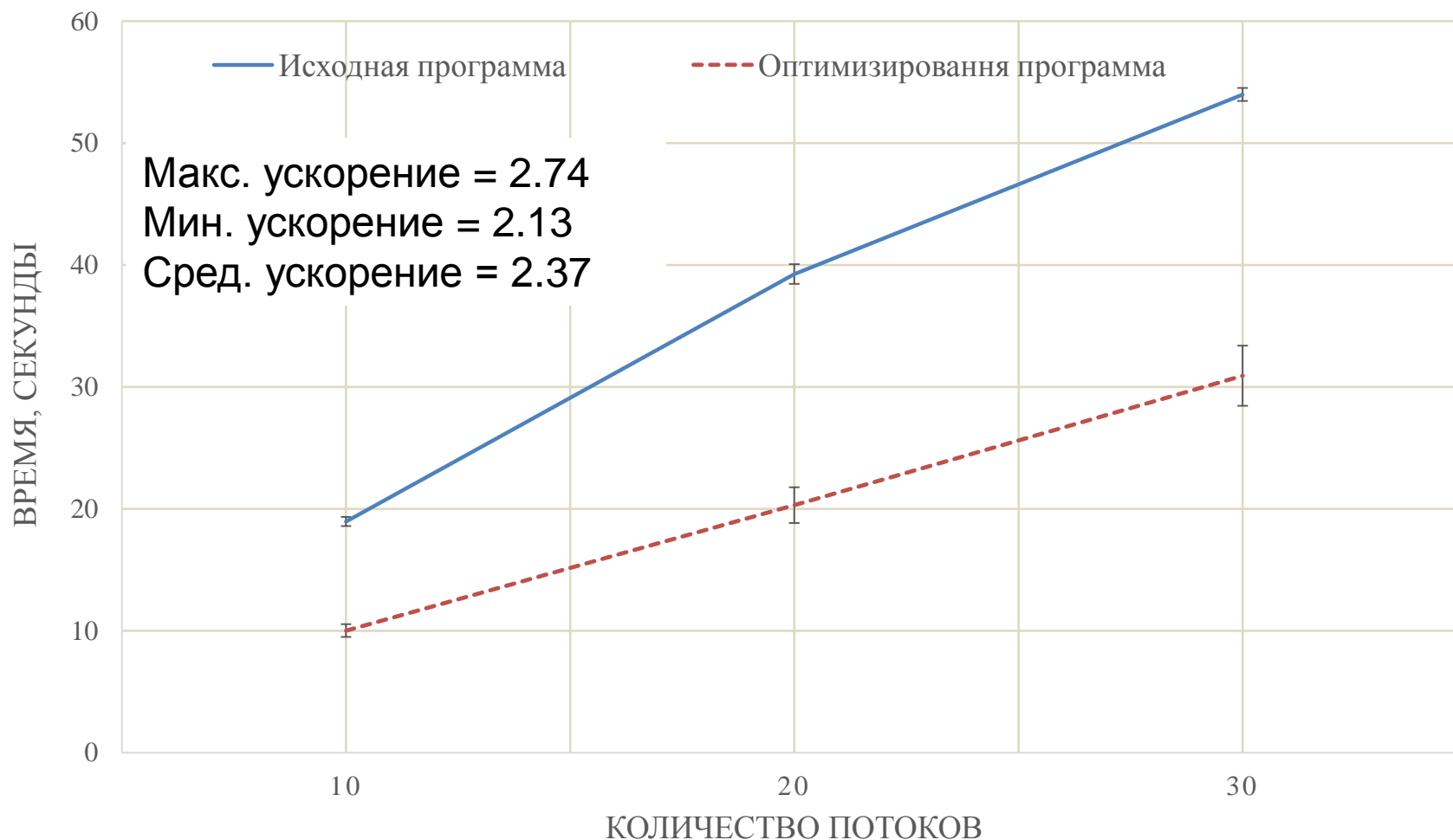




# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ



## ЭКСПЕРИМЕНТ № 2 (НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ)





СибГУТИ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

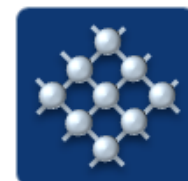


Кафедра ВС

- 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



Кафедра ВС

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!