

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Мельникова Бориса Феликсовича  
на диссертацию Кучумова Руслана Ильдусовича на тему  
«Планирование вычислительных задач с учётом взаимного замедления»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ»

В диссертации Кучумова Р.И. рассмотрена задача планирования вычислительных заданий с учетом взаимного замедления. Рассматривается постановка задачи, допускающая одновременное выполнение нескольких заданий на одном вычислительном узле, и при этом учитывается замедление скорости выполняющихся заданий из-за их взаимного влияния. В работе рассматриваются постановки задачи планирования при различных вариантах доступности информации о параметрах заданий. Для каждого варианта постановки задачи предложены стратегии планирования. Существенное внимание в работе уделяется формализации задачи планирования и анализу стратегий планирования аналитическими методами.

**Актуальность темы** работы определяется тем, что она направлена на развитие программных средств для планирования использования вычислительных кластеров задачами высокопроизводительных вычислений.

**Научная новизна** работы заключается в рассмотрении постановки задачи, допускающей одновременное выполнение нескольких заданий с учётом их взаимного замедления. Такой подход является альтернативным к общепринятому подходу на основе резервирования ресурсов, допускающим выполнения только одного задания на узле. Применение подхода на основе совместного планирования обосновывается возможностью измерения скорости выполнения заданий с высокой точностью и возможностью управления использованием ресурсов заданий.

**Теоретическая значимость** работы состоит в формализации задачи планирования и анализе стратегий планирования аналитическими методами. Задача планирования рассматривается как задача оптимизации из теории расписаний. В работе рассмотрена оптимальная стратегия планирования и предложены несколько аппроксимационных стратегий планирования, для которых представлены выражения для оценки отношения аппроксимации.

**Практическая значимость** работы определяется тем, что для рассматриваемых стратегий планирования предложена реализация в планировщике задач. Особенности работы аппроксимационных стратегий планирования были подтверждены на экспериментах с предложенной реализацией планировщика заданий на наборе тестовых приложений.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 118 страниц. Наиболее важные результаты диссертационной работы состоят в следующем.

В главе 2 формализована задача совместного планирования, предложена оптимальная и аппроксимационные стратегии планирования. Задачи планирования рассматривались в двух постановках: когда все данные о заданиях известны заранее, и когда количество работы у каждого задания известно только после его завершения. Для задачи в первой постановке была предложена оптимальная стратегия планирования, а для задачи во второй постановке были предложены аппроксимационные стратегии планирования. Для аппроксимационных стратегий была выведена оценка максимального отклонения целевой функции от оптимального значения. В конце главы описаны ограничения, возникающие при применении предложенных моделей и стратегий планирования на практике.

В главе 3 приведён анализ ожидаемого отклонения целевой функции от оптимального значения для аппроксимационных стратегий планирования из предыдущей главы. Для этого, в работе предложен способ изменения скоростей выполнения заданий, измерены значения скоростей у набора тестовых приложений в различных условиях. Измеренные значения использовались как ожидаемые входные данные задачи планирования. Поведение стратегий планирования было проанализировано в среднем случае с помощью имитационного моделирования. Для постановки задачи с графами заданий был предложен метод генерации входных данных и вычисления оптимального расписания.

В главе 4 предложена реализация рассмотренных ранее стратегий планирования в планировщике заданий. С реализованными стратегиями планирования были проведены эксперименты, подтверждающие результаты, полученные с помощью аналитических методов и имитационного моделирования.

Несмотря на достоинства работы, по материалам диссертации имеются следующие замечания:

1. В работе рассмотрены только детерминированные стратегии планирования, но не упоминаются стохастические. В работе утверждается, что отношение аппроксимации для рассмотренных стратегий неограниченно для постановки задачи с графами заданий. Непонятно, можно ли предложить стохастические стратегии планирования, у которых отношение аппроксимации в среднем случае будет ограничено?
2. Актуальность работы обосновывается применением стратегий совместного планирования к планировщикам пакетных заданий, но в главе 4 предложена реализация планировщика потоковых заданий в виде разделяемой библиотеки. Чем обосновывается выбор применения для потоковых заданий? Есть ли принципиальные различия в реализации этих двух подходов?
3. В русском варианте текста диссертации содержится много опечаток и грамматических ошибок, что усложняет понимание.

Однако наличие указанных недостатков не снижает общего хорошего впечатления о диссертационной работе Р. И. Кучумова. В связи с этим считаю, что диссертация Кучумова Руслана Ильдусовича на тему «Планирование вычислительных задач с учётом взаимного замедления» соответствует критериям, установленным приказом от № 11181/1 от

19.11.2021 «О порядке присуждения учёных степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а её соискатель Кучумов Руслан Ильдусович заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».



Член диссертационного совета  
Мельников Борис Феликсович,  
доктор физико-математических наук  
(диссертация защищена в 1997 г. по специальности 05.13.11),  
профессор,  
профессор факультета Вычислительной математики и кибернетики  
Совместного университета МГУ – ППИ в Шэньчжэне (Шэньчжень, Китай),  
профессор-совместитель факультета Информационных технологий  
Российского государственного социального университета (Москва),  
главный научный сотрудник Центра информационных технологий и систем  
органов исполнительной власти (Москва)  
e-mail: [bormel@smbu.edu.cn](mailto:bormel@smbu.edu.cn), [bormel@mail.ru](mailto:bormel@mail.ru)  
тел. +86 135 1037 1669, +7 916 722 97 56  
2 октября 2022 г.