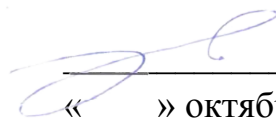


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций

УТВЕРЖДАЮ

И. о. директора ИФНиТ

 В.А.Сороцкий  
«\_\_\_» октября 2020 г.

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру по  
направлению подготовки / образовательной программе:  
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника / 11.04.04\_06 Интегральная  
электроника и микросистемотехника**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2020

## АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению **11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале и состоит из двух блоков:

- междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме и дистанционно (**максимальный балл – 60**);

- портфолио, требования к которому включают в программу вступительного испытания по соответствующей образовательной программе (**максимальный балл – 40**).


Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена, – **30 баллов (50%)**.

Составители:

проф. ВШПФиКТ

 /А.С. Коротков/

Руководитель ОП 11.04.04\_06

 /В.В. Лобода/

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию учебно-методическим советом **ИФНиТ** (протокол № 3 от «28» октября 2020 г.).

# 1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА

- 1.1. Материалы электронной техники
- 1.2. Физические основы электроники
- 1.3. Теория электрических цепей
- 1.4. Схемотехника

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1. «Материалы электронной техники»

*1. Физическая природа электропроводности металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков*

Элементы и законы геометрической кристаллографии. Влияние вида симметрии на возможность возникновения свойств. Характеристические группы кристаллографических видов симметрии. Классы кристаллов. Химическая связь в кристаллах. Основные типы химической связи. Сильная и слабая связь. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Связь Ван-дер-Ваальса. Элементы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Распределение электронов. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Химическая связь и электронные свойства материалов. Основные типы кристаллических структур. Дефекты в кристаллических твердых телах.

#### *2. Проводниковые материалы*

Проводники первого и второго рода. Физическая природа электропроводности металлов и ее свойства. Тепловые свойства металлов. Электрические свойства металлических сплавов. Контактные явления и термо-ЭДС.

#### *3. Полупроводниковые материалы*

Физические процессы в полупроводниках и их свойства и характеристики. Собственные и примесные полупроводники. Оптические и

фотоэлектрические явления в полупроводниках. Классификация полупроводниковых материалов. Элементы, обладающие свойствами полупроводников, полупроводниковые химические соединения и материалы на их основе.

#### *4. Диэлектрические материалы*

Поляризация диэлектриков. Токи смещения и электропроводность диэлектриков. Потери в диэлектриках. Пробой в диэлектриках. Классификация диэлектриков. Пассивные и активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики.

#### *5. Магнитные материалы*

Классификация магнитных материалов. Ферромагнетики.

#### *Литература для подготовки:*

1. *Материалы электронной техники: учеб. для вузов по спец. электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин.—Изд. 5-е, стер.—Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2003.—367 с.: ил. —(Учебники для вузов: Специальная литература).—Библиогр.: с. 361.*
2. *Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учеб. пособие для вузов по направл. 654200 -"Радиотехника" / К. С. Петров .—Москва [и др.] : Питер, 2006 .—521 с.: ил. —(Учебное пособие) .—Издательская программа: 300 лучших учебников для высшей школы в честь 300-летия Санкт-Петербурга .—Библиогр.: с. 512-513.*

## **2.2.«Физические основы электроники»**

### *1. Электронно-дырочный переход*

Идеализированный электронно-дырочный переход. Реальный электронно-дырочный переход. Зависимость параметров перехода от концентрации примесей и электронных свойств полупроводников. Прямое и обратное смещение р-п –перехода. Электрический и тепловой пробой перехода. Емкость электронно-дырочного перехода. Нестационарные

процессы в p-n –переходе. Электронно-дырочный переход на основе вырожденных полупроводников. Переход на основе p-и n-полупроводников с критической концентрацией примесей

## *2. Контакт металл-полупроводник*

Свойства идеального контакта металл-полупроводник при отсутствии поверхностного заряда. Омический и выпрямляющий контакты. Вольтамперная характеристика выпрямляющего контакта. Влияние поверхностного заряда полупроводника на свойства контакта. Применение омических и выпрямляющих контактов в полупроводниковой электронике

## *3. Гетеропереходы*

Анизотипные (p-n) и изотипные гетеропереходы. Энергетические диаграммы. Особые свойства гетеропереходов. Односторонняя инжекция неосновных носителей в гетеропереходах. Применения гетеропереходов.

## *4. Полупроводниковые диоды*

Особенности устройства и работы полупроводниковых диодов: выпрямительных, универсальных, импульсных, сверхвысокочастотных, стабилитронов, варикапов, туннельных и обращенных диодов, диодов Шоттки. Вольтамперные характеристики диодов различного назначения. Основные параметры полупроводниковых диодов. Классификация и условные обозначения полупроводниковых диодов.

## *5. Биполярные транзисторы*

Устройство, принципы и режимы работы, схемы включения. Основные физические процессы в биполярном транзисторе. Активный режим работы биполярного транзистора. Статические характеристики биполярного транзистора при включении по схемам с общей базой и с общим эмиттером. Биполярный транзистор как линейный четырехполюсник. Система h-параметров. Усилительные свойства биполярных транзисторов в различных схемах включения. Влияние температуры характеристики и усилительные свойства биполярных транзисторов. Работа биполярного транзистора в

режиме ключа, его частотные и импульсные свойства. Классификация и условные обозначения биполярных транзисторов.

### *6. Полевые транзисторы*

Полевые транзисторы, их типы, устройство, схемы включения. Полевые транзисторы с управляющим электронно-дырочным переходом и переходом металл-полупроводник: физический принцип действия, характеристики и параметры. Полевые транзисторы с изолированным затвором: механизм образования индуцированного или встроенного канала. Вольтамперные характеристики и параметры. Классификация и условные обозначения полевых транзисторов. Приборы с зарядовой связью, их устройство, принцип работы и назначение.

### *Литература для подготовки:*

1. Полупроводниковые приборы : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов "Электроника и микроэлектроника" / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин .—Изд. 9-е, стер. —СПб. [и др.] : Лань, 2009 .—478,[1] с.: ил. ; 23 см .—(Учебники для вузов. Специальная литература) .—Библиогр.: с. 460.
2. Основы микроэлектроники : [учебное пособие для вузов] / И. П. Степаненко .—Изд. 2-е, [перераб. и доп.] .—Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 .—488 с.: ил. ;22 см .—(Технический университет, Электроника) .—Библиогр.: с. 488.

## **2.3.«Теория электрических цепей»**

### *1. Основные понятия и законы теории электрических цепей.*

Идеализированные элементы электрической цепи: пассивные сопротивление, индуктивность, емкость; активные –источники напряжения и тока. Способы описания свойств элементов электрической цепи: статические характеристики, дифференциальные параметры, эквивалентные схемы резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности при разных частотах.

Законы Кирхгофа. Число независимых уравнений по первому и второму законам Кирхгофа.

### *2. Линейные электрические цепи в режиме гармонического тока*

Периодические токи и напряжения. Гармонические токи и напряжения. Действующие и средние значения гармонических токов и напряжений. Метод комплексных амплитуд. Изображение гармонических функций, их интегралов и производных комплексными величинами. Комплексная амплитуда. Комплексные сопротивления и проводимости; активные и реактивные сопротивления и проводимости. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторная диаграмма. Комплексная мощность, активная и реактивная мощность. Условие передачи максимума мощности от генератора в нагрузку

### *3. Преобразование схем электрических цепей*

Последовательное соединение двухполюсников, параллельное соединение двухполюсников. Эквивалентные участки цепи с последовательным и параллельным соединением. Эквивалентность источников тока и напряжения. Преобразование схемы с двумя узлами.

### *4. Методы расчета сложных электрических цепей*

Применение законов Кирхгофа для расчета сложных электрических цепей. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Метод наложения. Теорема взаимности. Теоремы об эквивалентном генераторе тока и напряжения. Расчет цепей со взаимной индуктивностью. Индуктивность рассеяния. Коэффициент связи. Линейный трансформатор. Идеальный трансформатор. Устройство автотрансформатора. Эквивалентная схема двухконтурной цепи с трансформатором.

### *5. Резонансные явления в электрических цепях*

Вынужденные колебания в последовательном колебательном контуре. Явление резонанса. Резонанс напряжений. Уравнение резонансной кривой. Вынужденные колебания в параллельном колебательном контуре. Резонанс токов. Входное сопротивление контура при резонансе и в области малых рас-

строек. Влияние внутреннего сопротивления источника на характеристики резонансной системы. Приведенная добротность. Сложные контуры. Коэффициент включения. Фильтрующие свойства резонансных контуров. Связанные контуры Резонансные кривые связанных контуров. Полоса пропускания связанных контуров. Связь апериодического контура с колебательным.

#### *Литература для подготовки:*

1. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электр. цепей. учеб. пособие для вузов по направл. 550000 -"Технические науки", 650000-"Техника и технологии" и дисциплине "Теоретические основы электротехники". / А. Б. Новгородцев —М. [и др.] Питер, 2006
2. Теоретические основы электротехники. учебник для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика". [в 3 т.]. / К. С. Демирчян [и др.] —М. [и др.] Питер, 2006

### **2.4.«Схемотехника»**

#### *1. Усилители на биполярных транзисторах*

Принципиальная схема усилителя. Понятие “рабочая точка”. Установка рабочей точки, термостабилизация. Анализ транзисторного усилителя на основе малосигнального приближения. Эквивалентные малосигнальные схемы биполярного транзистора. Анализ усилителя на БТ (схема ОЭ): коэффициент усиления, входное сопротивление.

