

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Микроэлектроника**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
4	Всего контактной работы	26	26	часов
5	Самостоятельная работа	145	145	часов
6	Всего (без экзамена)	171	171	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
			5.0	З.Е.

Контрольные работы: 4 семестр - 2

Экзамен: 4 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)

\_\_\_\_\_ Н. С. Легостаев

Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ

\_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО

\_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ

\_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)

\_\_\_\_\_ В. Д. Семенов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

- ознакомление с основными направлениями развития современной микроэлектроники;
- приобретение знаний по принципам построения микроэлектронной аппаратуры различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

- формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях, математическом аппарате микроэлектроники;
- формирование знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем;
- формирование навыков синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микроэлектроника» (Б1.В.ДВ.4.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Инженерные расчеты в Mathcad, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники.

Последующими дисциплинами являются: Аналоговая электроника, Аппаратное и программное обеспечение ЭВМ, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Микропроцессорные устройства и системы, Основы преобразовательной техники, Схемотехника, Учебно-исследовательская работа, Цифровая и микропроцессорная техника, Электронные промышленные устройства, Энергетическая электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;
- ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные направления в микроэлектронике; классификационные признаки, характеристики и параметры микроэлектронных изделий; конструктивно-технологические особенности различных типов интегральных микросхем; основные разновидности аналоговых и цифровых интегральных схем и особенности их использования в устройствах различного функционального назначения; основные особенности и принципы проектирования микроэлектронных изделий.
- **уметь** выполнять математическое моделирование функциональных узлов интегральных микросхем с целью оптимизации их параметров; определять характеристики и параметры интегральных микросхем; проводить экспериментальные исследования микроэлектронных устройств; применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры.
- **владеть** методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в табли-

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная работа (всего)	26	26
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	14	14
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	145	145
Подготовка к контрольным работам	52	52
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	59	59
Выполнение контрольных работ	18	18
Всего (без экзамена)	171	171
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Предмет микроэлектроники	0	0	4	4	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем	0	0		6	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники	2	0		12	14	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
4 Цифровые микросистемные устройства комбинаторного типа	2	0		24	26	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
5 Цифровые микросистемные устройства последовательностного типа	4	4		42	50	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
6 Запоминающие устройства	0	0		10	10	ОПК-3, ПК-1, ПК-5

7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники	4	0		16	20	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой интегральной микроэлектроники	2	4		31	37	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	14	8	4	145	171	
Итого	14	8	4	145	171	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники	Арифметические коды. Функции алгебры логики и их основные свойства. Основные законы алгебры логики. Алгебраические формы представления функций алгебры логики. Минимизация функций алгебры логики.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
4 Цифровые микросистемные устройства комбинаторного типа	Основные положения. Логические элементы. Методика синтеза комбинационных устройств. Мультиплексоры и демultipлексоры. Шифраторы и дешифраторы. Сумматоры и вычитатели. Цифровые компараторы. Матричная реализация булевых функций.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
5 Цифровые микросистемные устройства последовательностного типа	Основные положения. Триггеры. Регистры. Счетчики и делители частоты.	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники	Базовые логические элементы транзисторно-транзисторной логики. Базовые логические элементы на комплементарных МДП-транзисторах. Базовый логический элемент истоково-связанной логики на полевых транзисторах с управляющим переходом Шоттки (ПТШ-Ga-As)	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой	Функциональные узлы аналоговых интегральных микросхем. Интегральные операционные усилители. Характеристики и параметры ОУ.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5

интегральной микроэлектроники	Итого	2	
Итого за семестр		14	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Инженерные расчеты в Mathcad							+	+
2 Твердотельная электроника							+	+
3 Теоретические основы электротехники							+	+
Последующие дисциплины								
1 Аналоговая электроника								+
2 Аппаратное и программное обеспечение ЭВМ			+	+	+	+	+	
3 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты			+	+	+	+	+	+
4 Микропроцессорные устройства и системы			+	+	+	+		
5 Основы преобразовательной техники				+	+			+
6 Схемотехника	+	+	+	+	+	+		+
7 Учебно-исследовательская работа			+	+	+	+	+	+
8 Цифровая и микропроцессорная техника		+	+			+	+	
9 Электронные промышленные устройства			+	+		+	+	+
10 Энергетическая электроника		+	+	+	+		+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

