

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛИ

В.В. ШАТАЛОВА

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
филиал «Минский радиотехнический колледж»*

Аннотация: В статье рассмотрены основные вопросы, связанные с проблемами и особенностями подготовки специалистов для микроэлектронной отрасли, с учетом экономических и социальных изменений современного общества.

Сегодня микроэлектронная отрасль является ведущей сферой мировой экономики, которая определяет направление развития многих конкурентоспособных отраслей производства. Каждая страна имеет свои подходы в вопросах государственного регулирования, создания соответствующей научно-инновационной инфраструктуры, определения размеров финансирования и инвестирования, формирования мотивации и стимулирования для развития микроэлектроники.

Например, в США развитие микроэлектронной отрасли является основой национальной безопасности, но и глобальной целью американской стратегии доминирования на мировом рынке полупроводников. В результате этого, были приняты ряд законопроектов, которые предусматривают реализацию программы НИОКР, стимулирование создания новых предприятий по производству информационных систем, модернизацию заводов по обеспечению потребности национальной безопасности, средства на поддержку учебных заведений и многое другое. Европейский союз планирует нарастить внутренний потенциал с 9 % в 2021 году к 20 % в 2030 году и повысить устойчивость к сбоям логистических схем поставок. Для этого разработана стратегия, которая предусматривает создание новых STEM – программ (science, technology, engineering, math), развитие новой инфраструктуры и привлечение талантов из других стран. В КНР крупнейшие мировые компании выразили свою заинтересованность во вложении своих капиталов и создании новых полупроводниковых производств в Китае, в том числе особо чистых веществ и микросхем минимальной размерности (28 нм). В Российской Федерации также серьезно активизировалась работа по созданию совершенной инфраструктуры микроэлектронного производства. Стратегия направлена на выстраивание кооперативных цепочек между имеющимися производителями элементной базы и конечными изделиями.

В Республике Беларусь вопросы сохранения и поддержки фундаментальной базы в сфере микроэлектроники сформированной еще в прошлом столетии, и дальнейшее ее развитие находятся на постоянном контроле Главы государства. Область высоких технологий находится на приоритетных позициях. Для этого приняты и реализованы многие программы фундаментальных и прикладных исследований, модернизированы ряд крупных предприятий, которые успешно функционируют на протяжении многих лет (ОАО ИНТЕГРАЛ-управляющая ком-

пания холдинга «Интеграл», ОАО Планар, ОАО Пеленг, ОАО НИИ радиоматериалов и многие другие). Также это позволяет поддерживать кадровый потенциал высококвалифицированными специалистами [1].

Согласно программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы для укрепления экономического потенциала ставка сделана на ускоренное развитие высокотехнологических производств, в том числе и микроэлектронике [2].

Внедрение во все сферы жизнедеятельности ИКТ, передовых производственных технологий, базирующихся на принципах Индустрии 4.0, развитие смарт-технологии, современные высокотехнологичные электронные устройства требуют подготовки квалифицированных кадров для производства, эксплуатации, обслуживания и ремонта. Подготовка таких специалистов, обладающих системными компетенциями в широком спектре современных электронных устройств, позволит предприятиям расширить спектр их работ, а самим специалистам быть более конкурентоспособными и мобильными на рынке труда. Сейчас требуются специалисты по широкому спектру специальностей, задействованных на всех этапах создания и производства электронной техники. В отрасли происходят системные изменения, локализуются и масштабируются отечественные производства, создаются новые технологические линии, что делает крайне востребованными специалистов по материалам микроэлектроники, технологов, операторов, а также конструкторов технологического оборудования.

Но вместе с тем система образования – живой организм, который развивается, совершенствуется, модернизируется. Изменяется окружающий мир, появляются новые технологии, меняются и поколения. Основные потребители образовательных услуг в настоящее время, согласно теории поколений [1], является поколение Z или центениалы. Представители поколения Z активно используют планшеты, виртуальную реальность (3D), интересуются наукой и технологией (предполагается, что многие представители поколения будут заниматься инженерно-техническими вопросами, биомедициной, робототехникой). Характерными особенностями восприятия информации, мышления нового поколения являются:

- на интуитивном уровне взаимодействуют с различной электроникой и общаются с внешним миром через экраны мобильных устройств;
- активно интересуются новыми технологиями;
- плохая восприимчивость к большим текстовым сообщениям, образ мыслей отличается фрагментарностью, а суждения – поверхностностью (клиповое мышление);
- обладают способностью к многозадачности, растет скорость восприятия информации.

