

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
электроники, фотоники и
молекулярной физики
А.С. Батурин**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Перспективные направления развития электроники
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра электроники
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составили:

А.С. Батурин, канд. физ.-мат. наук

С.В. Лисовский

Программа обсуждена на заседании кафедры электроники 26.12.2023

Аннотация

Курс "Перспективные направления развития электроники" предусматривает получения знаний об электроне как носителе информационного сигнала, краткое описание развитых в электронике направлений на основе свойств электрона, анализ возможностей уже развитых направлений электронной техники.

Задачи дисциплины:

Показать уровень физических ограничений в отраслях электронной техники. Рассмотреть возможность использования других носителей информационного сигнала, а также создания на их основе новых направлений в науке и технике.

По результатам освоения курса студент должен:

Знать:

Свойства электрона как носителя информационного сигнала: заряд, массу, магнитный момент, время жизни, классический радиус, спин, дебройлевскую длину волны излучения, размер электрона, условия интерпретации электрона как квазичастицы.

Уметь:

Проводить оценки параметров электронных приборов и систем;

Изучить конструктивные особенности электронных приборов данного класса;

Уметь проводить сравнительный анализ электронных приборов, работающих на разных физических принципах.

Владеть:

Физическими моделями приборов электроники различного назначения

Основное содержание курса изложено в следующих разделах:

1. От электронов к электронике
2. Вакуумная электроника
3. Плазменная электроника
4. Твердотельная электроника
5. Рождение микроэлектроники
6. Квантовая электроника
7. Оптоэлектронные явления и приборы на их основе
8. Физические основы наноэлектроники
9. Метатроника – новое направление в электронике
10. Графеновая электроника– новое направление в электронике
11. Мемристорная электроника – новое направление в электронике
12. Спинтроника – новое направление в электронике

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- дать представление об электроне как носителе информационного сигнала. Кратко описать развитых в электронике направлений на основе свойств электрона. Дать анализ возможностей уже развитых направлений электронной техники.

Задачи дисциплины

- показать уровень физических ограничений в отраслях электронной техники. Рассмотреть возможность использования других носителей информационного сигнала, а также создания на их основе новых направлений в науке и технике.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- свойства электрона как носителя информационного сигнала: заряд, массу, магнитный момент, время жизни, классический радиус, спин, дебройлевскую длину волны излучения, размер электрона, условия интерпретации электрона как квазичастицы.

уметь:

- проводить оценки параметров электронных приборов и систем;
- изучить конструктивные особенности электронных приборов данного класса;
- уметь проводить сравнительный анализ электронных приборов, работающих на разных физических принципах.

владеть:

- физическими моделями приборов электроники различного назначения.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	От электронов к электронике	2			1
2	Вакуумная электроника	4			2
3	Плазменная электроника	2			1
4	Твердотельная электроника	4			2
5	Рождение микроэлектроники	2			1
6	Квантовая электроника	2			1
7	Оптоэлектронные явления и приборы на их основе	2			1
8	Физические основы наноэлектроники	4			2
9	Метатроника – новое направление в электронике	2			1
10	Графеновая электроника – новое направление в электронике	2			1
11	Мемристорная электроника – новое направление в электронике	2			1
12	Спинтроника – новое направление в электронике	2			1
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	45 час., 1 зач.ед.
--------------------	--------------------

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. От электронов к электронике

Электрон как носитель информационного сигнала. Свойства и характеристики электрона. Свободные и связанные электроны. Приборы и устройства одноэлектроники. Новые технологии обработки информации – плазмоника и поляритоника, солитоника.

2. Вакуумная электроника

Модель прибора вакуумной электроники. Эмиссия электронов с предварительным возбуждением. Закон Ричардсона-Дешмана. Законы Столетова, Эйнштейна. Эмиссия электронов без предварительного возбуждения. Приборы и устройства вакуумной электроники.

3. Плазменная электроника

Приборы плазменной электроники: тиратроны, декатроны, аркатроны, газоразрядный лазер, плазменные панели, жидкокристаллические мониторы. Приборы на квантовых точках.

4. Твердотельная электроника

Зонная структура полупроводников. Первая транзисторная революция. Биполярные и полевые транзисторы и их характеристики. Интегральный транзистор и вторая транзисторная революция.

Твердотельные фотоэлектронные приборы. Флеш память.

5. Рождение микроэлектроники

Первые детекторы радиосигналов. Первый полупроводниковый транзистор. Транзисторная элементная база. Интегральные схемы. Микропроцессоры и ЭВМ на их основе. Закон Мура. Система на кристалле. Нанотранзисторные структуры. Печатная электроника.

6. Квантовая электроника

Излучательные переходы электронов. Индуцированное излучение, коэффициенты Эйнштейна. Конструкции лазеров. Типы лазеров. Волоконные лазеры. Лазерное вооружение. Нанолазеры, спазеры.

7. Оптоэлектронные явления и приборы на их основе

Интегральные светодиоды. Фоторезисторы. Фототранзисторы. Оптроны. Солнечные батареи. Гелиостанции.

8. Физические основы наноэлектроники

Электроны в квантовой структуре. Квантовое ограничение. Волновые функции в потенциальной яме. Баллистический транспорт. Квант сопротивления. Спиновые эффекты. Гигантское магнитосопротивление. Туннельное магнитосопротивление. От микро- к наноэлектронике. Квантовый компьютер.

9. Метатроника – новое направление в электронике

Как заменить электронные схемы фотонными. Метаматериалы. Левые метаматериалы-основа метатроники. Преобразователь – наноскопические стержни. «Дырявый» оптический ЧИП. Фотоны заменяют электроны.

10. Графеновая электроника – новое направление в электронике

Аллотропные модификации углерода. Электроны в графене. Парадокс Клейна. Графеновая микроэлектроника. Дисплей на основе графена. Графеновый ионистор. Нанотранзисторы на графене. Графеновый лазер.

11. Мемристорная электроника – новое направление в электронике

Новый электрический параметр – мемристор. Мемристорный переключатель. Кроссбар архитектура. Элементы мемристорной памяти. Мемристорные микросхемы. Мемристорный компьютер.

12. Спинтроника – новое направление в электронике

Свойства магнитоупорядоченных структур. Приборы на магнитостатических волнах. Спиновой транзистор. Цифровые приборы спинтроники.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, снабженная доской, экраном и медиапроектором.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Литература выдается на кафедре:

1. Щука, А. А. Электроника. В 4 ч. Ч. 1. Вакуумная и плазменная электроника. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2016
2. Щука, А. А. Электроника. В 4 ч. Ч. 2. Микроэлектроника. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2016
3. Щука, А. А. Электроника. В 4 ч. Ч. 3. Квантовая и оптическая электроника. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2016
4. Щука, А. А. Электроника. В 4 ч. Ч. 4. Функциональная электроника. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2016

Дополнительная литература

Литература выдается на кафедре:

1. Щука А. А. Электроника. - 2-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2008

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

не предусмотрены.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра электроники
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Зачет

Разработчики:

А.С. Батурин, канд. физ.-мат. наук

С.В. Лисовский

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Перспективные направления развития электроники» обучающийся должен:

знать:

- свойства электрона как носителя информационного сигнала: заряд, массу, магнитный момент, время жизни, классический радиус, спин, дебройлевскую длину волны излучения, размер электрона, условия интерпретации электрона как квазичастицы.

уметь:

- проводить оценки параметров электронных приборов и систем;
- изучить конструктивные особенности электронных приборов данного класса;
- уметь проводить сравнительный анализ электронных приборов, работающих на разных физических принципах.

владеть:

- физическими моделями приборов электроники различного назначения.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы для проведения зачета.

1. Какие приборы одноэлектроники вы знаете?
2. Какие виды эмиссии электронов с предварительным возбуждением вы знаете?
3. Какие виды эмиссии электронов без предварительного возбуждения вы знаете?
4. Конструкция и функциональное назначение вакуумного клистрона.
5. Какова конструкция панелей на квантовых точках?
6. Конструкция интегрального транзистора. Элементная база интегральных схем.
7. Закон Мура. Физические проблемы интегральной микроэлектроники.
8. Конструкции лазеров. Типы лазеров.
9. Электроны в квантовой структуре.
10. Левые метаматериалы. Метатроника.
11. Графеновая микроэлектроника. Парадокс Клейна.
12. Мемристор. Элементы мемристорной электроники.
13. Спиновой транзистор как элемент спинтроники.

Критерии оценивания

Оценка "зачтено" выставляется при 50% и более посещенных занятий и при сданном реферате по тема курса.

Оценка "не зачтено" выставляется при менее 50% посещенных занятий и/или не при сданном реферате по тема курса.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Зачет выставляется при 50% и более посещенных занятий и при сданном реферате по темам курса.