

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФРТЭ  Небольсин В.А.  
«26» марта 2019г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**  
**«СХЕМОТЕХНИКА»**

**Направление подготовки 16.04.01 «Техническая физика»**

**Профиль «Компоненты и устройства оптоэлектроники»**

**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 г**

**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2019 г.**

Автор программы

 /Коротков Л. Н./

И.о. заведующего кафедрой  
физики твердого тела

 /Костюченко А.В./

Руководитель ОПОП

 /Коротков Л.Н./

**Воронеж 2019**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины:

Ознакомление студентов с основами схемотехники аналоговых и цифровых устройств. Освоение основных схемотехнических решений функциональных узлов аналоговой и цифровой электроники и фоточувствительных приемников оптических излучений.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

1. Изучение студентами основных схем включения полупроводниковых приборов.
2. Изучение основ функционирования оптоэлектронных приборов.
3. Изучение схемотехники базовых аналоговых и цифровых устройств электронной техники и методов ее проектирования.
4. Изучение основных принципов функционирования фоточувствительных приемников оптических излучений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Схемотехника» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Схемотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-8 – способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций, презентаций.

ДПК-2 – способность самостоятельно разрабатывать новые материалы приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-8	<b>знать</b> основные методы исследования процессов в электронных схемах с использованием реальных приборов и компьютерных моделей устройств.
	<b>уметь</b> анализировать результаты исследования характеристик электронных устройств.
	<b>владеть</b> стандартными программами текстового редактирования, обработки графической информации и создания презентаций.
ДПК-2	<b>знать</b> основные принципы построения функциональных узлов аналоговых, цифровых и оптоэлектронных устройств.

	<b>уметь</b> производить оценочные расчеты параметров работы полупроводниковых и оптоэлектронных устройств.
	<b>владеть</b> стандартными программными средствами компьютерного моделирования электронных схем.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Схемотехника» составляет 4 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	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Часы на контроль	-	-
Виды промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

#### 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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего , час
1	Полупроводниковые диоды и резисторы.	Физические принципы работы полупроводниковых диодов. Фоторезисторы, фотодиоды, светодиоды.	1	1	-	10	12
2	Биполярные транзисторы	Физические процессы и принцип действия биполярного транзистора. Схемы включения. Статические ВАХи. Малосигнальные параметры биполярных транзисторов и эквивалентные схемы. Фототранзисторы. Тиристоры, фототиристоры, оптроны.	3	1	-	10	14
3	Полевые транзисторы	Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом. Полевые транзисторы с	2	1	-	10	13

		изолированным затвором..					
4	Схемотехника аналоговых электронных устройств	Аналоговые устройства. Усилители, их классификация. Характеристики и параметры усилителей. Типовая схема однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе, включенным по схеме с общим эмиттером (ОЭ). Однокаскадный усилитель на полевом транзисторе. Статические режимы работы усилительных каскадов. Операционные усилители.	2	4	-	10	16
5	Обратная связь	Классификация обратной связи в усилителях. Влияние обратной связи на свойства усилителя. Устойчивость работы усилителя. Критерий Найквиста.	1	1	-	10	12
6	Схемотехника электронных генераторов	Условия возникновения колебаний в автогенераторе. LC автогенератор. RC автогенератор. Мультивибраторы.	1	2	-	10	13
7	Логические функции и элементы	Логические функции. Понятие о цифровом устройстве. Логические элементы комбинационного типа: «И», «ИЛИ», «НЕ» на МОП и КМОП транзисторах.	1	2	-	10	13
8	Функциональные узлы цифровых устройств	RS-триггеры, D-триггеры, регистры, мультиплексоры, демultipлексоры, двоичные счетчики. Элементы памяти. Микропроцессоры. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)	3	2	-	14	19
9	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи	Принцип аналого-цифрового преобразования информации. ЦАП с суммирование напряжений, АЦП последовательного приближения.	1	2	-	14	17
10	Фоточувствительные приборы с зарядовой связью	Конструкция и принцип действия приборов с зарядовой связью. Фотоприемные устройства, Матрицы фотоприемников	3	2	-	10	15
Итого			18	18	■	108	144

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта во 2 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчет усилителя фотодатчика»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- 1) анализ технического задания;

