

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Функциональная электроника БЗ.ДВ.2**

Направление подготовки: 090900.62 - Информационная безопасность

Профиль подготовки: Информационная безопасность автоматизированных систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Лунев И.В.

**Рецензент(ы):**

Гумеров Р.И.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6106414

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) главный инженер проекта Лунев И.В. Федеральный центр коллективного пользования физико-химических исследований веществ и материалов Приволжского Федерального округа КФУ, Lounev75@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины - освоение принципов построения и работы устройств, основанных на создании, перемещении и регистрации динамических неоднородностей в активных средах, возможностями и перспективами их применения для приёма, передачи, хранения, обработки и отображения информации.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 090900.62 Информационная безопасность и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Курс предназначен для студентов 4 курса, 7 семестр

Б3.В.3 профессиональный цикл

Содержательная часть раскрывает физические основы работы различных устройств основанных на создании и управлении динамической неоднородностью в активных средах. Методический подход к изучению дисциплины предполагает постепенное движение от принципов функционирования базовых элементов к устройству и работе сложных функциональных узлов.

Входные знания обучающихся, необходимые для освоения дисциплины: основы электроники, физика твёрдого тела, физика полупроводников, оптика.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	демонстрировать способность и готовность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способность к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность использовать основные методы радиофизических измерений
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

какими способами создаются и управляются динамические неоднородности в активных средах; каким образом динамические неоднородности используются для приёма, передачи, хранения, обработки и отображения информации;

2. должен уметь:

применять полученные знания для усовершенствования существующих и разработки новых устройств функциональной электроники.

3. должен владеть:

умением выражать свои знания в словесной форме, доступной для понимания

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применить свои знания и умения в соответствующих областях науки и техники.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет функциональной электроники. Основные особенности и направления развития. Динамические неоднородности, континуальные среды.	7	1	1	0	2	устный опрос
2.	Тема 2. Приборы функциональной электроники, основные направления развития.	7	2	1	0	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Приборы с зарядовой связью - устройства функциональной электроники. Физика ПЗС.	7	3	1	0	2	устный опрос
4.	Тема 4. Неравновесное состояние МОП-структуры, инверсионный слой, поверхностный потенциал.	7	4	1	0	2	устный опрос
5.	Тема 5. Гидравлическая модель МОП-структуры. Устройство и принцип работы ПЗС	7	5	1	0	2	устный опрос
6.	Тема 6. Электродные структуры ПЗС. Элементы ввода и вывода зарядов в ПЗС. Методы детектирования заряда. Плавающая диффузная область. Плавающий затвор, РУПЗ.	7	6	1	0	2	устный опрос
7.	Тема 7. Динамика переноса зарядов. ПЗС с объемным каналом.	7	7	1	0	2	устный опрос
8.	Тема 8. Фото возбуждение в ПЗС. Фотоэлектрические приборы с зарядовой связью, особенности применения.	7	8	1	0	2	устный опрос
9.	Тема 9. Линии задержки и фильтры на ПЗС, элементы взвешивания сигнала.	7	9	1	0	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Приборы с S и N -образной ВАХ. Динамические неоднородности: электрические домены, токовые шнуры волны пространственного заряда. Приборы полупроводниковой функциональной электроники. БИСПИН-приборы, приборы на ВПЗ, устройства на доменах Ганна.	7	10	1	0	4	устный опрос
11.	Тема 11. Функциональная акустоэлектроника. Физические основы, динамические неоднородности, континуальные среды. ПАВ в пьезоэлектриках. Теоретические основания.	7	11	1	0	0	
12.	Тема 12. Генераторы ДН и устройства управления ими. Детектирование ДН. Приборы функциональной акустоэлектроники. Линии задержки.	7	12	1	0	0	
13.	Тема 13. Фильтры на ПАВ. Трансверсальные, на ПАВ-резонаторах, дисперсионные.	7	13	1	0	0	
14.	Тема 14. Генераторы на ПАВ, усилители. Нелинейные устройства: конвольверы, акустическая память, "экзотические устройства".	7	14	1	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
15.	Тема 15. Функциональная магнитоэлектроника. ДН в магнитоэлектронике - ЦМД, МСВ, спиновые волны. Континуальные среды	7	15	1	0	0	
16.	Тема 16. Генерация, детектирование и управление ДН. Приборы и устройства функциональной магнитоэлектроники. Процессоры сигналов на ЦМД и МСВ.	7	16	1	0	0	
17.	Тема 17. Функциональная молекулярная электроника. Физические основы. Динамические неоднородности, континуальные среды.	7	17	1	0	0	
18.	Тема 18. Молекулярные устройства. Устройства памяти. Автоволновая электроника.	7	18	1	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			18	0	24	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Предмет функциональной электроники. Основные особенности и направления развития. Динамические неоднородности, континуальные среды.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Функциональная электроника: динамические неоднородности vs статических. Основные направления: полупроводниковая функциональная электроника, акустоэлектроника, магнитоэлектроника и молекулярная электроника.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Распространение поверхностных акустических волн (ПАВ) в тв. телах

