

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.12

Арифметические и логические основы вычислительной техники

Учебный план: 2025-2026 09.03.01 ВШПМ Разр IT-сист и мультим прил ОО №1-1-55.plx

Кафедра: **21** Информационных и управляющих систем

Направление подготовки:
(специальность) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки: Разработка IT-систем и мультимедийных приложений
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
2	УП	17	34	90,75	2,25	Курсовая работа, Зачет
	РПД	17	34	90,75	2,25	
Итого	УП	17	34	90,75	2,25	
	РПД	17	34	90,75	2,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденным приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

Белая Т.И.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационных и управляющих систем

Дроздова Елена
Николаевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Дроздова Елена
Николаевна

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Формирование компетенций обучающегося в области:

- информационных основ цифровых автоматов;
- методов представления чисел в ЭВМ, алгоритмов выполнения основных арифметических и логических операций;
- логических основ вычислительной техники на основе изучения алгебры логики;
- методов контроля передачи информации; - знаниями в области синтеза операционных автоматов;
- методов синтеза управляющих автоматов.

1.2 Задачи дисциплины:

- сформировать у студентов понимание основополагающих вопросов организации ЭВМ, принципов построения отдельных составных частей ЭВМ, их взаимосвязь;
- познакомить студентов с задачами разработки алгоритмов функционирования устройств ЭВМ.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

- Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Информационные технологии

Математика

Физика

Инженерная графика

Программирование

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

Знать: логические основы построения конечных ЦА (комбинационных и с памятью), методы их синтеза и анализа функционирования; методы оптимизации функционирования конечных ЦА

Уметь: использовать основные приёмы построения и преобразования конечных ЦА; применять основные соотношения и законы теории конечных ЦА на практике при построении узлов средств вычислительной техники

Владеть: методами и средствами математической логики для описания процессов, протекающих в конечных ЦА

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Арифметические основы цифровых устройств						
<p>Тема 1. Классификация данных, используемых в ЭВМ. Системы счисления, Непозиционные и позиционные системы счисления. Системы счисления, используемые в ЭВМ. Свойства позиционных систем счисления. Двоичные числа с фиксированной запятой. Знаковые и беззнаковые числа. Числа с плавающей запятой. Стандарт IEEE 754.</p> <p>Представление чисел с плавающей запятой. Сложение целых чисел. Регистр флагов. Вычитание целых чисел. Операция умножения целых чисел и принципы её реализации в ЭВМ.</p> <p>Особенности операции умножения целых чисел. Особенности реализации операции умножения в ЭВМ. Способы (схемы) реализации умножения в ЭВМ. Анализ схем.</p> <p>Практическое занятие 1: Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Операции с числами в прямом двоичном, восьмеричном и шестнадцатеричном кодах.</p>	2	2	4	15	ИЛ	О

<p>Тема 2. Особенности операции двоичного деления. Особенности реализации целочисленного деления в ЭВМ. Обоснование метода целочисленного деления. Деление беззнаковых целых чисел. Возможные модернизации метода деления. Деление знаковых чисел. Основные особенности метода деления в прямых кодах. Обоснование метода проверки корректности деления. Основные особенности метода деления в дополнительных кодах. Особые случаи при выполнении операции умножения. Методы ускорения операции умножения. Ускоренное умножение на 2 разряда множителя. Метод ускоренного умножения на 4 разряда множителя. Особенности операции деления мантисс. Десятичные числа. Обоснование необходимости использования в ЭВМ десятичной арифметики наряду с двоичной. Основные идеи десятичного беззнакового сложения. Сложение десятичных чисел. Операция беззнакового десятичного сложения. Операция знакового десятичного сложения.</p> <p>Практическое задание 2: Деление беззнаковых целых чисел. Деление знаковых чисел. Сложение и умножение чисел с плавающей запятой.</p>	2	6	8	ИЛ	
<p>Раздел 2. Логические элементы и узлы ЭВМ</p>					
<p>Тема 3. Основы алгебры логики. Основные законы алгебры логики. Преобразование булевых выражений. Дизъюнктивные нормальные формы. Минимизация логических функций. Табличные методы минимизации. Карты Карно. Неполностью определенные логические функции. Логические элементы и логические операции.</p> <p>Практическое занятие 3: Использование основных законов алгебры логики</p>	4	8	45,75	ИЛ	
<p>Тема 4. Классификация логических элементов. Основные характеристики логических элементов. Резисторно-транзисторные логические элементы. Транзисторные элементы с непосредственной связью (НСТЛ). Транзисторно-транзисторные логические элементы. Логические элементы с тремя состояниями. ТТЛ логические элементы с открытым коллектором. ЭСЛ логические элементы. Логические элементы на МОП-транзисторах.</p> <p>Практическое занятие 4: Расчёт характеристик основных логических элементов</p>	4	8	10		0

