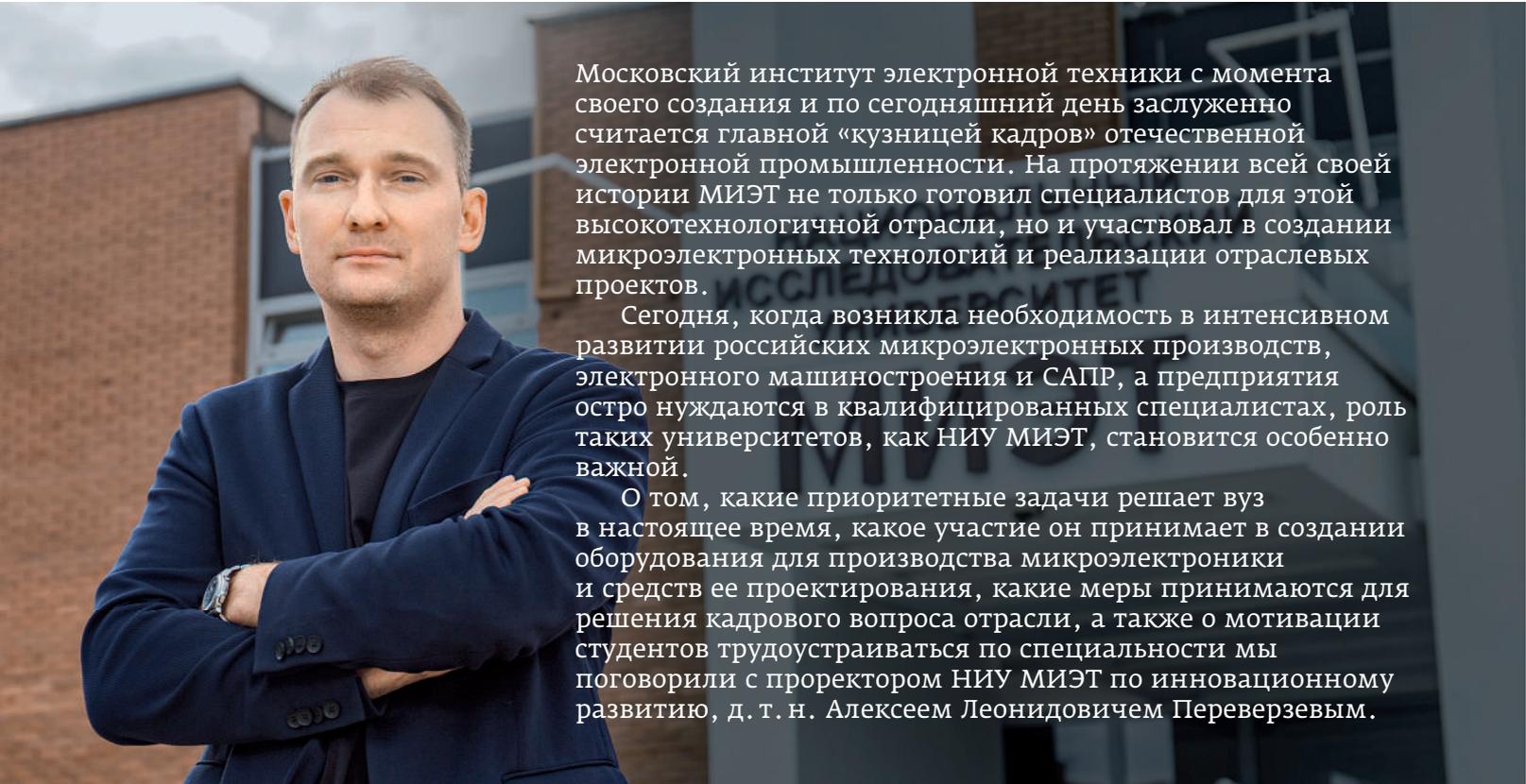


Происходит переосмысление приоритетов локализации и кооперации при развитии технологий электроники

Рассказывает проректор НИУ МИЭТ по инновационному развитию
А. Л. Переверзев



Московский институт электронной техники с момента своего создания и по сегодняшний день заслуженно считается главной «кузницей кадров» отечественной электронной промышленности. На протяжении всей своей истории МИЭТ не только готовил специалистов для этой высокотехнологичной отрасли, но и участвовал в создании микроэлектронных технологий и реализации отраслевых проектов.