- 2) построение структурной схемы усилителя;
- 3) выбор принципиальных электрических схем каскадов предварительного усиления и их усилительных элементов (транзисторов, микросхем);
- 4) определение числа каскадов усиления;
- 5) распределение заданных частотных искажений по цепям и каскадам усилителя.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-8	<b>знать</b> основные методы исследования процессов электронных схемах с использованием реальных приборов и компьютерных моделей устройств.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>уметь</b> анализировать результаты исследования характеристик электронных устройств.	Своевременное оформление отчетов по лабораторным работам. Умение обрабатывать экспериментальные данные в рамках существующих моделей прибора.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>владеть</b> стандартными программами текстового редактирования, обработки графической информации и создания	Решение прикладных задач на практических занятиях и в ходе защиты лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	презентаций.			
ДПК-2	<b>знать</b> основные принципы построения функциональных узлов аналоговых, цифровых и оптоэлектронных устройств.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	<b>уметь</b> производить оценочные расчеты параметров работы полупроводниковых и оптоэлектронных устройств.	Своевременное оформление отчетов по лабораторным работам. Умение обрабатывать экспериментальные данные в рамках существующих физических моделей прибора.	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	<b>владеть</b> стандартными программными средствами компьютерного моделирования электронных схем.	Решение прикладных задач на практических занятиях и в ходе подготовки к защите лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-8	<b>знать</b> основные методы исследования процессов в электронных схемах с использованием реальных приборов и компьютерных моделей устройств.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>уметь</b> анализировать	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

	результаты исследования характеристик электронных устройств.		решения в большинстве задач	
	<b>владеть</b> стандартными программами текстового редактирования, обработки графической информации и создания презентаций.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ДПК-2	<b>знать</b> основные принципы построения функциональных узлов аналоговых, цифровых и оптоэлектронных устройств.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>уметь</b> производить оценочные расчеты параметров работ полупроводниковых и оптоэлектронных устройств.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> стандартными программными средствами компьютерного моделирования электронных схем.	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. Как изменится электрическое сопротивление фоторезистора в результате его освещения?

1. уменьшится
2. возрастет
3. не изменится

Правильный ответ – 1.

2. Что такое «световая характеристика» фоторезистора?

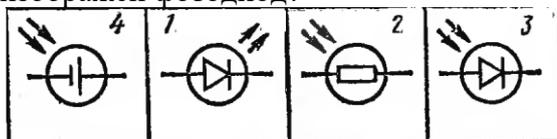
Ответы:

1. Зависимость сопротивления фоторезистора от освещенности.

2. Зависимость тока, протекающего через фоторезистор, от освещенности при постоянном напряжении на нем.  
3. Зависимость светового потока, излучаемого фоторезистором, от силы тока.  
Правильный ответ – 2.

3. Направленное движение носителей заряда под действием электрического поля называют:  
1 - дрейфом,  
2- диффузией,  
3- подвижностью носителей заряда.  
Правильный ответ – 1.

4. На каком из рисунков изображен фотодиод?



- Правильный ответ – 3.

5. Базой полупроводникового прибора называют:

1. - область, в которую преимущественно происходит инжекция неосновных для этой области носителей заряда,  
2. - область, в которую происходит экстракция основных для этой области носителей заряда,  
3.- область, из которой происходит инжекция основных для этой области носителей заряда,  
4. - область, из которой преимущественно происходит экстракция неосновных для этой области носителей заряда.

- Правильные ответы: 1, 4.

- 6) Как изменяется высота потенциального барьера p-n-перехода с изменением концентрации примесей в прилегающих к переходу областях:

- 1- возрастает при увеличении концентрации примесей в соответствующих областях,  
2 - уменьшается при увеличении концентрации примесей в соответствующих областях,  
Правильный ответ: 1.

7. Электронно-дырочный переход смещен в прямом направлении, если к нему приложено внешнее напряжение:

- 1 - полярность которого совпадает с полярностью контактной разности потенциалов,  
2 - создающее напряженность электрического поля, которая противоположна по направлению напряженности внутреннего электрического поля,  
3- «плюсом» к p-области, а «минусом» к n-области,  
4 - «минусом» к p-области, а «плюсом» к n-области,  
5 - уменьшающее суммарную напряженность электрического поля в переходе,  
6- уменьшающее высоту потенциального барьера.

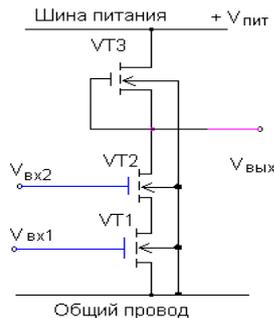
- Правильные ответы: 2,3,5 б.