Раздел 3. Цифровые комбинационные устройства						0
Тема 5. Устройство равнозначности. Устройство неравнозначности. Комбинационные сумматоры. Практическое занятие 5: Расчёт простейших комбинационных устройств		2	4	4	ИЛ	
Тема 6. Дешифраторы. Шифраторы. Мультиплексоры. Демультимплексоры. Преобразователи кодов. Практическое занятие 6: Расчёт дешифратора и шифратора		3	4	8	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	90,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Зачет)		2,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		53,25		90,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Курсовая работа по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» предусматривает проектирование и синтез цифровых схем арифметических устройств, выполняющих операции сложения и умножения над числами, представленными в форме с плавающей запятой в двоичной и двоично-четверичной системах счисления (с/с).

По исходным данным необходимо разработать:

1) алгоритм выполнения операции умножения, для чего потребуется: перевести заданные исходные числа в четверичную систему счисления; -представить числа в форме с плавающей запятой, при этом число четверичных разрядов для мантиссы равно шести, для порядка – два, плюс два разряда для знаков мантиссы и порядка; произвести перемножение чисел согласно заданному алгоритму; оценить погрешность вычисления после перевода результата в исходную систему счисления;

2) алгоритм выполнения операции сложения;

3) структурную схему вычислительного устройства, выполняющего сложение и умножение, содержащую узлы для действия над мантиссами и порядками; на основании разработанной схемы необходимо определить время умножения с учётом временных задержек в комбинационных схемах;

4) функциональные схемы основных узлов проектируемого сумматора-умножителя в заданном логическом базисе, для этого следует провести: -логический синтез комбинационного одноразрядного четверичного сумматора (ОЧС) на основе составленной таблицы истинности для суммы слагаемых с учётом переноса из младшего разряда, используя при этом карты Карно - Вейча или алгоритм извлечения Рота и оценить эффективность минимизации логических функций; логический синтез одноразрядного комбинационного четверичного умножителя (ОЧУ) в случае разработки структурной схемы 1-го типа путём минимизации переключательных функций по каждому выходу схемы (минимизация выполняется с применением алгоритма Рота или карт Карно - Вейча с последующей оценкой эффективности минимизации); логический синтез одноразрядного комбинационного четверичного умножителя-сумматора (ОЧУС) в случае разработки структурной схемы 2-го типа путём минимизации переключательных функций по каждому выходу схемы (минимизация выполняется с применением алгоритма Рота или карт Карно - Вейча с последующей оценкой эффективности минимизации); логический синтез комбинационной схемы преобразователя множителя (ПМ); построение функциональной схемы ОЧС в заданном логическом базисе и на мультиплексорах; построение функциональной схемы ПМ и ОЧУ (ОЧУС) в заданном логическом базисе;

5) по результатам разработки определить время умножения на один разряд и на n разрядов множителя.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Синтезировать устройство умножения, согласно алгоритму умножения начиная с младших разрядов множителя со сдвигом частичной суммы вправо в заданном элементном базисе.

2. Синтезировать устройство умножения, согласно алгоритму умножения начиная с младших разрядов множителя со сдвигом частичного произведения влево в заданном элементном базисе.

