

УДК 378.147.31.53

**Бывалькевич М.А., Журко В.П.** (Украина, г. Чернигов, ЧДТУ)

## **СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОСНОВ ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

*Рассмотрена необходимость развития элементов творческого мышления при подготовке специалистов по компьютерной технике. Приведены конкретные примеры при проведении лабораторных работ по физике твердого тела.*

*Considered the need for the development of elements of creative thinking in preparing specialists in computer engineering. The following specific examples during the laboratory work with solid-state physics.*

Компьютерная электроника – отрасль техники, которая развивается очень динамично. Поэтому и работа инженера компьютерной техники связана прежде всего с пониманием и анализом новой информации.

Конструирование или производство, эксплуатация или наладка, обслуживание или ремонт – в какой бы сфере ни работал такой инженер, он неизбежно имеет дело с постоянным обновлением комплектующих, устройств, технологий.

Причем такое обновление имеет не только количественный, а довольно часто и качественный характер. В таких случаях от специалиста прежде всего требуется умение психологической перестройки в профессиональной деятельности. Довольно часто это не простое дело, оно требует прежде всего наличия технической эрудиции, гибкости мышления, умение ориентироваться в принципиально новых понятиях или принципах.

История электронной техники позволяет привести целый ряд таких примеров [1].

Переход от навесного монтажа к печатным платам принципиально изменил технологию производства электронной аппаратуры. Появление дискретных твердотельных компонентов после электронно-вакуумных привело к совершенно новым подходам в разработке электронных схем. Создание фотолитографии решило вопрос массового производства электронных компонентов. Развитие микроэлектроники заставило перейти на новые принципы проектирования функциональных схем.

Во всех приведенных случаях для продолжения успешной работы от технического персонала, специалистов требуется прежде всего перестройка мышления.

Если перейти к рассмотрению ограниченных ситуаций, то опять же специалист по электронной компьютерной технике довольно часто должен быть готов к решению нестандартных проблем.

Как пример можно привести обслуживания или ремонт устройств, выпущенных мелкими сериями. Иногда возникают задачи модернизации, при которых неизбежным становится вопрос совмещения новых комплек-

тующих с уже существующими схемными решениями. Или проблемы с обслуживанием техники, выпущенной в предыдущие годы и которая имеет достаточно длительный срок эксплуатации.

В таких и подобных случаях невозможно создание инструкций, технических условий, другой нормативной документации, которая предусмотрела бы пути решения абсолютно всех вопросов. И оптимальные решения могут находить не просто исполнители, а только специалисты, умеющие прежде всего хорошо анализировать процессы, и которые имеют творческий склад мышления.

Из опыта работы следует, что такими специалистами чаще всего становятся студенты, которым удалось развить в себе именно эти принципы при выполнении учебных задач. Дальнейшие встречи и общение с выпускниками постоянно подтверждают этот тезис.

Студенту нужно акцентировать, что невозможно запомнить все книги, написанные всеми писателями. Но достаточно знать азбуку, чтобы прочитать любую. Абсолютно такая ситуация и в электронике. Невозможно знать работу всех схем. И не надо. Ведь есть своя специфическая азбука, с помощью которой работа схемы или электронного устройства станет понятной.

Чтобы развивать навыки технического мышления при проведении занятий со студентами, прежде всего надо определить наиболее характерные недостатки, которые должен устранить молодой человек, чтобы из абитуриента стать специалистом по электронике, и уметь творчески выполнять свои профессиональные обязанности. Такими недостатками у выпускников школ является следующее:

1. Неумение представлять и анализировать простые физические (технические) процессы.
2. Неспособность использовать знания, которыми студент уже владеет, особенно из смежных дисциплин или разделов.
3. Слабая подготовка при работе с графической информацией.
4. Трудности лингвистического характера при ответе на вопрос преподавателя, неумение четко сформулировать свои мысли.

Существенно, невозможно определить какую-то одну причину существования указанных недостатков. Такая ситуация вызвана целым рядом факторов. Здесь и слабая школьная подготовка, и чрезмерное увлечение IT технологиями, и отсутствие навыков самостоятельной работы (не только в учебном процессе), и т. д.

Однако жизнь ставит перед инженером сложные задания, несмотря на определенные недостатки в образовании. Поэтому во время учебы преподаватели должны подготовить будущего специалиста к трудовой деятельности в реальных условиях.

Одним из аспектов такой подготовки и является развитие у студентов умения анализировать и моделировать процессы, происходящие в электронных схемах приборов, а затем с учетом таких представлений делать выводы и находить оптимальные решения. Это достаточно кропотливый,

длительный процесс, его невозможно выполнить в рамках одной дисциплины, даже если она длится не один семестр.

С этой точки зрения наиболее эффективным видом занятий являются лабораторные работы, по крайней мере, для студентов младших курсов. На таких занятиях преподаватель имеет максимальную возможность для индивидуального общения со студентами. Поэтому приведенные далее примеры касаются именно проведения лабораторных работ в дисциплине, связанной с преподаванием физических основ электроники (физики твердого тела).

