


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  Небольсин В.А.  
«31» августа 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Основы магнитоэлектроники»

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль Материалы и устройства функциональной электроники

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2020

Автор программы

  
/Калгин А.В./

И.о. заведующего кафедрой  
Физики твердого тела

  
/Костюченко А.В./

Руководитель ОПОП

  
/Костюченко А.В./

Воронеж 2020

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цель дисциплины:** изучение основ спин-зависящих явлений в различных объектах, включая низкоразмерные структуры и магнитные наноструктуры

**1.2. Задача освоения дисциплины:** освоение принципов выбора материалов в производстве элементов наноэлектроники с заданным уровнем физических параметров и долговечности работы

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы магнитоэлектроники» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока ФТД.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы магнитоэлектроники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере электроники, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать тенденции развития современной науки, техники и технологии в области электроники
	уметь учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии в области электроники
	владеть навыками выявления тенденции развития современной науки, техники и технологии в области электроники

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы магнитоэлектроники» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+

Общая трудоемкость: академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего, час
1	Введение	Значение и задачи курса «Основы магнитоэлектроники»	6	6	12
2	Эффект магнитосопротивления	Лоренцевское магнитосопротивление. Анизотропное магнитосопротивление. Гигантское магнитосопротивление. Туннельное магнитосопротивление. Колоссальное магнитосопротивление	6	6	12
3	Отрицательный магниторезистивный эффект	Отрицательный магниторезистивный эффект в режиме слабой локализации. Отрицательный магниторезистивный эффект в режиме сильной локализации	6	6	12
4	Природа эффекта гигантского магнитосопротивления	Качественная модель гигантского магнитосопротивления. Количественные модели гигантского магнитосопротивления	6	6	12
5	Спин-поляризованный ток и спин-ток	Спин-поляризованный электрический ток. Спин-ток. Соотношение между спин-поляризованным электрическим током и магнитным спин-током. «Чистый» спин-ток. Спин-движущая сила. Прохождение спин-поляризованного тока сквозь контакт ферромагнетика с немагнитным проводником. Прохождение спин-поляризованного тока сквозь контакт ферромагнетика с полупроводником. Ферромагнитные полупроводники	6	6	12
6	Спинтронные приборы	Спиновый вентиль. Спин-вентильный транзистор. Туннельный спин-вентильный транзистор. Спиновый полевой транзистор. Спиновое реле. Спинтронные светодиоды. Спинтронные аккумуляторы	6	6	12
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-	Результаты обучения,	Критерии	Аттестован	Не аттестован
--------	----------------------	----------	------------	---------------

тенция	характеризующие сформированность компетенции	оценивания		
ПК-1	знать тенденции развития современной науки, техники и технологии в области электроники	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии в области электроники	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками выявления тенденции развития современной науки, техники и технологии в области электроники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

#### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Магнитоэлектронику иногда называют:

- а) оптоэлектроникой;
- б) спинтроникой;
- в) одноэлектроникой;
- г) молетроникой.

2. Какой из эффектов не используется в магнитоэлектронике?

- а) эффект Холла;
- б) эффект Суля;
- в) эффект магнитосопротивления;
- г) магнитодиодный эффект;
- д) гальваномагниторекомбинационный эффект;
- е) эффект квантовой интерференции.

3. Эффект гигантского магнитосопротивления в наногранулированных композитах металл-диэлектрик доперколяционного состава обусловлен:

- а) спин-зависимым туннелированием электронов;
- б) действием силы Лоренца на движущийся в магнитном поле электрон;
- в) рассеянием поляризованных носителей заряда на структурных неоднородностях.

4. Как определяется величина магнитосопротивления, если  $R(H_{\perp})$  и  $R(0)$  – электрическое сопротивление вещества в присутствии и отсутствии постоянного магнитного поля соответственно?

- а)  $MR = \frac{R(0) - R(H_{\perp})}{R(H_{\perp})}$ ;
- б)  $MR = R(H_{\perp}) - R(0)$ ;
- в)  $MR = \frac{R(0)}{R(H_{\perp}) - R(0)}$ ;
- г)  $MR = \frac{R(H_{\perp}) - R(0)}{R(0)}$ .

5. Эффект гигантского магнитосопротивления численно больше в геометрии измерения:

- а) CIP (current-in-plane);
- б) CPP (current perpendicular to plane).

6. Какие из материалов демонстрируют наибольшие величины магнитосопротивления?

- а) немагнитные проводники;
- б) ферромагнетики;
- в) наногранулированные композиты металл-диэлектрик доперколяционного состава.

7. Эффект, заключающийся в изменении электрического сопротивления магнитных материалов в зависимости от угла между намагниченностью и направлением протекания тока, называется:

- а) лоренцевским магнитосопротивлением;
- б) анизотропным магнитосопротивлением;
- в) гигантским магнитосопротивлением;
- г) туннельным магнитосопротивлением;
- д) колоссальным магнитосопротивлением.

