Доклад

По дисциплине «Основы бизнеса и права в сфере ИКТ»

Тема: «Анализ отрасли производства электронных элементов и плат в Беларуси»

Выполнил: студент ИИ-21 Богуш А. Д.

Что такое микроэлектроника? На этот вопрос ответит не каждый взрослый. Это что-то настолько сложное, без каких-то крошечных электронных чипов сегодня нельзя представить ни один современный гаджет. А в условиях санкций в Беларуси этой теме начали уделять приоритетное значение. Так в прошлом году Минск и Москва подписали соглашение о сотрудничестве в сфере микроэлектроники, что сейчас является важным направлением, где главная задача — делать свое, чтобы заместить импортное.

Инновационно-промышленный кластер

Для координации усилий ученых белорусских вузов, академических институтов, дизайнцентров и предприятий в нашей стране по инициативе руководства Национальной академии наук в 2017 г. был создан и активно функционирует инновационный промышленный кластер «Микро-, опто-, СВЧ-электроника».

В его состав вошли ОАО «ИНТЕГРАЛ» и ОАО «Минский НИИ РМ», нацеленные на создание электронной компонентной базы, а также ОАО «Планар», работающее в области точного электронного машиностроения (технологическое, сборочное и контрольно-измерительное оборудование для производства ЭКБ). Кроме того, в республике имеются и другие государственные и частные организации, задействованные в данной сфере.

Определяющую роль в разработке и выпуске ЭКБ играет холдинг «ИНТЕГРАЛ» – уникальное предприятие микроэлектронной отрасли, реализующее весь комплекс работ, включающий НИОКР, проектирование, производство, маркетинг и сопровождение конечной продукции по широкой номенклатуре изделий и законченных товаров (медицинские приборы, электронные табло, блоки управления бытовой, промышленной, автомобильной и сельскохозяйственной техники и др.).

Сегодня перечень выпускаемой нами продукции насчитывает более 3,5 тыс. типов интегральных микросхем и полупроводниковых приборов, 200 видов жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ) и модулей, 150 изделий электронной техники. Все они широко применяются практически во всех отраслях народного хозяйства: вычислительной и энергосберегающей технике, системах управления и информатики, авиационно-космической и атомной промышленности и др.

Создание ЭКБ для систем вооружений, военной и ракетно-космической техники – традиционное направление деятельности холдинга. За более чем 50 лет работы в данной сфере накоплен значительный опыт проектирования и организации производства высоконадежных интегральных микросхем и дискретных полупроводниковых приборов с повышенной устойчивостью к дестабилизирующим факторам, в том числе к электромагнитным и ионизирующим излучениям.

Стоит отметить, что изделия специального и двойного назначения для российского ОПК составляют значительную микроэлектронного кластера Республики Беларусь часть нашего портфеля продаж.

Белорусские микроэлектронные изделия категории качества «ВП» и на факторам в «ОСМ» прошли испытания, и устойчивость центрах, аттестованных Министерством обороны Российской Федерации специальным воздействующим включены в Перечень электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники (Перечень ЭКБ 02). Высокий уровень качества ЭКБ подтвержден национальными и международными стандартами, в том числе и ИСО 9001, а также сертификатами Министерства обороны Российской Федерации.

Важное направление деятельности ОАО «ИНТЕГРАЛ» – разработка и производство силовой электроники, прежде всего для машиностроения. Планируется расширять это направление, ориентируясь прежде всего на рынки России, Беларуси, а также стран Юго-Восточной Азии.

Холдинг «Планар» – единственное в Республике Беларусь (а по многим направлениям – и на всем постсоветском пространстве) предприятие по выпуску различного специального технологического оборудования (оптико-механического, сборочного, контрольно-измерительного и др.) для оснащения микроэлектронных и радиоэлектронных производств. Его продукция поставляется в Россию (примерно 70% от производимого оборудования), а также в Германию, Китай, Италию, Республику Корея, Израиль, Тайвань, США.

ОАО «Планар» тесно взаимодействует с ОАО «ИНТЕГРАЛ» и ОАО «Минский НИИ радиоматериалов» по оснащению этих предприятий технологическим и контрольноизмерительным оборудованием при модернизации производственных линий и создании отраслевых лабораторий. Согласованы планы таких поставок на 2022–2025 гг.

