



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Иркутский государственный университет»**  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
Вокин А.И.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
для поступающих по программам магистратуры на направление

**11.04.04 Электроника и наноэлектроника,**  
**профиль «Электроника и наноэлектроника»**

Иркутск, 2024

## **1. Пояснительная записка**

Программа предназначена для абитуриентов, поступающих на направление 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (профиль «Электроника и наноэлектроника») магистратуры физического факультета ИГУ. Программа содержит описание процедуры проведения вступительного испытания, критерии его оценки, перечень тем и вопросов для подготовки абитуриента, список рекомендованной литературы, а также примерный вариант теста с ответами к нему.

Поступление в магистратуру ИГУ по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника проводится на конкурсной основе по результатам вступительного испытания в форме компьютерного тестирования.

## **2. Структура вступительного испытания**

Вступительные испытания для поступающих в магистратуру проводятся в объеме Государственного экзамена по электронике и наноэлектронике для бакалавров физики и по дополнительным вопросам программы бакалавриата, соответствующим выбранной программе магистерской подготовки. Программа вступительных испытаний составляется на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования магистратуры по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника и профессиональным стандартам. Она позволяет оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов, относятся наличие у них личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно - исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных универсальных, общепрофессиональных и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно - управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими

компетенциями в области общей физики, математики, информатики, физики конденсированного состояния, электроники, наноэлектроники, технологии материалов электронной в объёме государственных образовательных стандартов. Испытание включает в себя 50 заданий по теоретическим основам электротехники, физике конденсированного состояния, твердотельной электронике и микроэлектронике. В программе представлен примерный вариант теста.

### **3. Система оценивания вступительного испытания**

При проведении теста используется 100-бальная система оценивания. За каждый правильный ответ на вопрос теста абитуриенту начисляется 2 балла. Тест считается успешно пройденным, если абитуриент набрал 60 и более баллов.

### **4. Продолжительность вступительного испытания**

Продолжительность тестирования составляет 4 академических часа (180 минут) с момента объявления заданий вступительного испытания.

### **5. Вопросы для подготовки к вступительному испытанию**

1. Методы расчета электрических схем при воздействии на них постоянных и гармонических сигналов. Символический метод расчета цепей с синусоидальными сигналами.

2. Эквивалентные преобразования в схемах. Методы расчета электрических схем. Метод эквивалентного генератора. Метод контурных токов

3. Методы расчета электрических схем. Метод узловых потенциалов, метод наложения. Потенциальные и векторные диаграммы часа.

4. Мощность в цепи синусоидального тока. Реактивная и полная мощности. Баланс мощности в цепях при воздействии постоянного и синусоидального сигналов.

5. Резонансные режимы в последовательном и параллельном контурах. Частотные и резонансные характеристики цепей. Добротность контура, коэффициент передачи

6. Взаимная индуктивность, расчет схем с индуктивно связанными элементами, развязка индуктивной связи

7. Действующее значение несинусоидального периодического сигнала. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальный периодический сигнал.

Методы разложения несинусоидальной периодической функции в ряд Фурье. Расчет линейных схем с несинусоидальными периодическими сигналами. Мощность в цепях с несинусоидальными сигналами. Баланс мощности.

8. Расчет симметричной трехфазной цепи. Фазовый оператор. Расчет несимметричной трехфазной цепи. Трехфазные цепи с нулевым проводом и с изолированной нейтралью. Векторные диаграммы. Мощность в трехфазной цепи. Измерение мощности.

9. Активные и пассивные четырехполюсники. Обратимые и симметричные четырехполюсники. Основные уравнения четырехполюсников. Формы записи основных уравнений четырехполюсников. Схемы замещения. Выражение коэффициентов уравнений четырехполюсника через параметры схемы замещения. Согласованный режим.

10. Уравнение Шредингера для описания поведения электронов в кристалле. Адиабатическое и одноэлектронное приближение.