8. Эффект гигантского магнетосопротивления наблюдается в:

- а) сверхпроводниках;

- б) полимерах;
- в) структурах ферромагнетик-диэлектрик-ферромагнетик с туннельным барьером;
- г) диэлектриках.

9. Зависит ли вероятность туннелирования электронов в слоистых структурах ферромагнетик-диэлектрик-ферромагнетик с туннельным барьером от взаимной ориентации намагниченностей слоев?

- а) зависит;
- б) не зависит;
- в) зависит при температурах выше комнатной;
- г) зависит при температурах ниже комнатной.

10. Гигантское магнитосопротивление в сверхрешетках выгодно использовать для создания:

- а) суперсильных наногабаритных магнитов;
- б) устройств магнитной памяти со сверхвысокой плотностью записи;
- в) наноразмерных магнитных диполей.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Рассчитайте степень поляризации электрического тока в ферромагнетике, если составляющая  $i_{\uparrow}$  этого тока, переносимая электронами со спином, ориентированным в направлении магнитного поля, в  $a = 2$  раз превышает составляющую  $i_{\downarrow}$  этого тока, переносимую электронами со спином, ориентированным против магнитного поля.

- а) 33,3 %;
- б) 50 %;
- в) 66,7 %;
- г) 81,8 %;
- д) 89,5 %.

2. Во сколько раз составляющая  $i_{\uparrow}$  электрического тока в ферромагнетике, переносимая электронами со спином, ориентированным в направлении магнитного поля, превышает составляющую  $i_{\downarrow}$  этого тока, переносимую электронами со спином, ориентированным против магнитного поля, если степень поляризации этого тока  $P = 80$  %?

- а) в 1,35 раза;
- б) в 2,33 раза;
- в) в 4 раза;
- г) в 9 раз;
- д) в 39 раз.

3. Рассчитайте магнитный спин-ток, переносимый в ферромагнетике спин-поляризованным электрическим током  $i = 30$  мА со степенью поляризации  $P = 60$  %.

- а)  $-46,4$  нВт/Тл;
- б)  $-1,04$  мкВт/Тл;
- в)  $-10,9$  мкВт/Тл;
- г)  $-27,8$  мкВт/Тл;

д)  $-34,8 \text{ нВт/Тл}$ .

4. Рассчитайте силу электрического тока в ферромагнетике, если он имеет степень поляризации  $P = 95 \%$  и соответствующий ему магнитный спин-ток равен  $i_{MS} = -14 \text{ нВт/Тл}$ .

а)  $7,36 \text{ мА}$ ;

б)  $64,7 \text{ мкА}$ ;

в)  $104 \text{ мА}$ ;

г)  $9,71 \text{ мА}$ ;

д)  $254 \text{ мА}$ .

5. Через пленочный проводник из намагниченного ферромагнетика протекает спин-поляризованный электрический ток  $i = 210 \text{ мкА}$ , в котором составляющая  $i \downarrow$ , переносимая электронами со спином, ориентированным против магнитного поля, в  $a = 6,5$  раз меньше составляющей  $i \uparrow$ , переносимой электронами со спином, ориентированным в направлении магнитного поля. Рассчитайте степень поляризации этого тока и соответствующий ему магнитный спин-ток.

а)  $P = 55,6 \%$ ,  $i_{MS} = 64,4 \text{ нВт/Тл}$ ;

б)  $P = 65,5 \%$ ,  $i_{MS} = 2,47 \text{ нВт/Тл}$ ;

в)  $P = 73,3 \%$ ,  $i_{MS} = 8,93 \text{ нВт/Тл}$ ;

г)  $P = 81 \%$ ,  $i_{MS} = 66,3 \text{ нВт/Тл}$ ;

д)  $P = 66,7 \%$ ,  $i_{MS} = 46,4 \text{ нВт/Тл}$ .

6. Ферромагнитный запоминающий элемент имеет форму цилиндра диаметром  $D = 150 \text{ нм}$  и высотой  $h = 240 \text{ нм}$ . Оценочно принимаем, что для его перемагничивания из одного направления в другое надо перенести

магнитный момент, равный  $2\mu_B$  ( $\mu_B$  – магнетон Бора), на каждый из атомов этого элемента. Считая, что плотность материала, из которого сформирован запоминающий элемент, составляет  $9800 \text{ кг/м}^3$ , а средняя масса атомов  $102 \text{ а.е.м.}$ , оцените, какой величины магнитный момент должен быть перенесен спин-поляризованным электрическим током записи.

а)  $1,86 \cdot 10^{-14} \text{ Дж/Тл}$ ;

б)  $4,55 \cdot 10^{-15} \text{ Дж/Тл}$ ;

в)  $1,02 \cdot 10^{-15} \text{ Дж/Тл}$ ;

г)  $1,37 \cdot 10^{-16} \text{ Дж/Тл}$ ;

д)  $1,69 \cdot 10^{-17} \text{ Дж/Тл}$ .