#### *2. Усилители с отрицательной обратной связью*

Стабилизация рабочей точки и параметров усилителей. Усилитель с отрицательной обратной связью. Основы расчетов усилительных каскадов на биполярных транзисторах. Эмиттерный повторитель. Каскодные схемы.

#### *3. Усиление сигналов на высоких частотах*



Особенности транзистора на высоких частотах. Эффект Миллера. Схемы с ОЭ и ОК на высоких частотах. Каскодные схемы.

#### *4. Усилители и ключи на полевых транзисторах (МОП транзисторах)*

Усилитель на полевом транзисторе (схема ОИ). Анализ усилителя на основе малосигнального приближения: малосигнальные параметры ПТ, приближенная оценка, эквивалентные малосигнальные схемы ПТ. Коэффициент усиления в схеме ОИ. Основы расчетов усилительных каскадов на полевых транзисторах. МОП-ключ: принцип построения, схема, передаточная характеристика.

#### *5. Генераторы стабильного тока на транзисторах*

Генераторы стабильного тока на транзисторах: идея, области применения в транзисторных усилителях. ГСТ на полевом транзисторе. Усилитель на ПТ с динамической нагрузкой. Токовое зеркало. Применения токовых зеркал для задания рабочей точки усилителя и в качестве динамической нагрузки.

#### *6. Дифференциальные усилители*

Принцип построения дифференциального усилителя. Схема ДУ, режимы больших и малых сигналов. Коэффициент усиления, подавление синфазной составляющей. Схемы дифференциального усилителя с генератором стабильного тока. Специфика применения ДУ в интегральной схемотехнике (схемная симметрия). Подавление помех. Применение ДУ в качестве аналогового умножителя.

#### *7. Операционные усилители и схемы на ОУ*

Понятие операционного усилителя, характеристики, параметры. Модель идеального усилителя. Неинвертирующий и инвертирующий усилители. Принцип отрицательной обратной связи. Дифференциальный усилитель на ОУ. Сумматор на ОУ. Функциональные преобразователи на ОУ, интегратор и дифференциатор. Преобразователи импеданса на ОУ, гиратор. Частотные свойства операционного усилителя. Частотные свойства неинвертирующего усилителя. Устойчивость неинвертирующего усилителя.

Частотные свойства ОУ без частотной коррекции. Назначение частотной коррекции, её влияние на устойчивость неинвертирующего усилителя.

#### *8. Автогенераторы на ОУ, компараторы*

Автогенераторы гармонических колебаний на ОУ: принцип действия, схемы, условия устойчивости. Компараторы: понятие, передаточные характеристики, гистерезис. Триггеры Шмитта на ОУ. Мультивибраторы на ОУ.

#### *9. Аналого-цифровые преобразователи*

Дискретизация по времени, квантование по уровню и кодирование аналогового сигнала. Классификация и характеристики АЦП. Структурные схемы АЦП различных типов.

#### *10. Цифро-аналоговые преобразователи*

Классификация ЦАП. Резистивные матрицы: R-2R и с весовыми коэффициентами; разрядность и разрешающая способность ЦАП.

#### *Литература для подготовки:*

1. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. / У. Титце и К. Шенк  
Издательство: ДМК Пресс. 2008. в 2х томах. Т1 832с. Т2 942с.
2. Основы микроэлектроники : [учебное пособие для вузов] / И. П. Степаненко .—Изд. 2-е, [перераб. и доп.] .—Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 .—488 с.: ил. ; 22 см .—(Технический университет, Электроника) .—Библиогр.: с. 488.

### 3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Лобода

«20» июня 2021 г.

### ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки/ образовательной программе:

**11.04.04 Электроника и нанoeлектроника / 11.04.04\_06 Интегральная  
электроника и микросистемотехника**

---

*Код и наименование направления подготовки / образовательной программы*

#### Примеры тестовых заданий (2 балла)

**1. Пассивным электронным компонентом является:**

- Резистор
- Конденсатор
- Катушка индуктивности
- Транзистор

**2. Для каких цепей применим принцип суперпозиции:**

- Для линейных и параметрических
- Для нелинейных и параметрических
- Для линейных и нелинейных
- Для всех

**3. Биполярный транзистор усиливает и ток, и напряжение**

- В любом режиме включения
- В схеме с общим эмиттером
- В схеме с общим эмиттером и в схеме с общей базой
- В схеме с общим коллектором

