

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертацию Даниила Андреевича Березуна

«Трассирующая нормализация»,

представленную на соискание учёной степени кандидата

физико-математических наук по специальности 05.13.11 – математическое и

программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и

компьютерных сетей

Лямбда-исчисление является классической моделью вычислений и используется, наряду с машиной Тьюринга, алгоритмами Поста и другими формализмами, в сфере исследований по теории вычислимости, а также в теоретическом программировании. Следует также отметить, что лямбда-исчисление активно применяется в исследованиях, посвящённых функциональному языку программирования. В связи с развитием тематики игровых семантик не так давно возникли новые идеи по решению классической задачи лямбда-исчисления – нормализации лямбда-термов. В недавних работах С.-Н.Л.Онг и W.Blum был введен подход под названием *трассирующая нормализация*, позволяющий выполнять нормализацию без стандартных средств – бета-редукции, окружений и сохраняющий анализируемый терм неизменным. Ценность данного подхода заключается, помимо чисто теоретических перспектив, также ещё и в том, что с его разработкой становится возможным использовать смешанные вычисления

для автоматического порождения компиляторов функциональных языков. Однако трассирующая нормализация оставалась слабо изученным подходом.

Даниил Андреевич расширил подход трассирующей нормализации до нетипизированного лямбда-исчисления (то есть до модели вычислений, которая является полной по Тьюрингу). Он также показал, что при этом сохраняется полуконпозициональность. Последнее свойство позволяет успешно специализировать процедуру трассирующей нормализации на входной лямбда-терм. Была построена дополнительная модель под названием полная головная линейная редукция, и с её помощью доказана корректность процедуры трассирующей нормализации. Диссертантом было также показано, что трассирующая нормализация может успешно применяться для нормализации лямбда-термов в рамках других стратегий вычислений – аппликативного порядка редукций и вызова по необходимости (call by need). Наконец, Даниил Андреевич предложил новый метод компиляции термов нетипизированного лямбда-исчисления в низкоуровневый нефункциональный язык, применяя идеи смешанных вычислений. Что немаловажно, диссертант выполнил экспериментальную реализацию предложенного им алгоритма трассирующей нормализации нетипизированного лямбда-исчисления (языки Haskell и Racket). Это показывает, что он помимо теоретического аппарата, владеет также программистскими навыками. Различные варианты сочетания теории и практики очень важны для работ в области информатики и, в частности, для работ по специальности 05.13.11; тем не менее, здесь часто наблюдается перекося то в одну, то в другую сторону.

Следует отметить, что диссертация Даниила Андреевича является очень добротной работой. Доказательства и формулировки тщательно выверены, хорошо определены и активно используются различные «тонкие»

понятия, работа снабжена большим количеством ссылок как на классическую, так и на современную литературу.

Диссертант глубоко разбирается в данном вопросе – думаю, что он стал одним из ведущих специалистов по лямбда-исчислению в России. При этом его исследование глубоко интегрировано в международный научный контекст и опирается на последние работы в данной области. Даниил Андреевич лично общался с известными учёными и выступал на семинарах в ведущих европейских школах по данной тематике: в университете Оксфорда и в университете Копенгагена, а также посетил с докладами многочисленные семинары и конференции – в Швеции, Франции, Нидерландах. Такая встроенность в международный научный контекст, к сожалению, не часто встречается в исследованиях, представленных в кандидатских работах в России в области информатики. Вместе с тем автор активно представлял своё исследование и в Российском научном сообществе, причем именно там, где разбираются в данной тематике – в Московском государственном университете (Москва), Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (Москва), Институте программных систем им. А.К. Айламазяна РАН (Переславль-Залесский), на конференции “Языки программирования и компиляторы” (2017, Ростов-на-Дону).

Следует отметить также хорошую работоспособность диссертанта, и даже страстность, с которой он занимается данной тематикой, считая свои исследования важным делом в своей жизни. Такая поглощенность и сосредоточенность на науке нечасто встречается в настоящее время. Хотя также необходимо отметить, что Даниилу Андреевичу ещё пока не хватает опыта командной работы и коммуникативных навыков, что, как мне кажется, является важным для исследователя в области информатики. Тем не менее

Даниил Андреевич быстро прогрессирует, совершив значительные шаги в формировании себя как ученого даже по сравнению ещё с прошлым годом.

Подводя итоги, сделаем следующий вывод. Диссертацию можно считать законченной научно-исследовательской работой, её тематика и полученные научные результаты полностью соответствуют паспорту специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, а её автор, Даниил Андреевич Березун, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11.

Профессор кафедры системного программирования
Санкт-петербургского государственного университета,
доктор технических наук

Д.В.Кознов

