

Отзыв официального оппонента
на диссертацию Морозова Евгения Валерьевича "Об оценках функций
Шеннона длин тестов при некоторых неисправностях входов схем" на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.01.09 — дискретная математика и математическая
кибернетика.

Представленная диссертация посвящена актуальным вопросам теории надежности и контроля управляемых систем, связанным с тестированием произвольных схем, реализующих булевы функции $f(\tilde{x})$, $\tilde{x} = (x_1, \dots, x_n)$, на наличие неисправностей входов этих схем. При этом входы элементов самих схем и выходы этих элементов предполагаются исправными, так что указанное тестирование не зависит от типа, устройства и способов синтеза схем, реализующих рассматриваемые булевы функции f , а методы тестирования и диагностики указанных неисправностей полностью определяются комбинаторными и алгебраическими свойствами множества тех булевых наборов $\tilde{\sigma} = (\sigma_1, \dots, \sigma_n)$, на которых f отличается от функций неисправности $f(g_1(\tilde{x}), \dots, g_n(\tilde{x}))$, где $g_k(\tilde{x})$ — функция, подаваемая на k -й вход схемы вместо x_k при наличии неисправностей.

Полученные в диссертации результаты имеют непосредственное отношение к работам В.Н. Носкова (1974–1979), Г.Р. Погосяна (1982), Д.С. Романова (2007–н.вр.), А.А. Икрамова (2013) и других математиков.

Цель исследования состоит в получении верхних и нижних оценок функций Шеннона $L(n, B)$ длин проверяющего или диагностического теста при неисправностях заданного типа B ($L(n, B)$ равно минимальному числу наборов, необходимому для обнаружения неисправности — в случае проверяющего теста, или различения всех функций неисправности — в случае диагностического теста, у произвольной булевой функции $f(x_1, \dots, x_n)$ от n переменных при неисправностях $g_1, \dots, g_n$ типа B).

В первой главе в основном рассматриваются неисправности типа $MQ(\Phi_{lin})$ множественных линейных слипаний переменных: переменные разбиваются на группы, и в каждой группе функции g_k являются линейными функциями от переменных только этой группы. Доказывается, что функция Шеннона $L(n, MQ(\Phi_{lin}))$ длины проверяющего теста асимптотически равна $n^2/2$, а функция Шеннона длины диагностического теста равна 2^n (более точно, для диагностики указанных неисправностей у функции $f(\tilde{x}) = x_1 \vee \dots \vee x_n$ нужны все n -мерные наборы). Получены результаты и для более узких классов линейных слипаний переменных.

Во второй главе в основном рассматриваются неисправности типа $MQ(\Phi_{ms})$ множественных монотонных симметрических слипаний переменных: переменные разбиваются на группы, и в каждой группе функции g_k являются монотонными симметрическими функциями от переменных только этой группы. Доказывается, в частности, что функция Шеннона $L(n, MQ(\Phi_{ms}))$ длины проверяющего теста не меньше $2n$ и асимптотически не превосходит $n^2/2$, а функция Шеннона длины диагностического теста равна снова 2^n (более точно, для диагностики указанных неисправностей у функции $f(\tilde{x}) = x_1 \& \dots \& x_n$ нужны все n -мерные наборы). Получены оценки функций Шеннона и для более узкого класса дизъюнктивных слипаний переменных.

В третьей главе исследуется довольно общий тип I неисправностей, названных вытеснением переменных: переменные разбиваются на две группы, в первой группе $g_k(\tilde{x}) = x_k$, а во второй группе функции g_k — произвольные булевы функции от переменных первой группы. Доказывается, что функция Шеннона $L(n, I)$ длины прове-

ряющего теста асимптотически равна $2n - \log_2 n$ (и при этом для почти всех булевых функций достаточно $n + 1$ наборов для обнаружения указанного вытеснения переменных), а функция Шеннона длины диагностического теста асимптотически равна 2^n (асимптотическое равенство достигается на функции $x_1 \oplus \dots \oplus x_n$).

