|  |  |
| --- | --- |
|  | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ИУ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАФЕДРА \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ИУ4\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ОТЧЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ**

Студент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Кутаев Кирилл Сергеевич\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*фамилия, имя, отчество*

Группа\_\_\_\_\_ИУ4-41М\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тип практики \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_преддипломная\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Название предприятия\_\_\_\_НУК И МГТУ им. Н.Э. Баумана\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Студент **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_Кутаев К.С.\_\_\_**

*подпись, дата фамилия, и.о.*

Руководитель практики **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_Зинченко Л.А.\_\_**

*подпись, дата фамилия, и.о.*

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*2024 г.*

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc166013411)

[1 ДОПОЛНЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПО ТЕМЕ ВКРМ 5](#_Toc166013412)

[2 УЧАСТИЕ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ 8](#_Toc166013413)

[3 ПОСЕЩЕНИЕ ВЫСТАВКИ ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА 2024 10](#_Toc166013414)

[4 СПЕЦИФИКА РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА-КОНСТРУКТОРА В НУК ИУ МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА 12](#_Toc166013415)

[4.1 Общая информация о НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана 12](#_Toc166013416)

[4.2 Посещение защиты кандидатской диссертации 14](#_Toc166013417)

[4.3 Посещение НОЦ ФМН 16](#_Toc166013418)

[4.4 Посещение АО «Ангстрем» 18](#_Toc166013419)

[4.5 Посещение доклада «Обзор исследований в ИНМЭ РАН» 19](#_Toc166013420)

[4.6 Обзор применения нейронных сетей для профилирования ПО встраиваемых систем 21](#_Toc166013421)

[4.7 Изучение ГОСТ Р 15.101-2021 «Порядок выполнения научно-исследовательских работ» 25](#_Toc166013422)

[4.8 Изучение ГОСТ Р 58048-2017 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий» 26](#_Toc166013423)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 29](#_Toc166013424)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 30](#_Toc166013425)

# ВВЕДЕНИЕ

Преддипломная практика – вид производственной практики, завершающий профессиональную подготовку студентов. Проводится после освоения студентами программ теоретического и практического обучения и предполагает сбор, систематизацию и обобщение материала, необходимого для завершения работы над выпускной квалификационной работой магистра по утвержденной теме [1].

Программа преддипломной практики базируется на комплексе знаний, умений и навыков, полученных студентами при освоении всех циклов теоретического обучения, а также при проведении научно-исследовательской работы. Полученные студентами в процессе практики знания, умения и практические навыки могут быть использованы при защите выпускной квалификационной работы магистра.

В ходе преддипломной практики необходимо не только выполнить квалификационную работу магистра, но и ознакомиться с работой предприятия, изучить государственные (ГОСТы) и отраслевые (ОСТы) стандарты, используемые работниками предприятия при проектировании и разработке.

По окончании практики необходимо предоставить отчёт о проделанной работе, а также готовую к защите выпускную квалификационную работу магистра с подписанной документацией.

Цели и задачи преддипломной практики:

* Изучить имеющийся в НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана материал по теме ВКРМ и дополнить недостающий материал по теме ВКРМ;
* Подготовить отчет о посещении защиты кандидатской диссертации;
* Подготовить отчет о посещении НОЦ ФМН;
* Подготовить отчет о посещении выставки «Экспоэлектроника-2024»;
* Ознакомиться со спецификой работы инженера-конструктора в НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана;
* Изучить ГОСТ Р 15.101-2021 «Порядок выполнения научно-исследовательских работ» и отразить его основные положения в отчете;
* Изучить ГОСТ Р 58048-2017 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий» и отразить его основные положения в отчете;
* Принять участие в научно-технической конференции по указанию зав. каф. с докладом;
* Подготовить отчет о посещении доклада «Обзор исследований в ИНМЭ РАН»;
* Подготовить отчет о преддипломной практике.

# 1 ДОПОЛНЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПО ТЕМЕ ВКРМ

В рамках преддипломной практики была добавлена часть материалов по теме ВКРМ, в первую очередь касающаяся тестирования возможности выполнения набора инструкций MIPS32 разработанным эмулятором, а также разработан скрипт и набор ПО для тестирования корректности выполнения набора инструкций разработанным эмулятором.

Тестирование ПО — это процесс проверки работоспособности и качества программного продукта [2]. Оно позволяет выявить ошибки, дефекты и уязвимости в ПО, которые могут привести к сбоям, потере данных или другим нежелательным последствиям. Тестирование эмулятора ядра MIPS является важным этапом разработки. Оно позволяет убедиться в том, что эмулятор работает корректно и соответствует спецификации на архитектуру набора инструкций MIPS32 [3].

В процессе тестирования эмулятора ядра MIPS могут быть выявлены ошибки и проблемы. Они могут быть связаны с функциональностью, производительностью или совместимостью эмулятора. Ошибки могут быть исправлены в процессе разработки, а проблемы могут быть решены путем модификации эмулятора или его настройки.

Для проверки возможности выполнения инструкций без ошибок выполняется последовательное выполнение всех поддерживаемых эмулятором процессорных инструкций в различных конфигурациях. В случае выполнения данных инструкций в эмуляторе не произойдет исключение и выполнение дойдет до конца.

Для реализации данного тестового случая было создано ПО, в котором последовательно выполняются все поддерживаемых эмулятором процессорных инструкций в различных конфигурациях их составления. Данное ПО использует все возможные регистры процессора в инструкциях, а также данные различного размера. В зависимости от их размера может меняться состав операционного кода инструкции, и как следствие изменится процесс ее декодирования.

Исходный код разработанного тестового ПО в виде мнемоник на языке Ассемблера представлен на рисунке 1. Данный код компилируется с помощью утилиты компилятора «mips-none-elf-as», которая позволяет преобразовывать исходный код на языке Ассемблера в операционные коды для архитектуры ядра MIPS32.

