

«УТВЕРЖДАЮ»  
Ректор ФГБОУ ВПО Национальный  
исследовательский университет «МЭИ»  
д.т.н., профессор  
Роголев Николай Дмитриевич



2014 г.

**Отзыв ведущей организации  
на диссертацию Родина Александра Алексеевича  
“О R-множествах автоматных функций”,  
представленной на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.01.09 –  
дискретная математика и математическая кибернетика**

**Актуальность темы диссертации**

Теория функциональных систем — одна из важнейших областей дискретной математики и математической кибернетики. Функциональные системы описывают строение и поведение различных управляющих комплексов, в частности, предназначенных для решения интеллектуальных задач. В обсуждаемой диссертации рассматриваются функциональные системы, связанные с множеством автоматных функций. Одной из важнейших проблем, изучаемых в теории функциональных систем, является проблема полноты. Применительно к автоматам, существует несколько подходов к задаче о полноте.

В самом общем виде проблема полноты автоматных функций изучалась в работах В.Б. Кудрявцева и М.И. Кратко. Было показано, что данная проблема алгоритмически неразрешима относительно операций суперпозиции и обратной связи. В.А. Буевич предложил новую трактовку понятия полноты — A-полнота. Система автоматных функций A-полна, если с ее помощью можно смоделировать поведение любой другой о.-д. функции на конечных словах любой длины. Оказалось, что проблема распознавания A-полноты конечных систем автоматных функций также алгоритмически неразрешима. Разрешимые случаи встречаются, например, при изучении проблемы полноты в подмножестве о.-д. функций (А.А. Часовских) или при

наложении дополнительных условий на системы, проверяемые на полноту (Д.Н. Бабин).

В диссертации А.А. Родина рассматривается классический подход к задаче о полноте относительно суперпозиции. В качестве систем, исследуемых на полноту, выбираются бесконечные подмножества о.-д. функций (Р-множества), эффективно определяемые с помощью классов Поста. В ряде случаев задача о распознавании полноты была полностью решена. Таким образом, тема диссертации является весьма актуальной.

## Структура диссертации

Диссертация А.А. Родина состоит из введения, трёх глав и списка литературы. Объем диссертации составляет 91 страницу, список литературы включает 43 наименования.

Во вводной части работы автор приводит развернутый исторический обзор, убедительно показывает актуальность темы диссертации, вводит основной объект исследования – Р-множество автоматных функций, формулирует основные результаты.

В первой главе ставится и решается вопрос о числе предполных классов, содержащих произвольное Р-множество. Поскольку предполные классы образуют критериальную систему, их число является важной характеристикой задачи о распознавании полноты. Получена теорема о мощностях предполных классов.

Вторая глава посвящена непосредственно проблеме распознавания полноты систем, состоящих из Р-множества и конечного числа автоматных функций. Задача ставится отдельно для каждого класса Поста, который порождает некоторое Р-множество. Для ряда Р-множеств проблема полноты была полностью решена, соответствующие алгоритмы распознавания полноты приведены в тексте диссертации. Также показано, что для некоторых классов Поста эта проблема алгоритмически неразрешима.

В третьей главе изучаются свойства полных систем в Р-множествах. Построены базисы, а также полные системы, не содержащие базиса, относительно операций суперпозиции для некоторых Р-множеств.

## Научная новизна исследования и его результатов

Основные результаты диссертации и их новизна состоят в следующем.

1. Показано, что мощность множества предполных классов, содержащих произвольное Р-множество равна континууму (теорема 1.1).

2. Для всех классов Поста  $D$ , содержащих тождественную функцию алгебры логики и хотя бы одну из констант, построены алгоритмы распознавания полноты систем автоматных функций, содержащих Р-множество, порожденное классом  $D$  (теорема 2.3).

3. Показано, что проблема распознавания полноты алгоритмически неразрешима в случае, когда порождающее множество состоит только из констант (теорема 2.4). Алгоритмическая неразрешимость доказана сведением к проблеме останковки системы продукций Поста.

4. Построены базисы, а также полные системы, не содержащие базиса, относительно операций суперпозиции для некоторых  $P$ -множеств (теоремы 3.1 -3.4).

### **Значимость результатов диссертации для науки и производства**

Полученные результаты обогащают теорию функциональных систем. Они предоставляют новый подход к изучению и классификации автоматных функций. Логическая природа исследованных систем имеет важное значение в прикладных задачах, связанных с конструированием и анализом интеллектуальных, робототехнических комплексов, алгоритмов принятия решений. Результаты удачно оформлены, стиль изложения отличается продуманностью и убедительностью, что облегчает усвоение материала. В связи с этим результаты диссертации могут быть использованы в учебном процессе.

Результаты диссертации могут найти применение в научных и образовательных учреждениях, занимающихся теорией функциональных систем и теорией автоматов, в частности, Московском, Новосибирском, Иркутском, Бурятском госуниверситетах, Сибирском федеральном университете, ВЦ РАН им. А.А. Дородницына, ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, Институте математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Восточно-Сибирской академии образования, НИУ «МЭИ», МГТУ им. Н.Э. Баумана и др.

### **Замечания**

Представляются уместными следующие критические замечания.

1. Не обязательно давать определение понятия связности на с. 21, поскольку оно уже было дано на с.9.

2. В диссертации начальным моментом времени считается нулевой, в то время как в лемме 2.4 под начальным моментом понимается первый.

3. Для облегчения восприятия доказательства леммы 2.9 следовало бы привести рисунок диаграммы Мура функции  $h_j$ .

Приведенные замечания не носят принципиальный характер и не влияют на оценку работы по существу.

Автореферат верно и полно отражает содержание диссертации. Результаты исследования опубликованы и доложены на научных конференциях и семинарах.

## Заключение

Диссертация Александра Алексеевича Родина "О P-множествах автоматных функций" представляет собой законченное научное исследование, содержащее новые результаты в теории функциональных систем по проблеме полноты автоматных отображений, имеющие существенное значение для функциональных систем и теории автоматов.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям "Положения о порядке присуждения учёных степеней", предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика.

Отзыв утвержден на заседании кафедры математического моделирования Национального исследовательского университета «МЭИ» 17 апреля 2014 года, протокол № 9.

Заведующий кафедрой

математического моделирования НИУ «МЭИ»

докт. физ.-мат. наук, профессор

А. А. Амосов

Докт. техн. наук, профессор

А.Б. Фролов

Канд. физ.-мат. наук, доцент

Н. Ф. Алексиадис

Ученый секретарь

Канд. физ.-мат. наук, доцент

А. Е. Вестфальский