ЗАМЕЧАНИЯ

1. стр. 4, 7 св.; стр.23, 2 и 3 св.; стр.31, 3 св.: в конце предложения отсутствуют точки;
2. стр. 8, 14-17 св.: приводимый результат Д.С. Романова недоформулирован;
3. стр. 9, 4 сн.; стр.10, 4 сн.: в первом случае вместо "слипаний" должно быть "слипаний", во втором случае — наоборот;
4. секцию 1.1 следовало поместить до всех глав, поскольку вводимые в ней определения, обозначения и факты используются во всех главах;
5. стр. 17, 4 сн.: вместо "мощность теста" должно быть "мощность минимального теста";
6. стр. 26, 11-13 св.: это утверждение очевидно без всякой ссылки на работу [1];
7. стр. 28, 3-1 сн.: эту фразу следовало бы расшифровать, поскольку, по-видимому, должна использоваться другая функция h ;
8. стр. 31, 11 сн.: вместо T должно быть $T_1(K)$;
9. стр. 32, 2 св.: вместо $\geq$ должно быть $\leq$;
10. стр. 32: во втором абзаце следовало написать, что $p \geq k$ и $q \geq k$;
11. стр. 32, 4 св.: пропущен знак равенства;
12. стр. 56, 2 св.: вместо Θ должно быть O ;
13. стр. 67, 5 сн.: вместо $\{1, \dots, 2l\}$ следовало написать $\{\{1, 2\}, \{3, 4\}, \dots, \{2l-1, 2l\}\}$;
14. стр. 69, 10 сн.: к нижнему индексу при x следует прибавить единицу;
15. стр. 69, 8-7 сн.: вместо "адресным и информационным переменным" должно быть "адресной или информационной переменной";
16. стр. 71, 6 св.: здесь следовало упомянуть, что этот результат принадлежит О.Б. Лупанову.

Эти замечания носят редакторский характер и никоим образом не влияют на высокую научную ценность диссертации и верность полученных в ней результатов. Диссертант исследовал много различных типов неисправностей входов схем. Доказательства наиболее значимых результатов в каждой из глав (теоремы 1, 8 и 11) весьма нетривиальны и используют широкий спектр разработанных другими авторами и новых комбинаторно-геометрических методов работы с булевым кубом (проверяющие пары,

тесты существенности, множества симметричности функции, триады направлений, коды Хэмминга). Замечательно, что диссертанту удалось существенно использовать результаты из трудночитаемых работ В.Н. Носкова, а также фактически доказать некоторые утверждения, приведенные в этих работах без доказательства (см. комментарий к оценке снизу в теореме 11 на стр. 69).

Результаты диссертации являются новыми, четко сформулированы, снабжены строгими математическими доказательствами. Все основные результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых журналах и неоднократно докладывались на профильных семинарах и конференциях.

Диссертация имеет теоретический характер. Полученные в ней результаты, разработанные методы и введенные понятия могут быть использованы для чтения спецкурсов и проведения научных исследований специалистами МГУ им. М.В. Ломоносова, Нижегородского, Казанского, Пензенского государственных университетов, Института математики СО РАН.

Диссертация Морозова Евгения Валерьевича "Об оценках функций Шеннона длин тестов при некоторых неисправностях входов схем" на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 — дискретная математика и математическая кибернетика является научно-квалификационной работой, в которой решены задачи, вносящие существенный вклад в теорию контроля управляющих систем. Считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям пп. 9 и 10 "Положения о порядке присуждения научных степеней" ВАК, а ее автор Евгений Валерьевич Морозов заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 — дискретная математика и математическая кибернетика.

Официальный оппонент,
научный сотрудник математического отдела
Института прикладной математики РАН
имени М.В. Келдыша, кандидат физ.-матем. наук
117041, г. Москва, ул. Бартеневская, д.49, корп. 3, кв.14
моб. тел. (925)502-38-10
e-mail: jborodina@inbox.ru

Ю.В. Бородина

11.05.2015

Подпись Ю.В. Бородиной заверяю:

Ученый секретарь
Института прикладной математики РАН
имени М.В. Келдыша, кандидат физ.-матем. наук



А.И. Маслов