

# Модели распределённых высокопроизводительных вычислений

М.О. Бахтерев

ИММ УрО РАН, Уральский федеральный университет. Екатеринбург

## Аннотация

До сих пор в среде разработчиков считается, что создание высокопроизводительных распределённых кодов, реализующих даже довольно простые параллельные алгоритмы, является очень сложной задачей. В попытках упростить эту работу промышленные и академические организации предлагают множество различных программных библиотек, инструментов, алгоритмических каркасов. Неиссякающий поток новых предложений говорит о том, что решение проблемы, несмотря на её уже долгую историю, не найдено. Мы считаем, что поиск можно завершить быстрее, если опираться в нём на математические модели параллельных распределённых вычислительных процессов. К сожалению, немногие разработчики обращаются к подобным моделям.

В представленной работе проанализированы некоторые широко распространённые модели, на которые явно или, чаще, неявно опираются предлагаемые ныне инструменты. Указаны технические достоинства и недостатки этих моделей, важные для удобства программирования высокопроизводительных приложений в распределённых средах. Предложена новая модель, сочетающая в себе черты  $\lambda$ -исчисления и CSP – модели взаимодействующих процессов, развитую Хоаром. Показано, что предлагаемая модель обладает следующими свойствами:

1. пластичностью по доступным аппаратным ресурсам, в частности, устойчивостью к сбоям;
2. коммутативностью оператора аппликации;
3. открытостью к внешним запросам;
4. Тьюринг-полнотой, в частности, механизмами для рекурсивных определений.

Сочетание этих свойств позволяет создавать разнообразные (Тьюринг-полнота) приложения для систем с распределённой памятью, в том числе и сервисные системы (открытость к внешним запросам), устойчивые к выходу из строя множества узлов системы. Коммутативность оператора аппликации предоставляет простые способы описания параллельных вычислений. В традиционных моделях эти полезные качества одновременно не встречаются.

Работоспособность предложенной модели проверена на нескольких прототипах сред времени исполнения для высокопроизводительных распределённых приложений. Также она оказалась весьма полезной в реализации системы компиляции, позволив существенно снизить сложность программирования семантических анализаторов. Необходимость разработки новой системы компиляции была вызвана необычностью архитектуры целевого для системы процессора с явным исполнением графов потоков данных.