3. Синтезировать устройство умножения, согласно алгоритму умножения начиная со старших разрядов множителя со сдвигом частичной суммы влево в заданном элементном базисе.

4. Синтезировать устройство умножения, согласно алгоритму умножения начиная со старших разрядов множителя со сдвигом частичного произведения вправо в заданном элементном базисе.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части. Графическая часть представляет собой структурную схему и несколько функциональных схем разработанных устройств. Конкретный состав графического материала определяется листом задания на курсовую работу.

Графический материал и пояснительная записка выполняются с использованием средств вычислительной техники, оформляются в соответствии с требованиями, приведенными в ГОСТ 7.32—2017. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Издание официальное.

Пояснительная записка к курсовой работе должна включать следующие разделы:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение, которое отражает актуальность и значение темы, а также содержит формулировку целей курсовой работы;
- основную часть, содержащую краткие сведения о предметной области, аналитический обзор, описание процесса разработки (исследования), используемого математического аппарата, методов решения задачи и т. д.;
- заключение с кратким подведением итогов проектирования, формулировкой основных результатов, выводами;
- список использованных источников (в пояснительной записке должны быть даны ссылки на перечисленные источники);
- приложения, в которых располагают материалы иллюстративного и вспомогательного характера (рисунки, таблицы);
- конструкторские документы (структурная схема, функциональные схемы).

Пояснительная записка к курсовой работе является основным документом, предоставляемым к защите по завершении курсового проектирования.

Общий объем пояснительной записки может составлять более 30 страниц (не включая графический материал).

Рекомендуемая структура пояснительной записки к курсовой работе и количество листов:

- а) титульный лист – 1 страница;
- б) лист задания – 1-2 страницы;
- в) содержание – 1-2 страницы;
- г) введение – 1-2 страницы;
- д) основная часть:
 - 1) разработка алгоритма умножения – 4 – 5 страниц;
 - 2) разработка структурной схемы сумматора-умножителя (первого или второго типа, в зависимости от варианта задания) – 4-5 страниц;
 - 3) разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя (с подразделами по каждому отдельному узлу, в зависимости от варианта) – 10 – 15 страниц;
 - 4) синтез комбинационных схем устройств на основе мультиплексоров - 10 – 15 страниц;
 - 5) оценка результатов разработки – 1-2 страницы;
 - е) заключение – 1-2 страницы;
 - ж) список использованных источников – 1-5 страниц;
 - з) приложения – 5 – 15 страниц

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-1	1. Формулирует сравнительные характеристики различных систем счисления; осуществляет кодирование информации для выполнения арифметических операций на основе машинных алгоритмов; называет свойства булевых функций и методы их минимизации; 2. Использует методы абстрактного и структурного синтеза конечных автоматов; выполняет арифметические операции в различных системах счисления и арифметические операции на основе машинных алгоритмов; 3. Применяет методы минимизации булевых функций для упрощения спроектированных устройств и методы абстрактного и структурного синтеза конечных автоматов.	Вопросы для устного собеседования Практические задания Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно</p>	<p>Работа выполнена в указанные преподавателем сроки, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, недочетов в оформлении нет. Проведен подробный анализ комбинационной схемы, построена ее модель с аргументированным выбором элементов. Работа написана грамотным русским языком.</p>
	<p>использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>	
4 (хорошо)	<p>Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>	<p>Работа выполнена в указанные преподавателем сроки, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, недочетов в оформлении нет. Проведен анализ комбинационной схемы, построена ее модель с выбором элементов. возможны недочеты в синтезе схемы или выбран не самый оптимальный базис для ее реализации. Работа написана грамотным русским языком.</p>