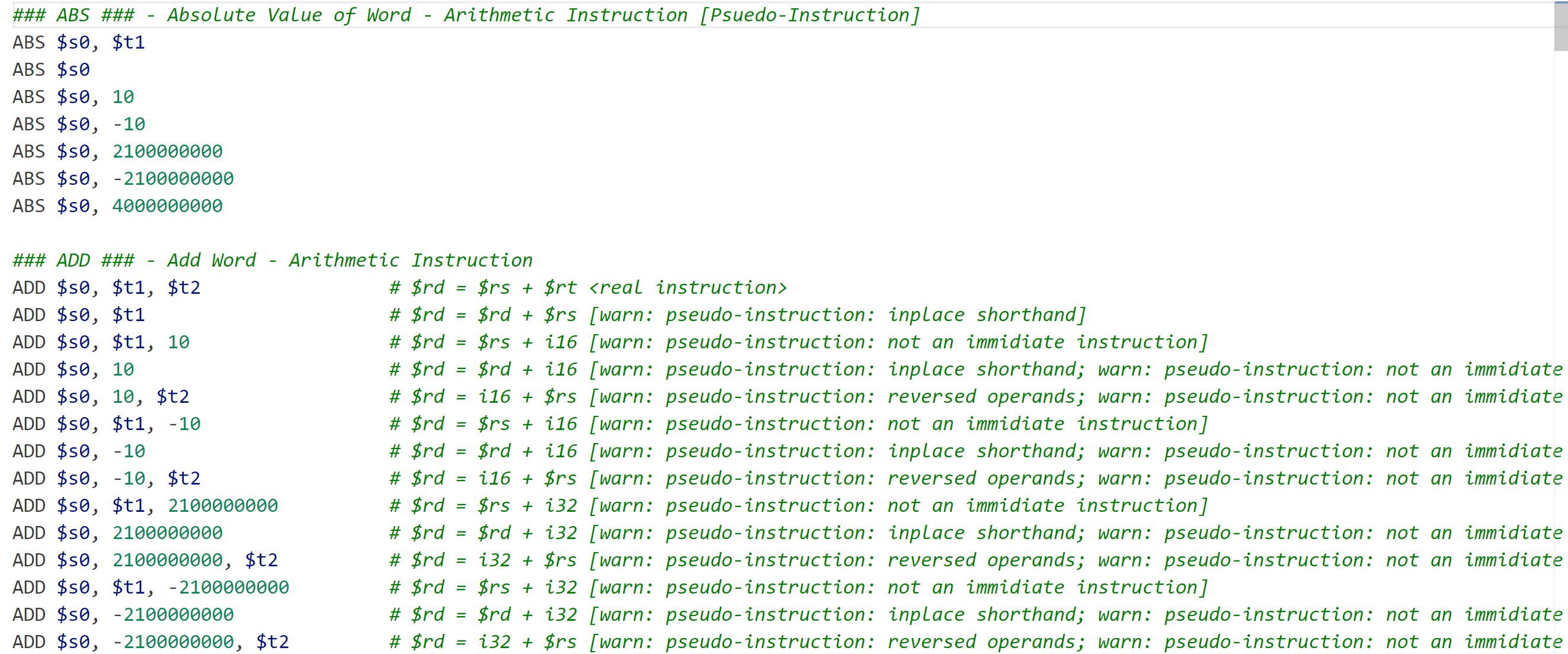


Рисунок 1 – Исходный разработанного тестового ПО

ПО результатам проведенного тестирования поддержки набора инструкций был сделан вывод о том, что эмулятор способен выполнить 54 нативные инструкции и 73 псевдо-инструкции в различных конфигурациях их составления.

Для проверки корректности выполнения инструкций было проведено сравнение выполнение различного ПО, реализующего простейшие операции, которые повсеместно используются в процессе выполнения реального ПО.

Данные алгоритмы также были реализованы на языке Ассемблера MIPS и скомпилированы с помощью компилятора «mips-none-elf-as». Корректность выполнения данных алгоритмов сравнивается на основании результата, который выдается пользователю по результатам выполнения алгоритмов. Сравнение происходит с выполнением в эмуляторе «SPIM», который поддерживает эмуляцию той же архитектуры набора команд [4].

Для непосредственно проведения сравнения был разработан скрипт с использованием командной оболочки «bash». Исходный код алгоритма представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Исходный код скрипта для тестирования корректности работы разработанного эмулятора ядра MIPS

Алгоритм работы скрипта заключается в последовательном запуске каждого из тестовых случаев в разработанном эмуляторе «Rush», а затем в эмуляторе «SPIM». После чего происходит сравнение результата, который выдал эмулятор пользователю в консоль после выполнения тестового ПО. В случае несовпадения результатов будет выведено сообщение об ошибке в тестируемом в данный момент ПО. Таким образом можно выявить ошибки в процессе декодирования и выполнения инструкций.

В результате проведенного тестирования корректности выполнения был сделан вывод о том, что эмулятор обладает достаточным уровнем соответствия архитектуре набора команд MIPS32 для выполнения задач работы. Выявленные ошибки были устранены, выполнение ПО в эмуляторе «Rush» выдает такой-же результат, как и в эмуляторе «SPIM».

Тестирование является неотъемлемой частью процесса разработки ПО. Оно позволяет обеспечить высокое качество продукта и снизить. В результате можно снизить затраты на поддержку и обслуживание разработанного решения. Таким образом, тестирование эмулятора ядра MIPS является важным этапом разработки программного обеспечения. Оно позволяет убедиться в том, что эмулятор работает корректно и соответствует требованиям пользователей.

# 2 УЧАСТИЕ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Было принято участие в конференции «ХII Международная научно-техническая конференция «Безопасные информационные технологии», посвященная 25-летию кафедры ИУ8 (БИТ 2023)». На конференции была представлена работа «Изменение поведения программы путём внесения модификации в последовательность выполнения процессорных инструкций в эмулируемой среде» за авторством Кутаева К.С. и Титова А.С. На рисунке 3 представлена заглавная страница работы.