**Тема 2. Приборы функциональной электроники, основные направления развития.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Приборы и устройства: линейные (линии задержки, фильтры, усилители и генераторы) и нелинейные (память, конвольверы, процессоры)

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Способы возбуждения и детектирования ПАВ

### **Тема 3. Приборы с зарядовой связью - устройства функциональной электроники. Физика ПЗС.**

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

ПЗС: основа массив МОП- конденсаторов, имеющих зарядовую связь благодаря определенной структуре и распределению приложенных потенциалов.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Линии задержки на ПАВ

### **Тема 4. Неравновесное состояние МОП-структуры, инверсионный слой, поверхностный потенциал.**

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Распределение потенциалов и носителей в МОП-конденсаторе

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Линии задержки на ПАВ

### **Тема 5. Гидравлическая модель МОП-структуры. Устройство и принцип работы ПЗС**

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Описание работы ПЗС с помощью гидравлической модели, где сигнальный заряд представлен в виде зарядовой жидкости.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Фильтры электрических сигналов на ПАВ

### **Тема 6. Электродные структуры ПЗС. Элементы ввода и вывода зарядов в ПЗС. Методы детектирования заряда. Плавающая диффузная область. Плавающий затвор, РУПЗ.**

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Ввод заряда электрический (входной диод плюс затвор), особенности. Обратный смещенный диод в качестве ПДО, достоинства и недостатки. ДКВ для снижения фликер-шума и наводок от тактирования. ПЗ - неразрушающее считывание, распределенный усилитель с плавающим затвором - многократное считывание сигнала.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Фильтры электрических сигналов на ПАВ

### **Тема 7. Динамика переноса зарядов. ПЗС с объемным каналом.**

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Перенос заряда, основные механизмы. Недостатки ПЗС с поверхностным каналом. ПЗС с объемным (скрытым) каналом: принцип работы, конструкция, достоинства и недостатки.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Спектроанализатор на ПАВ

### **Тема 8. Фото возбуждение в ПЗС. Фотоэлектрические приборы с зарядовой связью, особенности применения.**

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Получение зарядовых изображений в матричных ПЗС. Методы считывания сигнала и конструкция. Типы фоточувствительных ПЗС, свойства.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Спектроанализатор на ПАВ

### **Тема 9. Линии задержки и фильтры на ПЗС, элементы взвешивания сигнала.**

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Линии задержки последовательного, параллельного и параллельно-последовательного типов. Элементы взвешивания на электродах и нелинейностях, трансверсальные фильтры.

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Конвольвер на ПАВ



**Тема 10. Приборы с S и N -образной ВАХ. Динамические неоднородности: электрические домены, токовые шнуры волны пространственного заряда. Приборы полупроводниковой функциональной электроники. БИСПИН-приборы, приборы на ВПЗ, устройства на доменах Ганна.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Приборы с S и N -образной ВАХ. Динамические неоднородности: электрические домены, токовые шнуры волны пространственного заряда. Приборы полупроводниковой функциональной электроники. БИСПИН-приборы, приборы на ВПЗ, устройства на доменах Ганна.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Конвольвер на ПАВ

**Тема 11. Функциональная акустоэлектроника. Физические основы, динамические неоднородности, континуальные среды. ПАВ в пьезоэлектриках. Теоретические основания.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Волны Релея, Стоунли, Лява, Гуляева-Блюштейна. Тензоры напряжений и деформаций для описания акустической волны в пьезоэлектриках.

