



Научная и образовательная деятельность
факультета ВМК МГУ в области
автоматизации проектирования
интегральных схем

Ложкин С.А., Шуплецов М.С.



Цели и задачи

- Подготовка высококвалифицированных специалистов, сочетающих глубокое фундаментальное математическое образование в области дискретной математики и математической кибернетики с навыками практической работы в сфере программирования и проектирования интегральных схем.
- Проведение научных исследований в области автоматизации проектирования интегральных и теории дискретных управляющих систем. Приложение полученных результатов в различных сферах практической деятельности.
- Популяризация указанного направления исследований.

Кафедра математической кибернетики

- Заведующий кафедрой: Алексеев В. Б.
– 6 профессоров, 3 доцента, 1 ст. преподаватель



Лаборатория дискретных управляющих систем и их приложений

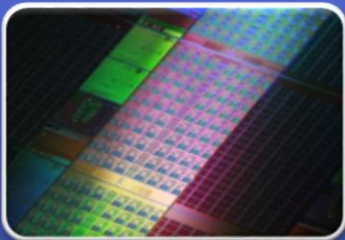
- Заведующий лабораторией: Ложкин С.А.
– 1 в.н.с, 2 с.н.с. и 5 м.н.с.



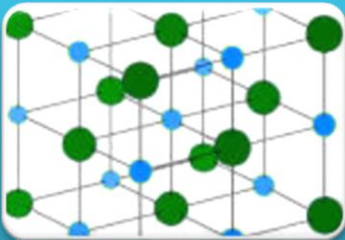
Структура образовательной деятельности



4-х годичная подготовка на факультете ВМК по профилю «Математические методы обработки информации и принятия решений» (степень бакалавра). Распределение на кафедру математической кибернетики после 2-го курса.

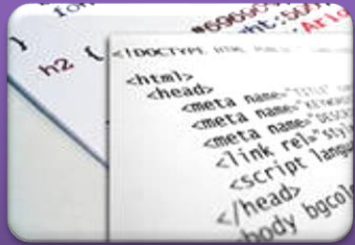


2-х годичная магистерская программа «Дискретные управляющие системы и их приложения» (степень магистра)



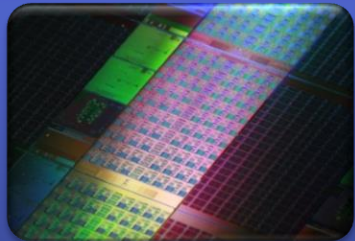
4-х летнее обучение в аспирантуре по направлению 01.06.01 Математика и механика, направленность – 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика, в рамках которого предполагается защита кандидатской диссертации

Структура магистерской программы



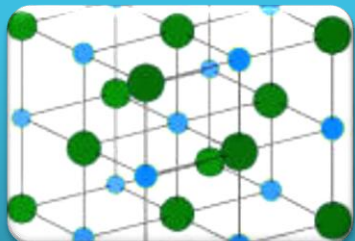
Практические и программистские курсы

- Алгоритмы и структуры данных
- Опыт разработки сложного программного обеспечения
- Опыт работы с программами автоматизации проектирования интегральных схем



Базовые курсы по автоматизации проектирования схем

- Языки описания интегральных схем
- Логическое и физическое проектирование интегральных схем
- Архитектура компьютера и проектирование интегральных схем на системном уровне



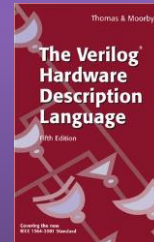
Теоретические курсы

- Теория управляющих систем (анализ, синтез и тестирование)
- Математические методы верификации схем и программ
- Математические модели последовательных вычислений

Примеры образовательных траекторий: курсы по проектированию интегральных схем

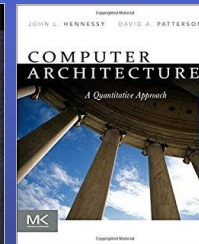
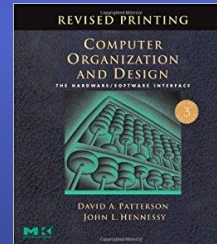
Языки описания схем

- Введение в язык Verilog
- Проектирования простого микропроцессора
- Система команд современного микропроцессора



Архитектура микропроцессоров

- Устройство конвейера
- Внеочередная выборка команд
- Предсказание переходов
- Устройство памяти