7. Ферромагнитный запоминающий элемент имеет форму цилиндра диаметром  $D = 250 \text{ нм}$  и высотой  $h = 360 \text{ нм}$ . Оценочно принимаем, что для его перемагничивания из одного направления в другое надо перенести магнитный момент, равный  $2\mu_B$ , на каждый из атомов этого элемента. Считая, что плотность материала, из которого сформирован запоминающий элемент, составляет  $9800 \text{ кг/м}^3$ , а средняя масса атомов  $102 \text{ а.е.м.}$ , оцените, какой величины магнитный момент должен быть перенесен спин-поляризованным электрическим током записи, рассчитайте величину спин-тока, необходимую для перемагничивания запоминающего элемента за время  $\Delta t = 12 \text{ нс}$ .

- а) 1,55 мкВт/Тл;
- б) 758 нВт/Тл;
- в) 340 нВт/Тл;
- г) 137 нВт/Тл;
- д) 84,5 нВт/Тл.

8. Ферромагнитный запоминающий элемент имеет форму цилиндра диаметром  $D = 20$  нм и высотой  $h = 50$  нм. Оценочно принимаем, что для его перемагничивания из одного направления в другое надо перенести магнитный момент, равный  $2\mu_B$ , на каждый из атомов этого элемента. Считая, что плотность материала, из которого сформирован запоминающий элемент, составляет  $9800$  кг/м<sup>3</sup>, а средняя масса атомов  $102$  а.е.м., оцените, какой величины магнитный момент должен быть перенесен спин-поляризованным электрическим током записи, рассчитайте величину спин-поляризованного электрического тока, необходимую для перемагничивания запоминающего элемента за время  $1$  нс, если степень поляризации тока равна  $P = 30\%$ .

- а) 401 мА;
- б) 131 мА;
- в) 35 мА;
- г) 5,9 мА;
- д) 970 мкА.

9. Во входном ферромагнитном наноэлементе логики на наномагнитах 2-го поколения «свободный» ферромагнитный слой имеет размеры  $a \times b \times h$  (нм). Принимая, что для его перемагничивания из одного направления в противоположное требуется магнитный момент  $2\mu_B$  на каждый атом этого элемента, рассчитайте магнитный момент, который должен быть перенесен спин-поляризованным электрическим током записи. Плотность материала, из которого состоит «свободный» слой, составляет  $9800$  кг/м<sup>3</sup>, а средняя масса атомов  $106$  а.е.м.  $a = 180$  нм,  $b = 180$  нм,  $h = 28$  нм.

- а)  $2,79 \cdot 10^{-15}$  Дж/Тл;
- б)  $1,82 \cdot 10^{-15}$  Дж/Тл;
- в)  $9,38 \cdot 10^{-16}$  Дж/Тл;
- г)  $5,21 \cdot 10^{-16}$  Дж/Тл;
- д)  $2,48 \cdot 10^{-16}$  Дж/Тл.

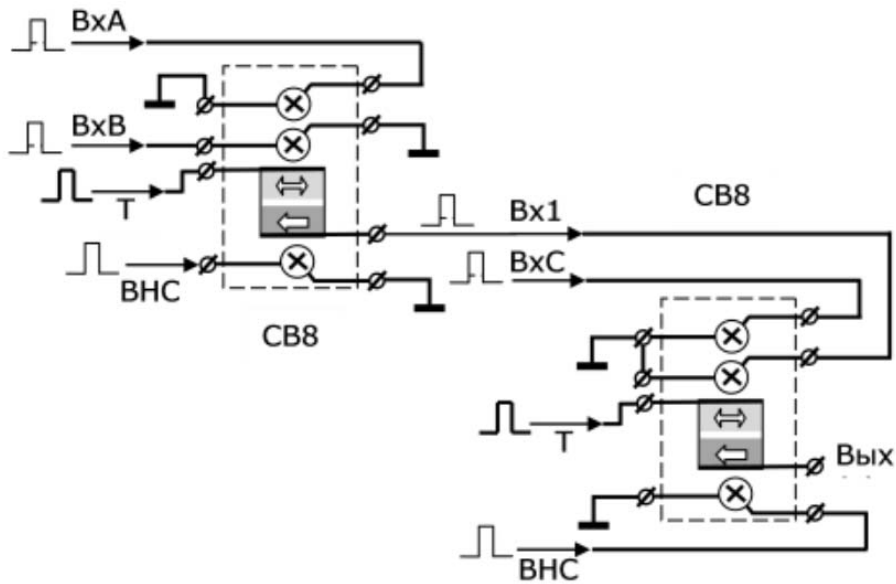
10. Каков сигнал на выходе магниторезистивного порогового вентиля при входах  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = 0$ ,  $x_3 = 1$ , если пороговый ток СТП составляет  $2,4$  мкА, напряжение  $U = 50$  мВ, а электропроводности магниторезистивных ячеек отрегулированы так, что  $(G_{1+} - G_{1-}) = 56$  мкСм,  $(G_{2+} - G_{2-}) = 24$  мкСм,  $(G_{3+} - G_{3-}) = -62$  мкСм? Указано значение уставки  $(G_{П+} - G_{П-}) = 40$  мкСм.

