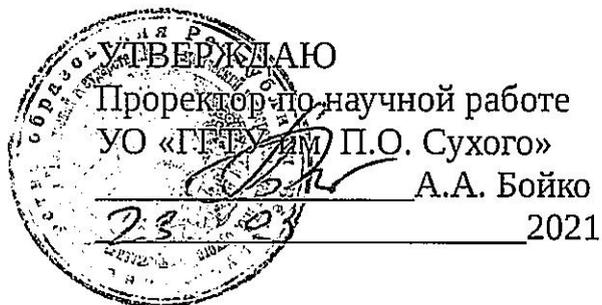


УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.О. СУХОГО»



ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В МАГИСТРАТУРУ  
по специальности 1-39 80 03  
«Электронные системы и технологии»

Гомель 2021

Учебная программа вступительного экзамена по дисциплине «Электронные приборы» II ступени высшего образования 1 39 80 03 «Электронные системы и технологии» составлена на основе типовой учебной программы по учебной дисциплине «Электронные приборы» специальности I ступени высшего образования 1-36 04 02 «Промышленная электроника» от 16.10.2015, регистрационный № ТД I.1290/тип

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Крышнев Ю.В., к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»;

Козусев Ю.А., ст. преподаватель кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОЙ:**

Кафедрой «Промышленная электроника» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого» (протокол № 6 от 22.02.2019)

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ

1. Основные сведения об электронных приборах. Классификация электронных приборов по виду рабочей среды: полупроводниковые, электровакуумные, газоразрядные.
2. Теория полупроводникового р-п перехода. Структура р-п перехода. Больцмановское равновесие.
3. Зонная диаграмма р-п перехода. Высота потенциального барьера.
4. Прямое смещение р-п перехода. Физические процессы Режим инжекция.
5. Обратное смещение р-п перехода. Экстракция.
6. Зарядовая модель р-п перехода. Равновесная и неравновесная ширина р-п перехода.
7. Несимметричный р-п переход. Односторонняя инжекция. Эмиттер. База.
8. Вольт-амперные характеристики идеализированного р-п перехода.
9. Прямая ветвь вольт-амперной характеристики реального диода. Схема замещения диода в прямом включении. Дифференциальное сопротивление. Температурная зависимость прямого напряжения на диоде.
10. Обратная ветвь вольт-амперной характеристики реального диода. Физический смысл теплового тока. Схема замещения диода при обратном включении. Зависимость обратного тока от температуры.
11. Пробой р-п перехода. Механизмы пробоя. Зависимость напряжения пробоя от температуры.
12. Неравновесная ширина р-п перехода. Барьерная емкость р-п перехода. Варикапы.
13. Основные технологические операции при изготовлении полупроводниковых диодов.
14. Выпрямительные диоды. Вольт-амперные характеристики. Параметры, классификация.
15. Стабилитроны. Параметры, классификация. Параметрический стабилизатор напряжения.
16. Однополупериодный выпрямитель. Расчет емкости фильтра. Двухполупериодные выпрямители.
17. Импульсные диоды, классификация. Процессы при включении и отключении. Процессы в импульсных диодах при переключении на обратное напряжение. Диоды Шоттки.
18. Биполярные транзисторы. Зонные диаграммы транзистора. Режимы работы.
19. Активный нормальный режим работы биполярного транзистора. Распределение зарядов в базе.
20. Инверсный режим, режимы отсечки и насыщения биполярных р-п-р и п-р-п транзисторов. Распределение зарядов в базе.
21. Токи в транзисторе. Коэффициент передачи тока эмиттера. Коэффициенты инжекции и переноса.