Практикум по пакетам проектирования интегральных схем

- Создание прототипа микропроцессора при помощи ПЛИС
- Аппаратная реализация алгоритмов
- Работа с процессором MIPSfpga



MIPSfpga
by Imagination

Лекции приглашенных профессоров и специальные курсы



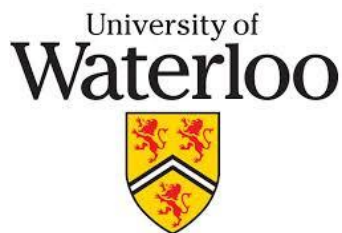
- Весна 2013:
Двухнедельный курс
Игоря Маркова
(University of Michigan,
USA) “VLSI Physical Design:
From Graph Partitioning to
Timing Closure”
- Более 40 слушателей из
МГУ и других ВУЗ-ов
Москвы



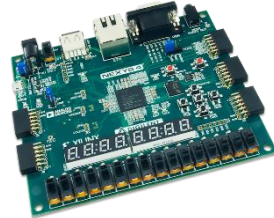
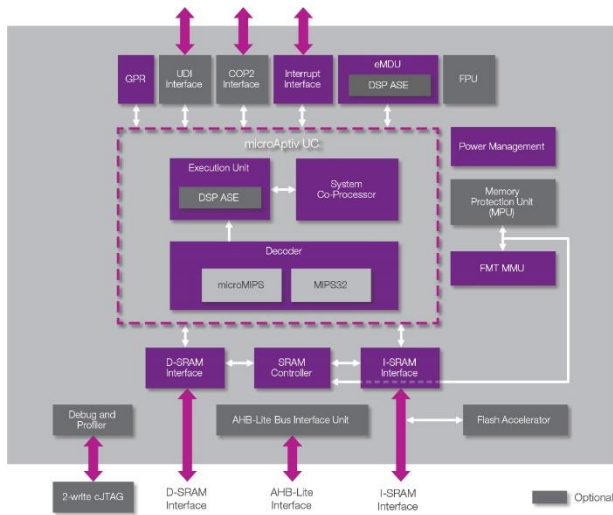
Лекции приглашенных профессоров и специальные курсы



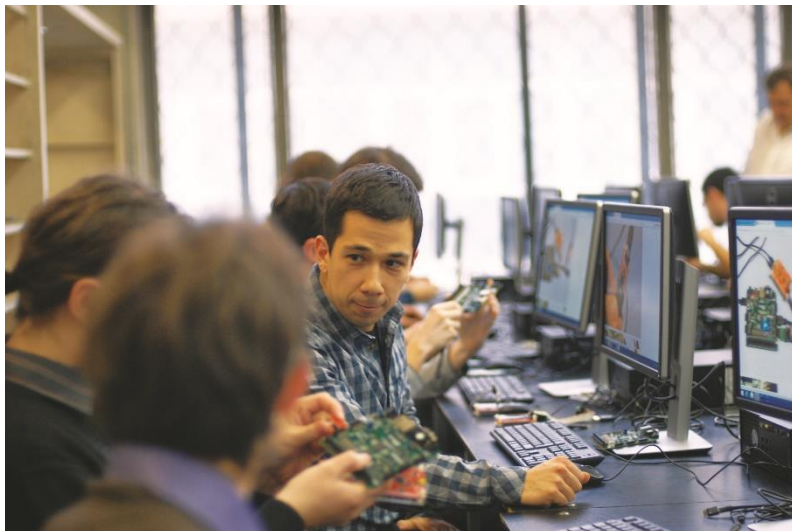
- Весна 2016:
Двухнедельный курс
Виджая Ганеша (Vijay Ganesh, University of Waterloo, Canada)
“SAT/SMT solvers and their Application in Software Engineering”
- 12 слушателей
факультета ВМК МГУ



Семинары MIPSfpga



- Осень 2015 и 2016: Семинары по программе MIPSfpga в сотрудничестве с Imagination Technologies, Altera и Xilinx



Победа студентов факультета ВМК МГУ на CAD Contest at ICCAD 2015

- В 2015 команда факультета ВМК МГУ заняла первое место за разработку алгоритмов проверки эквивалентности и функциональной коррекции сверхбольших интегральных схем



Связи направления с индустрией



Mentor Graphics

- Сотрудники компании на регулярной основе читают курсы по алгоритмам физического проектирования в рамках магистерской программы
- Многие выпускники направления работают в компании
- Стажировки для студентов магистратуры и аспирантуры



Cadence

- Совместные научно-образовательные семинары
- Стажировки для студентов магистратуры и аспирантуры



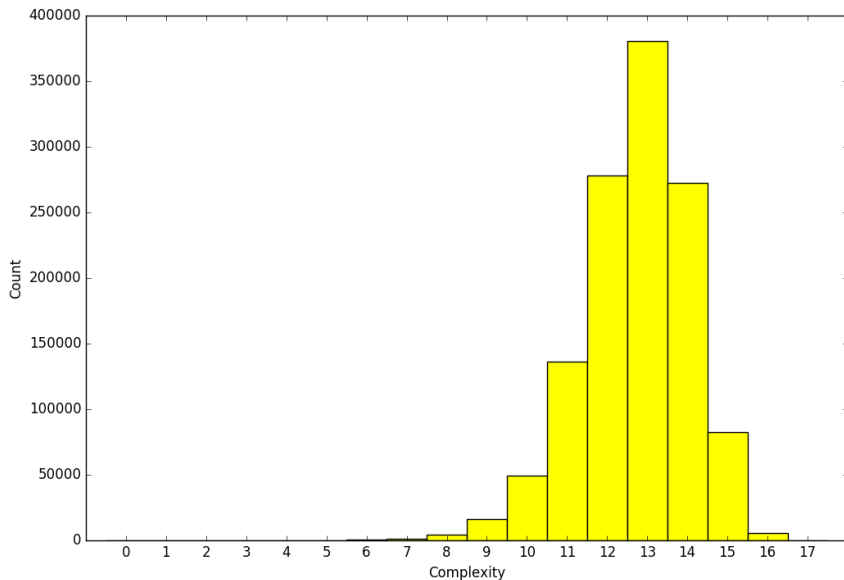
Intel

- Совместная лаборатория Интел-ВМК
- Ряд научных проектов в прошлом
- Сотрудники компании на регулярной основе читают курсы по архитектуре микропроцессоров в рамках магистерской программы

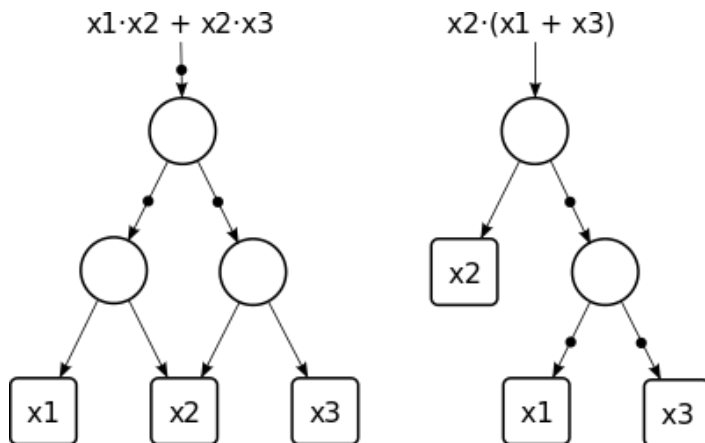
Общая информация о научных исследованиях

- Характеризуются высоким научным уровнем (в 2015 г. опубликовано 38 статей)
 - 1 публикация в журнале из списка Топ 25% высокорейтинговых журналов, индексируемых Web of Science
 - 10 публикаций в журналах, индексируемых Web of Science и/или Scopus
 - 12 публикаций в журналах из списка ВАК)
- При этом авторами или соавторами 9 из указанных публикаций были студенты
- Обеспечивают привлечение внебюджетного финансирования: 2 гранта РФФИ в 2015 и 2016 гг.
- Отличаются хорошим уровнем числа защищенных диссертаций выпускниками аспирантуры:
 - 3 кандидатских диссертации в 2015 году

