

*магистрант факультета радиотехники и
электроники БГУИР*

Научный руководитель: Лабунев В.А.
*доктор технических наук, профессор,
академик НАН Беларуси*

ВОЗМОЖНОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВА БЕЛАРУСИ И КИТАЯ В СФЕРЕ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Аннотация: *в статье рассматриваются возможности сотрудничества Беларуси и Китая и создания совместных научно-технических структур в области микроэлектроники, представлены описания китайской и белорусской микроэлектронной промышленности, предложены новые направления сотрудничества в образовательной и научно-технической областях.*

Summary: *the article discusses the possibilities of Belarus-China cooperation and creation of joint scientific-technical structures in the field of microelectronics, descriptions of the Chinese and Belarusian microelectronic industries are presented, new areas of cooperation in the educational and scientific-technical fields are proposed.*

Ключевые слова: *интегральные микросхемы, микроэлектроника, совместная разработка, увеличение спроса.*

Key words: *integrated circuits, microelectronics, demand increase, joint development.*

Благодаря развитию технологий человечество неуклонно продвигается к новым высотам прогресса. Цифровая автоматизация предприятий с упором на массовое внедрение интеллектуальных автономных систем необходима для повышения эффективности и конкурентоспособности произ-

водства. Повышение этих показателей становится возможным за счет лидирующей роли микроэлектроники в развитии научно-технического прогресса [1].

Сегодня микроэлектроника является движущей силой развития различных отраслей, начиная от энергетики, машиностроения, химического и биотехнологического производства, транспортных систем, авиа- и приборостроения, систем связи и управления, навигации, банковской системы и заканчивая космическими технологиями и военной техникой. Более того, в последнее десятилетие микроэлектроника становится явным лидером в области конвергенции различных научно-технических направлений, являясь технологическим базисом для искусственного интеллекта, нейронных сетей, систем кибербезопасности [1].

Микроэлектроника характеризуется положительной динамикой развития рынка, так как является незаменимым компонентом современных устройств. Наблюдается как увеличение общего количества устройств, использующих микроэлектронику, так и рост количества микроэлектронных компонентов, используемых в одном устройстве. Доля микроэлектронной составляющей в стоимости конечной продукции выросла с 19 процентов в 2002 г. до 34 процентов в 2022 г. Ожидается, что рынок достигнет объема 830 млрд долларов США и более к 2030 г. за счет влияния умеренного темпа роста мировой экономики и опережающего роста потребности в ключевых отраслях потребления [2].

В долгосрочном периоде развитие технологий, увеличение спроса и государственная поддержка будут определять рост рынка микроэлектроники. Наибольшая востребованность микроэлектроники в мире будет распределена на следующие отрасли: вычислительная инфраструктура (повышение спроса на оборудование для хранения, обработки и передачи данных), транспорт (внедрение «умных» систем и помощников, электрификация транспорта), промышленность (цифровизация процесса производства) [2].

В настоящее время структура китайской полупроводниковой промышленности представляет собой мощную функциональную комплексную систему, которая включает все четыре основных звена создания оборудования:

1. разработка собственных интегральных микросхем;
2. производство в промышленных масштабах интегральных микросхем и полупроводниковых приборов;
3. сборка микросхем и приборов;
4. тестирование [1].

Китай является одним из лидеров микроэлектронной промышленности благодаря наличию практически всех видов микроэлектронной продукции: интегральных микросхем, микрочипов, печатных плат, кремниевых полупроводниковых пластин. На данный момент в КНР имеется более 350 компаний с современным оборудованием, наиболее крупными из которых являются Loongson, Feiteng, Zhaoxin, Shenwei. Данные предприятия являются основными разработчиками и производителями интегральных микросхем, микропроцессоров, чипов памяти, полупроводниковых диодов и биполярных транзисторов [3, 4].

В Республике Беларусь создан и активно функционирует инновационно-промышленный кластер «Микро-, опто-, СВЧ-электроника». В состав этого кластера вошли:

1. два базовых предприятия: ОАО «ИНТЕГРАЛ» и ОАО «Минский НИИ радиоматериалов», разрабатывающие и производящие электронную компонентную базу;

2. ОАО «Планар», работающее в области точного электронного машиностроения: разработка технологического, сборочного и контрольно-измерительного оборудования для производства электронной компонентной базы [5].