Это поколение требует к себе иного, инновационного подхода, что обуславливает необходимость поиска новых педагогических приемов, форм и методов обучения. Содержание фундаментальных предметов, составляющих основу программ подготовки инженерных специальностей, практически не меняются, но с учетом особенностей нового поколения учащихся необходимо адаптировать

методики преподавания требованиям времени, видоизменять формат изложения материала, использовать элементы таких современных технологий, которые смогли бы преодолеть негативные тенденции развития «цифрового поколения»: технология коллективного обучения, ТРИЗ, технологии развивающего обучения, технологию мастерских, технологии проектного обучения, технологии проблемного обучения, технологии интерактивного обучения и другие, что позволит научить новое поколение критически мыслить, обдумывать и тщательно анализировать поступающую информацию.

Интерес к науке, исследованию и собственной проектной деятельности можно получить, когда учащийся видит границу применимости своих знаний, видит перспективу своего обучения и включается в процесс освоения. Это и есть залог развития познавательной деятельности и продуктивной коммуникации. Критичность и самостоятельность мышления, способность работать в команде, готовность решать сложные задачи, выстраивать свою траекторию личностного развития и самореализации – все это ключевые компетенции. Профессиональные компетенции разделяют на *soft skills* (гибкие) и *hard skills* (жесткие). *Soft skills* полезны в любой сфере, связаны с эмоциональным интеллектом. *Hard skills* – узкие профессиональные навыки, которые нужны для решения конкретных задач в повседневной работе. Они нужны под узкие задачи, формируются в процессе обучения и основаны на технических знаниях.

Современному специалисту, связанному с электроникой, приходится решать множества задач: разрабатывать проекты, налаживать производство продукции, контролировать материально-техническое и кадровое обеспечение, изучать рынок, вести переговоры, организовывать сбыт продукции, руководить производством и людьми. Становится очевидно, что фундаментальные техническая и технологические компетентности специалиста не исчерпывает всей сущности профессиональных компетенций. Поэтому профессиональные компетенции должны включать в себя и социально ориентированные черты.

Объектами профессиональной деятельности такого специалиста являются физические процессы и явления, определяющие функционирование и технологию изготовления приборов и устройств во всех направлениях современной электроники, микроэлектроники; физические свойства материалов и активных сред электроники; способы и методы исследования и контроля этих свойств; наукоемкое аналитическое и технологическое оборудование с применением систем автоматической регистрации и обработки данных; алгоритмы решения типовых задач твердотельной электроники, микроэлектроники и наноэлектроники.

В Республике Беларусь подготовка кадров для микроэлектронной отрасли осуществляется как по уровню профессионально-техническому, среднему специальному, высшему, углубленному и научно-ориентированному образованию, что позволяет выстроить траекторию преемственности всех уровней и обеспечить непрерывность образования.

В соответствии с ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» специальность 5-04-0713-09 Производство изделий микро- и наноэлектроники относится к профилю образования «Инженерные. Обработывающие и строительные

отрасли», группе специальностей «Электроника и автоматизация», что позволяет сформировать определенные профессиональные компетенции, включающие знания и умения по осуществлению технологического процесса производства изделий микроэлектроники; созданию технологической оснастки; контролю за эффективным использованием технологического оборудования и материалов; проведению стандартных и сертификационных испытаний; анализу причин брака продукции и разработке мероприятий по их устранению; составлению отчетной документации; планированию и организации работ по производству изделий микроэлектроники и твердотельной электроники; выбору оптимальных решений при планировании работ в условиях нестандартных ситуаций; осуществлению контроля качества выпускаемой продукции и др. [3].

