

тинки. Возможно, не каждый сможет рассмотреть эти картинки. Иногда бывает трудно представить то, о чем говорит преподаватель. Отсюда появляется непонимание темы и как снежный ком появляется непонимание предмета. Давайте дадим каждому ученику и преподавателю планшет. Поставим интерактивную доску и проектор. Все задания можно сделать в электронном варианте. Ученикам не придется долго ждать, чтобы узнать свою оценку.

Лучшее средство для погружения в учебный процесс – очки виртуальной реальности (Oculus VR). Теперь каждый сможет увидеть и погрузится внутрь рассматриваемого предмета, процесса. Используя современные средства можно получить компактный и безопасный тренажер для будущих спасателей и инженеров систем безопасности. Oculus VR оснащены гироскопами и датчиками для отслеживания положения головы пользователя в пространстве. Объединив мощный компьютер, специальное программное обеспечение и очки виртуальной реальности, мы можем получить удобный тренажер для подготовки будущих спасателей. Используя очки виртуальной реальности ликвидатора можно безопасно поместить в центр чрезвычайной ситуации. Например, можно смоделировать ситуацию аварии на атомной электростанции – чересчур затратный и опасный для жизни, нереализуемый на реальном объекте тренировочный процесс. Такой опыт несравним с ликвидацией настоящей ЧС, но позволяет экономить бюджет, сократить риск получить травму при тренировочной ликвидации ЧС. Данный метод подготовки позволит существенно сократить риск при анализе развития ЧС и их ликвидации на реальных объектах с использованием смоделированных процессов. Анализ реальных ЧС может производиться при использовании в модели сигналов различных датчиков, входящих в установленные на различных объектах системы обеспечения безопасности. За новыми технологиями – будущее, и в учебном процессе, и никто из студентов от этого не откажется.

УДК 621.382

## **КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА**

Студент гр. 11310120 Гайкевич Д.Н.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Усилительные свойства биполярных транзисторов определяет статический коэффициент усиления по току  $\beta$ . Он определяется несколькими факторами: эффективностью эмиттера, коэффициентом переноса в базе и эффективностью коллектора [1, 2]. Для маломощных транзисторов при невысоком уровне инжекции эффективность эмиттера может заметно снижаться вследствие рекомбинации носителей тока в эмиттерном

*p-n*-переходе из-за наличия в нем рекомбинационных центров, вносящих глубокие уровни в запрещенную зону. Аналогично, наличие глубоких центров в области базы снижает коэффициент переноса.

Концентрация легирующей примеси в базе меньше (в 100–1000 раз), чем в эмиттере. Используя кривые релаксации емкости эмиттерного *p-n*-перехода при резком переключении обратного смещения, можно оценить концентрацию рекомбинационных центров в базовой области.

Из вольтамперных характеристик эмиттерного перехода при прямом смещении определяется фактор идеальности перехода. В случае, когда рекомбинационная составляющая тока оказывается малой по сравнению с диффузионной, фактор идеальности близок к единице. Для транзисторов с таким эмиттерным переходом следует ожидать большей величины эффективности эмиттера.

На основании подобных измерений из большой группы однотипных транзисторов были выбраны 2 группы транзисторов, в первой из них концентрация глубоких центров была заметно ниже, чем во второй, а фактор идеальности эмиттерного перехода указывал на преобладание диффузионной составляющей тока эмиттерного перехода над рекомбинационной.

Результаты исследований показали, что величина  $\beta$  для транзисторов первой группы оказалась заметно выше (на 30–40%), что согласуется с общепринятыми положениями для определения  $\beta$ .

#### Литература

1. Морозова И.Г. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Атомиздат, 1980. – 392 с.
2. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М.: Сов. Радио, 1980. – 424 с.

УДК 004

### ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ WOLFRAM MATHEMATICA

Студент гр. 11307120 Грузд Н.А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гундина М.А.

Белорусский национальный технический университет

При решении задачи обнаружения объектов на снимках, полученных промышленным оборудованием, необходимо не только распознать предмет, находящийся на изображении, но и определить его положение в сетке пикселей исходного изображения.

Разработанный нами алгоритм выделения объекта осуществляет следующие задачи: сегментацию изображения и выделение связанных участков на отсегментированном изображении. Результатом работы такого алго-