11. Самосогласованное поле Хартри. Уравнения Хартри-Фока. Способы решения уравнения Хартри – Фока.

12. Трансляционная симметрия кристаллов. Теорема Блоха. Функции Блоха.

13. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Зоны Бриллюэна кубических кристаллов.

14. Периодические граничные условия Борна-Кармана. Уравнение для периодической части функции Блоха. Группа волнового вектора.

15. Плотность электронных состояний. Энергия Ферми. Поверхность Ферми. Температурные зависимости уровня Ферми и концентрации носителей заряда (собственный полупроводник).

Равновесные концентрации электронов и дырок в зонах (общий случай).

16. Зонная структура металлов, полупроводников и диэлектриков.

17. Эффект поля в собственном и примесном полупроводниках. Длина Дебая, длина обедненной области в примесных полупроводниках. Неравновесные электроны и дырки. Уравнения движения носителей заряда. Среднее время жизни неравновесных носителей.

18. Основные системы полупроводников для изделий электроники и микроэлектроники. Кристаллическая структура. Электро - физические характеристики и свойства.

19. Контактные явления на границе металл – полупроводник. Работа выхода носителей заряда. Барьер Шоттки. Диод Шоттки.

20. p - n переход. Инжекция носителей заряда через p/n переход. Полупроводниковый

диод. Статическая вольт-амперная характеристика идеального p/n перехода.

Виды

пробоя p/n перехода.

21. Биполярный транзистор. Принципы работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора (с общей базой, с общим эмиттером, общим коллектором).

22. Полевые транзисторы. МДП–транзисторы со встроенным и индуцированным каналом. Вольт - амперные характеристики полевых транзисторов.

23. Принципы работы устройств квантовой и оптической электроники. Фотодиоды. Фотоэлектронные умножители. Вторичные фотоэлектронные умножители.

24. Принципы работы оптических квантовых генераторов. Оптический резонатор. Полупроводниковый и твердотельные лазеры.

25. Волоконно – оптические системы. Волоконно – оптические линии связи.

26. Классификация интегральных микросхем. Полупроводниковые, пленочные, совмещенные и гибридные микросхемы. Простейшие интегральные схемы. Проектирование и процессы изготовления интегральных схем. Планарная технология.

27. Технологические основы микроэлектроники, Эпитаксия, легирование, травление, нанесение тонких пленок, металлизация.

28. Основные типы ИМС и конструкторско-технологические особенности их изготовления. Этапы производства полупроводниковой интегральной схемы.

29. Физические ограничения на уменьшение размеров активных элементов ИС и степень их интеграции.

30. Технологические факторы, определяющие предельные возможности микроэлектроники. Ограничения современных литографических методик и перспективные методы повышения их разрешающей способности.

31. Методы изоляции элементов ИМС. Структуры «кремний на изоляторе» и «кремний на сапфире».

32. Интегральные пассивные и активные элементы ИМС. Особенности микроэлектронных схем, изготовленных методами планарной, изопланарной и гибридной технологий.

33. Транзисторные ключи на биполярных и МДП-транзисторах. Ключи на комплементарных МДП-структурах как основа для построения микромощных схем.

34. Примеры схемотехнических решений ИМС на основе полевых транзисторов. Базовые логические схемы.

35. Транзисторно-транзисторные структуры и элементы с эмиттерной связью. Логическая ячейка на элементах с инжекционным питанием.

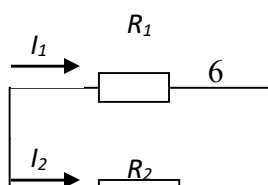
36. Биполярные и МДП-элементы для интегральных операционных усилителей. Схемы памяти. Запоминающие ячейки оперативной памяти. Постоянные запоминающие устройства. Флэш-память.

37. Основные компоненты и характеристики интегральных схем СВЧ - диапазона.