22. Модель Эберса-Молла. Электрическая и математическая модели.
23. Выходные вольт-амперные характеристики транзистора в схеме включения с общей базой. Входные вольт-амперные характеристики транзистора в схеме включения с общей базой. Распределение зарядов в базе.
24. Вольт-амперные характеристики реальных транзисторов. Эффект Эрли.
25. Транзистор в схеме включения с общим эмиттером. Коэффициент передачи тока базы.
26. Выходные вольт-амперные характеристики транзистора в схеме включения с общим эмиттером. Входные вольт-амперные характеристики транзистора в схеме включения с общим эмиттером. Рабочая область вольт-амперных характеристик транзистора. Предельные параметры.
27. Работа транзистора на нагрузку. Статическая линия нагрузки. Динамическая линия нагрузки. Выбор точки покоя транзистора в классе А. Пример, построения статической и динамической линий нагрузки. Выбор транзистора.
28. Графо-аналитический метод расчета параметров усилителя класса А. Методы задания рабочего режима транзистора. Термостабилизация точки покоя транзистора.
29. Малосигнальные параметры биполярных транзисторов. Н-параметры и физические параметры транзисторов.
30. Малосигнальная схема замещения транзистора в схеме включения с общей базой. Физические параметры.
31. Малосигнальная схема замещения транзистора в схеме включения с общим эмиттером. Физические параметры.
32. Транзистор как линейный четырехполюсник. Система h-параметров. Определение h-параметров транзистора по статическим вольт-амперным характеристикам в схеме включения с общим эмиттером.
33. Связь h-параметров с физическими в схеме включения с общей базой. Связь h-параметров с физическими в схеме включения с общим эмиттером. Определение усилительных параметров через h-параметров.
34. Частотные свойства биполярных транзисторов. Комплексный коэффициент передачи тока эмиттера.
35. Комплексный коэффициент передачи тока базы. Схема замещения транзистора на высоких частотах.
36. Дрейфовые транзисторы. Классификация биполярных транзисторов.
37. Тепловая модель транзистора. Расчет площади теплоотвода.
38. Ключевой режим работы транзистора. Условие отсечки. Критерий насыщения.
39. Переходные процессы в транзисторном ключе. Ключ с форсирующим конденсатором. Транзистор Шоттки.
40. Полевые транзисторы. Физические основы функционирования, классификация и система обозначений полевых транзисторов.

41. Полевые транзисторы с управляющим р-n переходом. Конструкция. Принцип действия. Сток - затворные и стоковые характеристики полевых транзисторов с р-n переходом. Напряжение отсечки, начальный ток стока, удельная крутизна. Дифференциальные параметры и схемы замещения.
42. МДП-транзисторы с индуцированным каналом. Конструкция. Режим инверсии типа электропроводности канала. Вольт-амперные характеристики МДП- транзисторов с индуцированным каналом. Параметры.
43. МДП-транзисторы с встроенным каналом. Конструкция. Принцип действия. Вольт-амперные характеристики МДП-транзисторов с встроенным каналом. Параметры.
44. Тиристоры. Диодные тиристоры - динисторы. Конструкция. Внутренняя положительная связь в тиристорах. Транзисторная модель. Вольт-амперная характеристика и параметры динисторов.
45. Тринисторы - управляемые тиристоры. Эффект включения по аноду. Запираемые тиристоры. Симисторы. Классификация и система обозначений тиристоров.
46. Оптоэлектронные приборы. Светоизлучающие диоды - светодиоды. Излучательная рекомбинация. Излучательная и спектральная характеристики, параметры светодиодов.
47. Фотоприемники. Внутренний фотоэффект. Чувствительность фотоприемников, энергетическая и спектральная характеристики. Гетеропереходы. Р-i-n – переходы.
48. Фотодиод. Фотогальванический и фотодиодный режимы. Солнечные батареи. Вольт-амперные характеристики фотодиода.
49. Фототранзистор и фототиристор - фотоприемники с внутренним усилением.
50. Оптроны. Диодные и транзисторные оптопары.
51. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект. Кварцевые резонаторы, пьезоэлектрические трансформаторы. Акустоэлектрический эффект. Поверхностные акустические волны (ПАВ). Линии задержки, полосовые фильтры на ПАВ.
52. Виды электронной эмиссии. Работа выхода. Типы катодов. Электровакуумный диод и триод. Физические процессы, анодные и анодно-сеточные характеристики. Дифференциальные параметры.
53. Многоэлектродные лампы, тетрод, пентод. Экранирующая сетка. Динатронный эффект. Защитная сетка. Лучевые тетроды. Характеристики тетрода и пентода.
54. Электронно-лучевые приборы. Устройство, принцип работы и классификация этих приборов. Электронно-лучевые трубки (ЭЛТ). Типы отклоняющих систем. ЭЛТ с электростатическим отклонением и фокусировкой луча. ЭЛТ с магнитным отклонением и фокусировкой луча. Экраны электронно-лучевых трубок. Типы ЭЛТ: осциллографические трубки, кинескопы, индикаторные, запоминающие, передающие ЭЛТ.

55. Виды электрических разрядов в газах: самостоятельный, несамостоятельный, тихий, тлеющий, дуговой, искровой, коронный разряды.
56. Ионные приборы: стабилитроны, тиратроны. Индикаторные газоразрядные приборы. Неоновые лампы, знаковые индикаторы, плазменные панели.

## Критерии оценок знаний студента на вступительном экзамене

| Баллы         | Показатели оценки   |
|---------------|---|
| 1<br>(один)   | Отсутствие компетентности в рамках вопросов экзаменационного билета   |
| 2<br>(два)    | Фрагментарные знания в рамках вопросов экзаменационного билета; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой; неумение использовать специальную научную терминологию, наличие в ответе многочисленных грубых ошибок.  |
| 3<br>(три)    | Недостаточно полный объем знаний в рамках вопросов экзаменационного билета; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование специальной научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение свободно ориентироваться в вопросах экзаменационного билета.   |
| 4<br>(четыре) | Достаточный объем знаний в рамках вопросов экзаменационного билета; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование специальной научной терминологии, в целом логичное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в вопросах экзаменационного билета.   |
| 5<br>(пять)   | Достаточные знания в объеме вопросов экзаменационного билета; использование специальной научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по вопросам экзаменационного билета.  |
| 6<br>(шесть)  | Достаточно полные и систематизированные знания в объеме вопросов экзаменационного билета; использование специальной научной терминологии; грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по вопросам экзаменационного билета. |

|                |  |
|----------------|--|
| 7<br>(семь)    | Систематизированные, глубокие и полные знания по всем вопросам экзаменационного билета; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по вопросам экзаменационного билета и давать им аналитическую оценку.  |
| 8<br>(восемь)  | Систематизированные, глубокие и полные знания по всем вопросам экзаменационного билета; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе контекстное использование информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках материала вопросов экзаменационного билета; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по вопросам экзаменационного билета и давать им аналитическую оценку. |
| 9<br>(девять)  | Систематизированные, глубокие и полные знания по всем вопросам экзаменационного билета; точное использовании научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответов на вопросы; владение инструментарием учебных дисциплин (в том числе контекстное использование информационных технологий), умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по вопросам экзаменационного билета; высокий уровень культуры исполнения заданий.         |
| 10<br>(десять) | Систематизированные, глубокие и полные знания по всем вопросам экзаменационного билета, а также по основным инженерным вопросам, выходящим за его пределы; точное использовании научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы; безупречное владение инструментарием учебных дисциплин (в том числе контекстное использование информационных технологий), умение его эф-  |

|  |
|--|
| фективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по вопросам экзаменационного билета и давать им аналитическую оценку, использование научных достижений смежных областей инженерного творчества; высокий уровень культуры исполнения заданий. |
|--|

## Информационно-методическая часть

### Основная литература

1. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: учебник/ Ф.А. Ткаченко. - М: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. – 628 с.
2. Лачин В.И. Электроника: учебное пособие/ В.И. Лачин, И.С.Савёлов. Изд. 8-е, Ростов-на-Дону. Феникс, 2010. – 703 с.
3. Булычев А. Л. Электронные приборы: Учебн. / А. Л. Булычев, П.М. Лямин, Е.С. Тулинов. - Мн.: Выш. шк., 1999. – 415 с.
4. Электронные приборы: учебник для вузов по спец. "Радиотехника"/ В. Н. Дулин, Н. А. Аваев, В. П. Демин и др.; под ред. Г. Г. Шишкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1989. - 495с.
5. Тугов Н. М. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов/ Н.М.Тугов, Б. А. Глебов, Н. А. Чарыков; Под ред. В. А. Лабунцова. М.: Энергоатомиздат, 1990.
6. Гусев В.Г., Гусев Г.М. Электроника. Издание второе. М: Высш. шк., 1991.