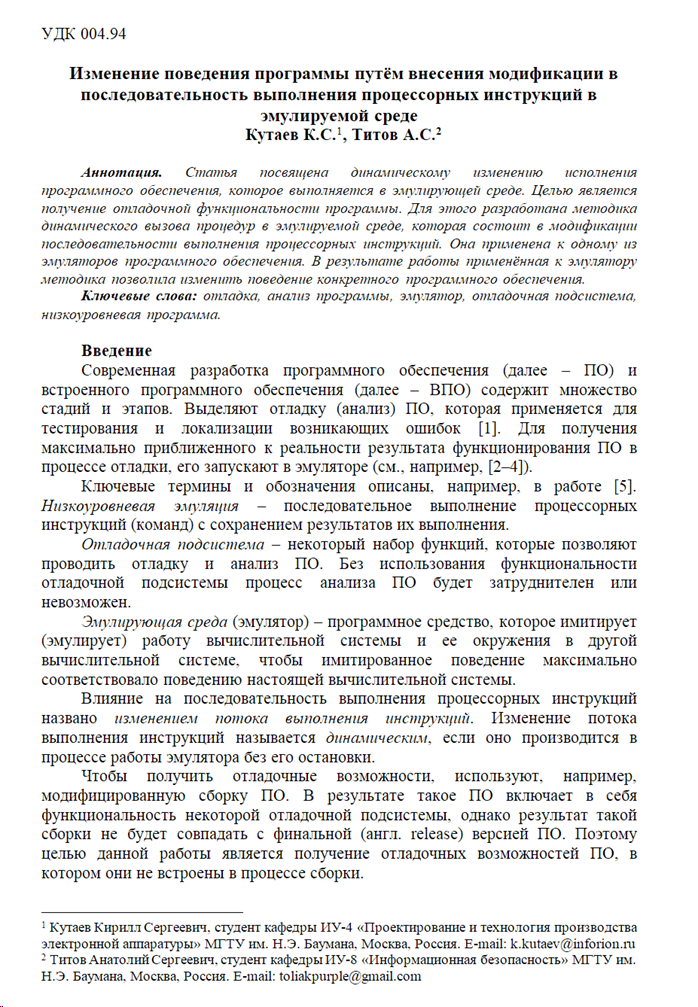


Рисунок 3 – Заглавная страница публикации

Аннотация работы: Статья посвящена динамическому изменению исполнения программного обеспечения, которое выполняется в эмулирующей среде. Целью является получение отладочной функциональности программы. Для этого разработана методика динамического вызова процедур в эмулируемой среде, которая состоит в модификации последовательности выполнения процессорных инструкций. Она применена к одному из эмуляторов программного обеспечения. В результате работы применённая к эмулятору методика позволила изменить поведение конкретного программного обеспечения.

По результатам конференции работа была отправлена на публикацию в сборник трудов конференции.

# 3 ПОСЕЩЕНИЕ ВЫСТАВКИ ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА 2024

«ЭкспоЭлектроника» (англ. ExpoElectronica) — самая крупная по количеству и самая представительная по составу участников в России и Восточной Европе Международная выставка электронных компонентов, модулей и комплектующих во всех номинациях Общероссийского рейтинга выставок 2017-2018 гг. совместно с выставкой ElectronTechExpo. Она охватывает полный цикл производства электроники и является неизменным местом встречи для лидеров индустрии [5].

Во время посещения мероприятия был посещен семинар «Старт продаж микроконтроллера Амур, представленный на рисунке 4. Применение в гражданском секторе» от АО «Радиант ЭК» и ООО «Теллур Электроникс». Был презентован новый продукт АО «Микрон» - микроконтроллеру К1948ВК018 (MIK32 Амур).



Рисунок 4 – Фото на презентации микроконтроллера MIK32 Амур

В рамках семинара были представлены и подробно рассмотрены технические возможности и особенности применения. «Микроконтроллер MIK32 Амур - первая микросхема общепромышленного применения на архитектуре RISC-V. MIK32 Амур предназначен для устройств промышленной автоматизации и интернета вещей, беспроводной периферии, интеллектуальных сетей, охранных систем, сигнализации, телеметрии, мониторинга, умного дома и управления климатом, освещением и других потребительских и промышленных решений.



Рисунок 5 – Описание ядра микроконтроллера

Полностью отечественный, от изготовления кристаллов до выпуска отладочных плат, микроконтроллер «К1948ВК018 MIK32 Amur», создан на базе свободной архитектуры RISC-V. Слайд с описанием архитектуры ядра представлен на рисунке 5. Архитектура RISC-V имеет в своем составе ядро SCR1, в котором используется открытый исходный код от российской компании Syntacore, с набором команд RV32IMC, обеспечивающий высокую скорость обработки данных и эффективность работы устройств, позволяя использовать «К1948ВК018 MIK32 Amur» в приложениях, требующих высокой производительности.

После прослушивания семинара были посещены различные стенды выставки и собраны материалы с последними новинками радиоэлектронной промышленности. Самые интересные брошюры и каталоги были впоследствии отнесены на кафедру ИУ4.

# 4 СПЕЦИФИКА РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА-КОНСТРУКТОРА В НУК ИУ МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА

## 4.1 Общая информация о НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана

НУК ИУ (научно-учебный комплекс факультета «ИУ») образован в 1988 году. В его состав входят следующие структурные подразделения [6]:

* Факультет «Информатика и системы управления»;
* НИИ Информатики и систем управления (НИИ ИСУ);
* Приборостроительный факультет;
* Факультет «Ракетно-космическая техника»;
* Научно-образовательный центр «Интеллектуальные комплексы бортового радиоэлектронного оборудования»;
* Научно-образовательный центр «Технопарк информационных технологий»;
* Региональный учебно-научный центр «Безопасность»;
* Отдел обеспечения обучения на платной основе;
* Научно-исследовательская часть (НИЧ);
* Руководство.

Подробная структура НУК ИУ представлена на рисунке 6.

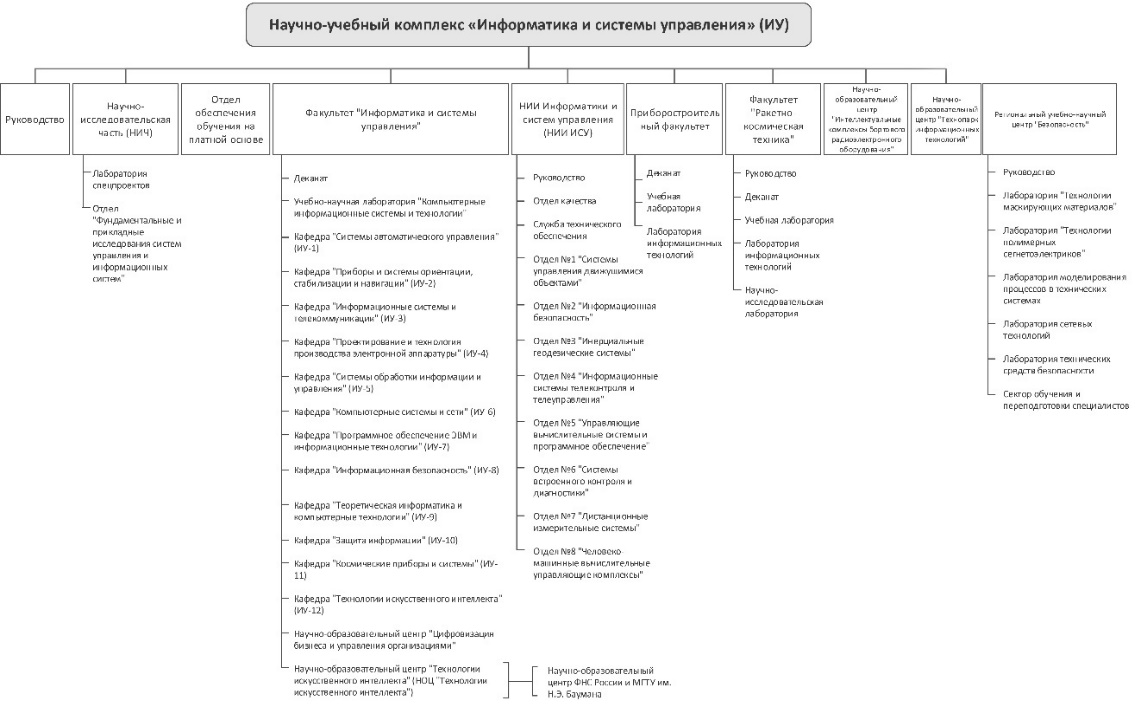


Рисунок 6 – Структура НУК ИУ МГТУ им. Баумана

Направления научных исследований в НУК ИУ формировались на кафедрах и связаны с учебным процессом. Для того чтобы у студентов была возможность производить различного рода испытания и лабораторные исследования, кафедры оснащены передовым оборудованием. Студенты МГТУ им. Н.Э. Баумана имеют возможность принимать участие в научных мероприятиях, организуемых другими вузами, министерствами, ведомствами.

Научно-образовательный центр «Технопарк информационных технологий» (Образовательный центр VK) – совместный проект МГТУ им. Н.Э. Баумана и компании VK, направленный на подготовку высококвалифицированных специалистов для российского рынка веб-разработки. Проект сочетает в себе фундаментальное университетское образование и практическое обучение у ведущих специалистов-практиков VK.

Обучение ведется по двум направлениям: основная программа Технопарка (4 семестра), семестровые открытые курсы (только для студентов МГТУ, для студентов московских вузов, всероссийские курсы).

На кафедрах Университета в рамках учебной дисциплины НИРС (научно-исследовательская работа студентов) существуют темы научно-исследовательских работ, по которым ведутся непрерывные занятия, а также есть возможность участвовать в договорных темах факультетов и кафедр.

Некоторые студенческие конференции, например, на каф. ИУ1, ИУ4, ИУ7, ИУ8, ИУ9 имеют статус международных конференций («Симпозиум. Интеллектуальные системы», «Молодежная научно-техническая конференция «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы» и др.).

Кафедра ИУ-4 располагает рядом учебно-исследовательских лабораторий: «CALS–технологии», «Микроскопия и функциональный контроль МЭМС/НЭМС», «Формирование микро- и наноструктур», СКБ «Сенсорные системы», «Испытания, сертификация и надёжность», «Конструкторско-технологическое проектирование ЭС» [7].

## 4.2 Посещение защиты кандидатской диссертации

Защита диссертации кандидата технических наук – это одно из самых важных событий в жизни ученого, которое имеет огромное значение для его карьеры и научного статуса.

Процесс защиты кандидатской диссертации состоит из нескольких этапов. Перед проведением защиты кандидат должен пройти ряд экзаменов, включая проверку знаний по истории и философии науки, иностранному языку и специализированным предметам (так называемый кандидатский минимум).

Далее опубликовывается автореферат диссертации, который распространяется за два месяца до защиты по крупным научным библиотекам и университетам России, а также членам диссертационного совета и экспертам в соответствующей области. Сама диссертация также за два месяца до защиты становится общедоступной в библиотеке учреждения, где будет проходить защита, а также отправляется двум официальным оппонентам, которые предварительно подготовляют и затем в день защиты представляют свой отзыв.

Во время самой защиты кандидат представляет результаты своей диссертационной работы, отвечает на вопросы членов диссертационного совета по своему выступлению, диссертации и автореферату. Затем читаются отзывы представляющей организации и других экспертов, а также соискатель отвечает на замечания, высказанные в этих отзывах. После этого выступают официальные оппоненты, за которыми следуют ответы на их вопросы и замечания. После этого происходит свободная дискуссия, в ходе которой могут выступить все присутствующие. После чего кандидат отвечает на вопросы и замечания, высказанные в ходе этой дискуссии, и производится закрытое голосование, в котором участвуют только члены диссертационного совета. В результате голосования определяется, присуждать ли соискателю степень кандидата наук.

На посещенной защите Терехов В.В. защищал диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Автоматизация проектирования фрактальных микросистем электростатического типа, устойчивых к воздействию тяжёлых заряженных частиц» [8]. Цель работы состояла в разработке и исследовании методов и алгоритмов компьютерного моделирования радиационной стойкости, электрических и механических характеристик ФМЭМС электростатического типа и их программной реализации.

Для достижения поставленных целей были решены следующие задачи:

1. Анализ существующих подходов и алгоритмов компьютерного моделирования воздействий тяжёлых заряженных частиц на фрактальные МЭМС электростатического типа.
2. Разработка и исследование алгоритмов компьютерного моделирования стойкости одиночных и распределённых ФМЭМС электростатического типа, к воздействию тяжёлых заряженных частиц (ТЗЧ).
3. Разработка и исследование алгоритмов компьютерного моделирования механических характеристик фрактальных МЭМС электростатического типа.
4. Разработка и исследование алгоритма генерации топологии электростатических ФМЭМС по заданным электрическим характеристикам.
5. Исследование способов снижения вычислительных затрат при компьютерном моделировании стойкости фрактальных микросистем электростатического типа к воздействию тяжёлых заряженных частиц.

На защите кандидат представил свою работу перед комиссией ученых и специалистов в области проведенного исследования, которые задавали ему вопросы и высказывали свои замечания по диссертации. В процессе защиты кандидат продемонстрировал высокий уровень подготовки, профессионализма и глубоких знаний в своей области. Кандидат продемонстрировал хорошие навыки публичного выступления и умение убедительно защищать свои научные позиции.

## 4.3 Посещение НОЦ ФМН

НОЦ ФМН — научно-образовательный центр, реализующий совместные прикладные работы с институтами РАН, широким спектром отраслевых предприятий Российской Федерации и зарубежными партнерами [9]. Является ключевой площадкой научных и инженерных открытий, обеспечивающих прогресс в квантовых технологиях, нанофотонике, биотехнологиях и перспективных специальных разработках.

На дне открытых дверей рассказано о создании научно-образовательного центра Функциональные Микро/Наносистемы, который стал межфакультетским технологическим центром, направленным на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок совместно с ведущими институтами РАН, а также медицинскими, приборостроительными, машиностроительными и другими отраслевыми предприятиями.

Проведена презентация различных направлений, в которых работает НОЦ ФМН. Основными направлениями являются нанофотоника и оптика, бионанотехнологии, МЭМС/НЭМС и альтернативная энергетика.

По сравнению с прошлым годом в НОЦ ФМН удалось повысить качество разрабатываемых кубитов на порядок. Визуализация достижений в данной области представлена на рисунке 7.

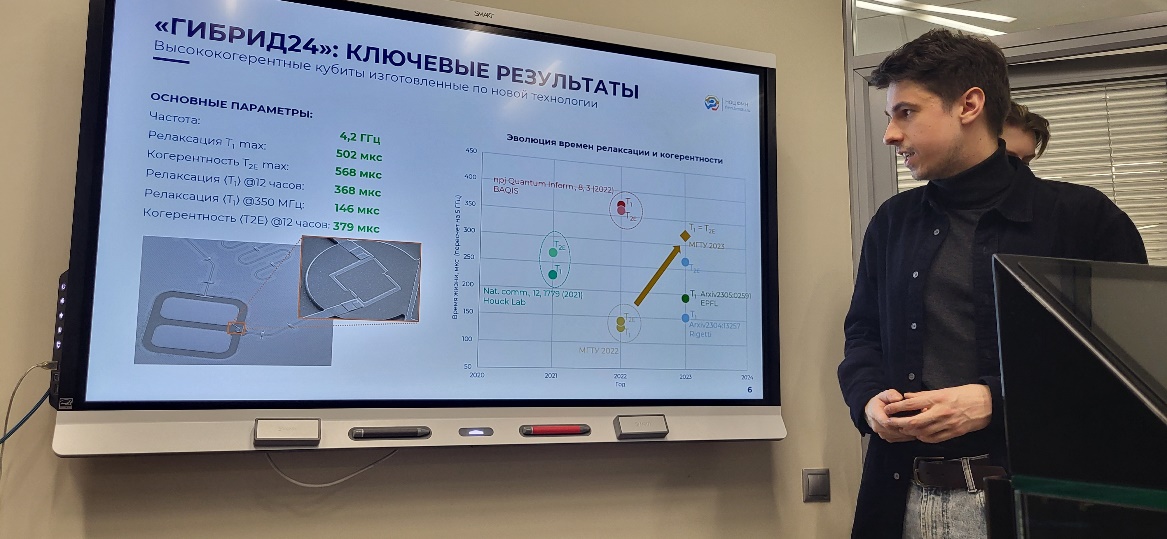


Рисунок 7 - Достижения НОЦ ФМН в области разработки кубитов за прошедший год

Из нововведений также было презентовано одно из зданий нового кампуса МГТУ им. Баумана, в который планируется переезд НОЦ ФМН после завершения строительства. Здание называется Квантум Парк и в нем будет размещен не только НОЦ ФМН, но и другие НОЦ со смежными сферами исследовательских интересов.

Также вместе с новым корпусом было представлено новое направление, которое будет развивать в НОЦ ФМН. Данное направление называется Шухов.Атом и оно будет заниматься прецизионной метрологий микро- и нано-структур. Из изменений по сравнению с прошлым годом также стоит отметить появление наглядных видеороликов, визуализирующих деятельность, которой занимаются в каждом из направлений. Также в презентациях появился список доступных вакансий по каждому из направлений



Рисунок 8 – Фото с дня открытых дверей

В результате посещения НОЦ ФМН (рисунок 8) было получено представление о том, чем в общем занимается данный НОЦ, в каких конкретно направлениях он работает, какие задачи выполняет и какие проблемы сейчас стоят на пути развития микро и наноэлектроники в целом. Были получены некоторые начальные знания по данным направления, сотрудники НОЦ ответили на все интересующие вопросы посетителей.

## 4.4 Посещение АО «Ангстрем»

АО «Ангстрем» — российский разработчик и производитель полупроводниковых изделий, от дискретных транзисторов до современных микроконтроллеров и микропроцессоров. Компания обладает одним из самых мощных в России комплексов по созданию и производству полупроводниковых изделий.

«Ангстрем» был создан в июне 1963 года как опытный завод в связке с НИИ Точной Технологии. На «Ангстреме» разрабатывались новые технологии производства микроэлектроники, а также производились опытные партии новых микросхем.

Был посещен музей микроэлектроники АО «Ангстрем». В музее было рассказано об истории отечественной микроэлектроники. В хронологическом порядке создана история побед и достижений отечественной микроэлектронной промышленности завода «Ангстрем». За почти 50 лет деятельности музей вобрал все ключевые разработки отечественной микроэлектроники. Там же названы имена разработчиков, конструкторов, директоров и высококвалифицированных специалистов, которые внесли весомый вклад в развитие отечественной микроэлектронной промышленности.

В музее представлена большая коллекция выпускаемой продукции: в ней представлены, в частности, гибридные интегральные и полупроводниковые схемы, микроприемники, значки с многоцветным изображением, измерительные и осветительные приборы, микрокалькуляторы, электронные игры. Среди экспонатов — первый в мире микроминиатюрный радиоприемник «Микро» (1964 год), за которым последовали «Эра» и «Маяк», первый созданный в нашей стране микрокалькулятор «Электроника Б3-04» (1974 год), первая отечественная 16-разрядная микро-ЭВМ.

**4.5 Посещение доклада «Обзор исследований в ИНМЭ РАН»**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук (ИНМЭ РАН), состоит при Президиуме РАН, осуществляющем научно-методическое и научно-организационное руководство Институтом.

Основной целью Института является изучения проблем и перспектив развития нанотехнологий микроэлектроники, подготовки на этой основе аналитической, статистической, методологической и прогнозной информации для руководства Министерства науки и высшего образования РФ, РАН и органов государственной власти РФ.

В соответствии с указанной целью Институт осуществляет свою деятельность по следующим основным направлениям:

* участие в разработке, создании и совершенствовании механизмов формирования государственной политики в области нанотехнологий;
* создание исследовательской инфраструктуры, развитие фундаментальных исследований по перспективным направлениям науки и технологий, определяющим прогресс в области нанотехнологий микроэлектроники;
* мониторинг физико-технологических особенностей реализации перспективной наноразмерной элементной базы микроэлектронных устройств;
* создание современных высокотехнологичных интегрированных комплексов сверхлокальной диагностики и модификации физических свойств наноматериалов и наноструктур;
* разработка и создание методов и средств контрольно-диагностической аппаратуры, используемой при создании и исследовании нанотехнологической элементной базы устройств микроэлектроники.

На посещенном докладе кандидат технических наук, научный сотрудник ИНМЭ РАН Филлипов И.А. презентовал различные направления деятельности ИНМЭ РАН.

В рамках доклада были представлены возможности технологической площадки ИНМЭ РАН по производству микро и наноэлектроники, слайд с которыми представлен на рисунке 9. Технологическая площадка ИНМЭ РАН предоставляет оборудование и технологии для обработки материалов, используемых в производстве микро- и наноэлектроники. Это включает в себя процессы литографии, травления, осаждения и другие.



Рисунок 9 – Возможности технологической площадки ИНМЭ РАН

Технологическая площадка ИНМЭ РАН оснащена современным оборудованием для тестирования и контроля качества микро- и наноэлектронных устройств. Она позволяет проводить полный цикл технологического процесса производства изделий микро и наноэлектроники.



Рисунок 10 – Направления исследований ИНМЭ РАН

В соответствии с целями и задачами, поставленными перед институтом Министерством образования и науки и Российской академией наук можно выделить следующие важнейшие направлений научной деятельности, реализуемых в ИНМЭ РАН, визуализированное представление которых отображено на слайде на рисунке 10: кремний-углеродные технологии для создания автоэмиссионных источников электронов, формирование элементов и создание устройств планарной фотоники, разработки технологических методов гетерогенной интеграция, формирование и исследования структур для интегральной биосенсорики. Данные направления исследования в области наноэлектроники и наноматериалов, как хорошо известно, должны быть подкреплены существенными работами в области аналитических и метрологических исследований, что приводит к выделению его в самостоятельное направления. В рамках выполнения задач по данным направлениям в институте разработаны новые технологические процессы, новые различные изделия микро и наноэлектроники, а также методики проведения исследований.