38. Определение операционного усилителя (ОУ), функциональная схема ОУ. Обозначение микросхем ОУ. Схема включения, характеристики и параметры ОУ. Основные характеристики: амплитудная, амплитудно - частотная, фазо-частотная. Параметры ОУ: основные, эксплуатационные.

## 6. Образец фонда оценочных средств

1. В цепи известны сопротивления  $R_1=30\ \text{Ом}$ ,  $R_2=60\ \text{Ом}$ ,  $R_3=120\ \text{Ом}$  и ток в первой ветви  $I_1=4\ \text{А}$ . Тогда ток  $I$  и мощность  $P$  равны...



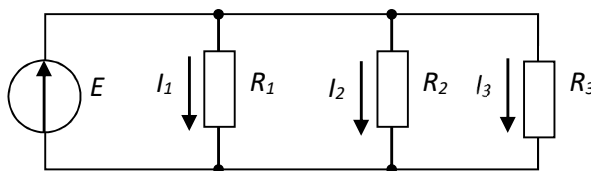
а)  $I = 9 \text{ A}; P = 810 \text{ Вт}$

б)  $I = 8 \text{ A}; P = 960 \text{ Вт}$

в)  $I = 7 \text{ A}; P = 540 \text{ Вт}$

г)  $I = 7 \text{ A}; P = 840 \text{ Вт}$

2. В цепи известны сопротивления  $R_1=45 \text{ Ом}$ ,  $R_2=90 \text{ Ом}$ ,  $R_3=30 \text{ Ом}$  и ток в первой ветви  $I_1=2 \text{ А}$ . Тогда ток  $I$  и мощность  $P$  цепи соответственно равны...



а)  $I = 7 \text{ A}; P = 840 \text{ Вт}$

б)  $I = 9 \text{ A}; P = 810 \text{ Вт}$

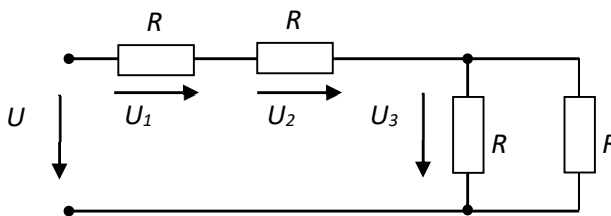
в)  $I = 6 \text{ A}; P = 960 \text{ Вт}$

г)  $I = 6 \text{ A}; P = 540 \text{ Вт}$

3. Пять резисторов с сопротивлениями  $R_1=100 \text{ Ом}$ ,  $R_2=10 \text{ Ом}$ ,  $R_3=20 \text{ Ом}$ ,  $R_4=500 \text{ Ом}$ ,  $R_5= 30 \text{ Ом}$  соединены параллельно. Наибольший ток будет наблюдаться...

а) в  $R_2$     б) в  $R_4$     в) во всех один и тот же    г) в  $R_1$  и  $R_5$

4. Если напряжение  $U_3= 10 \text{ В}$ . то напряжение  $U$  на входе цепи равно...



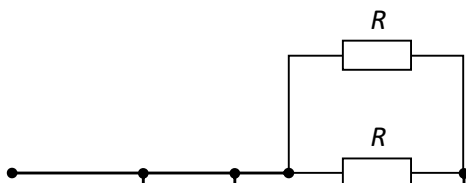
а) 50 В

б) 30 В

в) 10 В

г) 20 В

5. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 9 Ом, то эквивалентное сопротивление пассивной резистивной цепи, изображенной на рисунке, равно...



