

слой, играющий роль постоянного магнита. В обычном состоянии поле постоянного магнита будет отклоняться, никак не воздействуя на работу чипа. Однако в том случае, если злоумышленники попытаются вскрыть корпус микросхемы и получить доступ непосредственно к носителю, металлическая пленка порвется, и информация будет мгновенно уничтожена постоянным магнитом.

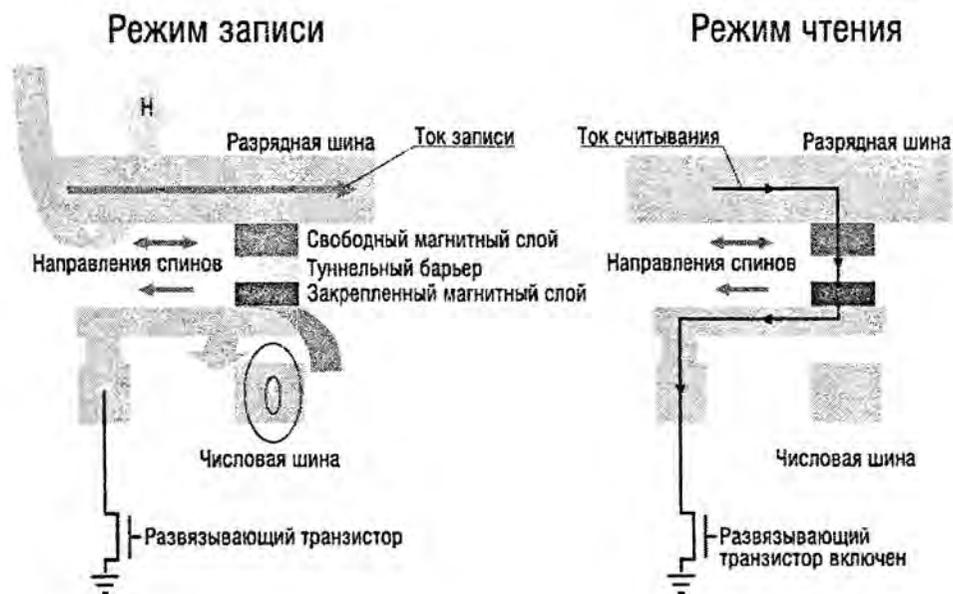


Рисунок 5. Схема ячейки MRAM памяти

УДК 621.311

## РАЗВИТИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Гирс И.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент МОЖАР В.И.

Достигнутые сегодня результаты в энергетике несколько смягчили, но не устранили кризисные явления в обеспечении страны энергоносителями. Доля энергоресурсов, добываемых на территории республики, остается на уровне 18 % от их общей потребности. Нереализованный же потенциал энергосбережения оценивается в 30 % от общего потребления энергоресурсов. В качестве возобновляемых и нетрадиционных источников энергии с учетом природных, географических и метеорологических условий республики рассматриваются дрова, гидроресурсы, ветроэнергетический потенциал, биогаз из отходов животноводства, солнечная энергия, фитомасса, твердые бытовые отходы, отходы растениеводства, геотермальные ресурсы, бурые угли, сланцы и др.

**Ветроэнергетический потенциал.** Практически единственным не импортируемым источником энергии в Республике Беларусь является ветер. Однако существующие способы преобразования ветроэнергии в электрическую с помощью традиционных лопастных ветроэнергетических установок (ВЭУ) в условиях Беларуси экономически неоправданны. Во-первых, из-за высокой пусковой скорости ветра (4–5 м/сек), высокой номинальной скорости (8–15 м/сек) и небольшой годовой производительности в условиях слабых континентальных ветров, характерных для Беларуси – 3–5 м/сек. Во-вторых, стоимость ВЭУ составляет 1 000–1 500 долларов США на киловатт установ-

ленной мощности. Проведенный в последние годы в республике комплекс работ позволяет делать более оптимистичный прогноз по части использования энергии ветра для производства электроэнергии. Для этих целей рекомендуются новые ВЭУ, основанные на эффекте Магнуса, когда в качестве аэродинамических элементов используются не лопастные, а вращающиеся усеченные конусы специальной формы (роторы), подъемная сила в которых многократно (в 6–8 раз) превосходит подъемную силу в лопастях. По утверждениям авторов, главное их преимущество состоит в том, что они могут эффективно работать при скоростях ветра, характерных для условий Беларуси.

**Солнечная энергия.** По подсчетам 0,0125 % от количества энергии Солнца могла бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики. Однако, данный источник энергии является очень дорогостоящим. И даже при наилучших атмосферных условиях плотность потока солнечной энергии составляет не более 250 Вт/м. По метеорологическим данным, в Республике Беларусь в среднем 250 дней в году пасмурных, 185 с переменной облачностью и 30 ясных, а среднегодовое поступление солнечной энергии на земную поверхность с учетом ночей и облачности составляет 243 кал на 1 см<sup>2</sup> за сутки, что эквивалентно 2,8 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Для удовлетворения потребности нашей республики в электроэнергии в объеме 45 млрд. кВт·ч потребуется 450 км<sup>2</sup> гелиостатов, что при их стоимости в 450 \$/м<sup>2</sup>. В условиях нашего климата этот источник не выгодно использовать.

