

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 28 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ  
ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: прикладной бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
3	3,108	18	18		72	Зачет
Итого	3,108	18	18		72	Зачет

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Математические основы построения цифровых систем управления» являются освоение теоретических основ построения цифровых систем, понимание характера работы цифровых электронных устройств и элементов систем управления мехатронными модулями и робототехническими системами, опираясь на математические законы; приобретение знаний об элементной базе цифровых систем управления, принципах действия, параметрах и характеристиках различных функциональных элементов, подготовка студента к пониманию принципа действия современных цифровых систем управления устройствами мехатроники и робототехники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические основы построения цифровых систем управления» относится к вариативной части блока дисциплин ОПОП бакалавриата по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»..

2.1. Для освоения дисциплины «Математические основы построения цифровых систем управления» необходимы знания, умения и готовности обучающегося по указанным разделам следующих дисциплин:

Дисциплины	Разделы	Знания, умения, навыки
Математика	линейная алгебра; теория функций комплексного переменного; дифференциальное и интегральное исчисление; дифференциальные уравнения; интегральные преобразования Фурье и Лапласа.	навыки решения систем линейных уравнений; уметь выполнять арифметические операции над комплексными числами; уметь дифференцировать и брать определенные интегралы; знать основные понятия об обыкновенных диф. уравнениях и уметь решать линейные диф. уравнения;
Информатика	компьютеры и компьютерные сети; прикладное программное обеспечение.	иметь навыки работы на компьютере и в сети Интернет; иметь навыки использования прикладного программного обеспечения (универсальных математических программ, текстовых процессоров, редакторов формул и др.)

2.2. Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин:

- электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
- микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике,
- проектирование мехатронных и робототехнических систем,

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

- владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем (ОПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **Знать:**

- математические основы построения цифровых устройств мехатронных и робототехнических систем; основы цифровой и импульсной техники; импульсное и цифровое представление информации; системы счисления; цифровые логические элементы в инте-

графальном исполнении; понятие комбинационных логических устройств и их разновидности; разновидности триггеров в интегральном исполнении; понятие последовательностных устройств и их разновидности (ОПК-2);

**Уметь:**

- выполнять расчеты цифровых электронных схем (ОПК-2);
- проводить исследования цифровых электронных схем с использованием средств схемотехнического моделирования (ОПК-2);

**Владеть:**

- методиками расчета параметров цифровых электронных устройств, синтезом логических схем (ОПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Алгебра логики	4	1-4	4	2				10		4/67	Рейтинг-контроль №1
2	Синтез комбинационных схем.	4	5-10	6	10				36		6/38	Рейтинг-контроль №2
3	Элементная база цифровых устройств	4	11-18	8	6				26		6/43	Рейтинг-контроль №3
Всего				18	18				72		16/44	Зачет

##### 4.1. Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема лекции
1	1	2	Системы счисления. Логические аргументы и логические функции. Операции алгебры логики. Способы записи функций. Логические функции одной, двух, трех переменных.
2	1	2	Основные законы алгебры логики. Формы логических функций.
3	2	2	Методы минимизации логических функций. Метод непосредственных преобразований
4	2	2	Методы минимизации логических функций. Метод карт Карно-Вейча
5	2	2	Синтез комбинационных схем. Формирование логических условий работы. Составление СДНФ (или СКНФ) логической функ-

			ции. Построение логических устройств на элементной базе.
6	3	2	Функциональные элементы. Логические элементы. Триггеры Одноступенчатые и двухступенчатые триггеры. Триггеры с динамическим управлением. Взаимные преобразования триггеров.
7	3	2	Регистры. Параллельный регистр. Сдвигающий регистр.
8	3	4	Счетчик прямого и обратного счета. Реверсивные счетчики. Асинхронные и синхронные счетчики. Двоично-кодированные счетчики
Итого:		18	

#### 4.2. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия
1	1	2	Системы счисления. Логические аргументы и логические функции.
2	2	2	Преобразования логических схем.
3	2	4	Минимизация логических функций методом карт Карно-Вейча
4	2	4	Синтез комбинационных схем
5	3	4	Изучение работы триггеров
6	3	2	Изучение работы регистров и счетчиков
Итого:		18	

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для реализации компетентностного подхода предлагается интегрировать в учебный процесс интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), а также применять:

- учебную дискуссию;
- видеотренинги;
- проблемное обучение;
- методы групповой работы;
- компьютерная симуляция (процессов, объектов и т. п. по профилю дисциплины);
- мультимедийные технологии при проведении учебных занятий;
- встречи с ведущими преподавателями университета.

Для проведения контрольных мероприятий предлагается использовать компьютерные контрольные задания.

Самостоятельная работа студентов подкрепляется использованием ресурсов Интернет.

#### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

##### 6.1. Текущий контроль:

##### Рейтинг-контроль №1.

Дана функция четырех переменных  $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$ . Минимизировать логическое выражение методом непосредственных преобразований. Построить функциональ-

ную схему устройства для минимального выражения. Построить логическую схему на элементах «2И–НЕ».

1.  $y = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 + x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3$
2.  $y = x_1 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_2 + \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_4$
3.  $y = x_1 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_1 \cdot x_3$
4.  $y = x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_4 + x_1 \cdot x_3 + x_2 \cdot x_3$
5.  $y = \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot \bar{x}_4 + x_1 \cdot x_3$
6.  $y = x_2 \cdot x_3 + x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_4$
7.  $y = x_1 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot \bar{x}_3$
8.  $y = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot \bar{x}_3 + x_3 \cdot \bar{x}_4$
9.  $y = \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3$
10.  $y = \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$
11.  $y = x_1 \cdot x_3 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4$
12.  $y = x_1 \cdot x_4 + x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1$
13.  $y = x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_1 \cdot \bar{x}_4$
14.  $y = x_1 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot x_3$
15.  $y = x_2 \cdot x_4 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot x_3 + \bar{x}_3 \cdot x_4$
16.  $y = x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_3 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot x_4$
17.  $y = x_1 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + \bar{x}_1 \cdot x_3$
18.  $y = \bar{x}_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 + x_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot x_4$
19.  $y = \bar{x}_1 \cdot x_3 + \bar{x}_2 \cdot x_4 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot x_3$
20.  $y = x_2 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + x_1 \cdot x_3$

### Рейтинг-контроль 2.

Выполнить синтез комбинационной схемы логической функции пяти переменных, заданной в виде значений десятичных эквивалентов логических аргументов  $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ . Составить СДНФ, провести минимизацию логической функции, построить функциональную схему устройства.

1.  $y = \{4,5,12,13,14,15,19,23,24,25\}$
2.  $y = \{0,1,4,5,12,13,14,17,19,27,28,29\}$
3.  $y = \{0,1,2,3,4,5,6,7,17,21,24,25,26,27\}$
4.  $y = \{1,5,8,9,10,11,20,21,22,23,24,25,26,27\}$
5.  $y = \{2,3,11,12,13,14,15,16,17,18,19,28,29\}$
6.  $y = \{4,5,19,20,21,22,23,24,25,26\}$
7.  $y = \{0,5,10,17,19,21,23,26,29,31\}$
8.  $y = \{3,7,8,9,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25\}$
9.  $y = \{2,3,4,5,8,9,10,11,28,29,30,31\}$
10.  $y = \{4,5,7,8,9,10,11,16,17,18,19,24,25\}$
11.  $y = \{0,1,6,7,12,13,18,19,24,25,26,27\}$
12.  $y = \{3,8,10,12,13,14,15,16,17,18,19\}$
13.  $y = \{4,5,6,7,9,11,16,17,18,19,20,21\}$

14.  $y = \{4,5,8,9,12,13,19,28,29,30,31\}$
15.  $y = \{0,1,9,12,13,14,15,17,21,25,26\}$
16.  $y = \{4,5,8,9,14,15,17,21,25,29\}$
17.  $y = \{2,4,5,6,7,10,12,13,16,17,30,31\}$
18.  $y = \{1,5,8,10,14,15,16,17,20,21,30,31\}$
19.  $y = \{0,2,4,6,8,9,10,11,23,28,29,30,31\}$
20.  $y = \{2,3,6,7,8,10,14,15,28,30,31\}$

### Рейтинг-контроль 3.

1. Цифровые логические элементы в интегральном исполнении.
2. Понятие комбинационных логических устройств и их разновидности.
3. Асинхронный RS-триггер. Временная диаграмма работы. Условные графические обозначения.
4. Синхронный RS-триггер. Временная диаграмма работы. Условные графические обозначения.
5. Счетный T-триггер. Временная диаграмма работы. Условные графические обозначения.
6. D-триггер. Временная диаграмма работы. Условные графические обозначения.
7. Универсальный JK-триггер. Временная диаграмма работы. Условные графические обозначения.
8. Классификация регистров. Параллельные регистры
9. Классификация регистров. Сдвигающие регистры
10. Двоичные счетчики
11. Двоично-кодированные счетчики
12. Синхронные счетчики

### 6.2. Промежуточная аттестация:

#### Зачет, 3 семестр.

Вопросы к зачету.

