

## РЕЦЕНЗИЯ

### на выпускную квалификационную работу

Петренко Алексей Эдуардовича

“Адаптация операционной системы NetBSD к гетерогенной вычислительной системе”

Квалификационная работа Петренко А.Э. посвящена актуальной теме разработки высокопроизводительных вычислительных систем на основе гетерогенных архитектур, состоящих из разнородных вычислительных компонент (акселераторов), каждая из которых ориентирована на решение определенного класса задач. В частности, компания Intel предлагает новую стратегию построения таких вычислительных гетерогенных систем, называемую XPU и включающую скалярные, векторные, матричные, пространственные вычисления (CPU, GPU, FPGA, VPU и другие компоненты). Такой подход позволяет отображать сложные алгоритмы, имеющие, например, области с разной степенью параллелизма, на многокомпонентную вычислительную систему для достижения оптимального результата. Однако, программирование таких гетерогенных систем является весьма нетривиальной задачей. Помимо этого, разработка системной среды исполнения также имеет свои особенности и должна обеспечивать поддержку программной модели XPU и корректное функционирование составляющих аппаратных блоков.

В работе Алексея описывается один из вариантов тесной интеграции скалярной (CPU) и высокопараллельной (GPU) компонент. В отличие от традиционных систем с интегрированной графикой, в данной архитектуре предлагается именно использовать скалярные процессоры в качестве исполнительных скалярных устройств, взаимодействующих с исполнительными устройствами GPU на уровне общей полностью когерентной подсистемы памяти и работающих параллельно и асинхронно с GPU. Кроме того, эти скалярные процессоры выступают и в роли планировщика задач для достижения наиболее эффективной загрузки оборудования и минимизации времени выполнения того или иного алгоритма (например, для задач искусственного интеллекта).

Таким образом, разработка системной среды исполнения задач в XPU устройствах становится чрезвычайно важной для достижения наилучшего результата вычислений, обеспечения необходимых для этого системных интерфейсов между всеми аппаратными подсистемами. Алексей в своей работе провел необходимый анализ и выдвинул критерии выбора операционной системы для построения подобной гетерогенной системы. Предложенный им выбор системы NetBSD вполне обоснован для портирования на новую архитектуру, с точки зрения как относительной легкости модификации исходного кода, модульности системы, надежности, обеспечения защиты вычислений и скорости работы NetBSD.

Проделанная Алексеем работа по структуризации функциональности операционной системы, выявлении необходимых изменений в соответствии с требованиями рассматриваемой в дипломе архитектуры гетерогенной вычислительной системы, позволила сформулировать конкретные предложения по конфигурированию и портированию NetBSD на такую сложную вычислительную систему

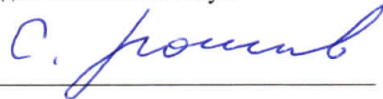
К положительным сторонам работы относится наличие полностью портированных модулей и прогресс начальной раскрутки системы на симуляторе. К недостаткам работы стоит отнести отсутствие в итоге работоспособной среды исполнения приложений на базе NetBSD.

Дипломная работа соответствует предъявляемым требованиям, установленным к ВКР студентов МФТИ, и заслуживает оценки «отлично» (10), а её автор, Петренко А.Э., заслуживает присвоения квалификации магистра и рекомендации к поступлению в аспирантуру для продолжения разработки этой весьма интересной и практически значимой темы.

**Рецензент :**

Рожков Сергей Алексеевич

старший ведущий инженер-исследователь, Intel Corporation,  
кандидат технических наук



«15» июня 2022 г.