

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Д.В.Озеркин

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Методические указания по организации самостоятельной работы
для студентов направления 110303 «Конструирование и технология электронных средств»
Профиль «Электронные технологии наземного и космического назначения»

Томск
2022

УДК 004.91
ББК 32.85
О-46

Рецензент:

Несмелова Н.Н., доцент кафедры
радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга, канд. б. наук

Озеркин, Денис Витальевич

Информационные технологии в электронике : Методические указания по организации самостоятельной работы для студентов направления 110303 «Конструирование и технология электронных средств»/ Д.В.Озеркин. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 18 с.

О-46 Целями дисциплины «Информационные технологии в электронике» являются: обеспечение необходимого уровня компетенций студентов-бакалавров направления 110303 «Конструирование и технология электронных средств» в области современных информационных технологий; обучение студентов принципам построения информационных моделей; освоение студентами необходимых технических и программных средств, развитие навыков работы на персональных компьютерах в современных операционных системах для решения различных профессиональных задач.

Пособие предназначено для студентов направления 110303 «Конструирование и технология электронных средств» (бакалавриат).

Одобрено на заседании кафедры РЭТЭМ протокол № 78 от 16.02.2022.

УДК 004.91
ББК 32.85

© Озеркин Д.В., 2022
© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие сведения	4
2 Объем дисциплины и виды учебной работы	6
3 Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов	11
4 Оценочные материалы	12
4.1 Тестовые задания.....	12
4.2 Темы опросов на занятиях.....	15
4.3 Вопросы на зачет	15
4.4 Вопросы на зачет с оценкой	15
4.5 Вопросы на самоподготовку.....	16
4.6 Темы лабораторных работ	16
4.7 Темы курсовых работ.....	17
Список литературы.....	18

1. Общие сведения

Цели дисциплины:

- обеспечение необходимого уровня компетенций студентов-бакалавров направления 110303 «Конструирование и технология электронных средств» в области современных информационных технологий;
- обучение студентов принципам построения информационных моделей;
- освоение студентами необходимых технических и программных средств, развитие навыков работы на персональных компьютерах (ПК) в современных операционных системах для решения различных профессиональных задач.

Задачи дисциплины:

- освоение принципов организации, записи, хранения и чтения информации в персональном компьютере.
- овладение компьютерными методами сбора, хранения и обработки (редактирования) информации.
- знакомство с моделями функциональных и вычислительных задач, наиболее часто встречающихся в инженерной практике и освоение основных методов их решения.

Дисциплина «Информационные технологии в электронике» (Б1.В.02.04) относится к модулю направленности (major) блока Б1. Дисциплины рабочего учебного плана для направления подготовки 110303 «Конструирование и технология электронных средств».

Последующими дисциплинами являются: «Автоматизированное проектирование электронных средств», «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты», «Моделирование и оптимизация технологических процессов электронных средств», «Проектная деятельность» (ГПО-1, ..., ГПО-4), «Учебно-проектная деятельность» (УПД-1, ..., УПД-4).

Процесс изучения дисциплины «Информационные технологии в электронике» направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;
- ПКР-1 способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные положения теории информации; форматы представления данных в компьютере; основные положения теории алгоритмизации; основы современных информационных технологий переработки информации и их влияние на успех в профессиональной деятельности; современное состояние уровня и направлений развития компьютерной техники и программных средств;
- **уметь** разрабатывать алгоритмы решения задач; ставить и решать с помощью компьютера конкретные задачи различного плана; работать в локальных и глобальных компьютерных сетях, использовать в профессиональной деятельности сетевые средства поиска и обмена информацией; уметь работать с программными средствами (ПС) общего назначения, соответствующими современным требованиям мирового рынка ПС; уверенно работать в качестве пользователя персонального компьютера, самостоятельно использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами, создавать резервные копии и архивы данных и программ;

- **владеть** навыками работы в программном комплексе Lazarus; навыками работы в программном комплексе MathCAD; приёмами антивирусной защиты.