8. Контакт металл-полупроводник обладает выпрямительными свойствами:

- 1 - в режиме обеднения,
- 2 - в режиме обогащения,
- 3 - в режиме слабой инверсии,
- 4 - в режиме сильной инверсии.

Правильный ответ: 1.

9. Какую логическую функцию реализует электрическая схема, изображенная на рисунке?



1. Логическое «ИЛИ».
2. Логическое «И».
3. Логическое «И-НЕ».
4. Логическое «ИЛИ-НЕ».

Правильный ответ - 3.

10. Как изменяется барьерная емкость при увеличении обратного напряжения на p-n-переходе?

- 1 – возрастает
- 2 – не меняется
- 3 - уменьшается

Правильный ответ - 3.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Запишите логическое выражение  $Y = X_1 \oplus X_2$  (исключающее или), используя логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ».

$$\text{Ответ } Y = X_1 \oplus X_2 = X_1 \bar{X}_2 + \bar{X}_1 X_2$$

2. Покажите, что в случае, когда коэффициент петлевого усиления усилителя с обратной связью  $K_{U0} \beta \gg 1$ , коэффициент усиления  $K$  не зависит от свойств усилителя, в частности, от его коэффициента усиления без обратной связи  $K_{U0}$ . (Здесь  $\beta$  - коэффициент передачи в цепи обратной)

*Решение*

Коэффициент усиления усилителя, охваченного отрицательной обратной связью, дается формулой:  $K = K_{U0} / (1 + K_{U0} \beta)$ . Видим, при  $K_{U0} \beta \gg 1$  коэффициент  $K \approx 1/\beta$ . Это значит, что усиление определяется только коэффициентом передачи в цепи обратной связи.

3. Электронный усилитель имеет коэффициент усиления по напряжению  $K_{U0} = 1000$ . После того, как к нему подключили цепь общей отрицательной обратной связи,

коэффициент усиления уменьшился до величины  $K = 100$ . Найти глубину обратной связи  $F$  и коэффициент петлевого усиления  $K_{U0} \beta$  и коэффициент передачи в цепи обратной связи  $\beta$ .

Решение.

$$F = K_{U0} / K = 10$$

$$K_{U0} \beta + 1 = F. \quad K_{U0} \beta = 9$$

$$\text{Ответ: } \beta = 9/1000 = 0,009$$

4. Ток коллектора биполярного транзистора, работающего в *активном* режиме, равен 10 мА, коэффициент передачи тока базы равен 50. Определить ток базы в мкА.

Ответ: 200 мкА.

5. Вычислить прямое напряжение (в мВ) на р-п-переходе при прямом токе  $I = 9$  мА, если обратный ток насыщения при температуре  $T = 300$  К равен 1 мкА. Ответ округлить до целого числа.

Ответ: 237 мВ.

6. В каком режиме работает биполярный р-п-р-транзистор, если напряжение база-эмиттер  $U_{бэ} = -0,4$  В, а напряжение коллектор-эмиттер  $U_{кэ} = -5$  В.

Ответ - в активном режиме.

7. В транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером, ток коллектора равен 29 мА, ток базы равен 500 мкА. Чему равен коэффициент передачи тока эмиттера. Ответ округлить до сотых.

Ответ: 0,98.

8. Удельная проводимость канала n-типа полевого транзистора с управляющим р-п-переходом и двухсторонним затвором равна 8,85 См/м, подвижность электронов 0,12 м<sup>2</sup>/В·с, относительная диэлектрическая проницаемость кремния 12, толщина канала 4,8 мкм. Определить абсолютную величину напряжения отсечки в В.

Ответ: 2 В.

9. В МДП-транзисторе отношение ширины канала к его длине равно 10, приповерхностная подвижность электронов 500 см<sup>2</sup>/В·с, удельная емкость затвора 100 нФ/см<sup>2</sup>. Определить удельную крутизну.

Ответ: 500 мкА/В<sup>2</sup>.

10. Найти ширину р-п-перехода  $\delta_0$  в кремневом диоде при отсутствии внешнего напряжения, если известна концентрация акцепторной примеси  $N_a = 10^{16}$  см<sup>-3</sup> в р-области и донорной примеси  $N_d = 10^{17}$  см<sup>-3</sup> в n-области. Диэлектрическая проницаемость кремния  $\epsilon = 12$ .