**4. Какая из указанных схем является комбинационной?**

- Умножитель
- Счетчик
- Регистр
- Триггер

**5. Любой регистр имеет режимы**

Запись

Хранение

Считывание

Сброс

**Примеры открытого вопроса (20 баллов)**

1. Физические процессы в полупроводниках и их свойства и характеристики. Собственные и примесные полупроводники.
2. Последовательное соединение двухполюсников, параллельное соединение двухполюсников. Эквивалентные участки цепи с последовательным и параллельным соединением.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОРТФОЛИО ПОСТУПАЮЩЕГО**

**Портфолио** предоставляется в полном объеме **не позднее чем за три рабочих дня** до междисциплинарного экзамена.

В портфолио указываются достижения поступающего в научной и образовательной областях, в интеллектуальных и (или) творческих конкурсах, соответствующие образовательной (ым) программе (ам) направления подготовки **11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»**.

Документы, подтверждающие достижения поступающего, предоставляются в виде электронного образа документа в формате PDF (Portable Document Files). Электронный образ документа должен обеспечивать визуальную идентичность его бумажному оригиналу в масштабе 1:1.

Качество представленных электронных образов документов должно позволить в полном объеме прочитать текст документа. Если бумажный документ состоит из двух или более листов, электронный образ такого бумажного документа формируется в виде одного файла.

Для сканирования документов необходимо использовать режим сканирования с разрешением 300 точек на дюйм. Не допускается представление нечитаемых отсканированных изображений документов, а также изображений, содержащих потери значимых частей документа (текстовые области, подписи, оттиски печатей и т.д.).

**Сумма баллов, начисленных поступающему за портфолио, не может быть более 40 баллов.**

В случае предоставления недостоверной информации и/или работы, содержащей неправомерные заимствования (плагиат), либо работы, выполненные иным лицом, поступающий несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. При этом в случае установления данных фактов, приемная комиссия вправе выставить поступающему низший балл за портфолио – 0 (ноль) баллов.

Баллы, начисленные за портфолио, включаются в сумму баллов вступительного испытания.

После проведения междисциплинарного экзамена абитуриента информируют о результатах междисциплинарного экзамена и баллах, набранных за портфолио. Итоговая сумма вступительного испытания не может превышать 100 баллов.

В случае несогласия с результатом вступительного испытания абитуриент вправе подать апелляцию на вступительное испытание, в т.ч. на результат междисциплинарного экзамена и/или оценку баллов за портфолио.

Электронные образы документов, подтверждающие достижения поступающего, располагаются в строгом соответствии с порядковым номером данного достижения в таблице.

№	Наименование достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов
1	Мотивационное письмо, включая резюме об учебной, научной, профессиональной деятельности, описывает в т.ч. все предоставленные в качестве портфолио достижения, отражает причины выбора университета и образовательной программы	Мотивационное письмо (печатный текст, А4, не менее 1000 и не более 3000 символов)	0-20
2	Статьи, индексируемые в Scopus или Web of Science (количество статей суммируется, баллы делятся на количество авторов)	ссылка на публикацию на сайте <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a> или <a href="https://www.publons.com">https://www.publons.com</a>	8
3	Статьи, индексируемые в РИНЦ, за исключением учтенных в п.2 (количество статей суммируется, баллы делятся на количество авторов)	ссылка на публикацию на сайте <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	4
4	Патент на изобретение / Патент на полезную модель / Свидетельство о регистрации базы данных, программы для ЭВМ или топологии ИС (количество РИД суммируется, баллы делятся на количество авторов)	ссылка на публикацию на сайте <a href="https://fips.ru">https://fips.ru</a> или ином патентном сайте	8 / 4 / 4
5	Наличие именного сертификата ФИЭБ	сертификат ФИЭБ по направлению подготовки, по которому поступающий участвует в конкурсе	3
6	Наличие статуса победителя Школы магистров СПбПУ	диплом победителя	3
7	Наличие статуса победителя или призера профильных международных, всероссийских, региональных студенческих олимпиад	диплом победителя или призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды)	8
8	Наличие международных стажировок, включая международные научные школы	документ о прохождении стажировки	3

9	Представление доклада на научных международных, всероссийских конференциях, за исключением указанных в пп. 2-3	документ, подтверждающий факт доклада	4
10	Диплом победителя научной конференции / выставки	диплом победителя	3
11	Реализация проекта по программам «УМНИК», «СТАРТ» и др. Фонда содействия инновациям (руководство)	скан-копия договора / сертификата победителя / выписки и нормативных документов	5
12	Получение повышенной стипендии (Президента, Правительства РФ, Ученого совета университета, за учебную, научную и др. виды деятельности) при обучении по образовательным программам бакалавриата, учитывается каждый семестр	приказы о назначении на стипендию	3