

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
31.05.2023 г. №6

Рабочая программа дисциплины

Введение в проектирование изделий микроэлектроники

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

090303 «Прикладная информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

«Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2021

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ. 05.01 « <i>Введение в проектирование изделий микроэлектроники</i> » относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

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**	
<i>ПК-13. Способен осуществлять моделирование, анализ и оптимизацию радиоэлектронных средств на этапах их схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования</i>	<i>ПК-13.1. Демонстрирует знание основных понятий, связанных с моделированием, анализом и оптимизацией объектов схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования</i>	Знает основные понятия, связанные с моделированием, анализом и оптимизацией объектов схемотехнического проектирования.	<i>Контрольные вопросы Практические задания</i>
	<i>ПК-13.2. Демонстрирует умение построить математическую модель проектируемого объекта, поставить и решить на ней оптимизационную задачу</i>	Умеет построить аналоговую или цифровую математическую модель проектируемого объекта, поставить и решить на ней оптимизационную задачу.	
	<i>ПК-13.3. Имеет опыт схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования конкретных аналоговых и цифровых устройств микросистемной аппаратуры</i>	Владеет методами схемотехнического проектирования аналоговых и цифровых устройств микросистемной аппаратуры.	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	

аудиторные занятия (контактная работа):	66
- занятия лекционного типа	32
- занятия лабораторного типа	32
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	78
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работ обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Аналоговый и цифровой методы обработки информации. Суть аналогового метода обработки информации, его достоинства и недостатки. Принципиальная схема электрического аналога, ее базовые элементы и законы функционирования (закон Ома, законы Кирхгофа). Суть цифрового метода обработки информации, его достоинства и недостатки. Понятие цифрового автомата. Абстрактный цифровой автомат, закон его функционирования. Структурный цифровой автомат. Элементная база цифровой аппаратуры. Изделия интегральной микроэлектроники в качестве элементной базы современной аналоговой и цифровой аппаратуры.	8	2	0	0	2	6
Автоматизация процесса построения и анализа математической модели проектируемого аналогового устройства. Символьное или графическое описание принципиальной схемы аналогового устройства. Трансляция символьного/графического описания в матричное представление: матрицы проводимостей и инцидентностей. Формирование математической модели устройства в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка. Численные методы решения системы дифференциальных уравнений: методы Адамса-Маултона, Адамса-Башфорта, Гира.	22	2	2	8	12	10
Параметрическая оптимизация проектируемого аналогового устройства. Общая математическая постановка задачи	42	4	6	16	26	16

параметрической оптимизации как многокритериальной задачи нелинейного программирования и способы сведения ее к задаче безусловной минимизации. Сведение ограничений, зависящих от непрерывно изменяющегося параметра внешних воздействий, к дискретным ограничениям: сеточный метод, принцип гарантированного результата. Методы свертывания векторного критерия оптимизации в скалярный. Методы учета ограничений на варьируемые параметры. Качественные и численные методы минимизации одномерных и многомерных функций.						
Синтез цифровых автоматов. Классические методы синтеза цифровых автоматов. Синтез цифровых автоматов в нейросетевом базисе. Применение для обучения исходно избыточной нейронной сети многопопуляционных эволюционно-генетических алгоритмов с распараллеливанием вычислений.	56	4	8	24	36	20
Средства интеллектуальной поддержки процесса проектирования. Лицо, принимающее решение (ЛПР). Концепция системы, основанной на знаниях (СОЗ). Нейросетевые технологии поиска и принятия решений.	15	4	0	0	4	11
Текущий контроль (КСР)	1					
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	180	16	16	48	80	63

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме экзамена.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельно выполняется исследовательская работа.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикаторы достижения компетенции)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				

й)							
<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 незначительных ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 незначительными 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 владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Критерий оценивания ответов на типовые контрольные вопросы для собеседования и вопросы к экзамену

Результаты ответа	Оценка
Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.	Превосходно
Студент дал развернутый ответ на все вопросы.	Отлично
Студент дал развернутый ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.	Очень хорошо
Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.	Хорошо
Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.	Удовлетворительно
При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.	Неудовлетворительно
Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.	Плохо

Критерий оценивания практических заданий (лабораторных работ)

Результаты работы	Оценка
Все практические задания (лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.	Превосходно
Все практические задания (лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.	Отлично
Выполнены основные этапы решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.	Очень хорошо
Выполнены часть этапов решения задачи или задача решена с недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.	Хорошо
Выполнены часть этапов решения задачи или задача решена с существенными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.	Удовлетворительно
Выполнены не все практические задания (лабораторные работы) или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).	Неудовлетворительно
Студент не приступал к выполнению практических заданий.	Плохо

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

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналоговый метод обработки информации, его достоинства и недостатки 2. Базовые элементы принципиальной схемы электрического аналога и их математические модели 3. Цифровой метод обработки информации, его достоинства и недостатки 4. Понятие цифрового автомата 5. Абстрактный цифровой автомат 6. Структурный цифровой автомат 7. Автомат Мили 8. Автомат Мура 9. Элементная база цифровой аппаратуры 10. Матричное представление принципиальной схемы аналогового устройства 11. Применение законов Ома и Кирхгофа для формирования математической модели принципиальной схемы в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка 	ПК-13

