

чувствительностью и малым рабочим током в отличие от отдельно взятого диодного включения. Такие датчики представляют интерес для применения в авиационной, автомобильной и в других отраслях промышленности [5].

### **Литература**

1. Karimov A.V., Dzhuraev D.R., Kuliev Sh.M., Turaev A.A. Distinctive features of the temperature sensitivity of a transistor structure in a bipolar mode of measurement // Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 2016. – Vol. 89, No. 2. – PP. 514-517.
2. Sze S. M., Kwok K. Ng. Physics of Semiconductor Devices. Hoboken–New Jersey: Wiley-Interscience, 2007. 3rd ed., P. 94.
3. M.A. Huque, L.M. Tolbert, B.J. Blalock, S.K. Islam, A high temperature, high-voltage SOI gate driver IC with high output current and on-chip low-power temperature sensor, IMAPS International Symposium on Microelectronics, 2009, pp. 220-7.
4. Каримов А.В., Джураев Д.Р., Ёдгорова Д.М., Рахматов А.З., Абдулхаев О.А., Каманов Б.М., Тураев А.А. Некоторые особенности ограничителя тока на полевом транзисторе //Технология и конструирование в электронной аппаратуре. –2011. - №1. -С. 30-32.

### **ЭФФЕКТ ХОЛЛА КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**С.О. Саидов<sup>1</sup>, Ж.Ж. Камолов<sup>2</sup>**

*БухГУ, доцент кафедры физики<sup>1</sup>*

*БухГУ, магистрант кафедры физики<sup>2</sup>*

**Аннотация.** В статье описаны научно и учебно-методологические аспекты изучения эффекта Холла, суть процессов проводимости в



плохо проводящих материалов, а также показано его практическая значимость в создании ряда устройств и приборов, обладающих ценными, уникальными свойствами и занимающие важное место в автоматике, радио, измерительной и компьютерной технике.

**Ключевые (опорные) слова:** Эффект Холла, кинетические и гальваномагнитные явления, электрон, дрейф, сила Лоренца, разность потенциалов, холловское поле, холловская подвижность, концентрация и знак носителей заряда, аномальный эффект Холла, квантовый эффект Холла, спиновый эффект Холла, приборы созданные на основе эффекта Холла датчики Холла.

Изучение научно и учебно-методологических основ эффекта Холла представляет интерес не только с точки зрения кинетических и гальваномагнитных явлений, но и его практического применения. Эффект Холла – явление возникновения поперечной разности потенциалов (называемой также холловским напряжением) при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле. Он был открыт американским физиком Эдвином Холлом в 1879 году в тонких пластинах золота [1-3].

**От Лоренца к Холлу.** Эффект Холла является продолжением силы Лоренца, которая описывает силу, действующую на заряженные частицы – такие как электрон – движущиеся в магнитном поле. Если магнитное поле направлено перпендикулярно направлению движения электронов, на электрон действует сила, которая перпендикулярна и направлению движения, и направлению магнитного поля.

Вследствие действия силы Лоренца поперечное магнитное поле отклоняет носители заряда в направлении, перпендикулярном дрейфу. После наложения магнитного поля, когда еще не создано электрическое холловское поле, наблюдается изменение направления движения



создающий поле Холла. Последнее компенсирует в среднем действие силы Лоренца. При смешанной электропроводности векторы плотности тока электронов и дырок поворачиваются в разные стороны, хотя сами электроны и дырки отклоняются при этом к одной и той же грани пластины. Коэффициент Холла при этом определяется концентрацией и дрейфовой подвижностью носителей заряда. Эффект Холла подробно и очень оригинально описан в учебном пособии П.Т. Орешкина [4].

С помощью эффекта Холла стало возможным понять суть процессов проводимости в полупроводниках и провести грань между полупроводниками и другими типами плохо проводящих материалов. Это обусловлено тем, что измерение ЭДС (разности потенциалов) Холла, возникающей в материале перпендикулярно направлению электрического тока и внешнего магнитного поля, дает возможность непосредственно определить концентрацию и знак носителей заряда. Последнее позволяет определить принадлежность материала к тому или иному типу полупроводников (р или n–типа). Измерения эффекта Холла дают возможность отделить случай ионной проводимости от случая электронной проводимости. Наличие эффекта Холла в проводниках и полупроводниках свидетельствует об электронном характере проводимости. С помощью эффекта Холла возможно получить данные и о подвижности носителей заряда (так называемая «холловская» подвижность). Таким образом, можно считать, что эффект Холла – один из наиболее эффективных методов исследования электрических свойств полупроводниковых материалов и некоторых металлов [5-7].

**Аномальный эффект Холла.** Бывают случаи когда, эффект Холла обнаруживается в пластине без пропускания через нее магнитного потока. Это может происходить только тогда, когда нарушается симметрия по



**Квантовый эффект Холла.** В двумерных газах, у которых среднее расстояние между частицами уменьшено до соизмеримых с длиной де Бройля на зависимости поперечного сопротивления к воздействию магнитного поля возникают плато сопротивления в поперечине. Эффект Холла квантуется только в сильных магнитных полях. В магнитных потоках с еще большей силой индукции обнаруживается дробный квантовый эффект Холла. Он взаимосвязан с перестроением внутренней структуры двумерной электронной жидкости.

**Спиновый эффект Холла.** Спиновый эффект Холла можно наблюдать на не намагниченных проводниках, не помещенных в поле действия силовых линий магнита. Эффект заключается в отклонении электронов с антипараллельными спинами к противоположным краям пластины [8].

На основе эффекта Холла можно создать ряд устройств и приборов, обладающих ценными и даже уникальными свойствами и занимающих важное место в автоматике, радио, измерительной и компьютерной технике, в частности: в системах электронного зажигания двигателей внутреннего сгорания, в приводах дисководов и двигателях вентиляторов компьютерной техники, в магнитометрах смартфонов в качестве физической основы работы электронного компаса, в электроизмерительных приборах (токоизмерительные клещи, пробники тока) для бесконтактного измерения силы тока, на основе эффекта Холла работают некоторые виды ионных реактивных двигателей и т.д. [9-18]. Приборы, созданные на основе эффекта Холла, называют датчиками Холла.

Датчики Холла позволяют измерять величину магнитного поля. При постоянной величине тока Э.Д.С. Холла прямо пропорциональна

