

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

Современные методы проектирования интегральных микросхем

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
09.04.03 - 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.01.01 Современные методы проектирования интегральных микросхем 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 применять в профессиональной деятельности современные методы и технологии автоматизации процессов проектирования и управления производством изделий микроэлектроники	ПК-13.1: Демонстрирует знание современных методов и технологий автоматизации процессов проектирования и управления производством изделий микроэлектроники ПК-13.2: Демонстрирует умение применять современные методы и технологии в процессе проектирования и управления производством изделий микроэлектроники ПК-13.3: Имеет практический опыт применения современных методов и технологий при проектировании и управлении производством конкретных изделий микроэлектроники	ПК-13.1: Знает основные понятия, связанные с задачами проектирования интегральных микросхем ПК-13.2: Умеет построить математические модели процессов проектирования интегральных микросхем. ПК-13.3: Владеет методами решения задач проектирования интегральных микросхем.	Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32

- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф
Введение в предмет	2	2		2	
Раздел 1. Введение в операционную систему LINUX.	22	10	6	16	6
Раздел 2. Маршрут проектирования для различных типов интегральных микросхем	10	2	2	4	6
Раздел 3. Современные средства проектирования интегральных микросхем	8	2	2	4	4
Раздел 4. Электрические схемы	9	2	3	5	4
Раздел 5. Аналоговые схемы	9	2	3	5	4
Раздел 6. Современные среды моделирования	10	2	4	6	4
Раздел 7. Топологическое проектирование.	10	2	4	6	4
Раздел 8. Физическая верификация	13	4	4	8	5
Раздел 9. Современные программные средства физической верификации топологии.	14	4	4	8	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	32	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Введение в предмет

Раздел 1. Введение в операционную систему LINUX.

Раздел 2. Маршрут проектирования для различных типов интегральных микросхем

Раздел 3. Современные средства проектирования интегральных микросхем

Раздел 4. Электрические схемы

Раздел 5. Аналоговые схемы

Раздел 6. Современные среды моделирования

Раздел 7. Топологическое проектирование.

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.

1. Роль различных механизмов деформирования при оценке ресурса оборудования АЭС : 1. Кривошеев В.И. Спектральные представления Роль различных механизмов деформирования при оценке ресурса оборудования АЭС сигналов. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 2005. http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/SpectrSignal.pdf.

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 - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

	Лабораторная работа 1. Современные промышленные форматы топологии микросхемы Изучить спецификацию формата GDSII.
1.1	Ознакомиться со спецификацией формата. Изучить описание записи GDSII и основные типы записей: BGNLIB, LIBNAME, UNITS, BGNSTR, STRNAME, BOUNDARY, BOX, SREF, AREF, COLROW, LAY
1.2	Составить описание топологии микросхемы по текстовому представлению GDSII-файла (LR1.txt).
1.3	Реализовать конвертер GDSII-файлов в текстовое представление. Типы записей для конвертации: BGNLIB, LIBNAME, UNITS, BGNSTR, STRNAME, BOUNDARY, BOX, LAYER, XY, ENDEL, EN
1.4	Реализовать конвертер GDSII-файлов в текстовое представление. Типы записей для конвертации: BGNLIB, LIBNAME, UNITS, BGNSTR, STRNAME, BOUNDARY, BOX, SREF, AREF, COLROW, – LR1.GDS_example_hier.
	Лабораторная работа 2. Работа в топологическом редакторе В топологическом редакторе LayoutEditor разработать топологию мультиплексного узла.

2.1	Разработать произвольную топологию, содержащую элементы в 9 слоях. .
2.2	Разработать топологию мультиплексного узла в соответствии с приведенными изображениями. .
2.3	Преобразовать разработанную топологию в иерархическое представление (организовать структуру вложенных слоев). .
Лабораторная работа 3. Знакомство с форматом скрипта верификации Изучить синтаксис скрипта верификации	
3.1	Разработать произвольную топологию, содержащую элементы в 9 слоях. .
3.2	Разработать топологию мультиплексного узла в соответствии с приведенными изображениями. .
3.3	Преобразовать разработанную топологию в иерархическое представление (организовать структуру вложенных слоев). .
Лабораторная работа 4. Верификация топологии микросхемы на соответствие нормам конструктивно-технологическим С помощью приложения ПО КТО выполнить верификацию топологии, разработанной в Лабораторной работе 2.	
4.1	Выполнить сборку приложения ПО КТО (Лабораторная работа 4. Приложение. РО_КТО, Лабораторная работа 4. Приложение). . Разработать скрипт верификации, содержащий операции чтения и сохранения в БД исходных слоев.
4.2	Разработать скрипт верификации, содержащий операции чтения исходных слоев, операции топологических преобразований. .
4.3	На основании результатов верификации произвести коррекцию топологии.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть практических заданий (лабораторных работ) с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все лабораторные работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).

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 отдельным и 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. 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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 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

1. Маршрут проектирования для различных типов интегральных микросхем.
2. Современные средства проектирования интегральных микросхем.
3. Электрические схемы.
4. Аналоговые схемы.
5. Современные среды моделирования.
6. Топологическое проектирование.
7. Физическая верификация.
8. Современные программные средства физической верификации топологии.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

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

Основная литература:

1. Введение в теорию радиолокационных систем / Ботов М.И., Вяхирев В.А., Девотчак В.В. - Москва : СФУ, 2012., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=648156&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Бердышев В. П. Радиолокационные системы : учебник / Бердышев В. П., Гарин Е. Н., Фомин А. Н. - Красноярск : СФУ, 2011. - 400 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СФУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7638 2479-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=666376&idb=0>.

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

1. www.cadence.com – сайт производителя ПО САПР Cadence.
2. www.mentor.com – сайт производителя ПО САПР Mentor Graphics.
3. www.electronics.ru – сайт журнала «Электроника НТБ».
4. www.russianelectronics.ru – ресурс «Время электроники».
5. www.kit-e.ru – сайт журнала «Компоненты и технологии».
6. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
7. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
8. 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, специализированным оборудованием: 1. 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.
2. 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.

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 09.04.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

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