

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**Физический факультет  
Кафедра физики полупроводников, электроники и наноэлектроники**

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от «31» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Основы проектирования приборов радиوفотоники и оптоэлектроники»**

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
Направленность (профиль): Радиопотоника и оптоэлектроника

Форма обучения: очная

2021 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования приборов радиофотоники и оптоэлектроники» относится к дисциплинам по выбору формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Радиофотоника и оптоэлектроника». Данная дисциплина преподаётся в восьмом семестре.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-6. Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам технического условиям и другим нормативным документам	ПК-6.1. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков ПК-6.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации ПК-6.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами	<b>Знать</b> базовые принципы составления технической документации  <b>Уметь</b> составлять конструкторскую документацию с использованием нормативных и справочных данных устройств радиофотоники и оптоэлектроники  <b>Владеть</b> навыками проектирования устройств радиофотоники и оптоэлектроники	Контрольные вопросы	Зачет: Контрольные вопросы
ПК-7. Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-7.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов ПК-7.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов ПК-7.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	<b>Знать</b> принципы проектирования комбинационных и последовательностных логических схем <b>Уметь</b> составлять описание логических схем на языках описания аппаратуры <b>Владеть</b> навыками синтеза логических схем в программе Quartus.	Задачи	Зачет: Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	26
- занятия семинарского типа	26
- контроль самостоятельной работы	1
самостоятельная работа	19 (работа в семестре)
Промежуточная аттестация	8 семестр – зачет

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
1. Физические принципы лежащие в основе работы приборов радиодетоники	6	4	-	-	-	4	2
2. Физико-топологическое моделирование схем радиодетоники и оптоэлектроники	6	4	-	-	-	4	2
3. Схемотехническое проектирование	14	4	-	8	-	12	2
4. Базовые логические схемы.	13	4	-	6	-	10	3
5. Функционально-логическое проектирование.	14	4	-	6	-	10	4
6. Минимизация логических функций, проектирование цифровых схем.	12	4	-	6	-	10	2
7. Автоматизация поиска неисправностей и топологического проектирования.	6	2	-	-	-	2	4
<b>Зачет – 1 час</b>							-

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Дэвид М. Харрис Сара Л. Харрис Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / пер. с англ. Imagination Technologies. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 792с.

### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство – Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6**

1. Какой тип проектирования осуществляется с помощью программы PSPICE ?
  1. физико-топологическое
  2. схемотехническое
  3. функционально-логическое
  4. топологическое
2. Что вычисляет программа PSPICE?
  1. величину сопротивления
  2. величину емкости
  3. узловые потенциалы
  4. ширину транзистора
3. Базовыми логическими схемами в логике полевых транзисторов с затвором Шоттки на GaAs являются:
  1. «И»
  2. «ИЛИ»
  3. «ИЛИ-НЕ»
4. Цепь смещения в инверторе в логике полевых транзисторов с затвором Шоттки на GaAs служит для смещения:
  1. частоты
  2. времени
  3. температуры
  4. потенциалов
5. По какому параметру согласуют цифровые интегральные схемы?
  1. температуре
  2. времени
  3. уровням сигналов
  4. частоте
6. С какой точки выгоднее начинать автоматическую трассировку схемы волновым алгоритмом?
  1. с середины схемы
  2. с края схемы

7. Чем отличаются схемы сумматора и полусумматора?

1. количеством входов
2. количеством выходов

8. С помощью карты Карно получаем:

1. совершенную нормальную дизъюнктивную форму логической функции
2. минимальную дизъюнктивную форму логической функции

9. Какой тип моделирования дает наиболее точные характеристики полупроводниковых приборов?

1. физико-топологическое
2. схемотехническое
3. функционально-логическое
4. топологическое

10. Чем обусловлен риск сбоя единицы?