1. Назовите основные операции булевой алгебры. Как они описываются с помощью таблиц истинности; с помощью аналитических выражений?
2. Приведите пример описания функции алгебры логики в словесной форме; в виде таблицы истинности; в виде аналитического выражения; в дизъюнктивной и конъюнктивной нормальной форме.
3. Как строится структурная схема логического устройства по заданному логическому выражению?
4. В чем заключается цель и принцип минимизации логической функции?
5. В чем отличие позиционной системы счисления от непозиционной?
6. В чем заключается минимизация функции с помощью карт Вейча?
7. Представьте карты Карно для функции четырех, пяти и шести переменных.
8. Перечислите этапы синтеза комбинационных схем.
9. Как строится структурная схема логического устройства?
10. В чем отличие СКНФ от СДНФ?
11. Приведите пример описания функции алгебры логики в словесной форме; в виде таблицы истинности; в виде алгебраического выражения, в виде последовательности чисел.
12. Каково назначение и состав триггерных устройств?
13. Назовите основные параметры и признаки классификации счетчиков.
14. Опишите способы связи между разрядными схемами счетчиков. Чем они различаются между собой?
15. Каким образом повышается быстродействие счетчиков?
16. Как осуществляется предварительная установка счетчиков?
17. Как представляется двоичная информация в параллельном и последовательном коде?

18. Цифровые логические элементы в интегральном исполнении.
19. Понятие комбинационных логических устройств и их разновидности.
20. Классификация регистров. Параллельные регистры
21. Классификация регистров. Сдвигающие регистры
22. Двоичные счетчики
23. Двоично-кодированные счетчики

### 6.3. Самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа студента выполняется в соответствии с учебным планом и программой дисциплины. Самостоятельная работа направлена на углубленное изучение разделов и подготовку к выполнению практических заданий.

На самостоятельную работу студента выносятся следующие разделы:

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость, часов
1	1	Подготовка к практическим занятиям по изучению логических функций	10
2	2	Подготовка к практическим занятиям по изучению метода непосредственных преобразований логических функций	8
2	3	Подготовка к практическим занятиям по изучению метода карт Карно-Вейча	8
2	4	Изучение элементной базы логических элементов. Подготовка к практическим занятиям по изучению синтеза комбинационных схем.	20
3	5	Подготовка к практическим занятиям по изучению триггеров. Сдвигающий регистр. Асинхронные и синхронные счетчики. Арифметико-логические устройства. Элементы выполнения арифметических операций. Арифметико-логические устройства.	16
3	6	Подготовка к практическим занятиям по изучению регистров и счетчиков	10
Итого			72

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература:

1. Математические методы в приложениях. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Н. Зайцева, А.Н. Нуриев, П.В. Малов. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014.

2. Конструирование узлов и устройств электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - (Высшее образование)

3. Основы схемотехники аналого-цифровых устройств [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу "Схемотехника ЭВМ" / Аверченков О.Е. - М. : ДМК Пресс, 2012.

### б) дополнительная литература:

1. Полупроводниковая схемотехника. Том II [Электронный ресурс] / Титце У., Шенк К. ; Пер. с нем. - 12-е изд. - М. : ДМК Пресс, 2009.

2. Электронная техника: в 2 ч. Ч. 2: Схемотехника электронных схем [Электронный ресурс]: учебник / Фролов В.А. - М. : УМЦ ЖДТ, 2013.

3. Мишулин, Юрий Евгеньевич. Цифровая схемотехника : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мишулин, В. А. Немонтов ; Владимирский государственный университет (ВлГУ)

.— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2006 .— 141 с. : схемы— Библиогр.: с. 141. ISBN 5-89368-649-7

**в) периодические издания:**

1. Научно технический журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».
2. Научно технический журнал «Известия ВУЗ «Электромеханика».
3. Журнал «Электронные компоненты и системы»

**в) интернет-ресурсы:**

1. Электронная библиотека по электротехнике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.electrolibrary.info/>, свободный.
2. Электронный журнал «Радиотехника и электроника» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.radioingener.ru/>, свободный.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционные занятия:

- a) комплект электронных презентаций/слайдов, учебные видеофильмы
- b) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия:

- a) компьютерный класс;
- b) презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- c) пакеты ПО общего назначения (MS Office);
- d) ПО Matlab, MicroCAP, Electronics Workbench (программы моделирования электронных устройств;


3. Прочее:

- a) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.



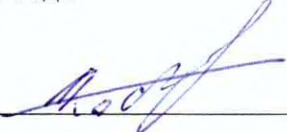
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Рабочую программу составил  к.т.н., доцент Мишулин Ю.Е.

Рецензент (представитель работодателя):  
главный инженер  
ООО «Вистеон Автоприбор Электроникс»  Рубай Д.В.


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МиЭСА,

протокол № 8 от 27.04 2015 года

Заведующий кафедрой  Кобзев А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

протокол № 3 от 28.04 2015 года

Председатель комиссии  Кобзев А.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ**

Рабочая программа одобрена на 2015-2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на 2016-2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 15 от 30.06.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_