- а) «0»;
- б) «1».

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определите, какую логическую функцию выполняет приведенная схема из двух спиновых вентилях СВ8.



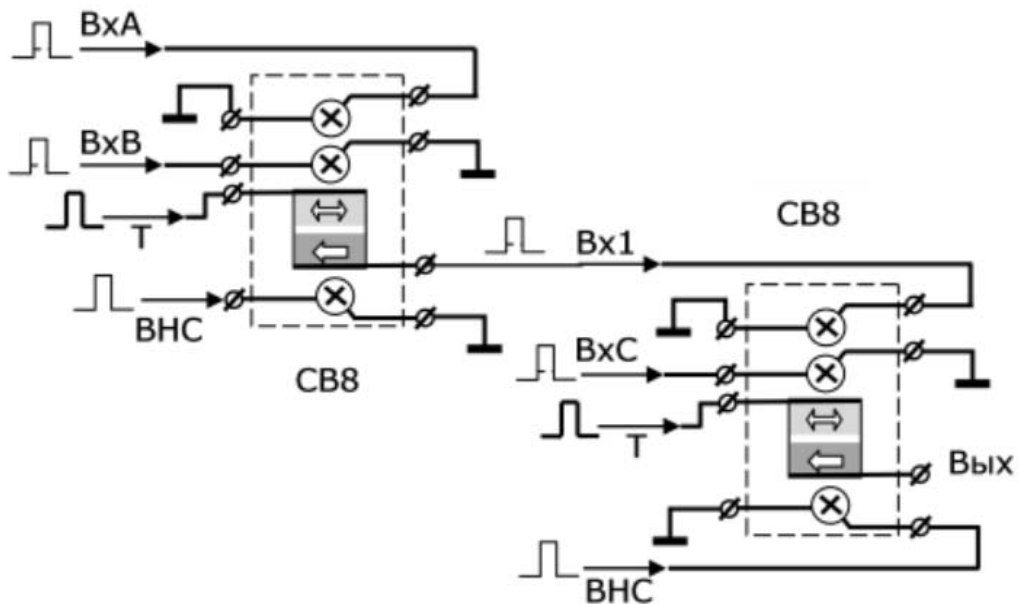


a)  $(a \vee \bar{b})\bar{c}$ ;

б)  $a \vee \bar{b} \vee c$ ;

в)  $ab\bar{c}$ .

2. Определите, какую логическую функцию выполняет приведенная схема из двух спиновых вентилей CB8.

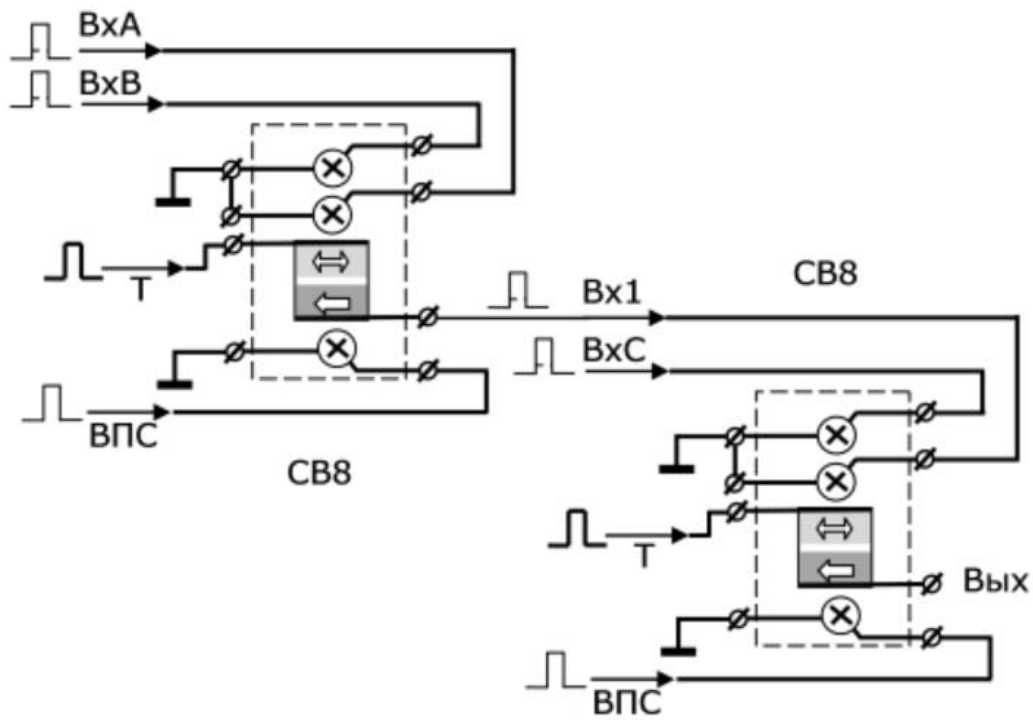


a)  $(a \vee \bar{b})\bar{c}$ ;

б)  $a \vee \bar{b} \vee c$ ;

в)  $ab\bar{c}$ .