	Виды занятий	Формы контроля
--	--------------	----------------

Компетенции	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
5 Цифровые микросхемные устройства последовательностного типа	Проектирование и экспериментальная проверка работы синхронного счетчика с произвольной последовательностью смены состояний	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой интегральной микросхемной электроники	Экспериментальное исследование аналоговых микросхемных устройств, выполненных на операционных усилителях.	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

### 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
4 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5

2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого		4	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Предмет микроэлектроники	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	4		
2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	6		
3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники	Выполнение контрольных работ	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	12		
4 Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа	Выполнение контрольных работ	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Подготовка к контрольным работам	10		
	Итого	24		
5 Цифровые микроэлектронные устройства последовательностного	Выполнение контрольных работ	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		



типа	тической части курса			
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	12		
	Итого	42		
6 Запоминающие устройства	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	10		
7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	16		
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой интегральной микроэлектроники	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	11	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	12		
	Итого	31		
	Выполнение контрольной работы	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа
Итого за семестр		145		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		154		

**10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**  
Не предусмотрено РУП.

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**  
Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Легостаев Н.С. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов - Томск Эль Контент, 2013. - 172 с. ISBN 978-5-4332-0073-9. Доступ из лич-

ного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 06.08.2018).

## **12.2. Дополнительная литература**

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника» [Электронный ресурс]: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль «Промышленная электроника» / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов - 2014. 238 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 06.08.2018).

2. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / П. Е. Троян - 2007. 349 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 06.08.2018).

## **12.3. Учебно-методические пособия**

### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Легостаев Н.С. Микроэлектроника: электронный курс / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов - Томск: Эль Контент, 2013. Доступ из личного кабинета студента.

2. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины. — Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 86 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 06.08.2018).

### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем [Электронный ресурс] - Режим доступа [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resources/inform\\_retrieval\\_system/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/), дата обращения 02.08.2018.

2. Информационные, справочные и нормативные базы данных [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>, дата обращения 02.08.2018.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;

- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

#### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

##### 14.1.1. Тестовые задания

1. Укажите этап проектирования интегральных микросхем, на котором проверяется правильность функционирования синтезированной структуры.

а) структурный синтез; б) структурный анализ; в) схемный синтез; г) схемный анализ.

2. Укажите этап проектирования интегральных микросхем, на котором создается электрическая схема.

а) структурный синтез; б) структурный анализ; в) схемный синтез; г) схемный анализ.

3. Укажите цифровые интегральные микросхемы.

а) операционный усилитель; б) универсальный триггер; в) регистр памяти; г) двоичный счетчик.

4. Укажите аналоговые интегральные микросхемы.

а) операционный усилитель; б) универсальный триггер; в) регистр памяти; г) стабилизатор напряжения.

5. Укажите дополнительный код числа  $(-19)$  в 8-разрядной вычислительной сетке.

а) 10101100; б) 11101101; в) 10110011; г) 10111010.

6. Укажите десятичное число 78 в двоичной системе счисления.

а) 1100010; б) 1001110; в) 1101010; г) 1011100.

7. Укажите двоичный код восьмеричного числа 123Q.

а) 1001010; б) 1010011; в) 1010101; г) 1001100.

8. Представить двоичное число 10101101 в восьмеричной системе счисления.

а) 252Q; б) 255Q; в) 235Q; г) 271Q;

9. Представьте двоичное число 10100001 в десятичной системе счисления.

а) 160; б) 161; в) 148; г) 132.

10. Укажите соотношение, в котором допущена ошибка.

а)  $A+BC=(A+B)(A+C)$ ; б)  $A+AB=B$ ; в)  $A(A+B)=A$ ; г)  $A+AB=A$ .

11. Укажите двоично-десятичный код 8-4-2-1 десятичного числа 45.

а) 01010100; б) 01000101; в) 01110101; г) 01000100.

12. Укажите логический элемент, реализующий булеву функцию  $f=AB$ .

а) логический элемент ИЛИ; б) логический элемент ИЛИ-НЕ; в) логический элемент И; г) логический элемент И-НЕ.

13. Укажите логический элемент, реализующий булеву функцию  $f=A+B$ .

а) логический элемент ИЛИ; б) логический элемент ИЛИ-НЕ; в) логический элемент И; г) логический элемент И-НЕ.

14. Укажите коэффициент пересчета двоичного четырехразрядного счетчика.

а) 16; б) 32; в) 64; г) 128.