Сегодня, когда возникла необходимость в интенсивном развитии российских микроэлектронных производств, электронного машиностроения и САПР, а предприятия остро нуждаются в квалифицированных специалистах, роль таких университетов, как НИУ МИЭТ, становится особенно важной.

О том, какие приоритетные задачи решает вуз в настоящее время, какое участие он принимает в создании оборудования для производства микроэлектроники и средств ее проектирования, какие меры принимаются для решения кадрового вопроса отрасли, а также о мотивации студентов трудоустраиваться по специальности мы поговорили с проректором НИУ МИЭТ по инновационному развитию, д. т. н. Алексеем Леонидовичем Переверзевым.

Алексей Леонидович, в прошлом году произошли ощутимые изменения условий, в которых работает наша отрасль, в частности связанные с санкционной политикой западных стран. Изменились ли в связи с этим приоритеты развития МИЭТ?

В нашем университете принята и реализуется программа развития, в соответствии с которой МИЭТ отвечает на актуальные вызовы кадрового и научно-технологического обеспечения электронной промышленности. Безусловно, события последних лет внесли определенные коррективы в некоторые аспекты программы, но она по-прежнему остается согласованной с утвержденной еще в начале 2020 года Стратегией развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года, в которой были

сформулированы планы по масштабированию существующих и созданию новых производств, развитию отечественного электронного машиностроения и САПР, а также по долгосрочным инвестициям в НИОКР для создания технологий и продуктов в области электроники. Эти планы не просто не потеряли актуальность в нынешних условиях, а напротив, необходимость их реализации стала абсолютно очевидной. При этом решение данных задач требует комплиментарных усилий от профильных университетов по формированию соответствующих научно-технических заделов и своевременной подготовке необходимого количества специалистов.

В настоящее время первоочередными являются задачи подготовки кадров для расширяющихся и новых кристалльных производств, стали востребованы

специальности, рабочие места по которым в последние десятилетия практически не создавались, например конструкторы технологического оборудования, разработчики САПР. МИЭТ занимается решением этих задач в совокупности с тематическими исследованиями и развитием соответствующей научно-технологической инфраструктуры.

В прошлом году в вашем университете был создан ряд новых научно-исследовательских лабораторий по интегральной фотонике, 3D-корпусированию ИС и другим перспективным направлениям. Какие задачи ставятся перед этими лабораториями?

Организация лабораторий, о которых вы говорите, – часть закономерного развития научных групп МИЭТ. Всего было создано четыре лаборатории: «Материалы и устройства активной фотоники», «Передовые технологии корпусирования и производства 3D-микросистем», «Элементная база силовой электроники на основе нитрида галлия» и «Энергоэффективные системы на кристалле для периферийных вычислений на основе архитектуры RISC-V». Каждая лаборатория создана в сотрудничестве с промышленными партнерами, заинтересованными в появлении прорывных результатов.

Целью работы лаборатории материалов и устройств активной фотоники является разработка энергонезависимых быстродействующих реверсивно реконфигурируемых элементов и фотонных интегральных схем, причем особый упор делается на локализацию производственных циклов.

Лаборатория передовых технологий корпусирования и производства 3D-микросистем сосредоточена на создании новых конструктивных и технологических решений в области трехмерной интеграции электронной компонентной базы. Развитие таких технологий позволит создавать более компактные устройства с повышенной энергоэффективностью.