Еще один активный участник кластера – ОАО «Минский НИИ радиоматериалов» (МНИИРМ) – задействован в исследованиях и разработке СВЧ-электронной компонентной базы в виде монолитных интегральных схем и оптоэлектронных компонентов на полупроводниках А3В5; микроэлектромеханических (МЭМС) датчиков физических и химических характеристик, начиная от чувствительных элементов и заканчивая электронными системами и модулями на их основе; медицинской аппаратуры, датчиков и комплектующих. Основные потребители данной продукции – белорусские и российские предприятия.

Концепция развития микроэлектроники

По инициативе НАН Беларуси в 2021 г. был разработан проект концепции развития исследований и разработок в области создания экспортноориентированной и импортозамещающей электронной компонентной базы, поддержанный в январе 2022 г. на заседании бюро Президиума. Над документом работала группа ученых под руководством академика КазакаН.С. при активном участии специалистов ОАО «ИНТЕГРАЛ», ОАО «Планар», ОАО «Минский НИИ радиоматериалов», БГУ, БГУИР и БНТУ. Как было отмечено, микроэлектроника – критически важное направление роста экономики нашей страны. Для устойчивого развития современных систем связи, искусственного интеллекта, космических технологий, авто- и тракторостроения, электротранспорта, беспилотных комплексов, сельхозмашиностроения, авиастроения, навигации, банковской системы, приборостроения, военной техники, систем управления необходима собственная совершенная микроэлектронная компонентная база. В проекте концепции представлен аналитический обзор основных мировых направлений микроэлектроники, дан сравнительный анализ национальных программ развития этой отрасли в Беларуси, России, США, КНР, а также стратегий развития основных производственных предприятий нашей страны в данной области.

Определены основные направления исследований на 2022–2025 гг. в области микро-, опто-, СВЧ-электроники. Среди них–разработка датчиков и микросенсоров для роботизированных систем широкого профиля применения, нового технологического, сборочного и контрольно-измерительного оборудования для микроэлектроники, новых материалов и технологий для защиты электронных компонентов, радиоэлектронного и информационного оборудования, биологических объектов от внешних энергетических воздействий. В планах–создание инновационных разработок для систем преобразования солнечного излучения в электрическую энергию для гражданского, космического и двойного применения.

В проекте концепции подчеркивается: обеспечить национальную безопасность и независимость Беларуси невозможно без создания и использования в критически важных отраслях доверенной (отечественной) электронной компонентной базы. Согласно документу, «в условиях новых политических реалий, ожесточенной борьбы за обладание рынками, принятия жестких решений в межгосударственных отношениях и установления нового международного порядка с применением санкционных технологий такая отрасль экономики, как микро-, опто- и СВЧ-электроника, должна быть отнесена к критически важному направлению развития экономики Беларуси».

Приоритетные направления развития кластера

В разделах IV–VI Концепции (по каждому предприятию отдельно) определены задачи на 2021–2025 и последующие годы по прикладным исследованиям и созданию новой конкурентоспособной ЭКБ, оптимизации существующих и разработке новых технологий, модернизации и обновлению производственной и научноэкспериментальной базы, разработке нового технологического, сборочного и контрольноизмерительного оборудования для производства ЭКБ, МЭМС и интегрированных систем. В качестве приоритетных направлений обозначено создание:

* тепловизионной техники, полупроводниковых фотоприемников УФ-, видимого и ИК-диапазонов спектра, матричных фотоприемников;
* энергонезависимых элементов памяти на МОП структурах; интегральной радиофотоники и светоизлучающих систем на кремнии;
* новых конструкций, технологий и материалов (в том числе гетероструктуры) на основе GaN для силовой и СВЧ-электроники;
* материалов и технологий для защиты электронных компонентов, радиоэлектронного и информационного оборудования, биологических объектов от внешних энергетических воздействий;
* датчиков и микросенсоров для роботизированных систем широкого профиля применения;
* методов моделирования и расчета, конструкций и программно-аппаратных модулей специализированных систем и инструментов прецизионного технологического оборудования;
* нового поколения материалов, структур и электронных компонентов для систем преобразования солнечного излучения в электрическую энергию для гражданского, космического и двойного применения.