Таким образом, дальнейшие исследования в ИНМЭ РАН будут способствовать созданию новых материалов и технологий, которые могут найти применение в различных отраслях промышленности. Это позволит укрепить позиции России на мировом рынке и повысить её конкурентоспособность. В целом, исследования в ИНМЭ РАН представляют собой важный вклад в развитие науки и техники и могут привести к значительным достижениям в различных областях промышленности.

## 4.6 Обзор применения нейронных сетей для профилирования ПО встраиваемых систем

В последние десятилетия нейронные сети стали широко использоваться в различных областях науки и техники. В частности, в области программного обеспечения встраиваемых систем нейронные сети показывают потенциал для улучшения процессов профилирования и оптимизации. Профилирование программного обеспечения – это процесс сбора и анализа информации о производительности и ресурсоемкости программного обеспечения.

Профилирование программного обеспечения играет важную роль в разработке и оптимизации встраиваемых систем. Оно позволяет разработчикам получить подробную информацию о производительности и ресурсоемкости программного обеспечения, что, в свою очередь, помогает им найти узкие места и оптимизировать код. Традиционные методы профилирования программного обеспечения основаны на инструментах статического и динамического анализа.

Нейронные сети (НС) – это мощный инструмент машинного обучения, который может быть применен к задачам профилирования программного обеспечения. НС могут быть обучены на наборах данных, содержащих информацию о производительности и ресурсоемкости программного обеспечения, а затем использованы для прогнозирования этих характеристик для новых программ.

Существует несколько способов применения НС для профилирования ПО. Статическое профилирование – НС может быть обучена на наборе данных, содержащем информацию о исходном коде ПО, и затем использована для прогнозирования характеристик ПО без его выполнения. Динамическое профилирование – НС может быть обучена на наборе данных, содержащем информацию о производительности и ресурсоемкости ПО во время его выполнения, и затем использована для прогнозирования этих характеристик для других программ.

В случае проектирования встраиваемых систем НС могут быть применены не только к программному обеспечению системы, но и к аппаратному обеспечению. Программная часть может состоять из операционной системы, прикладного кода и драйверов для периферийных устройств. Аналогичным образом аппаратное обеспечение состоит из одного или нескольких процессорных ядер с выделенными IP-ядрами и коммуникационными шинами.

Основная проблема при разработке инструмента оценки производительности программного обеспечения встраиваемых систем — это точная модель производительности, учитывающая расширенные архитектурные функции, такие как конвейеры, кэши и средства прогнозирования ветвей. Нейронные сети могут обобщать свое поведение, даже если моделируемый процесс является сильно нелинейным, как в случае программного обеспечения, работающего на процессорах, имеющих эффекты конвейера и кэша. На рисунке 11 представлены два основных этапа метода оценки: обучение и использование.

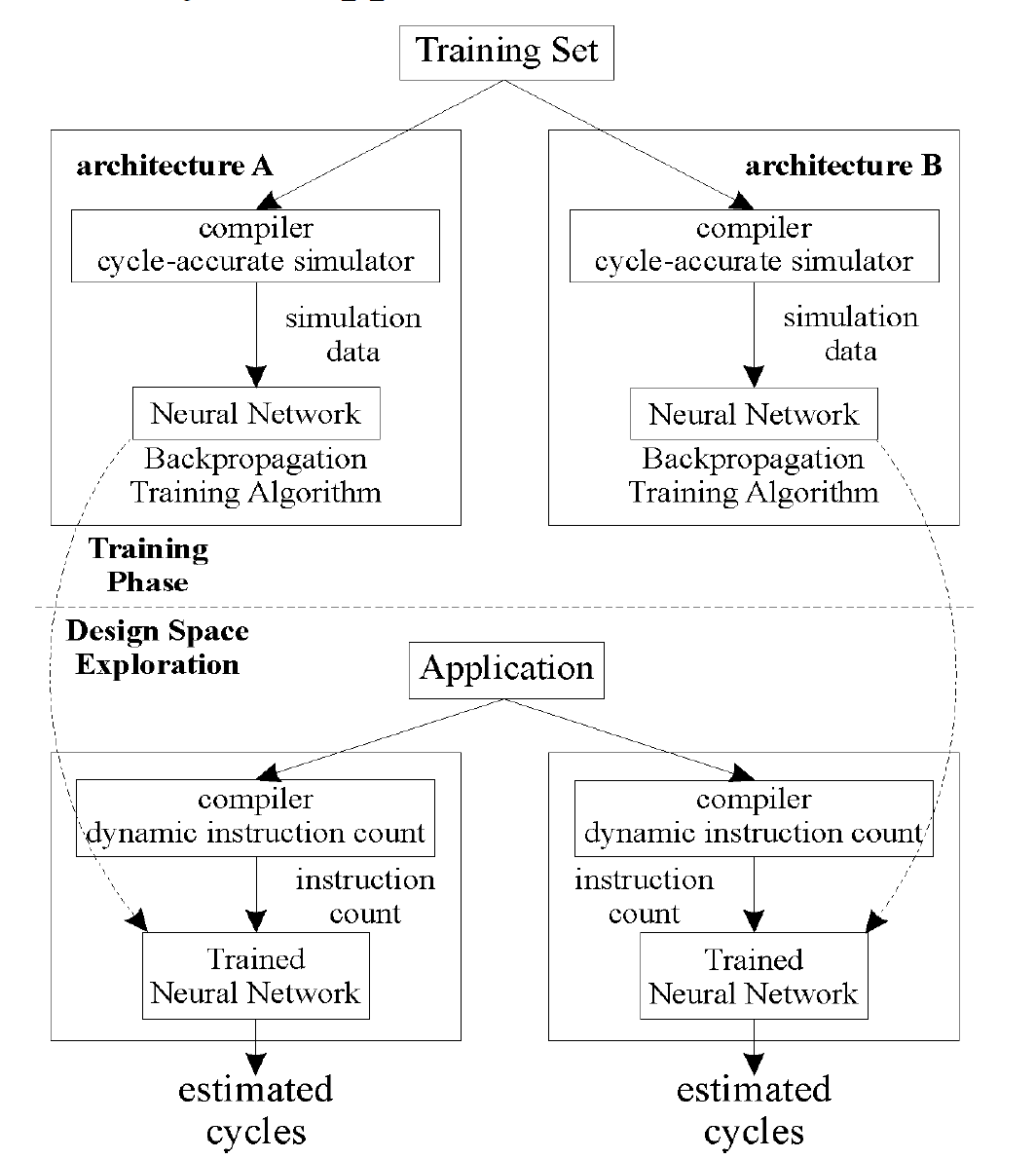


Рисунок 11 - Разработка и использование инструмента оценки производительности ПО встраиваемых систем с помощью НС

На рисунке 12 представлена НС, используемая для оценки количества циклов приложения для процессора ARM, где входными данными являются количество инструкций разных типов. Он состоит из входного слоя, скрытого слоя с 5 нейронами, содержащими передаточную функцию, и выходного слоя с одним нейроном, содержащим линейную передаточную функцию.