Прежде всего, следует отметить, что надо уделять большое внимание сознательному выполнению лабораторной работы студентом. Без этого проведение подобных занятий имеет малый эффект, а зачастую вообще теряет смысл.

Поэтому перед началом измерений студент обязательно должен объяснить преподавателю, для чего он использует тот или иной измерительный прибор, источник питания, какую роль играет конкретный элемент схемы, что происходит в схеме, если переключить определенный переключатель и т.д. То есть, тщательно разобраться в том, что он будет делать. На это нельзя жалеть время, поскольку для многих студентов происходит первая попытка в жизни понять, как работает электронная схема. И если наиболее слабым студентам сначала не хватит отведенного по расписанию занятия, с ними необходимо встретиться дополнительно, но достичь указанной цели.

Есть еще один важный аспект профессии инженера компьютерной электронной техники. Он должен уметь измерять. А потому уже на первых занятиях по профессионально ориентированным дисциплинам студентов надо приучать к выбору оптимальной методики измерений. Вот пример:

При измерении вольт-амперной характеристики р-п перехода часто используется схема, приведенная на рис. 1.

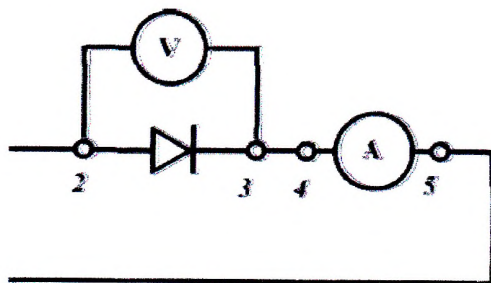


Рис. 1 – Схема для измерения вольт-амперной характеристики р-п перехода

Полярность на источнике питания установлена, допустим, для измерения прямой ветви ВАХ. Ставится вопрос: "Что нужно изменить в схеме, чтобы измерить обратную ветвь ВАХ?" Практически всегда студенты предлагают изменить полярность источника питания. Но при этом надо переключить 6 точек в схеме (при использовании приборов магнитоэлектрической системы). Ставится следующая задача: "Предложите вариант с коли-

чеством точек коммутации 2". И тогда окажется, что для достижения цели достаточно переключить р-п переход между точками 2 и 3. То есть, существует простое конструктивное решение.

При измерении обязательны три момента:

Во-первых, никогда не отвечать студентам на их традиционный вопрос "Сколько нужно сделать измерений для получения определенной зависимости?" Но при этом обязательно нужно разъяснить, почему такой вопрос является некорректным. Вот пример. При изучении термоэлектронной эмиссии студенты получили задание определить зависимость анодного тока в вакуумном диоде от анодного напряжения. Эта зависимость общеизвестна и имеет вид, приведен на рис. 2.

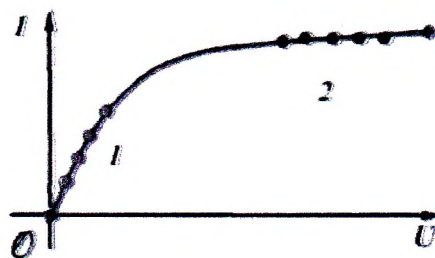


Рис. 2 – Вольтамперная характеристика при термоэлектронной эмиссии

Предположим, что один студент сделал много (хоть 100) измерений на участке 1, а второй на участке 2. Первый сделал вывод, что эти величины имеют линейную зависимость, а другой увидел, что ток вообще не зависит от напряжения. Поэтому студенты должны параллельно с измерениями обязательно строить график. Это поможет им понимать, какую часть зависимости они измеряют. А показать преподавателю надо не только таблицу с цифрами, но и полученный график.

Во-вторых. Наряду со слабыми в группе есть и более сильные студенты, например те, кто занимается радиолюбительством. Они должны помогать своим товарищам разобраться в работе электронной схемы. Причем, это надо всячески поддерживать. Эффективность такого приема была в свое время блестяще доказана выдающимся украинским педагогом А.С. Макаренко [2]

В-третьих. Каждый человек, работающий с электронными устройствами, знает, что существует определенный набор профессиональных "ляпов". Забыл включить источник питания, посмотрел не на ту шкалу измерительного прибора и т. д. Большинство из нас проходили через такие ситуации. Существенно, встречаются они и у студентов. Но главным при этом является то, чтобы студент сам нашел и исправил свою ошибку. Тогда он в дальнейшем не будет ее повторять.

Процесс отчетности за лабораторную работу состоит из трех этапов:

Первый – это работа с графиками. По результатам, полученным при измерениях, студенту задается вопрос проблемного характера. Например, по зависимости, приведенной на рис. 2, таким может быть следующие вопросы:

Как изменится график, если постоянно увеличивать анодное напряжение?

Как изменится зависимость, если увеличить диаметр анода?

Спрогнозировать зависимость силы тока от напряжения, если анодное напряжение сделать отрицательным и т.д.

То есть, перед студентом обязательно создается проблемная ситуация. А хорошо известно, что решение проблемных ситуаций является одним из наиболее эффективных путей приобретения новых знаний. Педагогическая литература это убедительно доказывает (например [3]).

В качестве правильного анализа при ответе на последний вопрос можно привести зависимость на рис. 3.

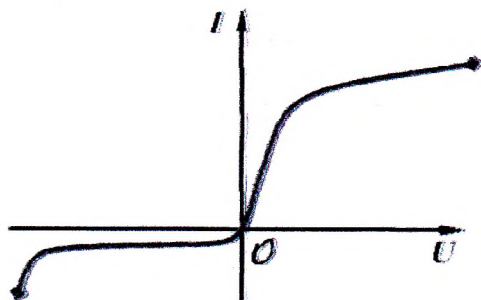


Рис. 3 – Вольтамперная характеристика при отрицательном потенциале на аноде

Главным является не просто внешнее сходство этого графика, приведенному ранее. Принципиально важно, чтобы студенты увидели, что в формуле  $j_s = AT^2 e^{-\frac{\chi_0}{kT}}$  определяющей ток при термоэлектронной эмиссии параметр  $T$  при обычных условиях не равен нулю. А это значит, что источником электронов в этом случае будет поверхность анода даже без дополнительного нагрева. Просто ток насыщения будет крайне малым. А при дальнейшем увеличении напряжения начнется автоэлектронная эмиссия.

Подобных вопросов существует множество. Но тут есть особенность. Один и тот же вопрос задается не одному, а двум, трем, а в отдельных случаях даже четверем студентам. Сложность вопросов зависит от количества такого мини-коллектива и от его качественного состава. Каждый из них самостоятельно должен сделать свой "прогноз". Гипотетически все ответы должны быть одинаковыми и правильными. Однако, такого не бывает. И тогда образуется "творческий коллектив", который должен найти правильный ответ и разобраться в ошибках коллег. Каким путем – не имеет значения. Можно пользоваться конспектами, учебниками, ходить в библиотеку, просить помощи у товарищей и т.д. Также не ограничивается и количество подходов. Но обязательным является обоснование ответа.

И еще одно условие. Очередного "докладчика" определяет преподаватель, чтобы исключить ситуацию, когда в бригаде один работает, а другие прячутся за него.

Второй – традиционный ответ на вопрос по курсу.

Третий – экспресс-опрос по материалу, который имеет отношение к конкретной лабораторной работе. В нем нельзя надеяться, что студент ответит на все вопросы, но важно, чтобы он понимал принципиальные моменты. Кроме того, в такой беседе должны быть рассмотрены вопросы типа "сравнить преимущества и недостатки компонентов, изготовленных из германия с компонентами, изготовленными из кремния" – это вопросы, которые требуют определенного анализа.

Достаточно длительный период проведения лабораторных работ по такой методике доказывает, что у большинства студентов появляются попытки анализа, моделирования электронных процессов в конкретной ситуации.

Они начинают понимать, что простое, механическое запоминание информации не дает возможности разобраться в определенной технической проблеме, к сожалению, одним из недостатков выпускников школ является именно такое владение знаниями.

Кроме того, такие навыки крайне важны при изучении следующих дисциплин, связанных с изучением полупроводниковых приборов и конструированием электронных схем. Многочисленные встречи с выпускниками прошлых лет неизменно подтверждают эти тезисы.

Отрицательной стороной такой формы проведения занятий очень большая нагрузка на преподавателя. Ведь надо постоянно помогать студентам найти правильный путь получения решения. А для этого приходится часто слушать неверные варианты и терпеливо доказывать их антинаучность и нелепость. Очень важной составляющей такого процесса является своевременно заметить положительные тенденции в ответах и поддержать их. Все это требует постоянного внимания, как со стороны студента, так и со стороны преподавателя.

## ВЫВОДЫ

Создание конкурентной продукции в высокотехнологичных наукоемких областях и выход с нею на международные рынки обеспечиваются только интеграцией усилий бизнеса, науки и образования, подъемом уровня знаний выпускников средней школы. В условиях перехода на Болонскую систему больше времени выделяется на самостоятельную работу студентов, что требует создания определенных условий для развития технического мышления студентов компьютерных специальностей вузов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Малютин А. Е. *История электроники* / А. Е. Малютин, И. В. Филиппов – М. : РГРТА, 2006.
2. Гмурман В. Е. *Научное наследие А.С. Макаренко и задачи педагогического образования* / В. Е. Гмурман // *Сов. педагогика* – 1981. – № 3.
3. Брушлинский А. В. *Психология мышления и Проблемное обучение.* / А. В. Брушлинский – М. : Знание, 1983. – 96 с.