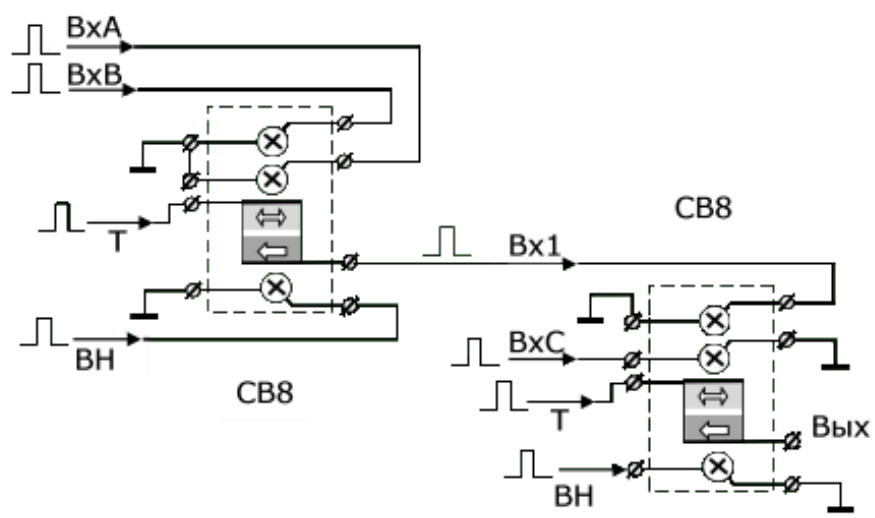
3. Определите, какую логическую функцию выполняет приведенная схема из двух спиновых вентилей CB8.



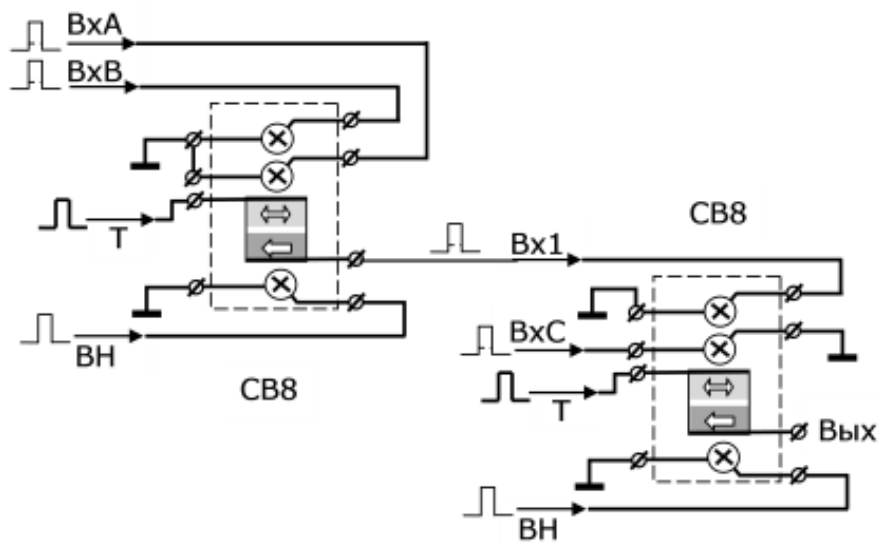
- а)  $(a \vee \bar{b})\bar{c}$ ;
- б)  $a \vee \bar{b} \vee c$ ;
- в)  $ab\bar{c}$ .

4. Какая схема из двух стеновых вентилях СВ8 выполняет логическую функцию  $(a \vee b)c$  ?

а)

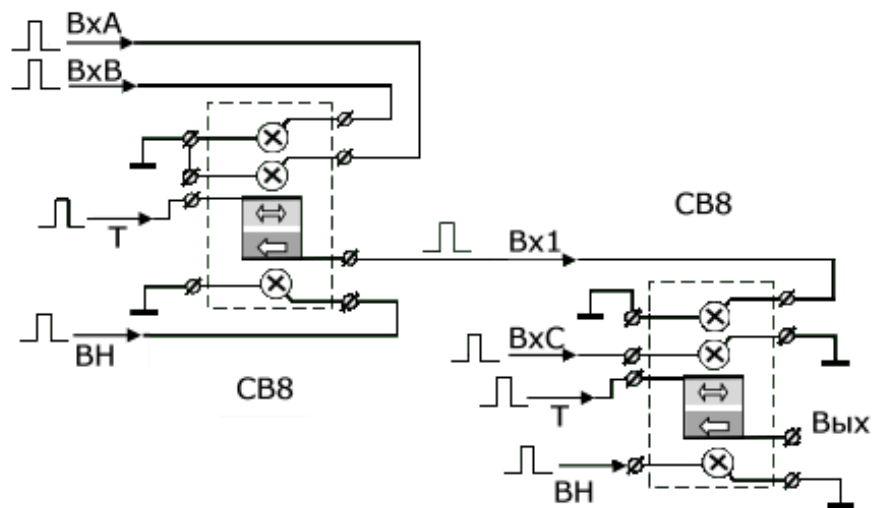


б)