Лаборатория элементной базы для силовой электроники на основе нитрида галлия решает задачи, связанные с моделированием, проектированием и разработкой технологии изготовления силовых транзисторов, высоковольтных СВЧ ИС на основе нитрида галлия.

В рамках лаборатории энергоэффективных систем на кристалле для периферийных вычислений на основе архитектуры RISC-V ведутся исследования, связанные с проектированием цифровых сложнофункциональных блоков для СнК и периферийных вычислений, которые будут адаптированы для производства на отечественных фабриках.

Отдельно хотелось бы спросить про сенсорiku: по данному направлению в МИЭТ работает центр компетенций по сквозным технологиям НТИ. Можете поделиться успехами в данной области?

Центр НТИ «Сенсорика» создавался в МИЭТ для комплексной работы, направленной на преодоление барьеров в создании технических средств восприятия, распознавания и взаимодействия с реальным миром. Речь идет о создании как самих чувствительных элементов, таких как фоточувствительные матрицы, акселерометры и гироскопы, сенсоры расхода газовых сред и др., так и технических средств сбора и обработки сенсорной информации для здравоохранения, промышленного экологического мониторинга, дистанционного зондирования Земли, животноводства и других направлений.

В настоящее время первоочередными являются задачи подготовки кадров для расширяющихся и новых кристалльных производств

За время существования центра – а он был образован в 2018 году – было успешно выполнено более 20 проектов по созданию нового научно-технического задела. При этом многие результаты близки к тому, чтобы применяться на практике. Например, полученный в рамках работы центра задел в области создания малогабаритных радиолокаторов дистанционного зондирования Земли для беспилотных летательных аппаратов в настоящее время дорабатывается до серийной продукции, которая по нашим планам будет выпускаться на производственных мощностях АО «Завод Протон». Это крайне актуальная тематика, поскольку данное устройство обеспечивает синтез радиолокационных изображений в любое время суток и практически при любых погодных условиях. Созданный прототип устройства для сбора информации по беспроводным каналам связи получил поддержку от Фонда НТИ, и на его основе была разработана платформа для сбора и обработки сенсорной информации, которая в настоящий момент интегрируется в технические системы промышленного партнера для решения задач экологического мониторинга.

Год назад ректор НИУ МИЭТ Владимир Александрович Беспалов в интервью нашему журналу рассказывал о планах создания

межуниверситетского научно-технологического центра – как он выразился, «полигона для практической подготовки инженеров-технологов и инженеров-конструкторов». Каков сейчас статус этого проекта?

Речь идет о создании в рамках федерального проекта «Подготовка кадров и научного фундамента для электронной промышленности» нового научно-технологического центра на базе одного из корпусов МИЭТ, для чего потребуются его реконструкция. Завершение проекта запланировано на 2026 год. Объект будет оснащен современной инженерной инфраструктурой, в том числе чистыми комнатами, на базе которых будет создан технологический полигон и реализован ряд критически важных технологий микроэлектроники. Сейчас такая площадка является недостающим звеном

Сейчас возник спрос на специальности в области электронного машиностроения и САПР, которые не были востребованы долгие годы

как для разработки и трансфера базовых технологических процессов на основе нового оборудования, так и для подготовки инженерных и научных кадров совместно с индустриальными и академическими партнерами.

Как сейчас ведется подготовка специалистов для кристалльных производств? Где они проходят практику?

В настоящее время обучающиеся в МИЭТ проходят практику на предприятиях Зеленограда, в том числе на технологических линиях АО «ЗНТЦ», то есть в непосредственной близости от университета. МИЭТ ежегодно выпускает по программе бакалавриата три группы по 20–25 человек – уникальных специалистов в области проектирования и производства электронной компонентной базы, а также три группы в рамках магистратуры численностью до 25 человек.