15. Укажите число разрядов выходного двоичного кода суммирующего асинхронного двоичного счетчика, модуль счета которого 128.

а) 3; б) 4; в) 5; г) 7.

16. Укажите восьмиразрядное слово  $a_7a_6a_5a_4a_3a_2a_1a_0$  слово, которое надо подать на информационные входы мультиплексора для реализации булевой функции  $f=AC$ .

а) 10010010; б) 10110000; в) 10100000; г) 10100110.

17. Укажите уровни сигналов на выходах восьмиразрядного вычитающего десятичного счетчика после поступления на его вход 56 импульсов, если счетчик находился в 3 состоянии.

а) 01000111; б) 11000101; в) 01000101; г) 01100101.

18. Определите синфазное входное напряжение дифференциального усилителя, на входы которого поданы напряжения  $U_1 = -2$  В и  $U_2 = +1$  В.

а) -1В; б) -0,5В; в) +1В; г) +0,5В.

19. Определите коэффициент усиления для схемы инвертирующего операционного усилителя, если  $R_1 = 10$  кОм,  $R_2 = 100$  кОм (резистор в цепи обратной связи). Операционный усилитель считать идеальным.

а) +10; б) -10; в) +100; г) -100.

20. Определите коэффициент усиления для схемы не инвертирующего операционного усилителя, если  $R_1 = 10$  кОм,  $R_2 = 100$  кОм (резистор в цепи обратной связи). Операционный усилитель считать идеальным.

а) +10; б) -10; в) +11; г) -11.

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1). Определите коэффициент функциональной интеграции полного одноразрядного сумматора.

а) 0,56; б) 1,04; в) 1,84; г) 2,08.

2). Укажите значения потенциалов логической единицы и логического нуля, соответствующие отрицательной логике.

а)  $U^1 = 2,4$  В;  $U^0 = 0,4$  В. б)  $U^1 = 0,4$  В;  $U^0 = 2,4$  В. в)  $U^1 = -1,6$  В;  $U^0 = -0,8$  В. г)  $U^1 = -0,8$  В;  $U^0 = -1,6$  В.

3). Укажите последовательностные цифровые интегральные микросхемы.

а) операционный усилитель; б) универсальный триггер; в) регистр сдвига; г) двоичный сумматор.

4). Определите логический перепад, если значения выходных пороговых напряжений логических “1” и “0” соответственно составляют 14,9 В и 0,1 В.

а) 15,0 В; б) 14,8 В; в) 7,45 В; г) 0,2 В.

5). Определите помехозащищенность по уровню логического “0”, если уровень напряжения логического нуля  $U^0 = 0,1$  В, а пороговое напряжение  $U_{пор} = 9,2$  В.

а) 9,1 В; б) 9,2 В; в) 9,3 В; г) 9,4 В.

6). Определите средний ток, потребляемый интегральной микросхемой от источника питания, если средняя статическая мощность потребления составляет 100 мВт, а напряжение источника питания 5 В.

а) 100 мкА; б) 200 мкА; в) 20 мА; г) 50 мА.

7). Определите динамическую мощность  $P_{дин.}$  на частоте переключения  $f = 5$  МГц, если на частоте переключения  $f = 1$  МГц динамическая мощность составляет 2 мВт. Полагать, что величина динамической мощности пропорциональна частоте переключения.

а)  $P_{дин.} = 4$  мВт; б)  $P_{дин.} = 6$  мВт; в)  $P_{дин.} = 10$  мВт; г)  $P_{дин.} = 12$  мВт.

8). Определите дополнительный код суммы, полученной при сложении дополнительных кодов чисел (-19) и (-58) в 8-разрядной вычислительной сетке.

а) 10110011; б) 10110010; в) 10110111; г) 10110101.

9). Укажите двоично-десятичный код 8-4-2-1 десятичного числа 97.

а) 10010111; б) 10010101; в) 10010001; г) 10011000.