### Дополнительная литература

1. ГОСТ 2.730-74. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
2. Булычев А. Л., Прохоренко В. А. Электронные приборы: Учебн. пособие для вузов по спец. "Радиотехника". - Мн.: Выш. шк., 1987.
3. Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы: учебник для вузов / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 4-е изд., перераб и доп. - Москва: Высшая школа, 1987. - 479с
4. Москатов Е.А. Электронная техника. – Таганрог, 2004. - 121 с.
5. Справочник Полупроводниковые приборы (диоды, тиристоры). Минск, Беларусь, 1994 г.
6. Степаненко И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. - 4-е изд. М.: Энергия, 1977
7. Ткаченко, Ф. А. Техническая электроника: учеб. пособие для вузов / Ф. А. Ткаченко. – Минск: Дизайн ПРО, 2000.
8. Жеребцов, И. П. Основы электроники/И. П. Жеребцов. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.

9. Гомоюнов, К. К. Транзисторные цепи: учеб. пособие для вузов / К. К. Гомоюнов. – СПб.: ВХО-Петербург, 2002.

13. Транзисторы для аппаратуры широкого применения. Справочник/К.М. Брежнев и др. Под ред. Б. Л. Перельмана. - М.: Радио и связь, 1981.

14. Галкин В.И., Прохоренко В.А. Полупроводниковые приборы: (диоды и транзисторы). -Мн.: Беларусь, 1979.

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний, материалов и технических средств обучения

1. Козусев Ю.А. Методические указания к лабораторным занятиям по теме "Полупроводниковые диоды" курса "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 20.05/Ю.А. Козусев. – Гомель. ГПИ. 1989 (м/ук № 1234).

2. Козусев Ю.А. Методические указания к лабораторным занятиям по теме "Исследование полупроводниковых стабилитронов" курса "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 20.05/ Ю.А. Козусев. – Гомель. ГПИ. 1995 (м/ук № 1973).

3. Козусев Ю.А. Методические указания к лабораторным занятиям по теме "Исследование импульсных диодов" курса "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 20.05/ Ю.А. Козусев. – Гомель. ГПИ. 1991 (м/ук № 1402).

4. Козусев Ю.А. Методические указания к лабораторным занятиям по теме "Транзисторы" курса "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 20.05/ Ю.А. Козусев. – Гомель. ГПИ. 1989 (м/ук №1232)

5. Козусев Ю.А. Методические указания к лабораторным занятиям по теме "Транзисторы". Часть 2. курса "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 20.05/ Ю.А. Козусев. – Гомель. ГПИ. 1989 (м/ук №1233).

6. Козусев Ю.А. Методические указания к лабораторным занятиям по теме "Транзисторы". Часть 3. курса "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 20.05/ Ю.А. Козусев. – Гомель. ГПИ. 1989 (м/ук №1276).

7. Козусев Ю.А. Методические указания к лабораторным занятиям по теме "Ключевой режим работы биполярного транзистора" курса "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 20.05/ Ю.А. Козусев. – Гомель. ГПИ. 1992 (м/ук № 1594).

8. Козусев Ю.А. Проектирование однокаскадных усилителей: Практическое руководство к выполнению курсовой работы по курсу "Полупроводниковые приборы" для студентов специальности 36 04 02 "Промышленная электроника" днев. и заоч. форм обучения / Ю.А. Козусев. – Гомель. ГГТУ им П.О.Сухого, 2005. – 46 с. (м/ук № 3147).