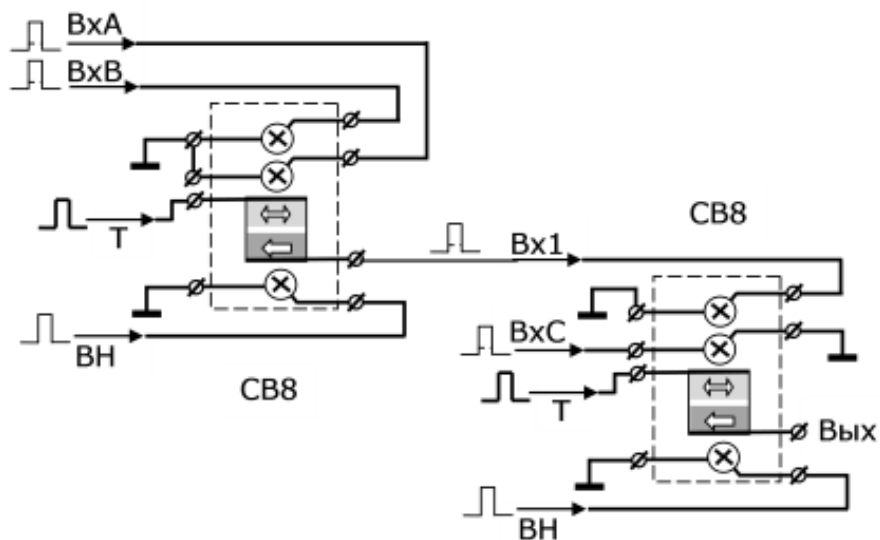


5. Какая схема из двух спиновых вентилях CB8 выполняет логическую функцию  $a \vee b \vee c$  ?

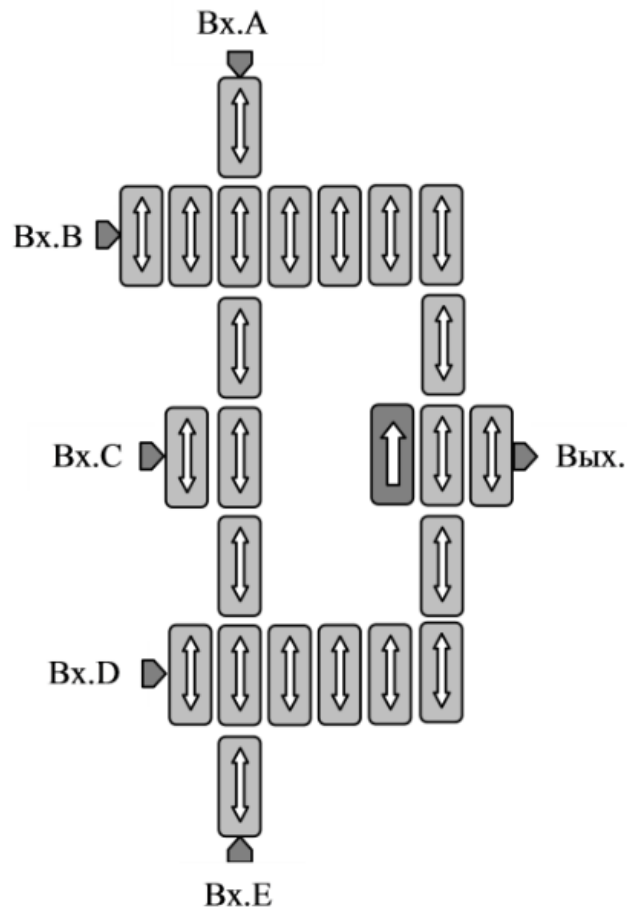
а)



б)