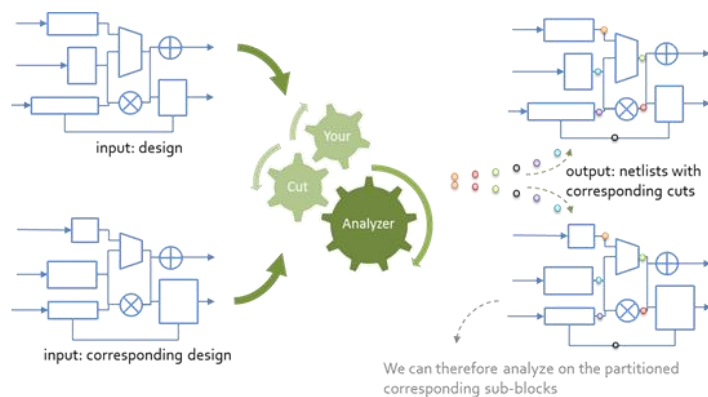
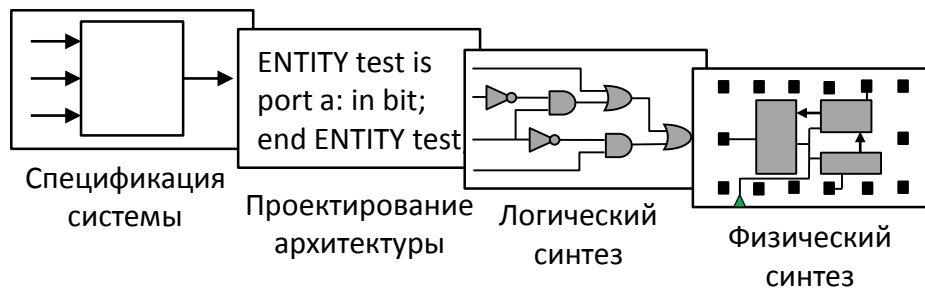
Теоретические исследования



- Разработка алгоритмов синтеза и исследование сложности реализации булевых функций в различных классах схем
- Построение каталога оптимальных и близких к ним схем для функций от малого числа переменных