- 10). Укажите восьмиразрядный двоичный код числа 342 Q.  
 а) 11100110; б) 11100010; в) 11000010; г) 10100010.
- 11). Определите количество конституент нуля от 3 аргументов.  
 а) 3; б) 4; в) 8; г) 10.
- 12). Укажите соотношение, записанное верно.  
 а)  $A+BC=(A+B)(A+C)$ ; б)  $A+AB=A$ ; в)  $A+AB=B$ ; г)  $A(A+B)=A$ .
- 13). Указать восьмиразрядное слово  $a_7a_6a_5a_4a_3a_2a_1a_0$  слово, которое необходимо подать на информационные входы мультиплексора для реализации булевой функции  $F = A\bar{B}C+AC$ .  
 а) 10100000; б) 10100010; в) 10100100; г) 10100011.
- 14). Определите уровни сигналов на выходах восьмиразрядного суммирующего двоичного счетчика после поступления на его вход 90 импульсов, если счетчик находился в 240 состоянии.  
 а) 01010101; б) 01010100; в) 01010100; г) 01011100.
- 15). Определить восьмиразрядное слово  $a_7a_6a_5a_4a_3a_2a_1a_0$ , которое необходимо подать на входы ОЗУ для записи логической единицы в 28-ю ячейку. Входы ОЗУ:  $a_7=A_0$ ;  $a_6=A_1$ ;  $a_5=A_2$ ;  $a_4=A_1$ ;  $a_3=A_4$ ;  $a_2=DI$ ;  $a_1=CS$ ;  $f_0=WR$ .  
 а) 00110111; б) 00111111; в) 00111110; г) 00111100.
- 16). Определите напряжение логической единицы базового логического элемента ТТЛ с корректирующей цепочкой, если напряжение питания составляет 5,5 В, а падение напряжение на р-п-переходе, смещенном в прямом направлении, составляет 0,6 В.  
 а) 3,3 В; б) 3,8 В; в) 4,3 В; г) 5,1 В.
- 17). Определите эквивалентную удельную крутизну нагрузочных транзисторов двухвходового логического элемента ИЛИ-НЕ КМОП, если транзисторы идентичны, а их удельная крутизна  $k = 0,2 \text{ мА/В}^2$ .  
 а)  $0,05 \text{ мА/В}^2$ ; б)  $0,1 \text{ мА/В}^2$ ; в)  $0,3 \text{ мА/В}^2$ ; г)  $0,4 \text{ мА/В}^2$ .
- 18). Определите коэффициент усиления для схемы инвертирующего операционного усилителя, если  $R_1=2,5 \text{ кОм}$ ,  $R_2=50 \text{ кОм}$  (резистор в цепи обратной связи). Операционный усилитель считать идеальным.  
 а) +20; б) -20; в) +50; г) -50.
- 19). Определите коэффициент усиления операционного усилителя на частоте 10 кГц, если частота единичного усиления составляет  $f_1 = 5 \text{ МГц}$ , а частоты сопряжения  $f_{c1} = 10 \text{ Гц}$ ,  $f_{c2} = 20 \text{ МГц}$ .  
 а) 100; б) 250; в) 500; г) 750.
- 20). Определите максимальное входное напряжение для схемы инвертирующего включения ОУ, при котором операционный усилитель остается в линейном режиме, если  $R_1 = 10 \text{ кОм}$ ,  $R_2 = 100 \text{ кОм}$  (резистор в цепи обратной связи), а напряжение насыщения 16,5 В. Операционный усилитель считать идеальным.  
 а) 1,25 В; б) 1,45 В; в) 1,65 В; г) 2,15 В.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

- 1). Спроектировать комбинационную схему, реализующую булеву функцию  $f = \bar{A}B\bar{C} + AB + ACD$  с использованием дешифратора.
- 2). Спроектировать устройство, обеспечивающее отображение на цифро-буквенных индикаторах числа единичных разрядов входного 10-разрядного кода.
- 3). Спроектировать устройство, зажигающее светодиод, если не менее трех из восьми входных двоичных сигналов принимают единичное значение.
- 4). Спроектировать суммирующий счетчик с коэффициентом пересчета 325.
- 5). Спроектировать вычитающий счетчик с коэффициентом пересчета 250.
- 6). Спроектировать суммирующий счетчик с коэффициентом пересчета 95 с обеспечением индикации состояния на цифро-буквенных индикаторах.
- 7). Спроектировать генератор импульсов заданной формы.
- 8). Спроектировать делитель частоты импульсов в 30 раз.
- 9). Спроектировать устройство, пропускающее на выход каждый 71-й импульс входной импульсной последовательности.
- 10). Спроектировать делитель частоты импульсов в 25 раз.
- 11). Спроектировать устройство, пропускающее на выход каждый 46-й импульс входной

импульсной последовательности.

12). Спроектировать вычитающий счетчик с коэффициентом пересчета 102 с обеспечением индикации состояния на цифро-буквенных индикаторах.

