

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Введение в программирование для программируемых логических
интегральных схем

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Вычислительные методы и суперкомпьютерные технологии

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.04 Введение в программирование для программируемых логических интегральных схем 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-12: Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач производственно-технологической деятельности	ПК-12.1: Знает основные методы разработки математических методов, системного и прикладного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности ПК-12.2: Умеет оценивать трудоемкость разработки программных средств для решения задач производственно-технологической деятельности ПК-12.3: Имеет навыки разработки системного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности	ПК-12.1: ЗНАТЬ Методику описания интегральных схем на примере языка System Verilog для решения производственно-технологических задач. ПК-12.2: ПК-12.2: УМЕТЬ оценивать трудоемкость разработки программных средств на языке System Verilog для решения производственно-технологических задач. ПК-12.3: УМЕТЬ Применять на практике язык System Verilog для решения производственно-технологических задач.	Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы Практическое задание
ПК-5: Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной	ПК-5.1: Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности ПК-5.2: Умеет применять типовые математические	ПК-5.1: ЗНАТЬ Методику описания интегральных схем на примере языка System Verilog для решения задач научной деятельности. ПК-5.2:	Практическое задание	Зачёт: Практическое задание Контрольные вопросы

деятельности	методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности ПК-5.3: Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	<p>УМЕТЬ</p> <p>Применять типовые математические методы и методологии, используемые в языке System Verilog для решения задач научной деятельности.</p> <p>ПК-5.3:</p> <p>УМЕТЬ</p> <p>Разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение на языке System Verilog для решения задач научной деятельности.</p>		
--------------	---	--	--	--

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	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	75
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/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение в реконфигурируемые FPGA и ASIC	4	2	0	2	2

Резисторы, транзисторы, диоды, светодиоды и полупроводники: Обзор полупроводниковых компонентов и их роли в цифровых схемах.	10	2	0	2	8
Логические элементы и создание логических схем	10	2	2	4	6
Логические элементы – D-триггер и RS-триггер	12	2	2	4	8
Конструкция вентилей И, ИЛИ, НЕ и исключающее ИЛИ	12	2	2	4	8
Основы Quartus и Verilog	14	2	2	4	10
Основы использования ModelSim для отладки работы интегральных схем	14	2	2	4	10
Семи-сегментный дисплей	15	2	2	4	11
Разработка интегральной схемы для реализации логики калькулятора с хранением значений операндов и результата вычислений	16	0	4	4	12
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение в реконфигурируемые FPGA и ASIC
2. Резисторы, транзисторы, диоды, светодиоды и полупроводники: Обзор полупроводниковых компонентов и их роли в цифровых схемах.
3. Логические элементы и создание логических схем: Фундаментальные логические элементы, используемые в проектировании цифровых схем, включая логические элементы И, ИЛИ, исключающее ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ и НЕ.
4. Логические элементы – D-триггер и RS-триггер: Объяснение D-триггера и триггера RS (Reset-Set Flip-Flop)
5. Конструкция вентилей И, ИЛИ, НЕ и исключающее ИЛИ: Проектирование вентилей И, ИЛИ, НЕ и исключающее ИЛИ с помощью системы System Verilog.
6. Основы Quartus и Verilog: Введение в программное обеспечение для проектирования Quartus и Verilog, System Verilog HDL
7. Основы использования ModelSim для отладки работы интегральных схем
8. Семи-сегментный дисплей: Как подключить семи-сегментный дисплей и управлять им для вывода изображений в цифровых системах.
9. Разработка интегральной схемы для реализации логики калькулятора с хранением значений операндов и результата вычислений

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) Дэвид М. Харрис и Сара Л. Харрис Цифровая схемотехника и архитектура компьютера // Morgan Kaufman © English Edition 2013. – 1662 с.
- 2) Фрэнк Бруно Программирование FPGA для начинающих / пер. с англ. С. Л. Плехановой; под науч. ред. А. Ю. Романова, Ю. В. Ревича. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 304 с.
- 3) SystemVerilog Tutorial. URL: <https://www.asic-world.com/systemverilog/tutorial.html> (дата обращения 25.11.2023)

4)Pong P. Chu FPGA Prototyping by Verilog Examples: Xilinx Spartan-3 Version // Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2008. - 521 p.

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-12:

- 1) Реализация логических операций AND и XOR с использованием nMOS и pMOS транзисторов.
- 2) Реализация операции сложения 2-битных чисел с использованием nMOS и pMOS транзисторов.
- 3) Реализация сумматора на языке System Verilog.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

- 1) Реализация калькулятора с использованием вектора регистров.
- 2) Реализация калькулятора с запоминанием данных в памяти и выводом результатов в десятичном представлении.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена 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 (индикатор 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. 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 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-12

1. Основы использования Quartus для взаимодействия с FPGA платами. Компиляция System Verilog программ.
2. Основы использования Quartus для взаимодействия с FPGA платами. Привязка входов и выходов к pin-ам.
3. Основы использования Quartus для взаимодействия с FPGA платами. Прошивка интегральных схем.
4. Основы использования ModelSim для отладки программ.
5. Принципы отображения информации на семи-сегментном дисплее.
6. Описание интегральной схемы для реализации логики калькулятора с хранением значений операндов и результата вычислений на языке System Verilog.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Цели и задачи использования интегральных схем.
2. Принципы построения интегральных схем.
3. Принципы реализации транзисторов на физическом уровне. nMOS и pMOS транзисторы.
4. Реализация логических операций с использованием nMOS и pMOS транзисторов.
5. Хранение информации в триггерах. Реализация D-триггера и RS-триггера.
6. Модули в System Verilog. Входные и выходные параметры. Объявление и использование регистров памяти. Ключевые слова reg, wire, logic.
7. Модули в System Verilog. Реализация логики always_ff, always_comb.
8. Модули в System Verilog. Блокирующие и не блокирующие присваивания.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

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

Основная 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>.

Дополнительная литература:

1. Ушенина И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС : учебное пособие для вузов / Ушенина И. В. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 408 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47049-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=863478&idb=0>.

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

1. Операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
4. Системы моделирования Intel Quartus, ModelSim

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 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Козинев Евгений Александрович, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.