2 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц и представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестр	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	126	72	54
Лекции	36	18	18
Лабораторные работы	72	36	36
Курсовая работа	18	18	-
Самостоятельная работа (всего)	126	72	54
Всего (без экзамена)	252	144	108
Общая трудоемкость, ч	252	144	108
Зачетные Единицы	7	4	3

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Лаб. раб., ч	Курсовая работа, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Основы алгоритмизации	10	18	8	36	72	ОПК-3 ПКР-1
2 Программирование в среде Lazarus (Free Pascal)	8	18	10	36	72	ОПК-3 ПКР-1
Итого за семестр	18	36	18	72	144	
4 семестр						
3 Математические модели при проектировании РЭС и компьютерное моделирование	18	36	-	54	108	ОПК-3 ПКР-1
Итого за семестр	18	36	-	54	108	

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудо- емкость, ч	Формиру- емые компетен- ции
3 семестр			
1 Основы алгоритмизации	Основные этапы решения задач на компьютере. Понятие алгоритма. Свойства алгоритмов. Методы формального описания алгоритмов. Схемы алгоритмов. Основные характеристики алгоритмов и этапы их разработки. Базовые разновидности программных алгоритмов. Принципы алгоритмизации. Разветвлённые и циклические алгоритмы. Сложные циклы. Алгоритмы с массивами. Взаимосвязь алгоритмов, моделей данных и постановок задач. Алгоритм и его программная реализация. Понятие языка программирования. Основные парадигмы программирования – процедурное, логическое, функциональное, объектно-ориентированное программирование. Основные классификационные признаки и характеристики языков программирования. Синтаксис и семантика языка. Понятие алгоритмического языка программирования и наиболее распространённые представители универсальных алгоритмических языков высокого уровня	10	ОПК-3 ПКР-1
	Итого	10	
2 Программирование в среде Lazarus (Free Pascal)	Компоненты алгоритмических языков программирования высокого уровня. Lazarus - открытая интегрированная среда кроссплатформенной разработки программного обеспечения на языке Object Pascal для компилятора Free Pascal Compiler. Структура программы. Редактирование исходного текста программ. Компиляция и исполнение программ. Типы данных. Выражения. Основные операторы языка. Условные операторы If .. else, Case. Операторы цикла While .. do, Repeat .. until, For. Структурированные типы данных(массивы, строки, записи). Использование файлов. Статические и динамические переменные. Модульное и структурное программирование (подпрограммы-процедуры и подпрограммы-функции). Библиотеки подпрограмм Free Pascal. Run-Time Library. Пользовательские модули. Объекты (наследование, инкапсуляция, полиморфизм). Объектно-ориентированное программирование. Основные компоненты диалогового проектирования интерфейса. Реализация простейших алгоритмов. Вычисление сумм и произведений, рядов, минимума и максимума, итерационные циклы, использование массивов для запоминания информации, сортировка	8	ОПК-3 ПКР-1
	Итого	8	
Итого за семестр		18	

4 семестр			
3 Математические модели при проектировании РЭС и компьютерное моделирование	Информационные технологии проектирования РЭС. Умение выбрать и правильно сформировать модель - основа эффективности использования компьютера при проектировании РЭС. Классификация математических моделей. Требования к математическим моделям. Получение математических моделей технических подсистем РЭС. Формальная аналогия электрических, тепловых, механических и других подсистем. Базовые численные методы. Назначение и основные возможности системы математических расчётов MathCAD. Назначение и основные возможности систем компьютерного моделирования. Использование методов оптимизации при проектировании РЭС. Моделирование статических и динамических режимов при проектировании РЭС. Моделирование частотных характеристик РЭС	18	ОПК-3 ПКР-1
	Итого	18	
Итого за семестр		18	

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудо- емкость, ч	Формиру- емые компетен- ции
3 семестр			
2 Программирование в среде Lazarus (Free Pascal)	Создание шаблона для разрабатываемых программ	4	ОПК-3 ПКР-1
	Консольные программы на Free Pascal	4	
	Операторы присваивания	4	
	Операторы выбора	4	
	Оператор цикла с заданным числом повторов	4	
	Оператор цикла с предусловием	4	
	Массивы	4	
	Программирование с использованием записей	4	
	Двумерные массивы	4	
	Итого	36	
Итого за семестр		36	

Окончание таблицы 2.4

4 семестр			
3 Математические модели при проектировании РЭС и компьютерное моделирование	Арифметические вычисления в MathCAD	4	ОПК-3 ПКР-1
	Физические вычисления с использованием единиц измерения	4	
	Операции с векторами и матрицами	4	
	Аналитические выражения	4	
	Нахождение корней уравнений	4	
	Обработка экспериментальных данных	4	
	Построение графиков	4	
	Построение трехмерных графиков	4	
	Решение дифференциальных уравнений	4	
Итого		36	
Итого за семестр		36	

