

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**на диссертацию Фирюлиной Оксаны Сергеевны**  
**«Алгоритмы поиска максимальных независимых множеств графа**  
**и экспериментальная оценка их эффективности», представленную на**  
**соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по**  
**специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные**  
**методы и комплексы программ**

Диссертационная работа О.С.Фирюлиной посвящена разработке и исследованию алгоритмов поиска максимальных независимых множеств вершин в графе, а также применению этих алгоритмов в прикладных областях, где используются основанные на теории графов методы моделирования и представления данных.

**Актуальность** темы диссертации у оппонента не вызывает сомнений: поиск максимального множества независимых вершин относится к классу NP-полных задач, а каждое продвижение в алгоритмах для задач этого класса в действительности может быть в силу эквивалентности этих задач по сложности применено ко всем интерпретациям NP-полных задач на графах. Огромное количество интерпретаций задачи о клике и задачи о максимальных независимых множествах предоставляют возможность применять такие алгоритмы в самых различных прикладных областях.

**Научная новизна** диссертации также не вызывает сомнений. В работе О.С.Фирюлиной предложен новый алгоритм поиска максимальных независимых множеств, основанный на уменьшении глубины дерева поиска за счет использования на каждом этапе ветвления алгоритма сразу двух возможных вершин для добавления. Сама задача является одной из самых известных классических задач теории графов и интерес к ней не ослабевает на протяжении десятилетий. Алгоритм AllIS, предложенный автором диссертации, позволяет строить все максимальные независимые множества вершин, а алгоритм MaxIS, являющийся его модификацией, строит наибольшее независимое множество. Оба этих алгоритма прошли целый ряд тестов для графов с различными значениями размерности и плотности. Также было проведено сравнение разработанных в диссертации алгоритмов с известными в литературе алгоритмами, решающими эти задачи.

**Достоверность** полученных результатов обеспечена использованием математического аппарата теории графов для построения и анализа алгоритмов. В диссертации приведены доказательства корректности всех разработанных



алгоритмов. Описание алгоритмов является максимально полным. Приведено как математическое обоснование, так и тексты самих алгоритмов. При этом кроме записи алгоритмов на псевдокоде в приложении приведены все тексты их программной реализации.

Диссертация хорошо **оформлена**, имеет простую и ясную структуру, содержит как хорошее введение в тематику данной работы, так и неплохой обзор существующей литературы в данной области.

В то же время у оппонента есть некоторые **замечания** по представленной диссертационной работе.

1. Основной претензией оппонента является отсутствие каких-либо теоретических оценок сложности исследуемых алгоритмов. Их эффективность показана только при помощи тестирования и сравнения эффективности с эффективностью существующих алгоритмов на графах с различными значениями размерности и плотности. При этом у меня есть сомнения в том, что скорость работы этих алгоритмов так уж напрямую зависит от плотности графов. Например, если рассмотреть в качестве примера граф, представляющий несвязное объединение двух графов с плотностями близкими к 1, то этот граф будет иметь низкое значение плотности, близкое к нулю для больших размерностей. В тоже время здесь, видимо, примененная техника уменьшения глубины поиска не может быть эффективна из-за разрастания этого дерева на каждом уровне при добавлении двух вершин вместо одной. Возможно, надо было бы еще изучить, как работают предложенные алгоритмы на других классах графов. Например, на графах с ограничением на степени вершин.

2. При статистическом исследовании зависимости времени работы алгоритма от плотности графа при фиксированной размерности, видимо, использовано недостаточное количество тестовых графов. Трудно объяснить наличие каких-то пиковых значений плотности, для которых алгоритмы, как разработанный автором, так и использованный для сравнения алгоритм Брона-Кербоша, показывают либо существенное замедление, либо неожиданное увеличение времени работы алгоритма. На графиках приведены только усредненные времена работы алгоритмов, но не приведена дисперсия, которая показала бы разброс значений этих времен.

3. В подписи к рис. 29 на стр. 79 имеется опечатка: вместо слов «от размерности графов», видимо, имелось в виду «от плотности графов».

4. В главе 4, в которой описаны применения разработанных алгоритмов MaxIS и AllIS в задачах биохимии и биоинформатики приведенные примеры использования носят скорее тестовый характер. Например, в задаче поиска заданной подструктуры в органическом соединении приведён пример исследования подструктур молекулы глицина. Работа происходит с графом

всего лишь из 10 вершин. В практических приложениях подобного рода, например, при конструировании молекул лекарственных препаратов, типичные значения размерности графа, в котором ищется заданная подструктура, составляют несколько сотен.

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку результатов диссертации и могут рассматриваться также как пожелания автору для использования в дальнейшей работе.

**Заключение.** Считаю, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Фирюлина Оксана Сергеевна – заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,  
кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник,  
старший научный сотрудник лаборатории  
теории представлений и динамических систем,  
ФГБУН Санкт-Петербургское отделение  
Математического института им. В.А.Стеклова РАН

06.06.2014

 /Васильев Н.Н./

Васильев Николай Николаевич  
191023 Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д. 27,  
лаборатория теории представлений и динамических систем  
Тел.: +7 (812) 312-88-29  
e-mail: [vasiliev@pdmi.ras.ru](mailto:vasiliev@pdmi.ras.ru)