<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Адамса-Маултона решения системы дифференциальных уравнений 2. Метод Адамса-Башфорта решения системы дифференциальных уравнений 3. Метод Гира решения системы дифференциальных уравнений 4. Общая математическая постановка задачи параметрической оптимизации как многокритериальной задачи нелинейного программирования 5. Методы сведения ограничений, зависящих от непрерывно изменяющегося параметра внешних воздействий, к дискретным ограничениям 6. Методы свертывания векторного критерия оптимизации в скалярный 7. Методы учета ограничений на варьируемые параметры 8. Общая постановка задачи параметрической оптимизации как задачи безусловной минимизации многомерной функции 9. Примеры численных методов минимизации одномерных функций, реализующих принцип гарантированного результата при проверке ограничений, зависящих от непрерывного параметра внешних воздействий 10. Примеры численных методов минимизации многомерных функций 11. Суть классического подхода к синтезу цифровых автоматов, его достоинства и недостатки 12. Синтез цифровых автоматов в нейросетевом базисе, его достоинства и недостатки 13. ЛПР в качестве «средства» интеллектуальной поддержки процесса проектирования 14. СОЗ в качестве средства интеллектуальной поддержки процесса проектирования 15. Нейросетевые технологии поиска и принятия решений 	<i>ПК-13</i>

5.2.2. Практические задания

Задание 1. Построение и исследование математической модели заданной принципиальной схемы аналогового устройства в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка.

Задание 2. Выбор и программная реализация конкретного численного метода решения полученной системы дифференциальных уравнений.

Задание 3 (Лабораторная работа № 1). Проведение машинных экспериментов по анализу построенной математической модели с помощью выбранного метода с последующим оформлением отчета о полученных результатах.

Задание 4. Постановка на реализованной математической модели задачи параметрической оптимизации, направленной на улучшение ее характеристик. Выбор с учетом особенностей задачи и программная реализация необходимых для ее решения численных методов минимизации одномерных и многомерных функций.

Задание 5 (Лабораторная работа № 2). Проведение машинных оптимизационных экспериментов с последующим оформлением отчета о полученных результатах.

Задание 6. Синтез схем комбинационной логики цифрового автомата по заданным требованиям (таблицам переходов и выходов) согласно классической схеме: таблица истинности → СДНФ → оптимизация логической функции → построение логической схемы.

Задание 7. Синтез схем комбинационной логики по заданным требованиям (аналогичным заданию 6) в нейросетевом базисе. Выбор логического базиса. Определение структуры исходно избыточной нейронной сети. Математическая постановка задачи обучения нейронной сети.

Задание 8. Программная реализация математической модели исходно избыточной нейронной сети.

Задание 9. Программная реализация (или заимствование из библиотек программ) конкретного эволюционно-генетического алгоритма оптимизации для обучения нейронной сети.

Задание 10 (Лабораторная работа № 3). Проведение машинных экспериментов по обучению нейронной сети с последующим оформлением отчета о полученных результатах.

Примечание: Исходные данные для выполнения практических заданий (в том числе лабораторных работ) предполагаются индивидуальными для каждого обучаемого.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Басалин П.Д. Схемотехника и организация вычислительных систем : учебное пособие / П. Д. Басалин, А. Е. Тимофеев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2023. - 123 с. - Текст : электронный. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=796245&idb=0>
2. Басалин П.Д. Модели и методы интеллектуальной поддержки процессов принятия решений : учебно-методическое пособие / П. Д. Басалин, К. В. Безрук, М. В. Радаева ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2018. - 134 с. - Текст : электронный <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822376&idb=0>

б) дополнительная литература

1. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие.- СПб.: Питер, 2004.- 522 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=48635&idb=0>
2. Дэвид М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера : монография / Дэвид М. Харрис; Сара Л. Харрис. - Москва : ДМК-пресс, 2018. - 792 с. - <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772995&idb=0>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

Используемое лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine; среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine.

Специальное образовательное пространство «Учебно-лабораторный интерактивный комплекс "Суперкомпьютерное моделирование, проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники", для проведения лабораторных и практических занятий, предусмотренных программой, оснащенное

- высокопроизводительной вычислительной системой: программно-аппаратным комплексом «Логос» (коммерческая лицензия);
- учебный класс с 15 персональными компьютерами с установленным специализированным прикладным программным обеспечением: программный комплекс инженерного назначения Логос (академическая лицензия);
- сетевым оборудованием для доступа к высокопроизводительному ПАК «Логос»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Специальное образовательное пространство «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств и двух учебных классов, для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы, предусмотренных программой, оснащенное

- 2 учебных класса по 9 персональных компьютеров с установленным специализированным прикладным программным обеспечением (академические лицензии): ПО Логос Аэро-Гидро, ПО Логос-Прочность, ПО Логос-Препост, ПО Логос-Платформа;
- сетевым оборудованием для обеспечения инженерных расчетов с рабочих мест на удаленных высокопроизводительных ресурсах, каналом доступа к высокопроизводительным вычислительным системам: вычислительный центр РФЯЦ-ВНИИЭФ, суперкомпьютер «Лобачевский»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки **09.03.03 «Прикладная информатика».**

Автор доцент Басалин П.Д.

Рецензент профессор Федосенко Ю.С.

Руководитель отделения ПИШ профессор М.Х.Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

31.05.2023 г. протокол №7