Поскольку уже сейчас реализуется ряд масштабных планов по расширению существующих и созданию новых производств изделий электроники, спрос на технологов и других профильных специалистов значительно увеличился. Причем речь не только о выпускниках университетов, но и о персонале со средним профессиональным образованием: крайне востребованы монтажники, наладчики, техники, специалисты по настройке и ремонту оборудования.

То, что в отрасли существует ощутимый дефицит кадров, мы понимаем в том числе из обсуждений на различных отраслевых площадках. В каких программах участвует МИЭТ для решения этой проблемы?

Проблема дефицита кадров возникла не вчера. Я бы сказал, что уже длительное время это одна из важнейших тем для обсуждения в отрасли. Предприятия развиваются, создаются новые рабочие места, обновляются требования к квалификации работников. Кроме того, в последнее время сложилась определенная конкуренция за кадры со смежными отраслями. А в текущей ситуации, когда идут масштабные инвестиции и в НИОКР, и в развитие производств, кадровый голод ощущается особенно сильно. Также, как я уже говорил, сейчас возник спрос на специальности в области электронного машиностроения и САПР, которые не были востребованы долгие годы.

Для оперативной подготовки кадров с необходимой квалификацией важна кооперация вузов с работодателями, включая практику и последующее трудоустройство. Благодаря такой кооперации за короткий срок могут быть созданы новые программы основного и дополнительного образования, стажировок, которые направлены на подготовку специалистов, востребованных на предприятиях.

На протяжении 2022 года проблемы кадрового обеспечения электронной отрасли активно обсуждались на отраслевых площадках, в рабочих группах и профильных комитетах. В обсуждениях принимали участие научные и образовательные организации, промышленные предприятия и представители федеральных ведомств. Итогом стал запущенный в начале 2023 года федеральный проект «Подготовка кадров и научного фундамента для электронной промышленности». Он включает в себя перечень первоочередных необходимых мер, направленных на развитие научно-технологической инфраструктуры, научного задела и вовлечение студентов и выпускников в отрасль.

МИЭТ реализует несколько мероприятий федерального проекта. Это создание двух научно-технологических центров, развитие центра коллективного проектирования электронной компонентной базы и радиоэлектронной аппаратуры и создание технологического сервиса MPW.

Создание научно-технологических центров – это крупные инфраструктурные проекты, направленные на обеспечение образовательного процесса, а также деятельности ученых и инженеров передовой научно-технологической инфраструктурой. Одним из этих проектов является уже упоминавшийся междуниверситетский научно-технологический центр.

Развитие центра коллективного проектирования позволит расширить спектр предоставляемых научным коллективам ресурсов, которые необходимы для разработки электроники. Это аппаратно-вычислительные комплексы, лицензии на САПР, измерительное оборудование. Центр уже оказывает услуги сетевого доступа как внешним потребителям – университетам, научным организациям и малым инновационным компаниям, так и внутренним – подразделениям МИЭТ, ведущим подготовку кадров в области проектирования электроники, а также обеспечивает проведение всероссийских мероприятий, таких как «Школа синтеза цифровых схем», «Радиофест», хакатон YADRO SoC Design Challenge и др. Также центр ведет уникальную проектную работу с вовлечением обучающихся в исследования и разработки в области электроники, в частности по созданию фотонных интегральных микросхем, СВЧ ЭКБ и радиоэлектронной аппаратуры, энергоэффективных систем на кристалле, в том числе на основе архитектуры RISC-V и т. п.

Технологический сервис MPW является апробированным во всем мире способом производства новых изделий микроэлектроники и практического обучения проектировщиков. Сейчас научные организации и университеты фактически не имеют доступа к отечественным технологиям производства в рамках исследовательских и образовательных процессов ввиду высокой стоимости производственного цикла и сложной организационной работы по размещению проектов интегральных схем на фабриках и координации технологического маршрута до появления конечных изделий. Создаваемый сервис позволяет собирать несколько проектов на одной пластине, тем самым снижая порог входа для изготовления кристаллов каждого проекта. МИЭТ выступает оператором данного сервиса и осуществляет сбор проектов, проверку правил проектирования, формирование кадров. Планируем также взять на себя разработку и производство фотошаблонов. В этом году 12 организаций воспользовались услугами сервиса, и к концу года на технологических линиях АО «Микрон» и НПК «Технологический центр» будут изготовлены интегральные схемы, созданные инженерами и студентами профильных университетов. В 2024 году со стороны промышленности к сервису присоединятся компании АО «Светлана-Рост», НИИИС имени Ю. Е. Седакова, в планах – работа с ООО «НМ-Тех».

Вы упомянули в качестве одной из задач федерального проекта вовлечение студентов и выпускников в отрасль. Насколько студенты университета сейчас мотивированы работать по

специальности в будущем? Изменилась ли их мотивация за последнее время?

Сейчас отрасль переживает ренессанс, и это благотворно влияет на мотивацию студентов работать по специальности. В конечном счете интерес выпускника к трудоустройству на предприятие отрасли во многом определяется наличием интересных задач и престижностью профессии.

В этом году 12 организаций воспользовались услугами сервиса MPW, создаваемого в рамках федерального проекта «Подготовка кадров и научного фундамента для электронной промышленности»

На мой взгляд, интерес обучающихся к отечественным предприятиям электронной промышленности как к работодателям вырос за последнее время. Однако всё еще требуется комплексная работа, направленная на повышение привлекательности отрасли, в том числе затрагивающая школьное образование и профориентацию, совместную работу университетов и предприятий, развитие университетской научно-технологической инфраструктуры, финансирование прикладных исследований и среды технологического предпринимательства. Многие из указанных составляющих уже активно развиваются при поддержке Минпромторга и Минобрнауки России, а также таких фондов развития как Российский научный фонд и Фонд содействия инновациям.

Отмечу еще один аспект: с учетом системных изменений в отрасли важно рассказывать о них обучающимся, разъяснять перспективы будущего трудоустройства, говорить о планируемых мерах поддержки науки и бизнеса. На базе МИЭТ реализован специализированный курс на эту тему. Его создателем и лектором является Василий Викторович Шпак, заместитель министра промышленности и торговли РФ. В рамках данного курса студенты знакомятся с технологическими возможностями отечественных предприятий электронной промышленности и планами их развития. Отмечу, что МИЭТ зачисляет на этот курс как на дополнительную образовательную программу слушателей из других университетов, которые имеют возможность подключаться онлайн.

В последние годы государство уделяет большое внимание развитию отечественного электронного машиностроения. Принята нормативная база

для его поддержки, создан профильный консорциум, эта тема активно обсуждается на отраслевых мероприятиях. Участвует ли в этой деятельности МИЭТ?

Насколько мне известно, Минпромторгом России сформирована комплексная программа развития электронного машиностроения, в рамках которой на площадке МИЭТ в соответствии с определенными приоритетами и имеющимися заделами идет разработка полностью отечественного оборудования, которое позволит создавать линии для производства интегральных схем и фотошаблонов.

Вопрос перспективы полной технологической независимости отрасли касается не только электронного машиностроения, но всех технологических переделов

Помимо этого, была выполнена поисковая исследовательская работа по изучению возможности разработки установки безмасочной рентгеновской нанолитографии с применением так называемой динамической МЭМС-маски.

В рамках данных исследований был создан макет динамической МЭМС-маски и проверена возможность формирования с ее помощью изображения. В результате работы был определен технический облик будущей литографической установки, выработаны и обоснованы параметры ее ключевых узлов.

Формирование изображений – ключевой и, пожалуй, самый сложный этап техпроцесса кристалльного производства. Можно ли говорить, что если будет разработано оборудование для данной операции, то станет реалистичным достижение полной технологической независимости в микроэлектронике? Или же это невозможно либо нецелесообразно по другим причинам?