Определяющую роль в разработке и производстве изделий микроэлектроники в Республике Беларусь играет холдинг «ИНТЕГРАЛ» – уникальное предприятие микроэлектронной отрасли, реализующее весь комплекс работ, включа-

ющий проектирование, производство, маркетинг и сопровождение конечной продукции у потребителя. В настоящее время холдинг «ИНТЕГРАЛ» выпускает более 3,5 тыс. типов интегральных микросхем и полупроводниковых приборов, 200 типов жидкокристаллических индикаторов и модулей, 150 изделий электронной техники [5].

ОАО «Планар» является единственным в Республике Беларусь предприятием по производству различного специального технологического оборудования (оптико-механического, сборочного, контрольно-измерительного и др.) для оснащения микроэлектронных и радиоэлектронных производств различных организаций [5].

ОАО «Минский НИИ радиоматериалов» осуществляет проведение исследований и разработку видеомонolitных интегральных схем и оптоэлектронных компонентов в СВЧ-электронике, микроэлектромеханических датчиков физико-химических характеристик, а также медицинской аппаратуры [5].

Экономические и научно-технические отношения между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой могут быть основаны на взаимной выгоде: китайские товары получают новые рынки сбыта, а Беларусь – инвестиционные возможности и доступ на рынок Китая [6].

Для выполнения поставленных задач необходимы квалифицированные инженерно-технические кадры, причем в достаточном количестве. Руководство Китая решает эту проблему на уровне фундаментальной и прикладных наук, высшего и специального технического образования, реализуя соответствующие научные и учебные проекты. Из китайских университетов ежегодно выпускается 400 тыс. инженеров, при этом половина из них имеют дипломы в области микроэлектроники [7]. В Беларуси подготовка таких специалистов осуществляется в трех ведущих университетах: БГУ, БНТУ и

БГУИР. Число молодых специалистов с высшим образованием в области микроэлектроники составляет около 2 000 в год.

В области микроэлектроники сотрудничество Беларуси и Китая может быть построено в нескольких направлениях:

1. Создание совместных белорусско-китайских высших учебных заведений по подготовке специалистов в области микро- и нанoeлектроники.

2. Увеличение числа студентов и преподавателей, посещающих университеты государства-партнера по обмену, а также создание совместных грантов для студентов и других проектов.

3. Повышение квалификации персонала: стажировка с обменом опытом работников из предприятий Беларуси в китайских компаниях и наоборот.

4. Углубленное развитие уже имеющихся научно-технических направлений с привлечением разработок, специалистов и предложений от государства-партнера.

5. Создание новых и укрепление существующих междисциплинарных связей.

6. Плодотворная совместная работа в востребованных отраслях микроэлектроники: солнечная энергетика, датчики и микросенсоры для роботизированных систем.

Таким образом, сотрудничество Беларуси и Китая в сфере микроэлектроники взаимовыгодно с научно-технической, финансовой, интеллектуальной и образовательной сфер развития.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. *Активизация сотрудничества России и Беларуси в сфере микроэлектроники – не политический лозунг, а жизненная необходимость* : [сайт. – URL: <https://integral.by> (дата обращения: 23.02.2025).

2. Рынок микроэлектроники в России и мире и перспективы его развития : Кэпт Налоги и Консультирование, 2024. / ООО «Кэпт Налоги и Консультирование» – ООО «Кэпт Налоги и Консультирование», 2024. – URL: <https://assets.kept.ru/upload/pdf/2024/04/ru-microelectronics-market-development-in-russia-and-the-world-kept-survey.pdf> (дата обращения: 23.02.2025).

3. Поставки микроэлектроники из Китая в 2023 году : [сайт]. – Новости РАДС, 2023. – URL: https://navostok.org/press-center/business_news/tpost/r57vpvr2v1-postavki-mikroelektroniki-iz-kitaya-v-20 (дата обращения: 23.02.2025).

4. Путеводитель по китайской микроэлектронике: Loongson, Feiteng, Kunpeng, Zhaoxin, Hygon, Sunway : [сайт]. – Habr, 2006-2025. – URL: <https://habr.com/ru/companies/serverflow/articles/877142/> (дата обращения: 23.02.2025).

5. Стратегия развития белорусской микроэлектроники на 2022–2025 годы : [сайт] – 2025. – URL: <https://integral.by/f> (дата обращения: 23.02.2025).

6. Дубогрызова, Д.Г. Основные направления сотрудничества КНР и Беларуси / Д.Г. Дубогрызова // Постсоветские исследования. – 2020. – Т. 3, № 8. – С. 694 – 707.

7. Микроэлектроника в Китае: новый этап развития : Электроника НТБ; М. Макушин. – Электроника НТБ, 2017. – URL: <https://www.electronics.ru/journal/article/6248> (дата обращения: 23.02.2025)