Ответ:  $\delta_0 = 0,316$  мкм

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

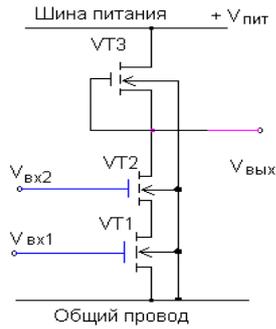
1. Через идеальный р-п-переход протекает прямой ток 30 мА. Определить падение напряжения на переходе, если при температуре 300 К обратный ток диода 10 мкА.

Решение.

ВАХ идеального диода описывается формулой  $I = I_0[\exp(U/\varphi_T) - 1] \approx I_0 \exp(U/\varphi_T)$ , где  $\varphi_T = kT/q \approx 0,0256$  В.

Тогда  $U = \varphi_T \cdot \ln(I/I_0) = 0,205$  В.

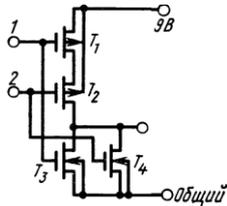
2. К какому типу логических элементов относится схема, изображенная на рисунке?



1. КМДП.
2. n- МОП.
3. РТЛ.
4. ТТЛ.

Правильный ответ – 2.

3. Какую логическую функцию реализует электрическая схема, изображенная на рисунке?



1. Логическое «ИЛИ».
2. Логическое «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ».
3. Логическое «2И-НЕ».
4. Логическое «2ИЛИ-НЕ».

Правильный ответ – 4.

4. Фототок диода описывается формулой

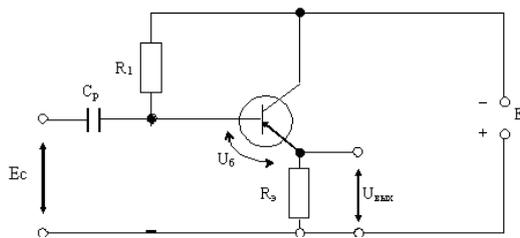
1.  $I = I_0[\exp(U/\varphi_T) - 1] - I_\Phi$
2.  $I = I_0[\exp(U/\varphi_T) - 1] + I_\Phi$
3.  $I = I_0[\exp(U/\varphi_T) + 1] + I_\Phi$

Правильный ответ – 1.

5. Определить фототок фотодиода, если его фоточувствительность  $S = 6 \text{ мА/лм}$ , а световой поток  $\Phi = 0.001 \text{ лм}$ .

Решение.  $I = \Phi \cdot S = 0,001 \text{ лм} \cdot 6 \text{ мА/лм} = 0,006 \text{ мА} = 6 \text{ мкА}$ .

6. Найти входное сопротивление  $R_{вх}$  эмиттерного повторителя (рис), если известно, что  $h_{11} = 100 \text{ Ом}$ ,  $h_{12} = 0$ ,  $h_{21} = 99$  и  $h_{22} = 0 \text{ Ом}^{-1}$ . Нагрузочный резистор, включенный в цепь эмиттера  $R_Э = 1000 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 50 \text{ кОм}$ . Сопротивление конденсатора считать равным нулю.

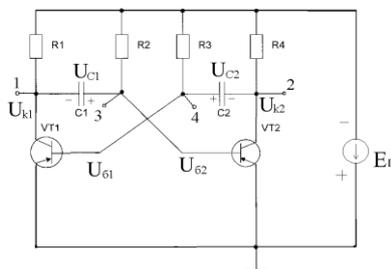


Найдем входное сопротивление эмиттерного повторителя без учета параллельно подключенного резистора смещения  $R_1$ .

$$R_{вх}^* = [h_{11} + (h_{21} + 1)R_e] = 100,1 \text{ кОм.}$$

С учетом  $R_1$  входное сопротивление  $R_{вх} = (R_{вх}^* R_1) / (R_{вх}^* + R_1) = 33,3 \text{ кОм.}$

7. Найти частоту сигнала, генерируемого симметричным мультивибратором (рис), если  $C_1 = C_2 = 0,05 \text{ мкФ}$ ,  $R_2 = R_4 = 3,3 \text{ кОм}$ .



Решение. Период колебаний определяется формулой  $T \approx 1,4 \cdot R_2 \cdot C_1 = 1,4 \cdot 5 \cdot 10^{-8} \cdot 3,3 \cdot 10^3 = 23,1 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ . Отсюда частота  $F = 1/T = 4,33 \text{ кГц}$ .