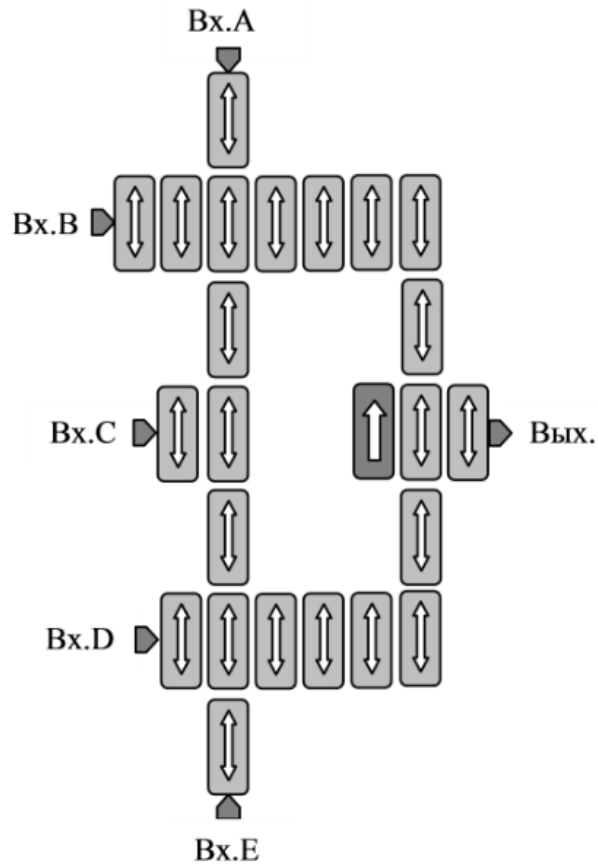
6. Какую логическую функцию реализует сеть наноманитов, показанная на рисунке и каким будет выход  $F$  этой сети при заданных значениях входных переменных  $A = 0, B = 1, C = 0, D = 1, E = 1$ ?



Темным тоном выделены ферромагнитные наноэлементы с фиксированным направлением намагниченности.

- а)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 0;$
- б)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 1;$
- в)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 1;$
- г)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 0.$

7. Какую логическую функцию реализует сеть наноманитов, показанная на рисунке 1 и каким будет выход  $F$  этой сети при заданных значениях входных переменных  $A = 0, B = 1, C = 1, D = 0, E = 1$ ?



Темным тоном выделены ферромагнитные наноэлементы с фиксированным направлением намагниченности.

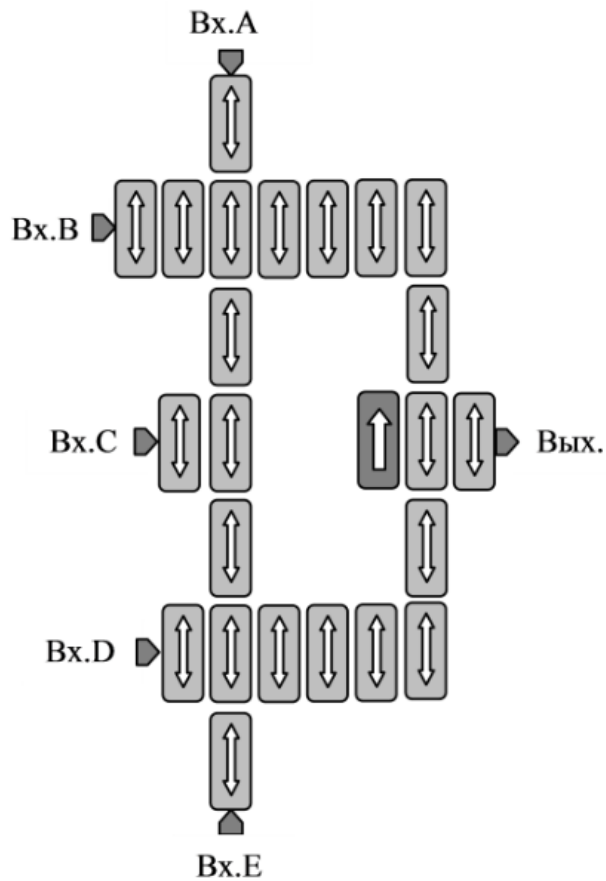
а)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 0;$

б)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 1;$

в)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 1;$

г)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 0.$

8. Какую логическую функцию реализует сеть наномагнитов, показанная на рисунке 1 и каким будет выход  $F$  этой сети при заданных значениях входных переменных  $A = 1, B = 0, C = 1, D = 0, E = 0$ ?



Темным тоном выделены ферромагнитные наноэлементы с фиксированным направлением намагниченности.

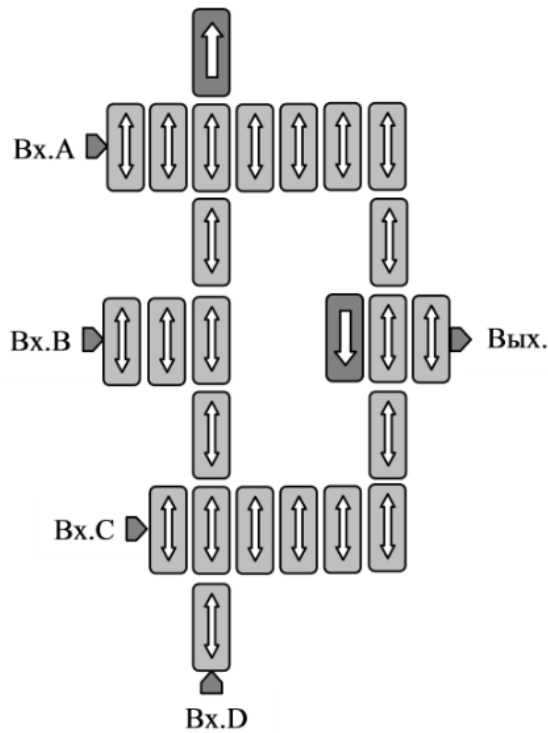
а)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 0;$

б)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 1;$

в)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 1;$

г)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 0.$

9. Какую логическую функцию реализует сеть наномагнитов, показанная на рисунке 1 и каким будет выход  $F$  этой сети при заданных значениях входных переменных  $A = 1, B = 0, C = 1, D = 0$ ?