13). Спроектировать устройство, зажигающее светодиод, если не менее пяти из семи входных двоичных сигналов принимают единичное значение.

14). Спроектировать комбинационную схему, реализующую булеву функцию  $f = ABC + A\bar{B}D + \bar{B}C\bar{D}$  с использованием дешифратора.

15). Спроектировать устройство, зажигающее светодиод, если четыре из шести входных двоичных сигналов принимают нулевое значение.

16). Спроектировать устройство, обеспечивающее отображение на цифро-буквенных индикаторах числа единичных разрядов входного 12-разрядного кода.

17). Спроектировать полный одноразрядный сумматор на мультиплексоре серии K555.

18). Спроектировать двухразрядный сумматор на мультиплексорах серии K555.

19). Спроектировать устройство, обеспечивающее отображение на цифро-буквенных индикаторах числа нулевых разрядов входного 8-разрядного кода.

20). Спроектировать устройство, пропускающее на выход каждый 45-й импульс входной импульсной последовательности.

Микроэлектроника.

1). Перечислите особенности схемотехнического проектирования микроэлектронных структур.

а) усложнение схемотехнической реализации для улучшения их электрических параметров и минимизации площади кристалла;

б) ограниченный диапазон сопротивлений резисторов;

в) широкий диапазон сопротивлений резисторов;

г) ограниченный диапазон емкостей конденсаторов;

д) широкий диапазон емкостей конденсаторов;

е) использование резисторов с номинальными сопротивлениями, установленными рядами предпочтительных значений.

2). Укажите этап проектирования интегральных микросхем, на котором определяются их основные электрические параметры.

а) структурный синтез; б) структурный анализ; в) схемный синтез; г) схемный анализ; д) структурное проектирование; е) схемное проектирование.

3). Определите коэффициент функциональной интеграции счетчика, содержащего четыре триггера, в структуре каждого из которых выделяется 10 логических элементов И-НЕ.

а) 1,2; б) 1,4; в) 1,6; г) 1,8.

4). Определите логический перепад, если значения выходных пороговых напряжений логических "1" и "0" соответственно составляют  $U_{\text{вых.пор}^1} = -0,8 \text{ В}$ ,  $U_{\text{вых.пор}^0} = -1,6 \text{ В}$ .

а) 0,8 В; б) 1,6 В; в) 2,4 В; г) 3,2 В.

5). Определить помехозащищенность по уровню логического "0", если уровень напряжения логического нуля  $U^0 = 0,2 \text{ В}$ , а пороговое напряжение  $U_{\text{пор.}} = 9 \text{ В}$ .

а) 8,2 В; б) 8,8 В; в) 9,2 В; г) 9,8 В.

6). Укажите дополнительный код числа (-17) в 8-разрядной вычислительной сетке.

а) 10101111; б) 11001111; в) 11101111; г) 11101101.

7). . Определите количество конституент нуля от 5 аргументов.

а) 8; б) 16; в) 32; г) 64.

8). Указать восьмиразрядное слово  $a_7a_6a_5a_4a_3a_2a_1a_0$ , которое необходимо подать на информационные входы мультиплексора для реализации булевой функции  $f = A\bar{B}\bar{C} + BC$ .

а) 10011000; б) 10011001; в) 10011010; г) 10011011.

9). Определить уровни сигналов на выходах восьмиразрядного суммирующего двоичного счетчика после поступления на его вход 70 импульсов, если счетчик находился в 248 состоянии.

а) 00111110; б) 01011110; в) 00101110; г) 00111010.

10). Определить восьмиразрядное слово  $a_7a_6a_5a_4a_3a_2a_1a_0$ , которое необходимо подать на входы ОЗУ для записи логической единицы в 30-ю ячейку. Входы ОЗУ:  $a_7=A_0$ ;  $a_6=A_1$ ;  $a_5=A_2$ ;  $a_4=A_1$ ;  $a_3=A_4$ ;  $a_2=DI$ ;  $a_1=CS$  инверсный;  $f_0=WR$  инверсный.

а) 01111100; б) 01101100; в) 01100100; г) 01011100.

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Проектирование и экспериментальная проверка работы синхронного счетчика с произвольной последовательностью смены состояний

Экспериментальное исследование аналоговых микроэлектронных устройств, выполненных на операционных усилителях.

#### 14.1.5. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету,	Преимущественно проверка методами исходя из состояния



### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.