**Гидроэнергетика.** Наиболее реально использование гидроэнергетики. Экономически целесообразно построить гидроэлектростанцию (ГЭС) на 240–250 мегаватт – что даст дополнительно, примерно, 250 тыс. тонн условного топлива. Данный вид электростанций имеет ряд преимуществ: оборудование станций используется очень долго, стоимость вырабатываемой энергии низка. Проблемой для ГЭС является ущерб, наносимый окружающей среде (затопление огромных площадей), коррозия гидротурбин, огромные капиталовложения при сооружении. Энергетическая программа для Беларуси в этом направлении предусматривает восстановление малых ГЭС на существующих водохранилищах.

**Фитомасса.** В качестве сырья для получения жидкого и газообразного топлива можно применять возобновляемый источник энергии – фитомассу быстрорастущих растений и деревьев. В климатических условиях республики с 1 га энергетических плантаций собирается масса растений в количестве до 10 т сухого вещества, что эквивалентно примерно 5 т у.т. При дополнительных агротехнических приемах продуктивность гектара может быть повышена в 2 раза. Из этого количества фитомассы можно получить 5–7 т жидких продуктов, эквивалентных нефти. Наиболее целесообразно использовать для получения сырья площади выработанных торфяных месторождений, на которых отсутствуют условия для произрастания сельскохозяйственных культур.

**Сланцы.** Запасы сланцев в стране составляют 11 млрд. тонн, промышленные запасы – 3 млрд. Однако исследования показали, что имеющиеся в Беларуси сланцы не пригодны для прямого сжигания, поскольку их калорийность очень низка – 1 000–1 500 ккал (то есть сланцы вдвое «холоднее», нежели обыкновенные дрова). К тому же, очень высока их зольность – 75 %, содержание серы – 3 %. Так что надежды на масштабное использование сланцев как одного из источников энергии в ближайшее время безосновательны: сланцы могут использоваться только в установках с твердым теплоносителем.

**Бурые угли.** Отдельной позицией в списке потенциальных источников энергии проходят бурые угли. Запасы угля в Беларуси составляют 150 млн. тонн. Наиболее разведано Житковичское месторождение. Несмотря на то, что калорийность нашего угля не очень высока, в настоящее время этот источник энергии рассматривают для улучшения энергетической проблемы.

**Дрова.** Исследовано множество путей использования древесины, например, для производства компостов, органических удобрений, брикетирование и последующее использование в качестве промышленного и бытового топлива и др. На сегодня, Беларусь – одно из немногих государств в Европе, обладающее огромным количеством зеленых насаждений (соответственно и древесины). Исходя из этого, теоретически, пятую часть необходимой энергии мы можем получать из древесины, но тогда потребуются свернуть деревообрабатывающие производства или подготовить себя к тому, что в один прекрасный день в Беларуси абсолютно не останется лесов. Так как стоимость древесины на мировых рынках будет расти, потому экономически не целесообразно использовать древесину на топливо.

**Твердые бытовые отходы.** В Республике Беларусь ежегодно накапливается около 2,4 млн. т твердых бытовых отходов, которые направляются на свалки и два мусора-перерабатывающих завода (Минский и Могилевский). Потенциальная энергия, заключенная в твердых бытовых отходах, образующихся на территории республики, равноценна 470 тыс. т у.т. Эффективность данного направления следует оценивать не только по выходу биогаза, но и по экологической составляющей, которая в данной проблеме будет основной.

Республика Беларусь относится к категории стран, не обладающих значительными запасами топливно-энергетических ресурсов. Несмотря на это наша страна способна обеспечить порядка 30 % собственных нужд в энергетике, используя нетрадиционные источники энергии.

#### Литература

1. Лаврентьев, Н.А. Белорусская ветроэнергетика – реалии и перспективы // Энергия и менеджмент. – 2002. – № 4. – С. 10–12.
2. Основы энергосбережения: цикл лекций / Под ред. Н.Г. Хутской. – Минск: УП «Технология», 1999. – 100 с.
3. [expo2000.bsu.by/mail\\_document.idc?id=47&ps=98](http://expo2000.bsu.by/mail_document.idc?id=47&ps=98).

УДК 621.316.176

## АППРОКСИМАЦИЯ КРИВОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ СЕРДЕЧНИКОВ МАГНИТОПРОВОДОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

*Воробей А.М.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент СОНЧИК Л.И.

Намагничивание сердечников электромагнитных устройств сопровождается сложным комплексом явлений, одним из которых является необратимое изменение намагниченности ферромагнетика, выражающееся в неоднозначной зависимости между величинами, характеризующими его магнитное поле [1]. В качестве таких характерных величин магнитного поля в данной работе приняты индукция и напряженность магнитного поля.

При установлении связи между индукцией и напряженностью магнитного поля следует пользоваться семейством динамических частных циклов, наиболее полно отражающих истинную картину поведения ферромагнетика в переменных магнитных полях и обеспечивающих точность расчетов при их применении [2].

В некоторых случаях расчетов электромагнитных устройств возможна замена неоднозначной зависимости между индукцией и напряженностью магнитного поля однозначной кривой намагничивания. При этом важным вопросом аналитического пред-