8. Изобразить схему RS - триггера на логических элементах 2ИЛИ-НЕ и составить для нее таблицу истинности.

Решение

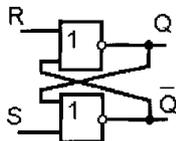


Схема RS – триггера

Правильный ответ – 4.

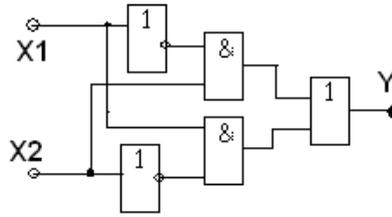
Вильный ответ

Таблица истинности для RS – триггера

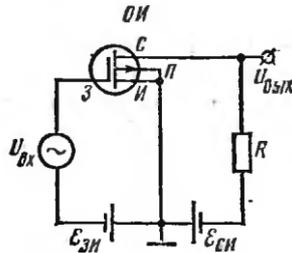
Переменные		Исходны е состояни я выхода Q	последующие состояния выходов	
$S^n$	$R^n$		$Q^{n+1}$	$\bar{Q}^{n+1}$
0	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	1	0	X	X
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	1	X	X

9. Изобразите логическую схему, реализующую выражение  $Y = X_1 \oplus X_2$

Ответ



10. Поясните, с какой целью последовательно с ЭДС входного сигнала ( $U_{вх}$ ) в цепь затвора транзистора, предназначенного для усиления аналогового сигнала, включили электрическую батарею  $\mathcal{E}_{зи}$ ? Какое минимальное значение напряжения должна выработать батарея  $\mathcal{E}_{зи}$ , если пороговое напряжение  $U_{пор} = 2,5 \text{ В}$ , а  $U_{вх} = 200 \text{ мВ}$ ?



Электрическая батарея  $\mathcal{E}_{зи}$  ставится в цепь для того, чтобы индуцировать канал с инверсной (р-типа) проводимостью и тем самым перевести транзистор из режима отсечки в активный режим.

Напряжение батареи  $\mathcal{E}_{зи}$  должно быть отрицательным и по модулю не менее, чем батарея  $\mathcal{E}_{зи} \geq U_{пор} + U_{вх} = 2,5 + 0,2 = 2,7 \text{ В}$ .

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

1. Внутренний фотоэффект. Фоторезисторы. Устройство и основные характеристики.
2. Общие сведения о контактах металл-полупроводник. Работа выхода. Электрическое поле и энергетическая зонная диаграмма в окрестности барьера Шоттки в состоянии равновесия.
3. Энергетическая зонная диаграмма в окрестности барьера Шоттки в равновесном состоянии. Эффект выпрямления на барьере Шоттки. ВАХ выпрямляющего контакта металл-полупроводник.
4. Электрическое поле и энергетическая зонная диаграмма в окрестности р-п перехода в состоянии равновесия.
5. Ширина резкого р-п перехода, ее зависимость от внешнего напряжения. Барьерная емкость. Варикап.
6. Электрическое поле и энергетическая зонная диаграмма в окрестности р-п перехода в равновесном состоянии.
7. Эффект выпрямления на р-п переходе. Явление инжекции и экстракции неосновных носителей заряда. ВАХ р-п перехода.
8. Пробой р-п перехода.
9. Фототранзисторы. Конструкции. Вольтамперные характеристики. Основные параметры.
10. Биполярный транзистор. Структура и принципы функционирования. Коэффициент инжекции, коэффициент переноса и эффективность коллектора.
11. Структура и топология планарного биполярного транзистора. Режимы работы и схемы включения биполярных транзисторов.
12. Статические характеристики биполярных транзисторов. Основные параметры

биполярных транзисторов.