Темным тоном выделены ферромагнитные нанозлементы с фиксированным направлением намагниченности.

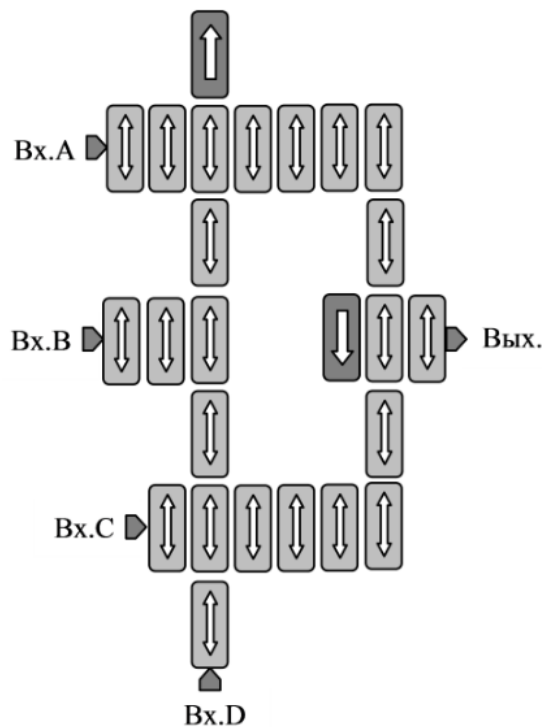
а)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 0;$

б)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 1;$

в)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 1;$

г)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 0.$

10. Какую логическую функцию реализует сеть наноманитов, показанная на рисунке 1 и каким будет выход  $F$  этой сети при заданных значениях входных переменных  $A = 0, B = 1, C = 1, D = 1$ ?



Темным тоном выделены ферромагнитные наноэлементы с фиксированным направлением намагниченности.

а)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 0;$

б)  $F = \overline{M}(A, B, \overline{C}) \vee \overline{M}(\overline{C}, \overline{D}, E), F = 1;$

в)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 1;$

г)  $F = (A \vee B) \cdot \overline{M}(B, \overline{C}, D), F = 0.$

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Значение и задачи курса «Основы магнитоэлектроники».
2. Лоренцевское магнитосопротивление.
3. Анизотропное магнитосопротивление.
4. Гигантское магнитосопротивление.
5. Туннельное магнитосопротивление.
6. Колоссальное магнитосопротивление.
7. Отрицательный магниторезистивный эффект в режиме слабой локализации.
8. Отрицательный магниторезистивный эффект в режиме сильной локализации.
9. Качественная модель гигантского магнитосопротивления.
10. Количественные модели гигантского магнитосопротивления.
11. Спин-поляризованный электрический ток.
12. Спин-ток.
13. Соотношение между спин-поляризованным электрическим током и магнитным спин-током.
14. «Чистый» спин-ток. Спин-движущая сила.
15. Прохождение спин-поляризованного тока сквозь контакт ферромагнетика с немагнитным проводником.
16. Прохождение спин-поляризованного тока сквозь контакт



ферромагнетика с полупроводником.

17. Ферромагнитные полупроводники.
18. Спиновый вентиль.
19. Спин-вентильный транзистор.
20. Туннельный спин-вентильный транзистор.
21. Спиновый полевой транзистор.
22. Спиновое реле.
23. Спинтронные светодиоды.
24. Спинтронные аккумуляторы.

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 14 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 20 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ПК-1	Тест
2	Эффект магнитосопротивления	ПК-1	Тест
3	Отрицательный магниторезистивный эффект	ПК-1	Тест
4	Природа эффекта гигантского магнитосопротивления	ПК-1	Тест
5	Спин-поляризованный ток и спин-ток	ПК-1	Тест
6	Спинтронные приборы	ПК-1	Тест

#### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно

методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Жеребцов И.П. Основы электроники. – 5-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 352 с.

2. Смирнов Ю.А. Основы nano- и функциональной электроники [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. – 2-е изд., испр. – Лань, 2013. – 320 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

*Microsoft Office Word 2013/2007, Microsoft Office Excel 2013/2007, Microsoft Office Power Point 2013/2007, Windows Professional 8.1 (7 и 8), Adobe Acrobat Reader, Mozilla Firefox.*

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. Дисплейный класс.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Основы магнитоэлектроники» читаются лекции.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если

	самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.