

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

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Введение в проектирование изделий микроэлектроники

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 Введение в проектирование изделий микроэлектроники относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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-13: Способен осуществлять моделирование, анализ и оптимизацию радиоэлектронных средств на этапах их схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования	<p>ПК-13.1: Демонстрирует знание основных понятий, связанных с моделированием, анализом и оптимизацией объектов схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования</p> <p>ПК-13.2: Демонстрирует умение построить математическую модель проектируемого объекта, поставить и решить на ней оптимизационную задачу</p> <p>ПК-13.3: Имеет опыт схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования конкретных аналоговых и цифровых устройств микроселектронной аппаратуры</p>	<p>ПК-13.1: Знает основные понятия, связанные с моделированием объектов и процессов схемотехнического проектирования изделий микроэлектроники</p> <p>ПК-13.2: Умеет построить аналоговую или цифровую математическую модель проектируемого объекта, поставить и решить на ней оптимизационную задачу</p> <p>ПК-13.3: Владеет методами схемотехнического проектирования аналоговых и цифровых устройств микроселектронной аппаратуры</p>	Задания Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	5
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	

- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	78
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Аналоговый и цифровой методы обработки информации	24	4	4	8	16
Автоматизация процесса построения и анализа математической модели проектируемого аналогового устройства	24	4	4	8	16
Параметрическая оптимизация проектируемого аналогового устройства	32	8	8	16	16
Синтез цифровых автоматов	32	8	8	16	16
Средства интеллектуальной поддержки процесса проектирования	30	8	8	16	14
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	180	32	32	66	78

Содержание разделов и тем дисциплины

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.

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 инцидентий. Формирование математической модели устройства в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка. Численные методы решения системы дифференциальных уравнений: методы Адамса-Маултона, Адамса-Башфорта, Гира.

Параметрическая оптимизация проектируемого аналогового устройства. Общая математическая постановка задачи 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. Средства интеллектуальной поддержки процесса проектирования. Лицо, принимающее решение (ЛПР). Концепция системы, основанной на знаниях (СОЗ). Нейросетевые технологии поиска и принятия решений.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Схемотехника и организация вычислительных систем (Басалин П.Д.),
<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=7030>.

Иные учебно-методические материалы:

Басалин Павел Дмитриевич. Модели и методы интеллектуальной поддержки процессов принятия решений : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки: 010500 - "Приклад. математика и информатика", 010400 - "Информ. технологии", 080800 - "Приклад. информатика" / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2011. - 129 с. -
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=448655&idb=0>

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 - Задания) для оценки сформированности компетенций ПК-13:

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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок.
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задания или задача решена с незначительными недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
хорошо	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с существенными недочетами, результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.
неудовлетворительно	Выполнены не все этапы выполнения задания (задачи) или выполнены не в полном объеме, представлено неполное описание этапов выполнения заданий или результаты работы не представлены преподавателю.
плохо	Студент не приступал к выполнению заданий (задач).

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

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

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

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все практические задания (задачи, 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

Оценка	Критерии оценивания
	результаты работы представлены преподавателю.
отлично	Все практические задания (задачи, лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задания (задачи, лабораторной работы) или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.
хорошо	Выполнены часть этапов решения задания (задачи, лабораторной работы) или задача решена с недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задания (задачи, лабораторной работы) или задача решена с существенными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.
неудовлетворительно	Выполнены не все практические задания (задачи, лабораторной работы) или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).
плохо	Студент не приступал к выполнению заданий (задач, лабораторной работы).

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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

					ошибок		
<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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий 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 с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-13

Аналоговый метод обработки информации, его достоинства и недостатки

Базовые элементы принципиальной схемы электрического аналога и их математические модели

Цифровой метод обработки информации, его достоинства и недостатки

Понятие цифрового автомата

Абстрактный цифровой автомат

Структурный цифровой автомат

Автомат Мили

Автомат Мура

Элементная база цифровой аппаратуры

Матричное представление принципиальной схемы аналогового устройства

Применение законов Ома и Кирхгофа для формирования математической модели принципиальной схемы в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка

Метод Адамса-Маултона решения системы дифференциальных уравнений

Метод Адамса-Башфорта решения системы дифференциальных уравнений

Метод Гира решения системы дифференциальных уравнений

Общая математическая постановка задачи параметрической оптимизации как многокритериальной задачи нелинейного программирования

Методы сведения ограничений, зависящих от непрерывно изменяющегося параметра внешних воздействий, к дискретным ограничениям

Методы свертывания векторного критерия оптимизации в скалярный

Методы учета ограничений на варьируемые параметры

Общая постановка задачи параметрической оптимизации как задачи безусловной минимизации многомерной функции

Примеры численных методов минимизации одномерных функций, реализующих принцип гарантированного результата при проверке ограничений, зависящих от непрерывного параметра внешних воздействий

Примеры численных методов минимизации многомерных функций

Суть классического подхода к синтезу цифровых автоматов, его достоинства и недостатки

Синтез цифровых автоматов в нейросетевом базисе, его достоинства и недостатки

ЛПР в качестве «средства» интеллектуальной поддержки процесса проектирования

СОЗ в качестве средства интеллектуальной поддержки процесса проектирования

Нейросетевые технологии поиска и принятия решений

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы.
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

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

Основная литература:

1. Басалин П. Д. Схемотехника и организация вычислительных систем : учебное пособие / Басалин П. Д., Тимофеев А. Е. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2022. - 123 с. - Рекомендовано учебно-методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 09 03 03 – «Прикладная информатика». - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=830214&idb=0>.

2. Басалин Павел Дмитриевич. 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., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822376&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Дэвид М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера : монография / Дэвид М. Харрис; Сара Л. Харрис. - Москва : ДМК-пресс, 2018. - 792 с. - ISBN 978-5-97060-570-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772995&idb=0>.
2. Петров Константин Степанович. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : учеб. пособие для студентов вузов. - СПб. [и др.] : Питер, 2003. - 512 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5-94723-378-9 : 197.60., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства MicrosoftVisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Басалин Павел Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.