|  |  |
| --- | --- |
|  | **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](#_Toc159967827)

[1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О НУК ИУ МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА 5](#_Toc159967828)

[2 ДОПОЛНЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПО ТЕМЕ ВКРМ 7](#_Toc159967829)

[3 ПОСЕЩЕНИЕ ЗАЩИТЫ КАНДИДАТСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ 8](#_Toc159967830)

[4 ПОСЕЩЕНИЕ НОЦ ФМН 9](#_Toc159967831)

[5 ПОСЕЩЕНИЕ ВЫСТАВКИ ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА 2024 10](#_Toc159967832)

[6 СПЕЦИФИКА РАБОТЫ ИНЖЕНЕРА-КОНСТРУКТОРА В НУК ИУ МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА 11](#_Toc159967833)

[7 ИЗУЧЕНИЕ ГОСТ Р 15.101-2021 «ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ» 12](#_Toc159967834)

[8 УЧАСТИЕ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ 13](#_Toc159967835)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 14](#_Toc159967836)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 15](#_Toc159967837)

# 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.

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;
* Принять участие в научно-технической конференции по указанию зав. каф. с докладом;
* Подготовить отчет о преддипломной практике.

# **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:

* Факультет «ИУ»;
* Научно-исследовательский институт – НИИ ИСУ;
* Вычислительный центр;
* Специальные научно-учебные центры.

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.

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. Результаты исследований студентов и аспирантов докладываются на научно-технических конференциях в том числе международных, всероссийских, региональных. Студенты принимают участие в выставках студенческих работ, организованных вузом.

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.).

Все кафедры факультета активно работают со студентами, желающими достичь успехов в науке. Так, например, на кафедрах ИУ1, ИУ4, ИУ5, ИУ6, студенты издают свои сборники научных работ, принимают участие в международных конференциях.

Регулярно создается сборник научных трудов студентов «Информатика и системы управления в XXI веке». Студенты, склонные к научной работе, участвуют в различных семинарах, конференциях, конкурсах.

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». Сегодня на кафедре ведут подготовку и научные исследования 5 академиков отраслевых академий, 2 члена-корреспондента, 5 профессоров, 15 кандидатов технических наук. 4 преподавателя кафедры являются Лауреатами Государственных премий РФ и Премий Совета Министров. За 30 лет на кафедре защитили докторские диссертации 12 человек, кандидатские диссертации – более 30 человек. Все это обуславливает высокий уровень как подготовки специалистов на кафедре, так и проводимых научно-исследовательских работ.

В настоящее время на кафедре подготовку бакалавров и магистров ведут преподаватели, ведущие специалисты в области конструкторско-технологического проектирования, микроэлектронных и телекоммуникационных технологий, САПРа. Среди преподавателей кафедры много представителей промышленности и ведущих научных центров России. Учебный процесс и научные исследования на кафедре проводятся в соответствующих учебно-исследовательских лабораториях по направлениям: технологии приборостроения, схемотехники, сетевых и телекоммуникационных технологий, микроэлектроники, САПРа, микропроцессоров, микроЭВМ и нейрокомпьютеров.

# 2 ДОПОЛНЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПО ТЕМЕ ВКРМ

# 3 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. Следует отметить, что процесс защиты диссертации является сложным и ответственным этапом, который требует от кандидата тщательной подготовки и глубоких знаний в выбранной области.

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. Кроме того, тексты диссертации и автореферата выкладываются на веб-сайте учреждения, создавшего диссертационный совет, который принял диссертацию к защите.

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. Оппоненты не могут иметь каких-либо связей по соавторству или месту работы с кандидатом; кроме того, один из оппонентов должен быть доктором наук.

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». 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.

В первой главе диссертации представлен аналитический обзор существующих методов компьютерного моделирования, которые могут быть использованы для анализа радиационной стойкости МЭМС. Приведены алгоритмы, которые применяются для решения задач компьютерного моделирования радиационной стойкости микросистем.

Во второй главе приведены разработанные алгоритмы компьютерного моделирования устойчивости одиночных фрактальных МЭМС электростатического типа к попаданию тяжёлых заряженных частиц на примере отдельных элементов ёмкостного типа. Для компьютерного моделирования воздействия тяжёлых заряженных частиц на микросистемы в САПР Sentaurus TCAD были разработаны модели ёмкостных элементов ФМЭМС.