Реализация процесса обучения подготовки кадров для микроэлектронной отрасли в колледже носит практико-ориентированный характер. Обучение строится на проектном методе, который позволяет развивать творческие и познавательные процессы, критическое мышление, умение самостоятельно получать знания и применять их в практической деятельности, ориентироваться в информационном пространстве.

Такой подход позволяет систематизировать полученные знания и умения на учебных предметах, реализовать практическое исполнение курсовых проектов, а также решать различные исследовательские задачи, поставленные преподавателями учреждения образования и системно подготовиться к выполнению дипломного проекта с возможной практической реализацией, направленной на решение конкретной производственной задачи с привлечением специалистов с предприятий заказчиков - кадров, решение которых требует от учащихся использования интегрированных знаний в различных областях. Кроме того, активно применяются электронные учебники и онлайн-ресурсы [4].

Со второго курса в рамках учебной практики, учащиеся получают практические навыки по информационным технологиям обработки данных, по моделированию цифровых и аналоговых электронных схем в Electronics Workbench, Multisim, Arduino, а также навыки работ в пакетах прикладных программ: AutoCAD, Altium Designer, SolidWorks, Proteus, MathCAD, MATLAB и другое. На третьем курсе в рамках учебной практики для получения профессии рабочего, которая проходит на базовом предприятии колледжа ОАО «ИНТЕГРАЛ» - управляющая компания холдинга «Интеграл» учащиеся имеют возможность освоить широкий спектр квалификации рабочего на реальном рабочем месте: оператор по наращиванию эпитаксиальных слоев, диффузионных процессов, плазмохимических процессов, элионных процессов, вакуумно-напылительных процессов, микросварки, прецизионной литографии, травильщик прецизионного травления, измеритель электрофизических параметров, контролер деталей и приборов и другие.

Центр компетенций «Информационно-коммуникационных технологий и электроники» позволяет осуществить интеграцию специализированных профессиональных и общекультурных компетенций, формировать на их основе совокупности предметных знаний, умений, навыков и опыта, отраженных в теоретико-

прикладной подготовленности, а также развить у специалистов соответствующие мотивы и установки, личностное отношение к предмету деятельности [5].

На базе центра компетенций особое внимание уделяется реализации «стартапов» (от англ. Start-up-запускать), которые также позволяют активизировать эффективную реализацию инновационных учебных стратегий. Стартапы являются новой формой организации практического обучения с взаимной выгодой для учреждения образования, работодателя и учащегося и призвана решать задачи формирования профессионального саморазвития и профессиональной зрелости, развития представлений о профессионально значимых качествах и конкурентоспособности [6]. Стартапы становятся все более популярными в сфере науки, образования и производства, при этом основные участники молодежь в возрасте от 18 до 30 лет.

Та страна, которая обладает вычислительными мощностями и алгоритмами, которые позволяют быстрее других разрабатывать более совершенную продукцию, моделировать развитие рынков, социума, прогнозировать поведение людей, т.е. обладает полным спектром компетенций в микроэлектронике и смежных науках. Эти технологии нельзя купить, их можно только произвести своими, национальными силами.

Список литературы:

1. Гусаков, В. Макропольза микроэлектроники : / В. Гусаков // СБ-тенденции / [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://www.sb.by/articles/makropolza-mikroelektroniki.html>
2. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021 - 2025 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 07.05.2020, № 156 // Национальный правовой Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://pravo.by/>.
3. Бычков А.В. Созидательная культура учащихся: какой ей быть // Педагогика. – 2007.- №3. – с.22-28.
4. Об утверждении, введении в действие и отмене общегосударственного классификатора Республики Беларусь: Постановление Министерства образования Республики Беларусь, 24.03.2022, №54 // Национальный правовой Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : <https://pravo.by/>.
5. Булько, Н.С. Стратегия развития ресурсных центров в системе профессионального образования / Н.С.Булько // Профессиональное образование. – 2020. – № 4 – С 3–10.
6. Шаталова, В. В. Стартапы как фактор развития профессиональной компетентности студентов [Электронный ресурс] / В.В. Шаталова, Ю.С. Сычева // Актуальные вопросы профессионального образования : тезисы докладов I Международной научно-практической конференции (Минск, 18 мая 2017 года). – Минск : БГУИР, 2017. – С. 270–272.