- а) 1 Ом      б) 3 Ом      в) 6 Ом      г) 9 Ом

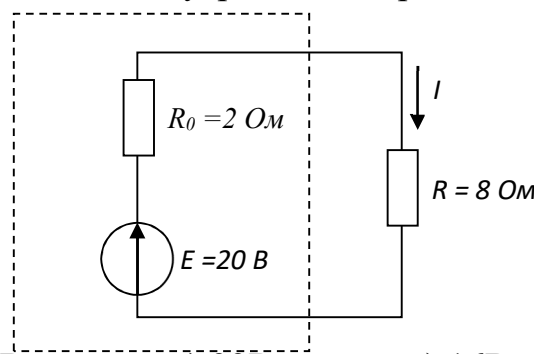
6. Эквивалентное сопротивление участка цепи, состоящего из четырех параллельно соединенных сопротивлений номиналом 1 Ом, 10 Ом, 100 Ом и 1000 Ом, равно...

- а) 1111 Ом      б) 0,9 Ом      в) 1000 Ом      г) 1 Ом

7. Совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, электрическом токе и электрическом напряжении называется...

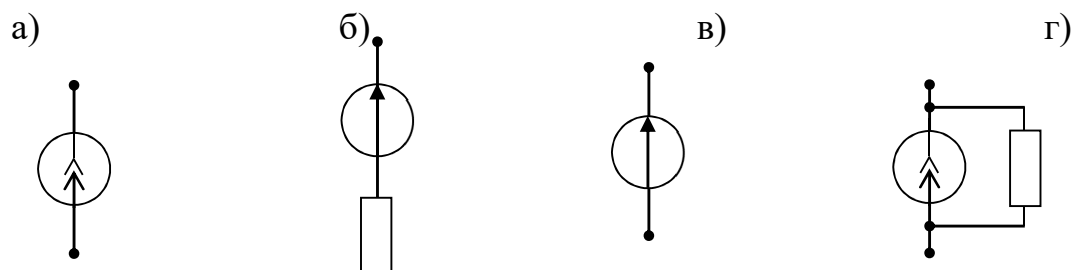
- а) источником ЭДС  
 б) ветвью электрической цепи  
 в) узлом  
 г) электрической цепью

8. Мощность, выделяющаяся во внутреннем сопротивлении источника ЭДС  $R_0$ , составит...



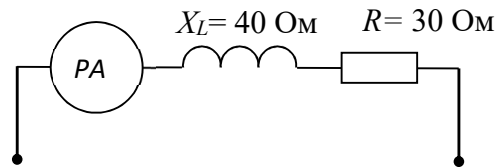
- а) 4 Вт      б) 8 Вт      в) 32 Вт      г) 16 Вт

9. Указать, какая из приведенных схем замещения относится к идеальному источнику ЭДС...





10. Если амперметр, реагирующий на действующее значения измеряемой величины, показывает 2А, то реактивная мощность  $Q$  цепи составляет...



- а) 120 ВАр                      б) 280 ВАр                      в) 160 ВАр                      г) 140 ВАр

11. Функция распределения Ферми-Дирака  $f(E)$  описывает статистику

- а) ансамбля частиц с целым спином.  
б) ансамбля частиц с полуцелым спином.  
в) ансамбля классических частиц.  
г) Вообще не относится к описанию статистических ансамблей.

12. Функция распределения Бозе-Эйнштейна  $n(E)$  описывает статистику

- а) ансамбля частиц с целым спином.  
б) ансамбля частиц с полуцелым спином.  
в) ансамбля классических частиц.  
г) Вообще не относится к описанию статистических ансамблей.

13. Функция распределения Ферми-Дирака  $f(E)$  несет информацию

- а) о вероятности нахождения частицы на уровне с энергией  $E$ .  
б) о плотности вероятности нахождения частицы на уровне с энергией  $E$ .  
в) о числе частиц на уровне с энергией  $E$  с учетом вырождения по спину.  
г) о числе частиц на уровне с энергией  $E$  без учета вырождения по спину.

14. Вклад электронов проводимости в теплоемкость твердого тела при низких температурах

- а) пропорционален третьей степени температуры.  
б) пропорционален второй степени температуры.  
в) не зависит от температуры.  
г) пропорционален первой степени температуры.