

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу

Ронжина Дмитрия Владимировича

«Линейные автоматы над подкольцами рациональных чисел»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.01.09 –

«Дискретная математика и математическая кибернетика»

Проблема проверки полноты по заданным операциям замыкания в некоторой функциональной системе является одной из классических в дискретной математике. Особый интерес для исследователя представляют алгоритмически разрешимые случаи данной проблемы. Известно, что в классе конечных автоматов проблема проверки полноты конечных систем по операциям композиции (K -замыкания) является алгоритмически неразрешимой, в связи с чем, естественным образом возникает вопрос изменения рассматриваемого оператора замыкания и сужения рассматриваемой функциональной системы для достижения алгоритмической разрешимости проблемы полноты. Одним из известных подходов к модификации оператора замыкания является переход к аппроксимационному замыканию (A -замыканию), введенному в рассмотрение В.А. Бувечем. Несмотря на бóльшую выразительную способность в сравнении с оператором K -замыкания, проверка полноты конечных автоматных систем в классе конечных автоматов по операциям A -замыкания тем не менее оказывается алгоритмически неразрешимой. В то же время, при переходе к более узкому классу линейных конечных автоматов, А.А. Часовских было показано, что алгоритмически разрешимыми оказываются проблемы проверки полноты как по операциям A -замыкания, так и по операциям K -замыкания. Еще одним известным подходом к исследованию задачи проверки полноты является введение некоторой фиксированной добавки ко множеству, которое проверяется на полноту –

оказывается, что при наличии нетривиальных добавок определенного вида проблема проверки полноты становится алгоритмически разрешимой по различным операциям замыкания, что подробно исследовано в работах Д.Н. Бабина, А.А. Летичевского, В.А. Бувича и других авторов.

Диссертационная работа Д.В. Ронжина посвящена линейным автоматам, не являющимися конечными автоматами, поскольку функционируют над бесконечными структурами рациональных чисел, однако представляет собой расширение класса линейных автоматов. Как было показано Г.Т. Германом, линейными автоматами над полем рациональных чисел можно смоделировать любой конечный автомат. Следует отметить, что рассматриваемые автором диссертации автоматы обладают новыми по отношению к конечным автоматам возможностями. Например, как показано в диссертации, они способны преобразовывать периодические последовательности в непериодические.

Предметом исследования Д.В. Ронжина является класс линейных автоматов, функционирующих над полем рациональных чисел и его подкласс, состоящий из автоматов, функционирующих над кольцом двоично-рациональных чисел. В качестве операторов замыкания рассматриваются замыкания по операциям суперпозиции, композиции и A -замыкание.

Результаты, полученные в диссертационной работе, имеют корректные формулировки и обоснованы строгими доказательствами. Основные результаты опубликованы в 8 работах, из которых 5 содержатся в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика». Работа неоднократно апробирована на конференциях и научных семинарах.

Диссертационная работа Д.В. Ронжина состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Полный объем диссертации составляет 100 страниц. В списке литературы 62 наименования.

Во введении приводится актуальность работы, формулируются основные полученные результаты.

Глава 1 содержит основные обозначения, в ней формулируется аппарат формальных степенных рядов, используемый в дальнейшем для доказательств утверждений как касательно линейных автоматов, функционирующих над полем рациональных чисел, так и для линейных автоматов над кольцом двоично-рациональных. Приводятся примеры, демонстрирующие применение данного аппарата, а также показаны отличия рассматриваемого класса от класса конечных автоматов. Также в главе 1 даются формулировки найденных диссертантом K -замкнутых классов, которые в дальнейшем используются для доказательств условий A -полноты систем автоматов, функционирующих над кольцом двоично-рациональных.

Глава 2 посвящена исследованию вопросов полноты по операциям суперпозиции, композиции и A -замыкания в классе линейных автоматов, функционирующих над полем рациональных чисел. Приведены оценки на мощности полных систем по различным операциям в данном классе (раздел 2.1), описываются условия полноты для систем с добавками определенного вида (раздел 2.2), в том числе рассматривается аналог задачи Слупецкого, сформулированного для класса линейных автоматов над кольцом двоично-рациональных чисел.

В главе 3 приведены результаты исследования линейных автоматов, функционирующих над кольцом двоично-рациональных чисел. Доказывается A -предполнота введенных замкнутых классов и в терминах предполных классов исследованы условия A -полноты систем с добавками (раздел 3.1). Дается положительный ответ на вопрос об алгоритмической разрешимости проблемы проверки полноты в данном классе для систем с рассматриваемыми добавками (раздел 3.2). Исследуется вопрос конечнопорожденности найденных A -предполных классов по операциям A -замыкания (раздел 3.3).

В заключении подводятся итог диссертационного исследования и перечисляются полученные результаты.

Полученные диссертантом результаты в первую очередь имеют теоретическую значимость и развивают исследования вопросов полноты и выразимости для функциональных систем, связанных с автоматами. Несмотря на схожие подходы в описании функционирования конечных линейных автоматов и линейных автоматов, функционирующих над бесконечными структурами посредством применения аппарата преобразования формальных степенных рядов, исследуемые классы линейных автоматов существенно отличаются от классов конечных автоматов. В частности, уже для проверки A -полноты в исследуемых диссертантом классах требуется не менее счетного числа предполных классов, в то время как для случая конечных линейных автоматов число A -предполных классов оказывается конечным.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Автором не приведено формального доказательства K – замкнутости сформулированных в работе предполных классов, несмотря на наличие соответствующих утверждений в тексте работы.
2. В работе недостаточно строго дается определение операций A – замыкания, автор ограничивается неформальным определением и ссылкой на работы других авторов.
3. В тексте диссертации присутствуют орфографические и пунктуационные ошибки. Например, на странице 31 отсутствует запятая в окончании первого пункта базы индукции, на странице 33 отсутствуют знаки препинания в предложениях, представляющих формулировку полученных результатов в ходе доказательства лемм. На странице 67 в пункте (в) опечатка в написании фразы «взаимно просты» - отсутствует пробел.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают значимости диссертационного исследования. Считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, исследование вносит вклад в развитие дискретной математики.

Диссертация удовлетворяет требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертация и автореферат оформлены согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Ронжин Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Официальный оппонент, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической кибернетики института вычислительной математики и информационных технологий Казанского федерального университета

Аблаев Ф.М.

Подпись Аблаева Ф.М. удостоверяю.