

Отзыв на диссертацию
**Сорокина Алексея Андреевича «Отношение совместимости
в вариантах исчисления Ламбека»**, представленную на соискание
учёной степени
кандидата физико-математических наук

В 1958 г. И. Ламбеком было создано формальное исчисление, предназначенное для моделирования синтаксиса естественных языков и называемое теперь исчислением Ламбека. Данный формализм основан на понятии синтаксического типа, соответствующего грамматическим категориям. Для построения типов используются три бинарные связки: умножение ($A \cdot B$), правое деление (A/B) и левое деление ($B \setminus A$), имеющие естественную языковую интерпретацию. Выводимыми объектами исчисления Ламбека являются секвенции вида $A_1 \dots A_n \rightarrow B$, где $n > 0$ и A_1, \dots, A_n, B — типы. Выводимость данной секвенции означает, что любая последовательность слов, имеющих грамматические категории A_1, \dots, A_n , также имеет грамматическую категорию B . Два типа A и B исчисления Ламбека называются совместимыми, если найдётся такой тип C , что секвенции $A \rightarrow C$ и $B \rightarrow C$ являются выводимыми в данном исчислении. В этом случае тип C называется совмещающим для A и B . С лингвистической точки зрения совместимость означает возможность соединить два словосочетания соответствующих грамматических категорий с помощью сочинительного союза.

Зачастую в лингвистических приложениях необходимо рассматривать языки, не являющиеся контекстно-свободными. В этом случае использование грамматик Ламбека (основанных на исчислении Ламбека) проблематично, поскольку, как доказано М. Р. Пентусом, они порождают в точности контекстно-свободные языки без пустого слова. В связи с этим в 1995 г. Г. Моррилл и Ж. М. Меренсиано предложили расширить один из вариантов исчисления Ламбека с помощью счётного семейства бинарных связок \odot_j (так называемое разрывное умножение), \uparrow_j и \downarrow_j (разрывные аналоги деления). В частности, новое исчисление HDL позволяет моделировать известные в лингвистике разрывные синтаксические структуры.

В диссертации рассматривается отношение совместимости в исчислении Ламбека L и его расширении HDL (разрывном исчислении Ламбека). Также в диссертации изучается класс языков, порождаемый категориальными грамматиками, основанными на исчислении HDL. Диссертация

состоит из введения, 6 глав, списка литературы и указателя обозначений.

В первой главе вводятся основные понятия, относящиеся к исчислению Ламбека L и его варианту L^* .

Во второй и третьей главах рассматривается отношение совместимости в исчислении L . Критерий совместимости (равенство интерпретаций в свободной группе) для типов исчисления Ламбека был получен М. Р. Пентусом в 1992 г., однако не было известно никаких нетривиальных оценок на длину совмещающего типа. Во второй главе доказывается, что для любых совместимых типов можно найти совмещающий тип, чья длина не превосходит некоторого квадратичного многочлена от длин исходных типов (теорема 3). При доказательстве диссертант использует интерпретацию типов в свободной группе, а также понятие представления типа. В результате можно построить несколько более простых типов, совместимых с исходными, после чего искомым совмещающий тип получается, исходя из транзитивности отношения совместимости.

В третьей главе доказывается соответствующая нижняя оценка на длину совмещающего типа, а именно, для произвольных чисел k и l одинаковой чётности диссертант предъясвляет два совместимых типа длины k и l , соответственно, таких что их кратчайший совмещающий тип не может иметь длину, меньшую некоторого фиксированного квадратичного многочлена от длин исходных типов (теорема 9). Таким образом, как верхняя, так и нижняя оценка на длину кратчайшего совмещающего типа оказываются квадратичными. При доказательстве используется перевод типов исчисления Ламбека в формулы исчисления $MCLL$, называемого мультипликативной циклической линейной логикой и являющегося консервативным над исчислением Ламбека L^* , допускающим пустые антецеденты. Отсюда вытекает, что кратчайшая совмещающая формула в исчислении $MCLL$ для переводов совместимых типов исчисления L^* не может иметь длину, большую чем длина их кратчайшего совмещающего типа. Для доказательства нижней оценки на длину совмещающей формулы в исчислении $MCLL$ используется графический способ представления выводов в данном исчислении, называемый сетями доказательства. Он позволяет оценить снизу число вхождений переменной в совмещающий тип при некоторых ограничениях на вхождения данной переменной в исходные типы. Из этого следует оценка на длину совмещающего типа как в исчислении L^* , так и в исчислении L , поскольку всякий тип, который являлся совмещающим в исчислении L^* , будет таковым и в исчислении L .

