

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА
ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Составлена в соответствии с федеральными
Государственными требованиями к структуре
основной профессиональной образовательной
программы послевузовского профессионального
образования (аспирантура)

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке
П.С. Аветисян
« 30 » апреля 2025 г.

Институт: Инженерно-Физический
Кафедра: Общей физики и квантовых наноструктур

Учебная программа подготовки аспиранта и соискателя
ДИСЦИПЛИНА: 2.1.7 Основные вехи развития электроники

1.3.11
-Шифр

Физика полупроводников
наименование научной специальности

Программа одобрена на заседании
кафедры

протокол № 06 от 18 апреля 2025 г.

Утверждена Ученым Советом ИФИ

протокол № 05 от 30 апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой

д-р физ.-мат. наук, доц. Д.Б. Айрапетян
И.О.Ф, ученая степень, звание

Разработчик программы

д-р физ.-мат. наук, проф. Э.М. Казарян
И.О.Ф, ученая степень, звание

Ереван 2025

Общие положения

1. Настоящая рабочая программа обязательной дисциплины **«Основные вехи развития электроники»** образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) ориентирована на аспирантов физико-технического направления РАУ по специальности 01.04.10. физика полупроводников.

В курсе излагается развитие электроники начиная с раннего этапа до современности в исторической последовательности их возникновения. Рассматриваются методологические вопросы истории науки и обсуждается влияние различных сторон общественной жизни на развитие электроники. Специальное место отведено также современным тенденциям развития нанoeлектроники.

1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины **«Основные вехи развития электроники»** является ознакомление аспирантов с историческими основами и нормами, с научным анализом условий, определяющих ход ее развития на отдельных исторических этапах (радиоэлектроника, микроэлектроника, нанoeлектроника).

Учебной задачей является подготовка молодого ученого, умеющего в современную эпоху экспоненциального развития электроники, правильно соориентироваться в огромном количестве истинно научных представлений.

Дисциплина **«Основные вехи развития электроники»** относится к циклу обязательных дисциплин и входит в состав образовательной составляющей учебного плана по направлению обучения в аспирантуре по специальности 01.04.10 Физика полупроводников.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Аспирант должен

-Знать:

- основные этапы развития и современные достижения электроники.
- Историю возникновения развития электроники, её основные этапы, физические законы и явления в электронике, роль ученых и изобретателей, перспективы развития

- Уметь:

- Формулировать и объяснять основные принципы обработки информации в электронике.

- Владеть:

- Способностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии. Владеть навыками получения информации об электронике из разных источников (литература, интернет источники, учебники).

3. Объем дисциплины (модуля) и количество учебных часов

Вид учебной работы	Кол-во зачетных единиц*/уч.часов
Аудиторные занятия	1/26
Лекции (минимальный объем теоретических знаний)	8
Семинар	18
Практические занятия	-
Другие виды учебной работы (авторский курс, учитывающий результаты исследований научных школ Университета, в т.ч. региональных)	-
Формы текущего контроля успеваемости аспирантов	-
Внеаудиторные занятия:	-
Самостоятельная работа аспиранта	10
ИТОГО	36
Вид итогового контроля	Составляющая экзамена кандидатского минимума зачет

4. Содержание дисциплины (модуля)

4.1 Содержание лекционных занятий

№ п/п	Содержание	Кол-во уч.часов
	<i>Введение</i> Основные этапы развития электроники	
	Глава 1 Радиоэлектроника	3
1	Заявка исследователя Ли де Фореста на изобретенную им конструкцию электронной лампы-вакуумного триода (1906г., Первая королева)	
2	Физические ограничения применения электронных ламп в радиоэлектронике	
	Глава 2. Полупроводниковая электроника-микроэлектроника	2
3	Создание твердотельного полупроводникового усилителя электрических сигналов (1947г., У. Шокли, Дж. Бардин, У. Бриттен)	

4	Транзистор-элементная база полупроводниковой электроники. Главные особенности транзистора	
5	p-n переход. Способы получения p-n переходов	
6	Биполярные транзисторы. Принцип работы биполярного транзистора. Быстродействие транзистора	
7	Полевой транзистор. Принцип работы, основные параметры: крутизна, быстродействие	
8	Пути совершенствования биполярных и полевых транзисторов	
9	Интегральная схема	
	Глава 3 Нанoeлектроника	3
10	Введение – определение нанонауки и нанотехнологии (“Внизу много места” Р. Фейнман, 1959)	
11	Элементная база нанoeлектроники – “гетеропереход”, типы гетеропереходов, примеры	
12	Классификация низкоразмерных структур и наноматериалов: квантовых ям, проволок, точек, сверхрешеток. Энергетический спектр носителей заряда, плотность состояний	
13	Свойство углеродных наноструктур (Графен)	
14	Интерференционные эффекты в наноструктурах. Эффект Ааронова Бома	
15	Транспортные явления в наноразмерных структурах	
16	Одноэлектроника	
17	Физические основы спинтроники	
18	Технология создания наноструктур (эпитаксиальные методы, методы зондового сканирования, нанолитография)	
19	Нанoeлектронные приборы (обзор)	
	Всего:	8

4.2 Семинарские занятия

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Биполярные транзисторы. Принцип работы биполярного транзистора. Быстродействие транзистора	4
2	Полевой транзистор. Принцип работы, основные параметры: крутизна, быстродействие	4
3	Элементная база нанoeлектроники – “гетеропереход”, типы гетеропереходов, примеры	4
4	Технология создания наноструктур (эпитаксиальные методы, методы зондового сканирования, нанолитография)	3
5	Нанoeлектронные приборы (обзор)	3
	Всего:	18

4.3 Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

4.4 Другие виды учебной работы

Другие виды учебной работы не предусмотрены учебным планом.

4.5 Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Кол-во уч. часов
1	Ознакомление с учебной и научной литературой.	3
2	Усвоение методов решения одночастичных и многочастичных задач в криволинейных координатах в том числе и с учетом кривизны пространства.	3
3	Всесторонний качественный и количественный анализ полученных физических результатов.	3
4	Усвоение навыков оформления научных статей.	1
Всего:		10

5 Перечень контрольных мероприятий и вопросы к экзаменам кандидатского минимума

Перечень вопросов к экзаменам кандидатского минимума:

1. Заявка исследователя Ли де Фореста на изобретенную им конструкцию электронной лампы-вакуумного триода (1906г., Первая королева)
2. Физические ограничения применения электронных ламп в радиоэлектронике
3. Создание твердотельного полупроводникового усилителя электрических сигналов (1947г., У. Шокли, Дж. Бардин, У. Бриттен)
4. Транзистор-элементная база полупроводниковой электроники. Главные особенности транзистора
5. p-n переход. Способы получения p-n переходов
6. Биполярные транзисторы. Принцип работы биполярного транзистора. Быстродействие транзистора
7. Полевой транзистор. Принцип работы, основные параметры: крутизна, быстродействие
8. Пути совершенствования биполярных и полевых транзисторов
9. Интегральная схема
10. Элементная база нанoeлектроники – “гетеропереход”, типы гетеропереходов, примеры
11. Классификация низкоразмерных структур и наноматериалов: квантовых ям, проволок, точек, сверхрешеток. Энергетический спектр носителей заряда, плотность состояний
12. Свойство углеродных наноструктур (Графен)
13. Интерференционные эффекты в наноструктурах. Эффект Ааронова Бома
14. Транспортные явления в наноразмерных структурах
15. Одноэлектроника
16. Физические основы спинтроники
17. Технология создания наноструктур (эпитаксиальные методы, методы зондового сканирования, нанолитография)
18. Нанoeлектронные приборы (обзор)

6 Образовательные технологии

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

1. Сопровождение лекций показом визуального материала.
2. Проведение лекций с использованием интерактивных методов обучения.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Учебно-методические и библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют качественное освоение аспирантом образовательной программы. Университет располагает обширной библиотекой, включающей научную литературу по физике, научные журналы и труды научно-практических конференций по основополагающим проблемам науки и практики управления.

7.1. Основная литература:

- Lucia, O., Martins, J., Ibrahim, Y., Umetani, K., Gomes, L., Hiraki, E., Zeroug, H. and Manic, M., 2021. Industrial Electronics Education: Past, Present, and Future Perspectives. IEEE Industrial Electronics Magazine, 15(1), pp.140-154.
- Routray, S.K., 2004, June. History of Electronics. In The 2004 IEEE Conference on the History of Electronics (CHE2004).
- Электроника: прошлое, настоящее, будущее, Сб. ст. перевод с англ., М., 1979.
- Левинштейн М.Е., Симин Г.С. “Знакомство с полупроводниками”, библиотека “Квант”, вып.33, М., Наука, 1984.
- Левинштейн М.Е., Симин Г.С. “Барьеры”, библиотека “Квант”, вып. 65, М., Наука, 1987.
- Ղազարյան Է.Ա, Մարգարյան Բ.Ա “Էլեկտրոնիկայի պատմությունը”, գիտությունների և տեխնոլոգիաների համաժողով, № 1, 16, 2008.
- Федотов А.Я. ”Основы физики полупроводниковых приборов”, 2 изд., М., 1969.
- Мейндл Дж. “Элементы микроэлектронных схем”, УФН, , т.127, в. 2, 1979.
- Интегральные схемы, перевод с англ., М., 1970.
- Алферов Ж.И. “Гетеропереходы в полупроводниковой электронике”, в кн. “Физика сегодня и завтра” под ред. Тучкевича В.Н., Л., 1973.

- Шишкин Г.Г., Агеев И.М. “Нанoeлектроника. Элементы, приборы устройства”, М., Изд. Бином, 2011.

7.2. Дополнительная литература

7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.scholar.google.com>
2. <http://adsabs.harvard.edu>

8 Материально-техническое обеспечение

Кафедра располагает соответствующим компьютерным оборудованием позволяющим проводить численные расчеты. Можно также использовать компьютерный кластер кафедры теоретической физики ЕГУ.