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основы алгоритмизации	Проработка лекционного материала	36	ОПК-3 ПКР-1	Зачет, конспект самоподготовки, опрос на занятиях, тест
	Итого	36		
2 Программирование в среде Lazarus (Free Pascal)	Проработка лекционного материала	12	ОПК-3 ПКР-1	Зачет, защита курсовой работы, конспект самоподготовки, опрос на занятиях, отчет по лабораторной работе, тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Выполнение курсовой работы	12		
	Итого	36		
Итого за семестр		72		
4 семестр				
3 Математические модели при проектировании РЭС и компьютерное моделирование	Проработка лекционного материала	26	ОПК-3 ПКР-1	Зачет с оценкой, конспект самоподготовки, опрос на занятиях, отчет по лабораторной работе, тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	28		
	Итого	54		
Итого за семестр		54		

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируе мые компетенц ии
3 семестр		
Получение варианта задания. Выбор программного комплекса для расчетов электрической схемы постоянного тока	4	ОПК-3 ПКР-1
Расчет цепей по законам Кирхгофа. Расчет цепей методом контурных токов. Расчет цепей методом узловых потенциалов	4	
Расчет цепей методом наложения. Расчет цепей методом эквивалентного генератора. Расчет цепей методом преобразования	4	
Оформление пояснительной записки и защита курсовой работы	6	
Итого за семестр	18	

3 Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 3.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Зачет			20	20
Конспект самоподготовки	6	6	8	20
Опрос на занятиях	6	6	8	20
Отчет по лабораторной работе	6	6	8	20
Тест	6	6	8	20
Итого максимум за период	24	24	52	100
Нарастающим итогом	24	48	100	100
4 семестр				
Зачет с оценкой			20	20
Конспект самоподготовки	6	6	8	20
Опрос на занятиях	6	6	8	20
Отчет по лабораторной работе	6	6	8	20
Тест	6	6	8	20
Итого максимум за период	24	24	52	100
Нарастающим итогом	24	48	100	100

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

4 Оценочные материалы

4.1 Тестовые задания

Вопрос 1. С какого слова обычно начинается раздел операторов в языке Pascal?
Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) uses
- 2) var
- 3) begin
- 4) write

Вопрос 2. Какая из переменных может не является целой в языке Pascal?
Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) a:=2;
- 2) b:=4 div 7;
- 3) c:=-25;
- 4) d:=d / 6;

Вопрос 3. Язык программирования Pascal создал...
Выберите один из 4 вариантов ответа:

1. Н.Вирт
2. Б.Паскаль
3. М.Фортран
4. С.Джобс

Вопрос 4. Операция Div в языке Pascal позволяет найти...
Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) Нет правильного
- 2) остаток от целочисленного деления
- 3) найти результат целочисленного деления одного числа на другое
- 4) результат деления одного числа на другое

Вопрос 5. Какое значение получит переменная a после выполнения серии команд:

```
a:=5;  
b:=2;  
a:=b * a - SQR(a)
```

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) -15
- 2) 15
- 3) 40
- 4) 10

Вопрос 6. Линейная структура построения программы подразумевает...
Выберите один из 4 вариантов ответа:

1. Неоднократное повторение отдельных частей программы
2. Последовательное выполнение всех элементов программы
3. Выполнение лишь нескольких, удовлетворяющих заданному условию частей программы
4. Последовательно-параллельное выполнение процедур и функций

Вопрос 7. Оператор присваивания имеет вид...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1. =
2. :=
3. =:
4. стрелка

Вопрос 8. Команда CLRSCR в языке Pascal служит для...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1. ожидания нажатия клавиши
2. ввода данных с экрана
3. очистки экрана
4. аварийное прекращение выполнения программы

Вопрос 9. Раздел VAR в языке программирования Pascal служит...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1. Для описания используемых переменных
2. Для описания величин
3. Для описания выражений
4. Для описания констант

Вопрос 10. Переменные – это...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1. величины, которые могут менять свое значение в процессе выполнения программы
2. величины, которые не могут менять своего значения в процессе выполнения программы
3. обозначают строки программы, на которые передается управление во время выполнения программы
4. символы, используемые для представления величин, которые могут принимать любое из ряда значений

Вопрос 11. Функция, выполняющая операцию подстановки в MathCAD это:

1. simplify
2. expand
3. substitute
4. factor

Вопрос 12. Функция mod(a,b) в MathCAD находит:

1. Наименьшее общее кратное
2. Остаток от деления
3. Наименьший общий делитель
4. Число сочетаний

Вопрос 13. В окне для построения декартова графика в MathCAD, пустое поле в середине горизонтальной оси предназначено:

1. для независимой переменной
2. для функции
3. для значения, устанавливающего размер границы
4. для названия оси

Вопрос 14. Решая уравнения или системы уравнений в MathCAD с помощью блока

given-minerr, решение будет:

1. минимальное
2. точное
3. максимальное
4. приближенное

Вопрос 15. В окне для построения декартова графика пустое поле в середине вертикальной оси, предназначено для:

1. для значения, устанавливающего размер границы
2. для дискретной переменной
3. для функции
4. для названия оси

Вопрос 16. Математическая панель MathCAD не содержит кнопку:

1. ключевые слова символьных вычислений
2. калькулятор
3. панель тригонометрических функций
4. панель программирования

Вопрос 17. Функция, выполняющая операцию раскрытия скобок и приведения подобных, обозначается как:

1. factor
2. expand
3. simplify
4. substitute

Вопрос 18. Функция, которая создает единичную матрицу порядка n, обозначается как:

1. diag(n)
2. rref(n)
3. identity(n)
4. stack(n)

Вопрос 19. Укажите восьмеричное число:

1. 345o
2. 345b
3. 345h
4. 345i

Вопрос 20. Для построения двух графиков в одной системе координат в окне для выражения вписываются обе функции, между которыми ставится знак:

1. :
2. ;
3. !
4. ,

4.2 Темы опросов на занятиях

- Тема 1. Основные этапы решения задач на компьютере.
- Тема 2. Понятие алгоритма.
- Тема 3. Свойства алгоритмов.
- Тема 4. Методы формального описания алгоритмов.
- Тема 5. Схемы алгоритмов.
- Тема 6. Компоненты алгоритмических языков программирования высокого уровня.
- Тема 7. Lazarus - открытая интегрированная среда кроссплатформенной разработки программного обеспечения на языке Object Pascal для компилятора Free Pascal Compiler.
- Тема 8. Структура программы.
- Тема 9. Редактирование исходного текста программ.
- Тема 10. Компиляция и исполнение программ.
- Тема 11. Информационные технологии проектирования РЭС.
- Тема 12. Классификация математических моделей.
- Тема 13. Требования к математическим моделям.
- Тема 14. Получение математических моделей технических подсистем РЭС.
- Тема 15. Формальная аналогия электрических, тепловых, механических и других подсистем.

4.3 Вопросы на зачет

- Вопрос 1. Основы построения программ на языке Паскаль.
- Вопрос 2. Типы данных языка Паскаль.
- Вопрос 3. Управляющие конструкции языка Паскаль.
- Вопрос 4. Процедуры и функции языка Паскаль.
- Вопрос 5. Модули языка Паскаль.
- Вопрос 6. Поиск ошибок с помощью отладчика в среде Lazarus.
- Вопрос 7. Математические и логические функции языка Паскаль.
- Вопрос 8. Работа со строковыми типами данных языка Паскаль.
- Вопрос 9. Структурированные типы данных языка Паскаль.
- Вопрос 10. Обработка файлов на языке Паскаль.
- Вопрос 11. Указатели и динамическая память.
- Вопрос 12. Объектно-ориентированное программирование.
- Вопрос 13. Система программирования Lazarus.
- Вопрос 14. Настройка IDE.
- Вопрос 15. Работа с компонентами.
- Вопрос 16. Циклы и переключатель case
- Вопрос 17. Массивы простые, двумерные и динамические.
- Вопрос 18. Диалоги.
- Вопрос 19. Организация меню и панелей инструментов.
- Вопрос 20. Многооконные приложения.

4.4 Вопросы на зачет с оценкой

- Вопрос 1. Типы данных в MathCAD.
- Вопрос 2. Символьные расчеты в MathCAD.
- Вопрос 3. Операторы в MathCAD.
- Вопрос 4. Управление вычислениями в MathCAD.

- Вопрос 5. Матричные вычисления.
- Вопрос 6. Использование матричных функций.
- Вопрос 7. Программирование в MathCAD.
- Вопрос 8. Комплексные числа в MathCAD.
- Вопрос 9. Двумерные графики в MathCAD.
- Вопрос 10. 3D-графики в MathCAD.
- Вопрос 11. Упрощение выражений и алгебраические преобразования в MathCAD.
- Вопрос 12. Решение уравнений и систем уравнений в MathCAD.
- Вопрос 13. Решение неравенств в MathCAD.
- Вопрос 14. Вычисление интегралов в MathCAD.
- Вопрос 15. Вычисление интегралов в MathCAD.
- Вопрос 16. Ряды и пределы в MathCAD.
- Вопрос 17. Исследование функций и оптимизация в MathCAD.
- Вопрос 18. Аналитическое решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MathCAD.
- Вопрос 19. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MathCAD.
- Вопрос 20. Дифференциальные уравнения в частных производных в MathCAD.