Отраслевая лаборатория холдинга «ИНТЕГРАЛ»

В рамках кластера был активизирован важный вид деятельности, направленный на создание отраслевых лабораторий (организованы и успешно развиваются 10). В ОАО «ИНТЕГРАЛ» в августе 2018 г. появилась отраслевая лаборатория новых технологий и материалов (ОЛНТМ). Актуальность этого инновационного проекта обусловлена необходимостью создания современного высокотехнологичного производства, способного в сжатые сроки осваивать, опираясь на имеющиеся и перспективные разработки, выпуск конкурентоспособной компонентной базы и изделий электроники, укреплять позиции на имеющихся сегментах мирового рынка и рынка СНГ, а также завоевывать новые сектора этих рынков. Наиболее перспективными направлениями развития являются:

* охлаждаемые и неохлаждаемые фотоприемные устройства (тепловизоры, болометры);
* элементы технологии силовых приборов на широкозонных полупроводниках GaN;
* новые опциональные расширения уже действующих технологических процессов КМОП, БиКМОП на основе пленочных структур металлов, оксидов, нитридов и сложных керамик.

Сегодня ОАО «ИНТЕГРАЛ» – одна из немногих компаний в мире и единственная на территории бывшего СССР, обладающая соответствующими компетенциями и собственными разработками целого семейства мультиплексоров для охлаждаемых и неохлаждаемых фотоприемных устройств. Особенность данного направления – тесная кооперация с изготовителем законченного изделия. Мультиплексор разрабатывается по техническим требованиям конкретного заказчика: под размеры пикселя, матрицы, динамический диапазон видеосигнала и т.д.

Функции ОЛНТМ – проведение научноисследовательских, поисковых, опытноконструкторских работ; организация изготовления опытных образцов с последующим расширением промышленной производственной базы при достижении коммерческого успеха. В соответствии с поставленными целями и задачами ОЛНТМ укомплектована современным оборудованием, позволяющим осуществлять исследования и эксперименты, выпускать малые промышленные серии, участвовать в научно-технических программах, программах научных исследований, в инновационных проектах.

Оборудование для лаборатории выбиралось в соответствии с наиболее современными физическими принципами выполнения технологических процессов и операций, с максимально широкими технологическими возможностями и приемлемой длительностью временных процедур по переходу с одного процесса на другой. Оно позволяет работать с кремниевыми пластинами диаметром от 100 до 200 мм при минимальном времени, необходимом для перехода с одного типоразмера на другой, достигается минимизация затрат на материалы при их большом разнообразии.

Оборудование включает более 30 единиц для выполнения таких сложных технологических процессов, как нанесение пленок со специфическими свойствами, SOL-GEL композиций для фотоприемников, MEMS, памяти и удаление жертвенных слоев полиимида; быстрый термический отжиг до 1500 °C, карбонизация кремния, графитизация SiC, имидизация и сушка жидких композиций, формирование микрорисунка двумя способами (плазмохимическое (ICP-RIE) и жидкостное травление пленок, глубокое травление Si, травление широкозонных полупроводников; взрывная фотолитография (lift-off) для слоев благородных металлов, керамик и других материалов, не поддающихся селективному травлению – фотоприемники, MEMS, металлизация широкозонных полупроводников); высокотемпературную имплантацию и активацию примесей в широкозонных полупроводниках; химическую обработку в органических и неорганических растворах; сборку и герметизацию структур в условиях вакуума.

Сотрудничество отраслевой лаборатории с вузами

Следует подчеркнуть, что создание ОЛНТМ расширяет возможности сотрудничества с высшими учебными заведениями в рамках научнотехнической и образовательной деятельности ОАО «ИНТЕГРАЛ» с целью подготовки высококвалифицированных кадров. Здесь уместно привести ряд показательных примеров в области фотоники. Как известно, основная цель перехода к фотонике (радиофотонике) – это увеличение полосы пропускания и быстродействия фотонных изделий по сравнению с электронными.

На основе лавинных кремниевых светодиодов с внутренней модуляцией создана оптопара (выпущена ОАО «ИНТЕГРАЛ»), обеспечивающая как гальваническую развязку, так и быстродействующие оптические межсоединения внутри кремниевых чипов и между ними. Важно то, что технология изготовления кремниевых светодиодов полностью интегрирована с кремниевой технологией КМОП ИС.

Этот проект включен в российскую федеральную программу по радиофотонике, и по данному направлению ведется серьезная работа с Китаем.

Еще один пример эффективного взаимодействия ученых ОАО «ИНТЕГРАЛ» c вузами – совместная работа с отраслевой лабораторией эликтроники – радиационностойкой и космической электроники Института прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ. Под руководством академика Ф.Ф. Комарова здесь созданы конструкции «излучатель – волновод – фотоприемник» на кремнии и по базовой кремниевой технологии, а на производственной линии ОАО «ИНТЕГРАЛ» изготовлена партия приборных светодиодных структур УФ и видимого диапазонов на основе многослойной композиции SiO2/SiNx/SiO2/Si.

В этой же отраслевой лаборатории разработана и выпущена на ОАО «ИНТЕГРАЛ» и успешно прошла все испытания рабочая партия фотоприемников УФ-, видимого и ближнего ИК-диапазонов (до 3 мкм) на базе гипердопированных атомами теллура слоев кремния на кремнии р-типа. Созданы лабораторные образцы ячеек энергонезависимой, перепрограммируемой, оптически управляемой мемристорной памяти на основе структур SiO2/SiNx/Si, прошедшие успешные испытания в ГЦ «Белмикроанализ» ОАО «ИНТЕГРАЛ». Ультрабыстрый доступ к памяти здесь обеспечивается по оптическому каналу, что позволяет существенно повысить производительность вычислительных устройств.

Полученные по этим трем направлениям теоретические и экспериментальные результаты позволили приступить к следующему уровню создания новых классов микроэлектронных устройств.

Развитие собственного микроэлектронного производства является ключевым элементом технологической независимости и конкурентоспособности национальной промышленности и играет важную роль в обеспечении обороноспособности и национальной безопасности любого современного государства.

Решение актуальных проблем развития отечественных современных микроэлектронных технологий на фоне происходящих в мире процессов глобализации полупроводниковой индустрии потребовало консолидации научно-технического потенциала ведущих научных организаций, вузов и промышленных предприятий Республики Беларусь в форме создания координирующей структуры — микроэлектронного кластера.

Учеными и специалистами вузов, предприятий и организаций, входящих в Кластер, в 2021 году был разработан программный документ — проект Концепции развития в Беларуси исследований и разработок в области создания экспортоориентированной и импортозамещающей электронной компонентной базы, определяющий основные направления исследований и разработок в области микро-, опто-, СВЧ-электроники на период 2022–2025 годов.

Резкое обострение внешнеполитической ситуации, санкционный подход в области высоких технологий, существенная зависимость от поставок импортных материалов для микроэлектроники несут в себе существенные угрозы для отрасли, поэтому для успешного решения задачи развития отечественной микроэлектроники требуется объединение усилий российских и белорусских предприятий, вузов и академических институтов.

Список использованных источников:

1. Белоус А.И., Солодуха В.А. Основы кибербезопасности. Стандарты, концепции, методы и средства обеспечения/ А.И. Белоус, В.А.Солодуха.–М., 2021.
2. Белоус А.И., Солодуха В.А.Кибероружие и кибербезопасность. О сложных вещах простыми словами // Инфра-Инженерия. 2020.
3. Белоус А.И.Кибербезопасность объектов топливно-энергетического комплекса. Концепции, методы и средства обеспечения// Инфра-Инженерия. 2020.
4. А.И. Белоус, В.А. Солодуха.Современная микроэлектроника: тенденции раз- вития, проблемы и угрозы // Компоненты и технологии. 2018. №10. С.42–47.
5. Белоус А.И., Солодуха В.А. Основные тенденции развития и проблемы современной микроэлектроники // Живая Электроника России. 2019.
6. А.И. Белоус, В.А. Пилипенко, А.С. Турцевич, С.В. Шведов. Мировые тенденции развития микроэлектроники и место Республики Беларусь вэтом процессе// Технология и конструирование вэлектронной аппаратуре. 2012. №4.
7. А.И. Белоус, В.А. Солодуха.Состояние и перспективы развития микроэлектроники вРеспублике Беларусь// НАНОИНДУСТРИЯ. 2020. Т.13. №S4 (99). С.38–40
8. Belous A., Saladukha V., Shvedau S. «Space Microelectronics Volume 1: Modern Spacecraft Classification, Failure, and Electrical Component Requirements», «Space Microelectronics Volume 2: Integrated Circuit Design for Space Applications», London, Artech House, 2017, P. 440, ISBN: 9781630812577, P. 720, ISBN: 9781630812591.