13. Зависимость коэффициента передачи по току от тока и напряжения на коллекторе.
14. Малосигнальные параметры биполярного транзистора.
15. Связь управляемого и управляющего токов биполярного транзистора в схеме с общей базой и в схеме с общим эмиттером.
16. Биполярные фототранзисторы. Статические характеристики биполярных фототранзисторов. Основные параметры.
17. Тиристоры. Фототиристоры. Статические характеристики и основные параметры фототиристоров.
18. Оптроны. Разновидности оптронов. Конструкция и основные технические характеристики.
19. Принцип действия полевого транзистора с р-п затвором. Влияние напряжения затвористок и сток-исток на процессы в канале и величину тока стока.
20. Выходные и передаточные характеристики полевого транзистора с р-п затвором. Крутизна характеристики.
21. Структура и топология МДП-транзисторов.
22. Физические процессы в структуре и принцип действия МОП-транзистора с индуцированным каналом.
23. Выходные и передаточные характеристики МОП-транзисторов.
24. Классификация электронных усилителей. Основные параметры и характеристики усилителя.
25. Обратная связь (ОС) в усилителях. Способы подключения цепи ОС.
26. Влияние отрицательной ОС на основные свойства усилителей. Расчет коэффициента усиления, входного и выходного сопротивления усилителя с ОС
27. Положительная обратная связь. Устойчивость работы усилителя. Критерий устойчивости Найквиста..
28. Рабочая точка и режим работы по постоянному току каскада с транзистором, включенным по схеме «с общим эмиттером».
29. Многокаскадные усилители, элементы межкаскадной связи.
30. Эмиттерный повторитель. Расчет каскада с транзистором, включенным по схеме «с общим коллектором».
31. Усилительный каскад по схеме с общей базой. Основные параметры каскада.
32. Дифференциальный усилительный каскад.
33. Операционный усилитель (ОУ).
34. Генераторы. Классификация. Разновидности генераторов синусоидального напряжения LC, RC
35. Электронные ключи и простейшие логические элементы.
36. Схемотехника простейших логических элементов на n-МОП и КМОП транзисторах.
37. Триггеры. Реализация триггеров на основе биполярных и КМОП структур.
38. Регистры, двоичные счетчики, регистры, мультиплексоры, демультимплексоры.
39. Классификация и элементы электронной памяти.
40. Схемы реализации АЦП. АЦП время импульсного типа, двойного интегрирования и поразрядного приближения
41. Структура микропроцессора.
42. Программируемые логические интегральные схемы.
43. Конструкция и принцип действия приборов с зарядовой связью.
44. Фотоприемные устройства. Матрицы фотоприемников.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзаменам**

. Экзамен не предусмотрен

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

Промежуточная аттестация осуществляется по нескольким критериям:

1. Тестирование по темам курса тест-задания.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил правильно на 40% вопросов и меньше.
  2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил правильно на 40-60% вопросов.
  3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил правильно на 60-80% вопросов.
  4. Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил правильно на 80% вопросов и более.
2. Ответы на семинарских занятиях по теме курса.
  3. Подготовка и защита курсового проекта.
  4. Экзамен.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Полупроводниковые диоды и резисторы.	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Биполярные транзисторы	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Полевые транзисторы	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Схемотехника аналоговых электронных устройств	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Обратная связь	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Схемотехника электронных генераторов	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

			проекту...
7	Логические функции и элементы	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
8	Функциональные узлы цифровых устройств	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
9	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
10	Фоточувствительные приборы с зарядовой связью	ПК-8 ДПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту.

### **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.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

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

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

1. А.А. Щука. Электроника. учеб. пособие. БХВ Петербург, 2008.-752 с.
2. Сысоев О.И. Физические основы твердотельной электроники. Часть 1: Учебное пособие/О.И. Сысоев. Воронеж, 2012.-213 с.: ил.

3. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 448 с.
4. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микроэлектронная техника: Учеб. пособие М.: Высш. шк. 2005,- 622с.

### Дополнительная литература

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 488 с.
2. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. В 2-х книгах, Кн 1, Кн. 2. Пер с англ.-2-е перераб. и доп. изд.-М.: Мир, 1984.-Кн.1.-456 с., Кн.2.-456 с.
3. В.А. Батушев. Электронные приборы. М.: Высшая школа, 1980.-383 с.
4. Изъюрова Г.И., Королев Г.В., Терехов В.А., Ожогин М.А., Серов В.Н. Расчет электронных схем. Учеб. пособие для вузов М.: Высш. шк. 1987. 335 с.
5. Хоровиц Г., Хилл У. Искусство схемотехники. В 3-х т./Пер. с англ. – М., 1993.

**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 Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, Origin

*Укажите перечень информационных технологий*

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

Научно-учебная лаборатория кафедры ФТТ с научно-исследовательскими измерительными стендами, комплексами и оборудованием, компьютерный класс. (аудитории 226, 226а первого корпуса ВГТУ)

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

По дисциплине «Схемотехника» читаются лекции и проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электронных схем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно

	<p>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.</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>
<p>Лабораторная работа</p>	<p>Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <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>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>