4.5 Вопросы на самоподготовку

- Тема 1. Основные классификационные признаки и характеристики языков программирования.
- Тема 2. Синтаксис и семантика языка.
- Тема 3. Понятие алгоритмического языка программирования и наиболее распространённые представители универсальных алгоритмических языков высокого уровня.
- Тема 4. Основные компоненты диалогового проектирования интерфейса.
- Тема 5. Вычисление сумм и произведений, рядов, минимума и максимума, итерационные циклы, использование массивов для запоминания информации, сортировка.
- Тема 6. Назначение и основные возможности систем компьютерного моделирования.
- Тема 7. Использование методов оптимизации.

4.6 Темы лабораторных работ

- Работа 1. Создание шаблона для разрабатываемых программ.
- Работа 2. Консольные программы на Free Pascal.
- Работа 3. Операторы присваивания.
- Работа 4. Операторы выбора.
- Работа 5. Оператор цикла с заданным числом повторов.
- Работа 6. Оператор цикла с предусловием.
- Работа 7. Массивы.
- Работа 8. Программирование с использованием записей.
- Работа 9. Двумерные массивы.
- Работа 10. Арифметические вычисления в MathCAD.
- Работа 11. Физические вычисления с использованием единиц измерения.
- Работа 12. Операции с векторами и матрицами.
- Работа 13. Аналитические выражения.
- Работа 14. Нахождение корней уравнений

- Работа 15. Обработка экспериментальных данных.
- Работа 16. Построение графиков.
- Работа 17. Построение трехмерных графиков.
- Работа 18. Решение дифференциальных уравнений.

4.7 Темы курсовых работ

Первая группа заданий в количестве 25 вариантов. Расчет линейной электрической схемы постоянного тока с помощью программного комплекса OpenOffice Calc. Конкретное задание для студента формируется на основе обобщенной схемы и вектора параметров из таблицы (см. методические указания по курсовой работе).

Вторая группа заданий в количестве 25 вариантов. Расчет линейной электрической схемы постоянного тока с помощью программного комплекса Lazarus. Конкретное задание для студента формируется на основе обобщенной схемы и вектора параметров из таблицы (см. методические указания по курсовой работе).

Третья группа заданий в количестве 25 вариантов. Расчет линейной электрической схемы постоянного тока с помощью программного комплекса MathCAD. Конкретное задание для студента формируется на основе обобщенной схемы и вектора параметров из таблицы (см. методические указания по курсовой работе).

Список литературы

1. Алексеев, Е. Р. Free Pascal и Lazarus: Учебник по программированию / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Т. В. Кучер. – Москва : Издательский дом «ДМК-пресс», 2010. – 440 с.
2. Алексеев, Е. Р. Самоучитель по программированию на Free Pascal и Lazarus / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Т. В. Кучер. – Донецк : ДонНТУ, Технопарк ДонНТУ УНИТЕХ, 2011. – 503 с.
3. Кетков, Ю. Л. Свободное программное обеспечение. FREE PASCAL для студентов и школьников / Ю. Л. Кетков, А. Ю. Кетков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 384 с.
4. Мансуров, К. Т. Основы программирования в среде Lazarus. – Москва : Нобель пресс, 2013. – 772 с.
5. Lazarus Tutorial/ru : сайт / База знаний о Free Pascal, Lazarus и родственных проектах – URL: http://wiki.freepascal.org/Lazarus_Tutorial/ru (дата обращения 04.03.2022). – Режим доступа: свободный.
6. Очков, В. Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2007. – 368 с.
7. Каганов, В. И. Радиотехника + компьютер + Mathcad. – М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 416 с.
8. Поршнев, С. В. Численные методы на базе MathCAD / С. В. Поршнев, И. В. Беленкова. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 464 с.
9. Панферов, А. И. Применение Mathcad в инженерных расчетах: Учеб. пособие / А. И. Панферов, А. В. Лопарев, В. К. Пономарев. – Санкт-Петербург : СПбГУАП, 2004. – 88 с.
10. Гурский, Д. А. Вычисления в Mathcad 12 / Д. А. Гурский, Е. С. Турбина. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 544 с.
11. Васильев, А. Н. Mathcad 13 на примерах. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.
12. Дьяконов, В.П. Новые информационные технологии: Учебное пособие. Часть 3. Основы математики и математическое моделирование / В. П. Дьяконов, И. В. Абраменкова, А. А. Пеньков. – Смоленск : СГПУ, 2003. – 192 с.
13. Фриск, В. В. Основы теории цепей. Расчеты и моделирование с помощью пакета компьютерной математики MathCAD. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2006. – 88 с.
14. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи. – 10-е изд. – Москва : Гардарики, 2001. – 640 с.