**Тема 12. Генераторы ДН и устройства управления ими. Детектирование ДН. Приборы функциональной акустоэлектроники. Линии задержки.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Встречно-штыревые преобразователи, как генераторы и детекторы акустической волны. Линии задержки.

**Тема 13. Фильтры на ПАВ. Трансверсальные, на ПАВ-резонаторах, дисперсионные.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Схемы фильтров и их свойства.

**Тема 14. Генераторы на ПАВ, усилители. Нелинейные устройства: конвольверы, акустическая память, "экзотические устройства".**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Генераторы на основе ЛЗ и резонаторов. Акусто-электронное усиление сигналов, устройство и свойства. Конвольвер на ПАВ, принцип работы и свойства. Фурье процессор, акустическая память.

**Тема 15. Функциональная магнитоэлектроника. ДН в магнитоэлектронике - ЦМД, МСВ, спиновые волны. Континуальные среды**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Функциональная магнитоэлектроника. ДН в магнитоэлектронике - ЦМД, МСВ, спиновые волны. Континуальные среды

**Тема 16. Генерация, детектирование и управление ДН. Приборы и устройства функциональной магнитоэлектроники. Процессоры сигналов на ЦМД и МСВ.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Генерация, детектирование и управление ДН. Приборы и устройства функциональной магнитоэлектроники. Процессоры сигналов на ЦМД и МСВ.

**Тема 17. Функциональная молекулярная электроника. Физические основы. Динамические неоднородности, континуальные среды.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Функциональная молекулярная электроника. Физические основы. Динамические неоднородности, континуальные среды.

**Тема 18. Молекулярные устройства. Устройства памяти. Автоволновая электроника.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Молекулярные устройства. Устройства памяти. Автоволновая электроника.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Предмет функциональной электроники. Основные особенности и направления развития. Динамические неоднородности, континуальные среды.	7	1	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
2.	Тема 2. Приборы функциональной электроники, основные направления развития.	7	2	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
3.	Тема 3. Приборы с зарядовой связью - устройства функциональной электроники. Физика ПЗС.	7	3	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
4.	Тема 4. Неравновесное состояние МОП-структуры, инверсионный слой, поверхностный потенциал.	7	4	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
5.	Тема 5. Гидравлическая модель МОП-структуры. Устройство и принцип работы ПЗС	7	5	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
6.	Тема 6. Электродные структуры ПЗС. Элементы ввода и вывода зарядов в ПЗС. Методы детектирования заряда. Плавающая диффузная область. Плавающий затвор, РУПЗ.	7	6	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
7.	Тема 7. Динамика переноса зарядов. ПЗС с объемным каналом.	7	7	подготовка к устному опросу	3	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Фото возбуждение в ПЗС. Фотоэлектрические приборы с зарядовой связью, особенности применения.	7	8	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
9.	Тема 9. Линии задержки и фильтры на ПЗС, элементы взвешивания сигнала.	7	9	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
10.	Тема 10. Приборы с S и N -образной ВАХ. Динамические неоднородности: электрические домены, токовые шнуры волны пространственного заряда. Приборы полупроводниковой функциональной электроники. БИСПИН-приборы, приборы на ВПЗ, устройства на доменах Ганна.	7	10	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
	Итого				30	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проведение блиц-опросов.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Предмет функциональной электроники. Основные особенности и направления развития. Динамические неоднородности, континуальные среды.

устный опрос , примерные вопросы:

Распространение поверхностных акустических волн (ПАВ) в тв. телах

#### Тема 2. Приборы функциональной электроники, основные направления развития.

устный опрос , примерные вопросы:

Способы возбуждения и детектирования ПАВ

#### Тема 3. Приборы с зарядовой связью - устройства функциональной электроники. Физика ПЗС.

устный опрос , примерные вопросы:

Линии задержки на ПАВ

#### Тема 4. Неравновесное состояние МОП-структуры, инверсионный слой, поверхностный потенциал.

устный опрос , примерные вопросы:

Распределение потенциалов и носителей в МОП-конденсатор

### **Тема 5. Гидравлическая модель МОП-структуры. Устройство и принцип работы ПЗС**

устный опрос , примерные вопросы:

Фильтры электрических сигналов на ПАВ

### **Тема 6. Электродные структуры ПЗС. Элементы ввода и вывода зарядов в ПЗС. Методы детектирования заряда. Плавающая диффузная область. Плавающий затвор, РУПЗ.**

устный опрос , примерные вопросы:

Обратно смещенный диод в качестве ПДО, достоинства и недостатки. ДКВ для снижения фликер-шума и наводок от тактирования.

### **Тема 7. Динамика переноса зарядов. ПЗС с объемным каналом.**

устный опрос , примерные вопросы:

Спектроанализатор на ПАВ

### **Тема 8. Фото возбуждение в ПЗС. Фотоэлектрические приборы с зарядовой связью, особенности применения.**

устный опрос , примерные вопросы:

Методы считывания сигнала и конструкция. Типы фоточувствительных ПЗС, свойства.

### **Тема 9. Линии задержки и фильтры на ПЗС, элементы взвешивания сигнала.**

устный опрос , примерные вопросы:

Конвольвер на ПАВ

### **Тема 10. Приборы с S и N -образной ВАХ. Динамические неоднородности: электрические домены, токовые шнуры волны пространственного заряда. Приборы полупроводниковой функциональной электроники. БИСПИН-приборы, приборы на ВПЗ, устройства на доменах Ганна.**

устный опрос , примерные вопросы:

БИСПИН-приборы, приборы на ВПЗ, устройства на доменах Ганна.

### **Тема 11. Функциональная акустоэлектроника. Физические основы, динамические неоднородности, континуальные среды. ПАВ в пьезоэлектриках. Теоретические основания.**

### **Тема 12. Генераторы ДН и устройства управления ими. Детектирование ДН. Приборы функциональной акустоэлектроники. Линии задержки.**

### **Тема 13. Фильтры на ПАВ. Трансверсальные, на ПАВ-резонаторах, дисперсионные.**

### **Тема 14. Генераторы на ПАВ, усилители. Нелинейные устройства: конвольверы, акустическая память, "экзотические устройства".**

### **Тема 15. Функциональная магнитоэлектроника. ДН в магнитоэлектронике - ЦМД, МСВ, спиновые волны. Континуальные среды**

### **Тема 16. Генерация, детектирование и управление ДН. Приборы и устройства функциональной магнитоэлектроники. Процессоры сигналов на ЦМД и МСВ.**

### **Тема 17. Функциональная молекулярная электроника. Физические основы. Динамические неоднородности, континуальные среды.**

### **Тема 18. Молекулярные устройства. Устройства памяти. Автоволновая электроника.**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы и задания для текущего контроля успеваемости:

1. Основной функциональный элемент микроэлектроники. Проблемы и перспективы её развития.
2. Основной функциональный элемент функциональной электроники. Проблемы и перспективы её развития.
3. Предмет функциональной оптоэлектроники, достоинства оптоэлектронных приборов и проблемы на пути её развития.

4. Механизмы поглощения света в твёрдых телах. Какие из них используются в приёмниках излучения?
5. Фотодиод с p-n переходом. В чем заключается преимущество p-i-n структуры?
6. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью. Устройство и принцип их работы.
7. Механизмы излучения света в твердых телах. Какие способы возбуждения люминисценции находят применение в источниках излучения?
8. Охарактеризовать важнейшие материалы, используемые для изготовления светодиодов.
9. Объяснить принцип действия инжекционного светодиода.
10. Как возникает эффект лазерной генерации в п/п инжекционных лазерах?
11. Сформулировать сущность физических эффектов, лежащих в основе работы оптических модуляторов.
12. Объяснить сущность линейного и квадратичного электрооптического эффекта. Электрооптические материалы, применяемые в оптоэлектронике.
13. Объяснить принцип работы модулятора света на основе акустооптического эффекта.
14. Объяснить принцип работы дифракционного модулятора света.
15. Объяснить принцип работы градиентного и дифракционного дефлектора.
16. Объяснить принцип работы и устройство дискретной отклоняющей системы.
17. Объяснить принцип работы и устройство электрически управляемых транспарантов. Эффекты, используемые в жидко-кристаллических ЭУТ.
18. Объяснить принцип работы и устройство оптически управляемых транспарантов. Область применения оптических транспарантов.
19. Как реализуются логические операции на основе оптических элементов?
20. Объяснить принцип работы оптического процессора.
21. Объяснить принцип работы голографического запоминающего устройства
22. Объяснить принцип работы основных элементов интегрально-оптических схем (волноводы, устройства ввода вывода излучения, отражатели)
23. Объяснить принцип работы основных элементов интегрально-оптических схем (модуляторы, дефлекторы, ответвители, линзы).
24. Объяснить устройство и принцип работы оптического спектроанализатора.
25. Объяснить устройство и принцип работы оптического аналого-цифрового преобразователя.
26. Объяснить устройство и принцип работы оптического коррелятора сигналов.
27. Акустооптические методы обработки аналоговой и цифровой информации.
28. Когерентные оптические вычисления.
29. Принцип распознавания образов.
30. Принцип работы оптических запоминающих устройств;
31. Устройство и принцип работы оптических модуляторов и дефлекторов;
32. Управляемые транспаранты; принцип работы и области применения;
33. Устройство и принцип работы оптического процессора;
34. Устройство преобразователей изображения на ПЗС;
35. Цифровые функциональные элементы на ПЗС ;
36. Аналоговые устройства на ПЗС;
37. Принцип работы запоминающих устройств на пленках с управляемым движением магнитных доменов;
38. Принцип работы магнитоакустических и магнитооптических запоминающих устройств;
39. Функциональные устройства на магнитостатических спиновых волнах;
40. Типы упругих волн в твердых телах и их характеристики;
41. Способы возбуждения и детектирования ПАВ;
42. Устройства на поверхностных акустических волнах

### 7.1. Основная литература:

Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов, Н. Е. Фадеева, В. Л. Савиных, В. Я. Вайспапир, С. В. Воробьева. ? 2-е изд., стер. . М. : ФЛИНТА, 2012. ? 728 с. - ISBN 978-5-9765-0263-5 - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455216>

Титов В. С. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие / В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 143 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-009101-3, 500 экз. [Электронный ресурс]. Режим доступа:-<http://znanium.com/bookread.php?book=422720>

Акчурина А.Д., Шерстюков О.Н. Практикум по цифровой электронике ? 2009. Учебно-методическое пособие для студентов по специальности "радиофизика и электроника" физического факультета. Режим работы: <http://radiosys.ksu.ru/?p=417>

### 7.2. Дополнительная литература:

Нарышкин А. К. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для студентов вузов / А. К. Нарышкин .? Москва : Академия, 2006 .? 320 с.

Опадчий Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника : полный курс : учебник для вузов / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров ; Под ред. О. П. Глудкина .? Москва : Горячая Линия-Телеком, 2003. ? 768 с.

Соляник, С.П. Перспективные направления функциональной микроэлектроники: учеб. пособие/С.П. Соляник, В.Е. Небогатых, А.С. Потапов. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. - 103 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Акустооптика - <http://labs.vt.tpu.ru/akusto/index.html>

Акустоэлектроника - <http://labs.vt.tpu.ru/akusto/index.html>

ПЗС, принцип работы - [http://www.femto.com.ua/articles/part\\_2/3076.html](http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3076.html)

приборы на магнитостатических волнах - [www.faza-don.ru/popina/popina.html](http://www.faza-don.ru/popina/popina.html)

эффект Ганна - <http://www.foez.narod.ru/n2.htm>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Функциональная электроника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

В поддержку дисциплины на каф. функционирует лабораторный практикум "Измерения на р/ч диапазоне". Назначение практических работ тесно связано с содержанием лекционного курса (приборы оптической и акустической электроники).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 090900.62 "Информационная безопасность" и профилю подготовки Информационная безопасность автоматизированных систем .

Автор(ы):

Лунев И.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Гумеров Р.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.