

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

для поступающих в магистратуру по направлению подготовки

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Магистерские программы:

«Твердотельная электроника»

«Квантовая и оптическая электроника»

«Промышленная электроника и микропроцессорная техника»

«Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения  
информации»

Томск, 2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. №959.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Совета факультета электронной техники 20 октября 2021 г., протокол №15.

Декан ФЭТ



А.И. Воронин

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. зав. каф. ЭП



Н.И. Буримов

Зав. каф. ПрЭ



С.Г. Михальченко

Зав. каф. ФЭ



П.Е. Троян

Начальник УУ

Е. В. САВРУК



## **1. Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру**

Программа содержит перечень тем и вопросов для вступительного испытания по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и список рекомендуемой литературы для подготовки к экзамену по разделам:

- Материалы электронной техники;
- Вакуумная и плазменная электроника;
- Твердотельная электроника;
- Наноэлектроника;
- Квантовая и оптическая электроника;
- Микросхемотехника.

Форма вступительного испытания и регламент проведения определяются Правилами приёма в ТУСУР.

## **2. Содержание учебных дисциплин**

### **2.1 Дисциплина «Материалы электронной техники»**

Основные сведения о строении материалов и их классификация. Основные характеристики и классификация проводников. Проводящие и резистивные материалы. Резистивные элементы. Электрофизические свойства проводников. Полупроводниковые материалы. Основные физические процессы в диэлектриках. Пассивные диэлектрики. Основные характеристики и типы конденсаторов. Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники. Магнитные материалы и компоненты. Методы исследования материалов и элементов электронной техники.

### **2.2 Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника»**

Электронный поток, его формирование и транспортировка, интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки, способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы), транспортировка электронного потока и способы ограничения его поперечных размеров. Преобразование энергии



электронного потока в другие виды энергии, способы, основанные на взаимодействии с внешними электромагнитными полями, энергетический эффект взаимодействия. Ионизованный газ и плазма. Элементарные процессы в плазме и на пограничных поверхностях. Основные методы генерации плазмы. Модели для описания свойств плазмы. Типы газовых разрядов. Общие свойства плазмы. Радиус Дебая. Квазинейтральность плазмы. Классификация плазмы. Электропроводность плазмы. Явления переноса. Плазма в магнитном поле. Колебания. Неустойчивости и эмиссионные свойства плазмы

### **2.3 Дисциплина «Твердотельная электроника»**

Виды пробоя  $p-n$  перехода. Характеристики лавинного механизма пробоя. Стабилитрон: определение, параметры. Принцип действия биполярного транзистора. Потоки носителей заряда в транзисторе. Внутренние и внешние физические параметры биполярного транзистора. Особенности биполярного транзистора интегральных схем. Эффект модуляции толщины базы транзистора коллекторным напряжением (эффект Эрли) и его следствия. Частотные свойства биполярного транзистора. Виды тиристоров. Принцип действия диодного тиристора. Классификация полевых транзисторов. Принцип действия полевого транзистора с индуцированным и встроенным каналами. Основные характеристики полевых транзисторов.

### **2.4. Дисциплина «Нанoeлектроника»**

Квантово-размерные объекты и их классификация. Полупроводниковые наногетероструктуры. Полупроводниковые сверхрешетки. Общие принципы формирования квантово-размерных структур. 2D-электронный газ в магнитном поле. Целочисленный и дробный квантовый эффект Холла. Эффект Ааронова-Бома. Эффект Штарка. Квантоворазмерный эффект Штарка в наногетероструктурах с квантовыми ямами. Туннельный эффект. Эффект Джозефсона. Кулоновская блокада. Кулоновская блокада с одним туннельным переходом. Кулоновская блокада с двумя туннельными переходами.

Сотуннелирование. Диоды на резонансном туннелировании. Транзисторы на резонансном туннелировании. Одноэлектронный транзистор. Транзисторы с высокой подвижностью НЕМТ.

## **2.5. Дисциплина «Квантовая и оптическая электроника»**

Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами и молекулами. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Свойства, распространения и преобразование лазерных пучков. Линейная кристаллооптика. Нелинейная оптика. Оптические явления в однородных полупроводниках и гетероструктурах. Мазеры. Газовые лазеры. Твердотельные и жидкостные лазеры. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Фотоприемники и приборы управления оптическим излучением. Оптические методы передачи и обработки информации.

## **2.6. Микросхемотехника**

Синтез и анализ комбинационных цифровых устройств. Логические элементы. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры. Цифровые сумматоры. Цифровые компараторы. Программируемые логические интегральные схемы. Постоянные запоминающие устройства. Синтез и анализ последовательностных цифровых устройств. Триггеры. Регистры. Счетчики. Делители частоты. Распределители импульсов и уровней. Оперативные запоминающие устройства. Принципы аналоговой микросхемотехники. Основные и специальные аналоговые функции. Классификация аналоговых интегральных схем. Интегральные операционные усилители.

### **3. Рекомендуемая литература**

#### **3.1 Дисциплина «Материалы электронной техники»**

1. Материалы электронной техники: Учебник для вузов / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2001. – 368 с.
2. Материалы и элементы электронной техники: Учебное пособие / Л. Р. Битнер. – Томск: ТУСУР, 2007. – 214 с
3. Конденсаторы и резисторы: Методическое пособие для самостоятельной работы / Р. М. Капилевич, Л. Р. Битнер. – Томск: ТУСУР, 2005. – 79 с.

#### **3.2 Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника»**

1. Вакуумная и плазменная электроника: учебное пособие / Л. Р. Битнер. – Томск: ТУСУР, 2007. – 150 с.
2. Вакуумная и плазменная электроника: учебное пособие / А. И. Аксенов, Е. М. Окс, А. Ф. Злобина. – Томск: ТУСУР, 2007. – 164 с.

#### **3.3 Дисциплина «Твердотельная электроника»**

1. Гуртов, В. А. Твердотельная электроника: Учебное пособие. – М.: Техносфера, 2005. – 408 с.
2. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы / В. В Пасынков, Л. К. Чиркин // Учебник для вузов. – СПб.: Лань, 2006. – 480 с.
3. Троян, П. Е. Твердотельная электроника: Учебное пособие / П. Е. Троян. — Томск: ТУСУР, 2006. – 330 с.



### 3.4 Дисциплина «Нанoeлектроника»

1. Драгунов В.П. Основы нанoeлектроники: учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. – М. : Физматкнига ; М. : Логос ; М. : Университетская книга, 2006. – 494 с. – ISBN 5-98704-054-X. – ISBN 5-89155-149-7

2. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника: учебное пособие для вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 224 с. — ISBN 978-5-94774-914-4

### 3.5 Дисциплина «Квантовая и оптическая электроника»

1. Введение в квантовую и оптическую электронику: учебное пособие / С. М. Шандаров, А. И. Башкиров. – Томск: ТУСУР, 2007. – 94 с.

2. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. Н. Пихтин. — М. : Абрис, 2012. — 656 с.

### 3.6 Дисциплина «Микросхемотехника»

1. Легостаев, Н.С. Микроэлектроника: Учеб. Пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов – Томск: Эль Контент, 2013. – 172 с. – ISBN 978-5-4332-0073-9.

2. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники: Учебник : 3-е., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 384 с.: ил.- (Учебник для вуза. Специальная литература.). – ISBN 978-5-8114-0866-5.