3 (удовлетворительно)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.	Работа выполнена позже указанных преподавателем сроков, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, возможны небольшие недочеты в оформлении нет. Проведен простой анализ комбинационной схемы, построена ее модель. Работа написана грамотным русским языком.
2 (неудовлетворительно)	Отсутствие приращение знаний и компетентности в рамках образовательного стандарта. Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать	Работа не выполнена. Работа выполнена позже установленных сроков, оформлена с грубыми нарушениями требований, проведен только анализ схемы или синтез. Наличие ошибок в тексте пояснительной записки. Работа списана.
	научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.	
Зачтено	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, способен правильно применить основные методы и инструменты при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	
Не зачтено	Обучающийся не может изложить значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, допускает неточности в формулировках и доказательствах, нарушения в последовательности изложения программного материала; неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Понятие системы счисления
2	Перевод чисел из одной системы счисления в другую
3	Операция сложения в двоичной системе счисления
4	Операция вычитания
5	Операция умножения
6	Деление двоичных чисел
7	Арифметика с положительными двоично-десятичными числами

8	Арифметика с алгебраическими числами
9	Кодирование алгебраических чисел
10	Дополнительный и обратный коды двоичных чисел
11	Операции с двоичными числами в дополнительном коде
12	Операции с двоичными числами в обратном коде
13	Модифицированные коды
14	Логические операции с двоичными кодами
15	Логические операции
16	Логические сдвиги
17	Арифметические сдвиги
18	Представление чисел в ЭВМ
19	Представление чисел с фиксированной точкой
20	Арифметические операции над числами, представленными с фиксированной точкой
21	Представление чисел с плавающей точкой
22	Арифметика с плавающей точкой
23	Основные понятия алгебры логики
24	Основные понятия булевой алгебры
25	Записи функций алгебры логики (ФАЛ) в различных формах, их взаимосвязь
26	Минимизация функций алгебры логики
27	Минимизация методом Квайна
28	Минимизация с диаграммами Вейча
29	Синтез логических схем по логическим выражениям
30	Синтез логических схем в базисе И, ИЛИ, НЕ
31	Логические базисы И-НЕ, ИЛИ-НЕ
32	Синтез логических схем в базисах И-НЕ, ИЛИ-НЕ

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Заданы двоичные числа X и Y. Вычислить X+Y и X-Y, если:

$$X=100101,101 \quad Y=11101,11$$

$$X=100101,011 \quad Y=110,1$$

$$X=101101,101 \quad Y=1101,111$$

$$X=110000,11 \quad Y=110,1$$

$$X=110101,101 \quad Y=11101,11$$

$$X=111001,0001 \quad Y=1010,011$$

$$X=1101111,101 \quad Y=10101,11$$

$$X=111011,0001 \quad Y=101,01$$

$$X=1000111,11 \quad Y=11101,111$$

$$X=111100,011 \quad Y=101,11$$

1. Запишите числа X и Y в прямом, обратном и дополнительном кодах. Выполните сложение в обратном и дополнительном кодах. Результат переведите в прямой код. Полученный результат проверьте, используя правила двоичной арифметики.

2. Измените число Y, добавив в конец числа две единицы «11». Сложите полученные числа в модифицированном обратном и модифицированном дополнительном кодах. Результат переведите в прямой код. Выполните проверку сложения, используя правила двоичной арифметики.

$$X=-100101 \quad Y=11101$$

$$X=-101101 \quad Y=1101$$

$$X=-110101 \quad Y=11101$$

$$X=-1101111 \quad Y=10101$$

$$X=-1000111 \quad Y=11101$$

$$X=-1110001 \quad Y=10011$$

$$X=-1010001 \quad Y=10011$$

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

При проведении зачета время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 40 мин. Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 20 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.

Сообщение результатов обучающемуся производится непосредственно после устного ответа.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Куль, Т. П.	Основы вычислительной техники	Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО)	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/84879.html
Гуров, В. В., Чуканов, В. О.	Логические и арифметические основы и принципы работы ЭВМ	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/102018.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Шаманов, А. П.	Системы счисления и представление чисел в ЭВМ	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/66204.html
Гуров В. В., Чуканов В. О.	Основы теории и организации ЭВМ	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)	2016	http://www.iprbookshop.ru/62819.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Справочник по микросхемам памяти - <https://www.qrz.ru/reference/kozak/mem/mem00.shtml>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
Microsoft Windows
AutoCAD
Notepad++
Autodesk Autocad Electrical для учебных заведений

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска