

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО
решением
Ученого совета ННГУ
протокол от
« ____ » _____ 202_ г. № ____

Рабочая программа дисциплины

Проектирование интегральных схем мемристорной
наноэлектроники

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.04.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
магистерская программа "Квантовые и нейроморфные технологии"

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)
магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала обучения
2023

(для обучающихся какого года начала обучения разработана Рабочая программа)

Нижний Новгород

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники» относится к вариативной части Б1.В блока Б1 «Дисциплины (модули)», является элективной дисциплиной, преподается на втором году обучения, в третьем семестре.

Целями освоения дисциплины «Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники» являются:

- формирование представления о новой парадигме в электронике – построении ее на основе мемристоров;
- выработка компетенций в области проектирования интегральных схем, включающих наноэлектронные компоненты;
- освоение обучающимися методов и подходов к построению интегральных схем мемристорной наноэлектроники
- .

2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины «Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники» составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (1 час – мероприятия промежуточной аттестации; 16 часов занятия лекционного типа, 16 часов занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (39 часов самостоятельная работа в течение семестра).

**Содержание дисциплины «Проектирование интегральных схем
мемристорной наноэлектроники»**

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | В том числе | | | | |
|---|--------------|--|---------------------------|----------------------------|-------|---|
| | | контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них | | | | Самостоятельная работа в течение семестра, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего | |
| 1. Введение. Мемристоры, нейронные сети и интегральные схемы. | 20 | 2 | 2 | – | 4 | 24 |
| 2. Физико-технологическое проектирование искусственных нейронных сетей. | 20 | 2 | 2 | – | 4 | 24 |
| 3. Физико-топологическое проектирование искусственных нейронных сетей. | 30 | 4 | 4 | – | 8 | 38 |
| 4. Схемотехническое проектирование искусственных нейронных сетей. | 30 | 4 | 4 | – | 8 | 38 |
| 5. Функционально-логическое проектирование искусственных нейронных сетей. | 24 | 2 | 2 | – | 4 | 28 |
| 6. Достоверность операций с использованием искусственных нейронных сетей. | 20 | 2 | 2 | – | 4 | 24 |
| В т.ч. текущий контроль | 2 | 2 | | | | – |
| Промежуточная аттестация – зачет | | | | | | |

3. Образовательные технологии

- 1) Чтение лекций;
- 2) сопровождение лекций написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) методика «вопросы и ответы»;
- 4) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 5) работа в парах над практическим заданием.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">ПК-1</p> <p>Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</p> | <p>(ПК-1) Знать современные методы мемристорной наноэлектроники.</p> <p>(ПК-1) Уметь совершенствовать и внедрять новые методы и методики в мемристорной наноэлектронике.</p> <p>(ПК-1) Владеть навыками разработок интегральных схем мемристорной наноэлектроники.</p> |

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники» является **зачет**.

По итогам зачета выставляется оценка «Зачтено» или «Не зачтено». Оценка «Не зачтено» означает отсутствие аттестации, оценка «Зачтено» выставляется при успешном прохождении аттестации.

6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- выполнение практических заданий (текущий контроль, промежуточная аттестация).

Примеры практических заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Критериями оценивания являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины.

«Не зачтено» – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

«Зачтено» – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности.

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

6.3.1. При проведении промежуточной аттестации обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие

программу дисциплины «Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники»:

1. Мемристоры.
2. Технологии формирования мемристивных структур.
3. Резистивное переключение.
4. Нейронные сети.
5. Топологии интегральных схем.
6. Интегральные схемы, имитирующие поведение нейронных сетей.
7. Радиационные эффекты в электронных схемах.

6.3.2. Примеры практических заданий для практических занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Рассчитать токи и напряжения в замкнутой цепи с одним или двумя мемристивными элементами.
2. Спроектировать аппаратную реализацию нейронной сети по типу персептрона на основе мемристоров.
3. Спроектировать аппаратную реализацию нейронной сети радиально-базисных функций на основе мемристоров.
4. Спроектировать аппаратную реализацию нейронной сети Хопфилда на основе мемристоров.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 №55-ОД.

2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Зи С.М. Технология СБИС. Кн.1 – М.: Мир, 1986. – 404 с. -**3 экз.**
2. Зи С.М. Технология СБИС. Кн.2 – М.: Мир, 1986. – 453 с. -**3 экз.**
3. Бубенников А.Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем. – М.: Высшая школа, 1989. – 320 с. -**4 экз.**

б) дополнительная литература:

1. Шкелев Е.И. Электронные цифровые системы и микропроцессоры. – Нижний Новгород: Издательство ННГУ, 2004. – 153 с. – **9 экз.**

2. Валиев К.А., Вьюрков В.В., Орликовский А.А. Кремниевая наноэлектроника: проблемы и перспективы // Успехи современной радиоэлектроники. 2010. №6. С.7-22. http://irbis.sstu.ru/cgi-bin/irbis64r_13/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=MARS&P21DBN=MARS&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%9E%D1%80%D0%B%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9,%20%D0%90.%20%D0%90.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный ресурс <http://www.synopsys.com>; демонстрационная версия программы «TCAD Sentaurus»; демонстрационная версия программы «Microwave Office».
2. Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ <http://www.lib.unn.ru/>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Для практических занятий, связанных с работами на персональных компьютерах, используются терминал-классы, оборудованные в соответствии с требованиями охраны труда.

ННГУ обеспечен всем необходимым программным обеспечением для проведения практических занятий, связанных с работами на персональных компьютерах.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Автор(ы):

Зав. лаб. мемристорной наноэлектроники
НОЦ ФТНС ННГУ, к. ф.-м. н. _____ / Михайлов А.Н. /

доцент кафедры теоретической физики
физического факультета,
к. ф.-м. н. _____ / Конаков А.А. /

лаборант-исследователь
НОЦ ФТНС ННГУ _____ / Лобанова В.А. /

Рецензент(ы):

Зав. кафедрой теоретической физики
физического факультета,
д. ф.-м. н., доцент _____ / Бурдов В.А. /

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ от « » _____ 202_ года,
протокол № б/н.

Председатель
Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ _____ / Перов А.А. /