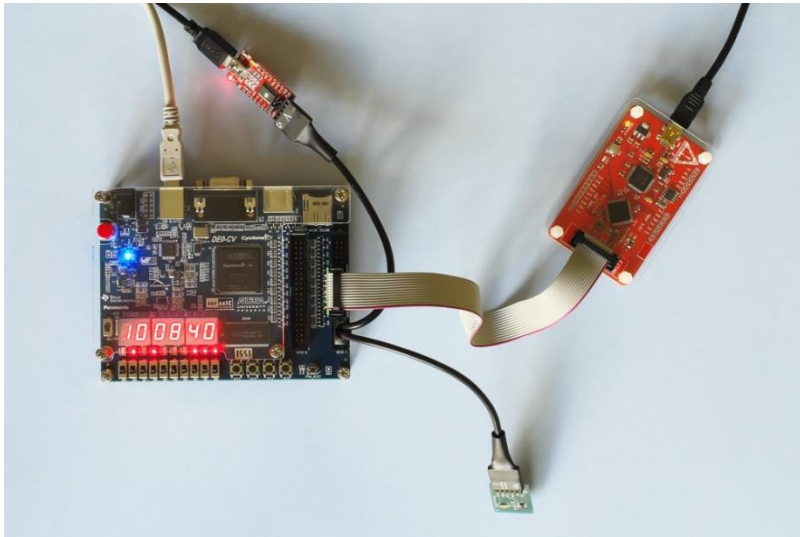


Примеры прикладных исследований направления

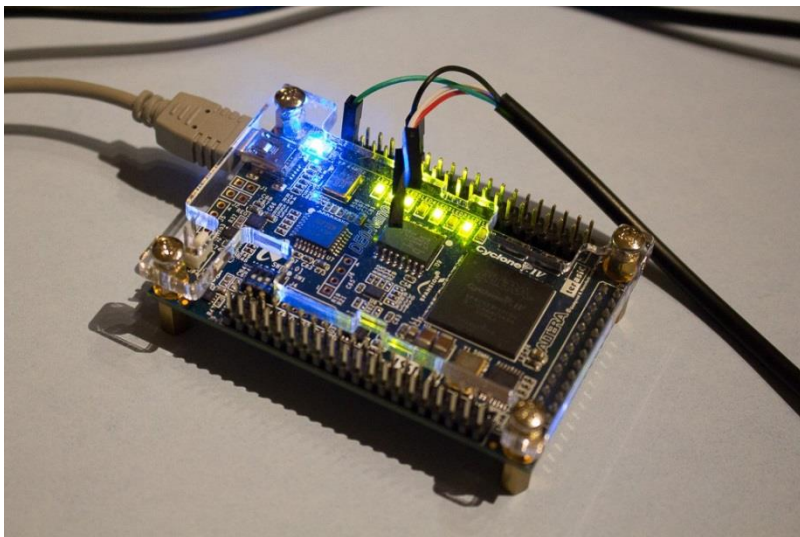


- Разработка алгоритмов автоматизации проектирования интегральных схем
- Направления работ:
 - построение академического маршрута проектирования интегральных схем
 - разработка алгоритмов и решение математических задач, возникающих на различных этапах проектирования интегральных схем

Примеры прикладных исследований направления



- Проектирование дискретных управляющих систем с использованием программируемых интегральных схем (ПЛИС).
- Применения ПЛИС:
 - аппаратные ускорители
 - встраиваемые системы
 - прототипирование микропроцессоров и микроконтроллеров
 - обучение проектированию с использованием ПЛИС-ов



Примеры прикладных исследований направления

- Исследования в области аппаратной безопасности (hardware security)
- Направления работ:
 - проектирование схем, защищенных от раскрытия функциональности и несанкционированного копирования
 - Разработка методов обнаружения нежелательных «закладок» в спроектированных схемах

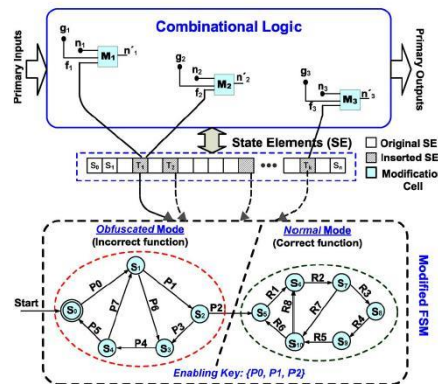
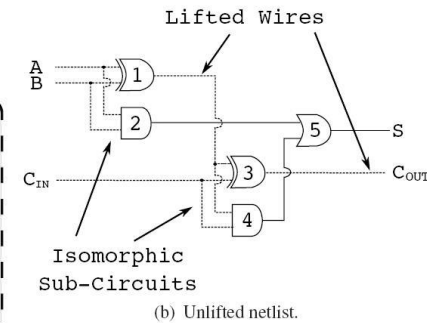
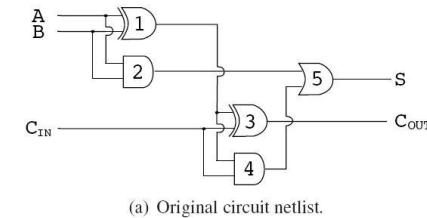
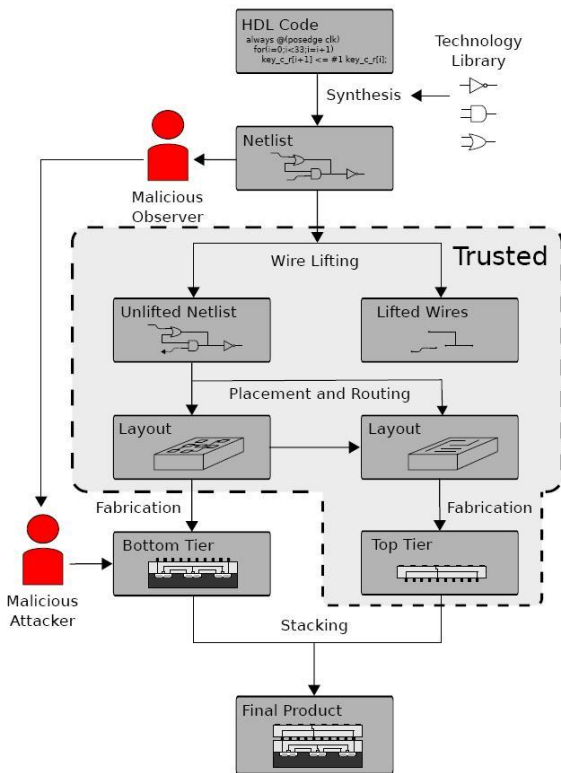


Fig. 2. Proposed functional and structural obfuscation scheme by modification of the state-transition function and internal node structure.