1. неисправностью в схеме
2. неправильными сигналами
3. разной задержкой сигналов
4. сбоем нуля

#### **Критерии оценивания (оценочное средство – Контрольные вопросы)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
зачтено	Владение программным материалом, понимание сущности работы логических схем.
не зачтено	Полное непонимание сущности работы простейших логических схем.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-7**

1. Получить у преподавателя функционально-логическую схему.
2. Согласно полученной схеме составить таблицу истинности.
3. Составить принципиальную схему.
4. Нарисовать графики входных и выходного импульсов.
5. Согласно принципиальной схеме создать входной файл описания схемы и процесса моделирования для программы Quartus.
6. Провести моделирование в программе PSPICE, результат представить преподавателю.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача решена, студент получает правильный результат, возможны пояснения и комментарии преподавателя.
не зачтено	Нет понимания условий задачи, студент не может найти путь ее решения даже при пояснениях преподавателя.

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы навыки	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	--------------------------------------

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

#### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

#### Оценочное средство - Контрольные вопросы

#### Зачёт

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знание основных принципов проектирования приборов радиофотоники и оптоэлектроники.
не зачтено	Неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-6** (Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам)

1. Физические ограничения на предельные размеры и быстродействие приборов радиофотоники и оптоэлектроники.
2. Волновой алгоритм автоматической трассировки.
3. Физико-топологическое моделирование. Пределы применимости диффузионно-дрейфового приближения.
4. Итерационный метод Гуммеля для решения системы уравнений.
5. Физико-топологическая модель полевого транзистора с затвором Шоттки (ПТШ) на GaAs.
6. Разностная неисправная функция. Виды неисправностей.
7. Процедура поиска неисправностей схем радиофотоники.
8. Схемотехническое моделирование схем радиофотоники и оптоэлектроники.
9. Топология схем радиофотоники.
10. Минимизация логических функций с помощью карты Карно.
11. Модулятор по схеме Маха-Цендера.
12. Логические элементы радиофотоники.
13. Схемы “И - НЕ”, “ИЛИ - НЕ”.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-7** (Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования)

1. Алгебра логики.
2. Совершенная дизъюнктивная и конъюнктивная форма представления логических функций.
3. Геометрическое и кубическое представление логических функций.
4. Статический режим сбоя.
5. Полусумматор, сумматор.
6. Дешифратор.
7. Компаратор.
8. Мультиплексор.
9. RS - триггер.
10. D - триггер.
11. ИС памяти.
12. Дифференциальный усилитель.
13. Операционный усилитель.
14. Инвертор.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Методическое обеспечение:

*а) основная литература:*

1. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР: учебное пособие. Левицкий А.А., Маринушкин П.С., 2010. – 156 с.  
<https://e.lanbook.com/book/6046#authors>.
2. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение, М.: Мир, 1998. — 575 с.



<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=31189&idb=0>

*б) дополнительная литература:*

1. Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А. Физика квантовых низкоразмерных структур. М., Логос, 2000. -248 с.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=38775&idb=0>

*в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:*

1. Фонд интернет-изданий ННГУ <http://www.unn.ru/books/resources.html>

2. Программа PSPICE, открытая версия [https://en.freedownloadmanager.org/users-choice/Pspice\\_9.1\\_Student\\_Version.html](https://en.freedownloadmanager.org/users-choice/Pspice_9.1_Student_Version.html)

3. Журнал «Нано- и микросистемная техника» <http://www.microsystems.ru>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено оснащением лабораторного практикума оборудованием, предназначенным для выполнения лабораторных работ. При выполнении некоторых расчетов студенты могут воспользоваться техническими возможностями одного из имеющихся на физическом факультете ННГУ терминал-классов с установленным лицензионным программным обеспечением.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника.

Автор:

к.ф.-мат. наук, доцент кафедры физики полупроводников,  
электроники и нанoeлектроники

А.П. Горшков

Рецензент:

заведующий кафедрой  
теоретической физики, д.ф.-м.н.

В.А. Бурдов

Заведующий кафедрой  
физики полупроводников электроники  
и нанoeлектроники,  
д.ф.-м.н. профессор

Д. А. Павлов

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.05.2023, протокол № б/н.