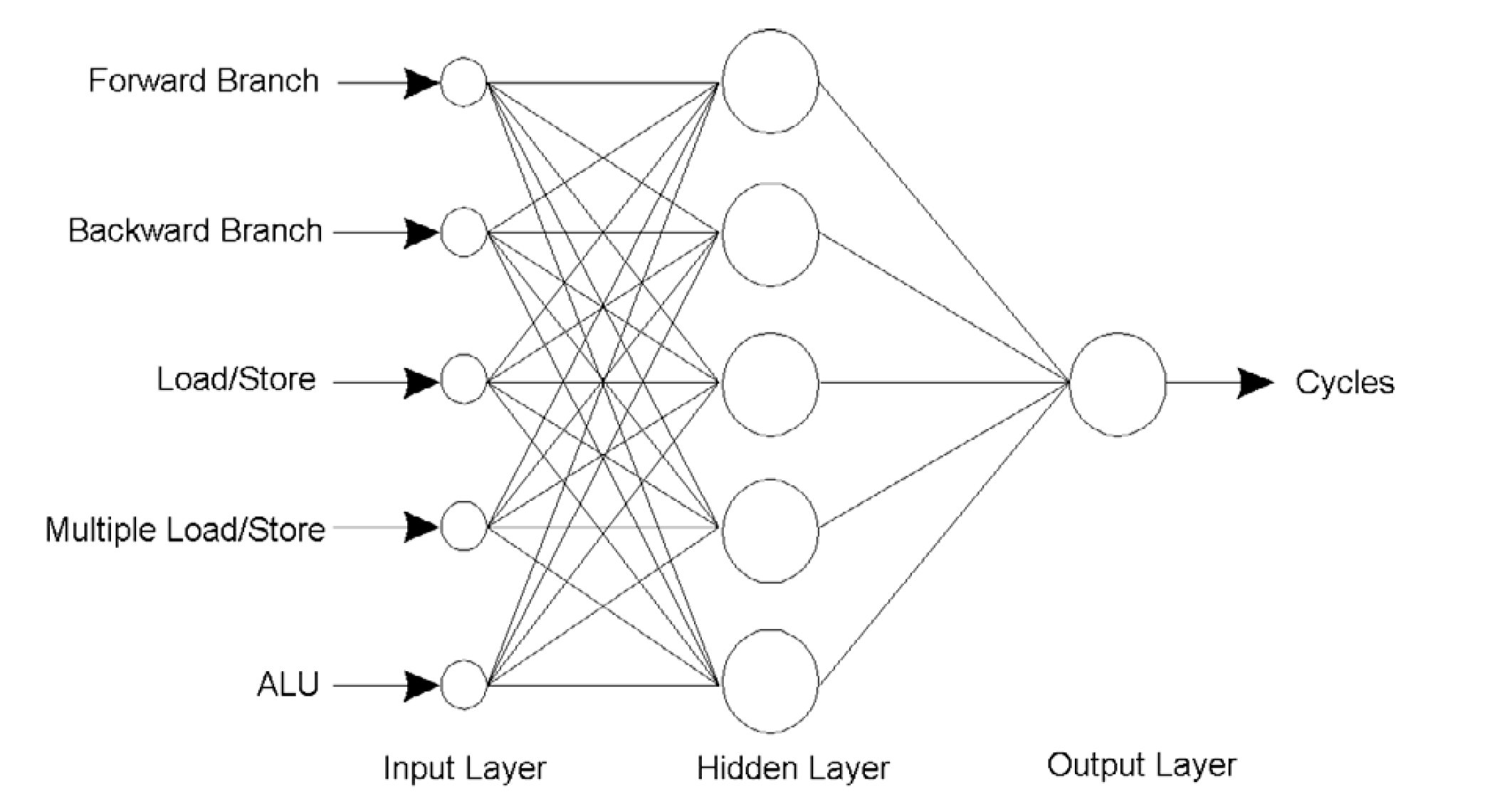


Рисунок 12 – Нейронная сеть прогнозирования производительности ПО встраиваемых систем

Для обучения необходим эмулятор встраиваемой системы с точностью до цикла, чтобы извлечь количество выполненных инструкций и общее количество циклов, затраченных набором тестов обучения. Необходимо выбрать небольшое количество классов инструкций, которые достаточно репрезентативны для временного поведения всех типов инструкций (прямая ветвь, обратная ветвь, загрузка/сохранение, множественная загрузка/сохранение и АЛУ). Однако после обучения сети ее использование имеет низкую стоимость, состоящую из динамического количества инструкций приложения и стоимости нейронной сети, которая требует только умножения входных данных на веса нейронов.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение нейронных сетей для профилирования программного обеспечения встраиваемых систем является перспективным направлением исследований. Нейронные сети могут быть использованы для прогнозирования производительности, ресурсоемкости, функциональности и безопасности программного обеспечения встраиваемых систем.

## 4.7 Изучение ГОСТ Р 15.101-2021 «Порядок выполнения научно-исследовательских работ»

ГОСТ Р 15.101-2021 «Порядок выполнения научно-исследовательских работ» – это межгосударственный стандарт, который устанавливает единый порядок выполнения научно-исследовательских работ (НИР) в рамках системы разработки и постановки продукции на производство. Стандарт устанавливает единый порядок выполнения НИР, что позволяет повысить их качество и эффективность.

Он может быть использован как заказчиками, так и исполнителями НИР, что позволяет повысить прозрачность и эффективность взаимодействия между ними. ГОСТ Р 15.101-2021 является обязательным для применения на территории Российской Федерации.

Стандарт распространяется на:

* НИР, выполняемые по заказам: организаций, независимо от их ведомственной принадлежности и формы собственности; государственных, отраслевых и других программ;
* НИР, выполняемые в инициативном порядке.

Стандарт не распространяется на:

* фундаментальные исследования;
* прикладные исследования, выполняемые в рамках опытно-конструкторских работ (ОКР);
* поисковые исследования, выполняемые в рамках НИР.

Стандарт устанавливает состав и содержание основных этапов НИР:

* разработка технического задания (ТЗ) на НИР;
* проведение НИР;
* оформление отчета о НИР;
* приемка НИР;

Также устанавливает требования к оформлению документации НИР:

* ТЗ на НИР;
* отчет о НИР;
* другие документы, предусмотренные ТЗ на НИР;

Приводится порядок проведения приемки НИР:

* состав комиссии;
* порядок работы комиссии;
* оформление результатов приемки;

Описывается порядок финансирования НИР:

* за счет средств государственного бюджета;
* внебюджетных источников;
* собственных средств организаций.

Цель стандарта:

* Обеспечить единый подход при выполнении НИР;
* Повысить качество и эффективность НИР;
* Сократить сроки выполнения НИР;
* Уменьшить расходы на НИР.

Органы государственного управления применяют данный стандарт для разработки и реализации государственной политики в области НИР, для контроля за использованием бюджетных средств, выделенных на НИР; Научно-исследовательские организации используют данный стандарт для разработки и внедрения новых методов проведения НИР, для повышения качества и эффективности НИР;

## 4.8 Изучение ГОСТ Р 58048-2017 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий»

ГОСТ Р 58048-2017 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий» играет важную роль в обеспечении унифицированного и эффективного подхода к оценке уровня зрелости технологий (УЗТ).

Систематическая оценка достигнутых уровней зрелости позволяет на раннем этапе выявлять и снижать риски, связанные с несвоевременным выполнением соответствующих проектов и программ, превышением выделенного на их реализацию бюджета.

Уровень зрелости технологии – это концепция, определяющая степень зрелости и стабильности технологий и процессов в организации или индустрии. Он оценивается на основе различных критериев, таких как степень автоматизации, надежность, уровень стандартизации, наличие процессов оптимизации и т.д.

Стандарт устанавливает 4 уровня УЗТ:

1. Лабораторный: Технология разработана в лабораторных условиях. Пример: создание опытного образца нового лекарственного препарата.
2. Пилотный: Технология успешно испытана в пилотном масштабе. Пример: проведение пилотных испытаний новой технологии производства стройматериалов.
3. Промышленный: Технология готова к внедрению в промышленном масштабе. Пример: подготовка к запуску серийного производства нового электромобиля.
4. Тиражируемый: Технология успешно тиражируется на другие предприятия. Пример: распространение технологии 3D-печати на различные промышленные предприятия.

Стандарт приводит 7 факторов, влияющих на УЗТ:

* Техническая готовность:
* Наличие опытного образца,
* Результаты испытаний,
* Готовность документации.
* Экономическая эффективность:
  + Расходы на разработку и внедрение,
  + Ожидаемая прибыль.
* Патентная защита:
  + Наличие патентов,
  + Ноу-хау.
* Наличие квалифицированного персонала рабочих и специалистов:
* Наличие производственных мощностей и оборудования:
* Соответствие требованиям безопасности и экологическим нормам:
* Наличие рынка сбыта:
  + Потенциальные потребители,
  + Конкуренция.

Стандарт предлагает методику оценки УЗТ, которая включает:

1. Определение целей и задач оценки.
2. Выбор критериев оценки:

* Технологическая готовность;
* Технологическая зрелость;
* Критичные элементы технологии.

1. Сбор и анализ информации.
2. Расчет УЗТ.
3. Оформление результатов оценки.

Стандарт может быть использован организациями, разрабатывающими и внедряющими технологии, осуществляющими трансфер технологий, органами государственной власти, осуществляющими управление трансфером технологий и разрабатывающими, и реализующими государственную политику в области трансфера технологий.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При прохождении преддипломной практики было проведено дополнение материалов по ВКРМ по тестированию разработанного эмулятора ядра MIPS для подтверждения корректности его работы.

Принято участие в научно-технической конференции «БИТ 2023». На конференции была представлена работа «Изменение поведения программы путём внесения модификации в последовательность выполнения процессорных инструкций в эмулируемой среде» за авторством Кутаева К.С. и Титова А.С.

Была посещена выставка «ЭкспоЭлектроника», на которой было принято участие в семинаре, посвященном новому отечественному микроконтроллеру на базе архитектуры RISC-V.

В рамках изучения специфики работы инженера-конструктора в НУК ИУ было проведено ознакомление с оборудованием и деятельностью НУК ИУ и посещен ряд мероприятий. Первым была защита диссертации Тереховым В.В., на ней были получены знания о процессе защиты на соискание степени кандидата технических наук. Затем было посещение дня открытых дверей НОЦ ФМН, на котором были представлены основные направления работы. После был посещен музей микроэлектроники АО «Ангстрем», в котором рассказано об истории отечественной микроэлектроники. Также был посещен доклад «Обзор исследований в ИНМЭ РАН», на котором было подробно рассказано об достижениях в различных областях микро и наноэлектроники.

Помимо этого, было проведен обзор применения нейронных сетей для решения задачи профилирования ПО встраиваемых систем, в рамках которого был проведен обзор литературы по профилированию ПО.

Также были изучены Государственные Стандарты ГОСТ Р 15.101-2021 «Порядок выполнения научно-исследовательских работ» и ГОСТ Р 58048-2017 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий». Были отражены их основные положения.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Организация и проведение преддипломной практики: учебно-методическое пособие // Шахнов В. А. и др. - Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. - 21 с.
2. Мостипака А. Е., Тестирование программного обеспечения // Наука и образование сегодня. 2020. №12 (59).
3. MIPS ISA. — Текст: электронный // CS.CMU: [сайт]. — URL: https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/academic/class/15740-f97/public/doc/mips-isa.pdf (дата обращения: 30.04.2024).
4. Larus, R. James, Larus Assemblers, Linkers, and the SPIM Simulator. — Palo-Alto: Computer Organization & Design: The Hardware/Software Interface, 1993. — 84 c. — Текст: непосредственный.
5. О выставке. — Текст: электронный // Экспоэлектроника: [сайт]. — URL: https://expoelectronica.ru/ru/about/ (дата обращения: 30.04.2024).
6. Научно-учебный комплекс "Информатика и системы управления". — Текст: электронный // МГТУ: [сайт]. — URL: https://bmstu.ru/svedendoc/sveden/document/%D0%BD%D1%83%D0%BA%20%D0%98%D0%A1%D0%A3.pdf (дата обращения: 30.04.2024).
7. Научные школы ИУ4. — Текст: электронный // ИУ4: [сайт]. — URL: https://iu4.ru/ns/ (дата обращения: 30.04.2024).
8. Терехов В. В.. — Текст: электронный // Диссертанты МГТУ: [сайт]. — URL: https://bmstu.ru/svedendoc/disser/index.php?q=dissertation&id=897 (дата обращения: 30.04.2024).
9. О НОЦ ФМН. — Текст: электронный // НОЦ ФМН: [сайт]. — URL: https://fmn.bmstu.ru/about/fmn/ (дата обращения: 30.04.2024).