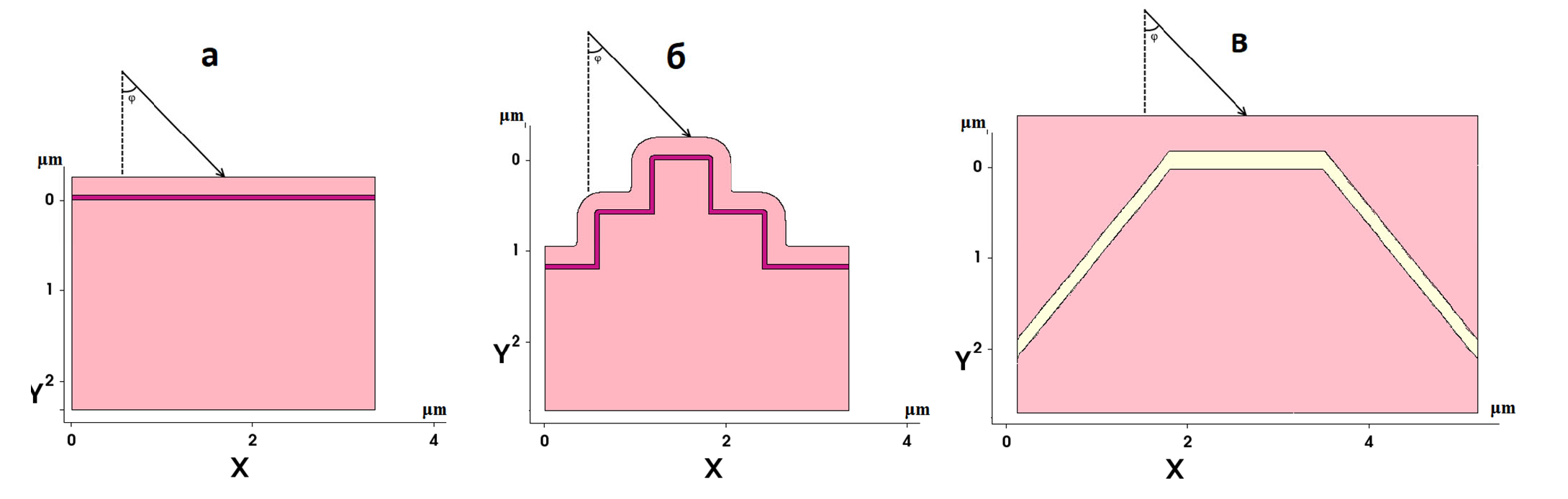


Рисунок - Модели ёмкостных элементов МЭМС с плоской топологией (а), параллельной фрактальной топологией (б), фрактальной топологией «Снежинка Коха» (в)

В третьей главе рассматривается методология моделирования фрактальных МЭМС электростатического типа при учёте технологических погрешностей.

В четвёртой главе рассматривается программное обеспечение, реализующее алгоритмы, предложенные во второй и третьей главах. Программное обеспечение, реализующее алгоритм компьютерного моделирования воздействия тяжёлых заряженных частиц на электростатические микросистемы, а также модифицированный алгоритм компьютерного моделирования воздействия тяжёлых заряженных частиц на электростатические микросистемы с учётом технологических погрешностей.

На защите кандидат представил свою работу перед комиссией известных 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 и успешно отвечал на все вопросы комиссии. Его исследование было оценено как оригинальное и важное для развития науки. Кроме того, кандидат продемонстрировал хорошие навыки публичного выступления и умение убедительно защищать свои научные позиции.

Комиссия задавала интересные и насыщенные вопросы, что позволило кандидату продемонстрировать свои знания и умения. В целом, защита прошла успешно, и кандидату было высказано решение о присвоении степени кандидата технических наук.

Проведение защиты диссертации кандидата технических наук представляет собой важное событие в научном сообществе, где оцениваются научная значимость, академическая квалификация и уровень подготовки соискателя. Этот процесс является важным этапом в научной карьере кандидата, позволяя продемонстрировать экспертам свои научные достижения, интеллектуальные способности и исследовательские навыки. Проведение защиты диссертации стимулирует развитие научного диалога, способствует обмену научными знаниями и опытом, а также способствует развитию научного сообщества.

# 4 ПОСЕЩЕНИЕ НОЦ ФМН

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

В кооперации с ведущими мировыми командами научно-образовательный центр «Функциональные Микро/Наносистемы» проводит масштабные прикладные исследования в области разработки технологий на основе последних открытий науки и техники: сверхпроводниковые квантовые компьютеры, однофотонные источники и детекторы излучения, высокоскоростные оптоэлектронные преобразователи и системы передачи данных, устройства наноплазмоники, включая новые типы нанолазеров, линейно-оптические фотонные интегральные схемы, биологические сенсоры и датчики сред, а также биоаналитические микрофлюидные платформы типа «лаборатория-на-чипе».

Профессиональная команда ученых и инженеров центра выполняет работы полного производственного цикла: от постановки исследовательской задачи до отработки технологии и создания образцов техники на новых физических принципах. Революционные технологии НОЦ ФМН сегодня отмечены в России и используются ведущими научными группами мира. Руководитель НОЦ ФМН Илья Анатольевич Родионов, выпускник МГТУ им. Н.Э. Баумана, кандидат технических наук, лауреат Премии молодым ученым Правительства Москвы.

Основные усилия команды НОЦ ФМН сосредоточены на достижении главных целей:

- завоевание лидирующих мировых позиций при проведении междисциплинарных научных исследований на стыке таких направлений как наноэлектроника, материаловедение, биомедицина и биохимия с целью разработки сложных функциональных систем, основанных на новых принципах;

- объединение усилий специалистов НОЦ ФМН, ведущих институтов РАН, медицинских, приборостроительных, машиностроительных отраслевых предприятий и зарубежных партнеров для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в интересах Российской Федерации;

- реализация «русского метода обучения ремеслам» - привлечение молодых научных и инженерных кадров, получающих фундаментальную университетскую подготовку, и вовлечение их в практически-прикладные работы посредством инженерной практики, магистратуры и аспирантуры, с последующим их трудоустройством;

- привлечение к реализации научных исследований, опытно-конструкторских и промышленных разработок ведущих ученых, а также российских специалистов, живущих за рубежом, с целью дальнейшего возвращения в РФ.

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.

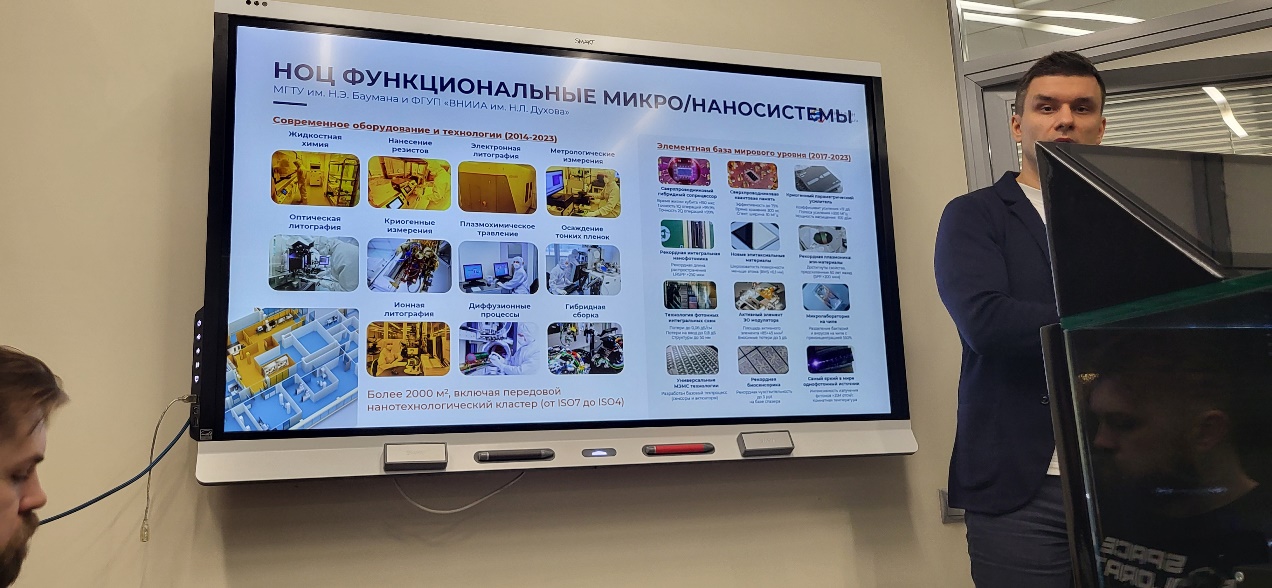


Рисунок – Демонстрация оборудования и разработок НОЦ ФМН

Направление нанофотоника и оптика занимается различными исследованиями и разработкой, которые нацелены на создание фотонных устройств с уникальными характеристиками или совершенно новыми функциональными возможностями. В этих устройствах эффекты концентрации и управления полями, обусловленные новыми оптическими явлениями, реализуют механизмы управления взаимодействием света с веществом.

Направление бионанотехнологий занимается расширением спектра биоаналитических методов, основанных на комплексном использовании биосенсорных и микрофлюидных систем. Перспективные разработки НОЦ ФМН сегодня нацелены на создание нового поколения биоаналитических приборов – лабораторий-на-чипе и устройств персонифицированной медицины, которые позволят существенно сократить объемы проб и дорогостоящих реагентов, увеличить скорость анализов, расширить спектр детектируемых биомаркеров.

Направление МЭМС/НЭМС занимается развитием концепции Индустрии 4.0, которая предусматривает сквозную цифровизацию всех технологических и физических процессов, их интеграцию в цифровую экосистему, насыщенную множеством разнообразных приборов, датчиков, актуаторов, объединенных в единую сеть посредством различных каналов связи

По сравнению с прошлым годом в НОЦ ФМН удалось повысить качество разрабатываемых кубитов на порядок. Качество кубитов стало сравнимо с лучшими мировыми лабораториями, занимающимися исследованиями в данной сфере. Под параметром качества понимается время релаксации и когерентность у кубитов. Визуализация достижений в данной области представлена на рисунке.

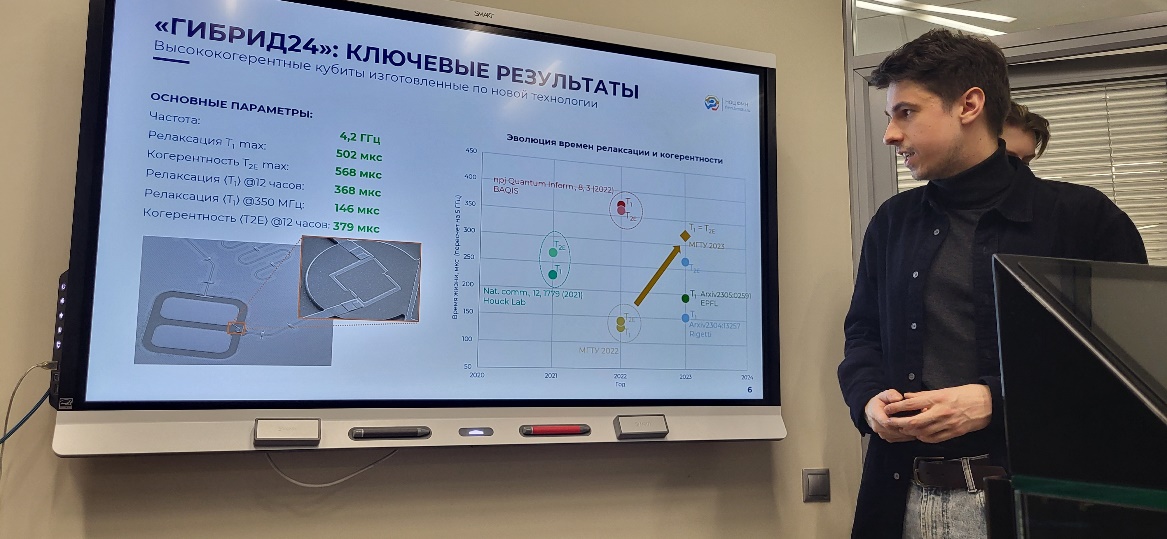


Рисунок - Достижения НОЦ ФМН в области разработки кубитов за прошедший год

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, и но другие НОЦ со смежными сферами исследовательских интересов. Внешний вид нового здания НОЦ ФМН представлен на рисунке.

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. Для развития данного направления было закуплено множество современного высокоточного оборудования. Данное направление будет также полезно и для других направлений, так как необходимо проводить точные измерения мельчайших частей устройств, которые разрабатываются в НОЦ ФМН.



Рисунок – Новый корпус Квантум Парк

Из изменений по сравнению с прошлым годом также стоит отметить появление наглядных видеороликов, визуализирующих деятельность, которой занимаются в каждом из направлений. Они позволяют более наглядно рассмотреть процессы, происходящий в рамках деятельности каждого из направлений и дают более четкую картину о том, чем конкретно занимаются на каждом из направлений. Это может быть полезно для демонстрации работы слушателям, не имеющим глубоких представлений в области знаний определенного направления НОЦ ФМН.

Также в презентациях появился список доступных вакансий по каждому из направлений. Был представлен обширный список вакансий. Это связано с практически полным отсутствием специалистов в данной области на рынке труда, а также с расширением НОЦ ФМН за счет переезда в новый корпус Квантум Парка.

В результате посещения НОЦ ФМН 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.



Рисунок – Фото с дня открытых дверей

НОЦ ФМН является ключевой площадкой научных и инженерных открытий, обеспечивающих прогресс в квантовых технологиях, нанофотонике, биотехнологиях и перспективных специальных разработках. НОЦ предлагает интересную работу молодым ученым, которые хотят двигать микро и наноэлектронику вперед и изучать что-то совершенно новое, чего никто в мире не делал до этого.

# 5 ПОСЕЩЕНИЕ ВЫСТАВКИ ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА 2024

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

# 7 ИЗУЧЕНИЕ ГОСТ Р 15.101-2021 «ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ»

# 8 УЧАСТИЕ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