В четвёртой главе приводится несеквенциальный вариант исчисления HDL и вводятся основные понятия, связанные с данным исчислением.

В пятой главе рассматривается отношение совместимости в исчислении HDL и доказывается, что критерием совместимости типов данного исчисления является равенство их интерпретаций в свободной абелевой группе, порождённой примитивными типами и некоторым дополнительным элементом (теорема 12). Диссертант явно доказывает большое количество утверждений о совместимости отдельных типов, что позволяет свести проблему проверки совместимости к соответствующей проблеме для случая так называемых непрерывных приведённых типов. После этого используется алгебраическая техника, аналогичная применявшейся М. Р. Пентусом при доказательстве критерия совместимости в исчислениях L и L^* . Заметим, что данный результат является весьма неожиданным, поскольку в исчислении HDL умножение некоммутативно.

В шестой главе исследуются грамматики, основанные на секвенциальном варианте исчисления HDL (так называемые разрывные грамматики Ламбека). Диссертант доказывает, что класс языков, порождаемых грамматиками из данного семейства, является замкнутым относительно пересечения с автоматными языками, не содержащими пустого слова (теорема 15). При этом по разрывной грамматике Ламбека и конечному автомату с одним завершающим состоянием, задающими исходные языки, алгоритмически строится новая разрывная грамматика Ламбека, порождающая в точности пересечение исходных языков. Обоснование корректности используемого алгоритма опирается на свойства выводов. Следует отметить, что само доказательство является весьма нетривиальным с технической точки зрения, хотя основная конструкция имеет небольшой размер.

Автореферат диссертации заслуживает упрёка: не отмечено, что теорема 5 (страница 9) принадлежит научному руководителю. В то же время автореферат содержит определения таких общеизвестных понятий, как алфавит, слово и формальный язык. В самой диссертации можно отметить следующие недостатки: при формулировке исчисления Ламбека с единицей на странице 58 пропущена аксиома ассоциативности, в примерах выводов в разрывном исчислении Ламбека на страницах 88 и 89 допущено несколько опечаток, на странице 90 следовало бы обосновать более подробно, почему устранимость сечения приводит к допустимости замены эквивалентных типов и правила подстановки при построении выводов. Кроме того, диссертация содержит некоторое количество

опечаток: на странице 61 имеются ошибки в индексах при формулировке аксиом ассоциативности, на странице 72 в теореме 10 вместо «достаточность» следует читать «необходимость». При этом перечисленные недостатки не влияют на справедливость доказанных результатов и общий высокий уровень работы.

В диссертации решены теоретические проблемы, имеющие большое значение для математической лингвистики. Полученные результаты являются новыми и подробно доказанными. Все результаты опубликованы в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК для публикации результатов кандидатских диссертаций. Они прошли апробации на международных конференциях, а также семинарах механико-математического факультета МГУ. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Таким образом, диссертация соответствует всем требованиям положения о присуждении кандидатских степеней.

Считаю, что А. А. Сорокин заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

05.09.2014

д.ф.-м.н. проф. В.А. Любецкий
(8(495)6943338, lyubetsk@iitp.ru),
заведующий лабораторией
ФГБУН Институт проблем передачи
информации им. А.А. Харкевича
Российской Академии Наук,
127994, г. Москва, ГСП-4,
Большой Каретный переулок, 19, стр. 1.