Вопрос перспективы полной технологической независимости отрасли касается не только электронного машиностроения, но всех технологических переделов. Микроэлектроника – глобальная индустрия, но в то же время мы знаем, что глобальные цепочки поставки по ключевым направлениям обслуживаются небольшим количеством компаний – разработчиков средств проектирования и производства. Эта ситуация в совокупности с геополитической обстановкой привела к некоторому тренду на локализацию ключевых технологий на территории технологически

развитых государств для обеспечения как минимум потребностей критически важных сфер экономики.

Россия не является исключением. Поэтому, на мой взгляд, происходит переосмысление места отечественной электронной промышленности в мировой индустрии – того, какие технологии производства можно освоить на своей территории, а для каких потребуется международная кооперация. Безусловно, сейчас в приоритете технологические и продуктовые потребности в интересах критической информационной инфраструктуры.

Одной из значимых проблем отрасли, наряду с электронным машиностроением, является создание отечественных средств автоматизированного проектирования для микроэлектронной отрасли. Вы возглавляете рабочую группу по САПР при Совете по развитию электронной промышленности Минпромторга России. Какие задачи решаются данной группой?

Рабочая группа, о которой вы говорите, была создана совсем недавно – в начале 2023 года. Эта структура призвана сформировать рекомендации по развитию данного направления, а также выполнять оценку предложений по постановке НИОКР в области САПР, поступающие в Минпромторг России.

Мы начали работу с формирования карты маршрутов проектирования изделий электроники, в которой были выделены маршруты проектирования СВЧ, аналоговых, цифровых интегральных схем, фотошаблонов, а также ряд специальных маршрутов. Были отмечены отдельные проектные процедуры в рамках каждого маршрута, которые приблизительно соответствуют отдельным программным продуктам и модулям, а также потенциальные исполнители и заделы по каждому элементу маршрутов. Сейчас необходимо определить технические характеристики программного обеспечения, реализующего эти элементы и сформировать дорожную карту по их созданию, исходя из отраслевых приоритетов и понимания, что с учетом имеющегося задела передовых результатов можно достичь только итерационным путем.

Для выполнения этой задачи подготовлено ТЗ на системообразующую НИР, которая стартует в ближайшее время. Кроме этого, было подготовлено несколько ТЗ на ОКР, в результате которых будут созданы элементы САПР в основном для маршрута проектирования цифровых СБИС. Данные элементы в совокупности с заделом, созданным в рамках проектов ФПИ, позволят сформировать законченный маршрут, который можно будет использовать для проектирования под освоенные в нашей стране

ИННОВАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС МИЭТ



Зеленоградский инновационно-технологический центр



Завод ПРОТОН



Передовые возможности для создания изделий электроники и микроэлектроники

Инновационный комплекс МИЭТ обладает современной инфраструктурой и квалифицированными специалистами для выполнения полного цикла работ по проектированию и производству изделий электроники и микроэлектроники:

- сложно-функциональных блоков;
- фотошаблонов;
- заказных интегральных схем, микро- и наносистем;
- сенсоров и устройств сбора и обработки сенсорной информации;
- электронных модулей и радиоэлектронной аппаратуры, включая СВЧ-изделия для систем связи и локации.



Высококвалифицированные
специалисты



Новейшее оборудование
и современные технологии



Индивидуальный подход
к каждому заказчику

Россия, Москва, Зеленоград,
площадь Шокина, дом 1
miet.ru

Подробная информация
об услугах и контакты
для связи



технологические нормы. Безусловно, после этого нужно будет продолжить работы по развитию функционала и совершенствованию характеристик этого маршрута.

Маршрут проектирования современных СБИС весьма непрост. Насколько сложно создать аналогии зарубежного ПО, которое разрабатывалось и совершенствовалось десятилетиями? Сколько на это может потребоваться времени?

В сфере САПР для проектирования интегральных схем сложилась непростая ситуация, это направление практически не развивалось в течение последних десятилетий. Интеллектуальная собственность сконцентрирована в руках нескольких западных компаний, заменить продукцию которых непросто. Однако цель создать полностью локализованные маршруты проектирования электроники поставлена, формируются планы по итерационному достижению этой цели при долгосрочной поддержке со стороны государства. Также предстоит определить механизмы интеграции отдельных модулей САПР в единые маршруты проектирования, которые обеспечат создание технической поддержки и развитие этих маршрутов в долгосрочной перспективе.

Цель создать полностью локализованные маршруты проектирования электроники поставлена, формируются планы по итерационному достижению этой цели

Вы верно заметили, что зарубежное программное обеспечение в области САПР – это результат многолетней работы множества специализированных коллективов, причем сами эти коллективы со временем становились частью команды интегратора – вендора САПР. В то же время есть подходы к ускорению формирования отечественных маршрутов проектирования, например использование в качестве основы инструментов с открытым исходным кодом. Примером являются работы по созданию САПР цифровых СБИС на базе открытого маршрута OpenROAD / OpenLane.

Традиционно МИЭТ играет важную роль в одном из крупнейших отраслевых событий – форуме «Микроэлектроника». Вы вместе с коллегами из университета модерерируете предконференцию «Электронная компонентная база и радиоэлектронные системы», а также выступаете сомодератором

секции «Информационно-управляющие и радио-технические системы» научной конференции форума. Ожидаются ли новые темы докладов на предконференции и секции?

Первоначальной идеей проведения предконференции была разгрузка основной площадки форума, чтобы дать возможность организовать там большее количество дискуссионных мероприятий с вовлечением представителей министерств и фондов развития. Попутно решается задача привлечения большего количества участников из числа молодых исследователей. Благодаря участию семи секций основной конференции форума, предконференция носит междисциплинарный характер, делегаты форума имеют возможность слушать доклады и взаимодействовать с участниками мероприятия по большему спектру тематик, чем в специализированных секциях. Мы сохраним организационный подход к проведению мероприятия: половина первого дня будет наполнена пленарными докладами, освещающими ключевые на сегодняшний момент темы, связанные с созданием отечественных средств проектирования и производства изделий микроэлектроники. Также мы планируем обсудить проблематику развития микропроцессорной техники в новых условиях. Кроме того, сейчас многих интересуют практические вопросы обеспечения технологической независимости при проектировании и производстве ЭКБ и РЭА.

Секция «Информационно-управляющие и радио-технические системы» посвящена проблемам создания вычислительной техники, радиоэлектронной аппаратуры и электронных модулей различного назначения. На ней обсуждаются вопросы совершенствования технических характеристик информационно-управляющих и радиотехнических систем за счет разработки уникальных сложно-функциональных блоков, структурных и архитектурных решений, алгоритмов цифровой обработки сигналов и способов их технической реализации. Особое внимание уделяется особенностям применения отечественной компонентной базы. На сегодняшний день сложился традиционный набор тематик – это локация, связь, встраиваемые системы управления, космическое приборостроение, сельское хозяйство, телемедицина.

Надеюсь, в этом году форум снова станет крайне полезной и эффективной площадкой для обсуждения как научно-технических, так и актуальных отраслевых вопросов.

Спасибо за интересный рассказ.

С. А. Л. Переверзевым беседовал Ю. С. Ковалевский



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2023

📍 Федеральная территория «Сириус»

📅 9–14 октября 2023

6
дней

1700
участников

665
предприятий-
участников

13
секций

74
экспозиции



Подписывайтесь, и будьте в курсе
всех последних новостей!

+7 495 641 57 17

microelectronica.pro

info@microelectronica.pro

Организаторы



При поддержке



Оператор форума



ПрофКонференции