

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
**Схемотехника**

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:  
Микросистемная техника

Курс: 3, семестр : 5

Факультет радиотехники и электроники,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 5       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 4       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 144     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 81      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 18      |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 18      |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 7       |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 63      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | Э       |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №177 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 31.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

старший преподаватель, Хабаров С. П.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Гайслер В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гайслер В. А.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники; в части следующих результатов обучения:</b>       |
| з10. Иметь представление о методах проектирования функциональных узлов цифровой электроники                                                                    |
| з11. Иметь представление о новейших средствах разработки и моделирования функциональных узлов цифровой электроники                                             |
| з12. Иметь представление о современных принципах построения цифровых узлов и цифровых интегральных схем на их основе                                           |
| з4. Знать методы проектирования функциональных узлов комбинационного и последовательностного типов, основные типы функциональных узлов современной электроники |
| з7. Знать понятийный аппарат (терминологию) дисциплины, основные законы булевой алгебры, способы представления логических функций                              |
| з8. Знать схемотехнику и параметры базовых логических элементов                                                                                                |
| у1. Иметь опыт проектирования комбинационных и последовательностных устройств                                                                                  |
| у3. Уметь использовать методику проектирования функциональных узлов при решении конкретных задач                                                               |
| у4. Уметь применять типовые схемные решения и типовые функциональные узлы в новых разработках                                                                  |
| у6. Уметь проводить анализ проектного решения на соответствие исходному заданию                                                                                |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                           | Формы организации занятий                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>Схемотехника</i>                                                                                                                                                       |                                                                           |
| <b>ПК.5.з12 Иметь представление о современных принципах построения цифровых узлов и цифровых интегральных схем на их основе</b>                                           |                                                                           |
| 1. О современных принципах построения цифровых узлов и цифровых интегральных схем на их основе.                                                                           | Лекции; Практические занятия                                              |
| <b>ПК.5.з10 Иметь представление о методах проектирования функциональных узлов цифровой электроники</b>                                                                    |                                                                           |
| 2. О методах проектирования функциональных узлов цифровой электроники.                                                                                                    | Лекции; Самостоятельная работа                                            |
| <b>ПК.5.з11 Иметь представление о новейших средствах разработки и моделирования функциональных узлов цифровой электроники</b>                                             |                                                                           |
| 3. О новейших средствах разработки и моделирования функциональных узлов цифровой электроники.                                                                             | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.5.з7 Знать понятийный аппарат (терминологию) дисциплины, основные законы булевой алгебры, способы представления логических функций</b>                              |                                                                           |
| 4. Понятийный аппарат (терминологию) дисциплины.                                                                                                                          | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа                      |
| <b>ПК.5.з8 Знать схемотехнику и параметры базовых логических элементов</b>                                                                                                |                                                                           |
| 5. Основные законы булевой алгебры.                                                                                                                                       | Лекции                                                                    |
| 6. Способы представления логических функций                                                                                                                               | Практические занятия; Лабораторные работы                                 |
| <b>ПК.5.з4 Знать методы проектирования функциональных узлов комбинационного и последовательностного типов, основные типы функциональных узлов современной электроники</b> |                                                                           |
| 7. Методы проектирования функциональных узлов комбинационного и последовательностного типов.                                                                              | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы                         |

|                                                                                                             |                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК.5.38 Знать схемотехнику и параметры базовых логических элементов</b>                                  |                                                                           |
| 8.Основные типы функциональных узлов современной электроники.                                               | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 9.Схемотехнику и параметры базовых логических элементов.                                                    | Лекции                                                                    |
| <b>ПК.5.y3 Уметь использовать методику проектирования функциональных узлов при решении конкретных задач</b> |                                                                           |
| 10.Использовать методику проектирования функциональных узлов при решении конкретных задач.                  | Практические занятия                                                      |
| <b>ПК.5.y4 Уметь применять типовые схемные решения и типовые функциональные узлы в новых разработках</b>    |                                                                           |
| 11.Применять типовые схемные решения и типовые функциональные узлы в новых разработках.                     | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа         |
| <b>ПК.5.y6 Уметь проводить анализ проектного решения на соответствие исходному заданию</b>                  |                                                                           |
| 12.Проводить анализ проектного решения на соответствие исходному заданию.                                   | Лабораторные работы                                                       |
| <b>ПК.5.y1 Иметь опыт проектирования комбинационных и последовательностных устройств</b>                    |                                                                           |
| 13.Проектирования комбинационных и последовательностных устройств.                                          | Лабораторные работы                                                       |

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                                                                                                                                                                         | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                                                                                                                                                   |                      |      |                               |
| <b>Дидактическая единица: Основы цифровой электроники</b>                                                                                                                                           |                      |      |                               |
| 1. Автоматы. Конечные и бесконечные автоматы. Комбинационные автоматы. Последовательностные автоматы (автоматы с памятью). Двоичная система счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика. | 0                    | 2    | 1, 2, 3                       |
| <b>Дидактическая единица: Основы булевой алгебры.</b>                                                                                                                                               |                      |      |                               |
| 2. Логические операции. Аксиомы и законы булевой алгебры. Функции двух переменных. Функционально полный логический базис.                                                                           | 0                    | 4    | 4, 5                          |
| <b>Дидактическая единица: Синтез комбинационных устройств.</b>                                                                                                                                      |                      |      |                               |
| 3. Приведения логической функции к заданному логическому базису. Минимизация неполностью определенных функций. Минимизация нескольких функций одних переменных.                                     | 0                    | 4    | 5                             |
| <b>Дидактическая единица: Типовые комбинационные устройства.</b>                                                                                                                                    |                      |      |                               |
| 4. Преобразователи кодов. Шифраторы и дешифраторы. Приоритетные шифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры. Уравнение мультиплексора и демультиплексора.                                          | 0                    | 6    | 7                             |
| <b>Дидактическая единица: Триггеры.</b>                                                                                                                                                             |                      |      |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|
| 5. Триггеры. Асинхронные триггеры. Триггеры, синхронизируемые уровнем. Двухступенчатые MS-триггеры (триггеры, синхронизируемые фронтом). Шестиэлементный RS-триггер с динамическим управлением передним фронтом (схема трёх триггеров). Таблицы обрат-ных переходов триггеров (словари триггеров).                                                | 0 | 6 | 7, 8 |
| <b>Дидактическая единица: Последовательностные устройства.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |      |
| 6. Синтез последовательностных автоматов. Синтез автоматов Мура и автоматов Мили.                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0 | 4 | 7    |
| <b>Дидактическая единица: Типовые последовательностные устройства.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |      |
| 7. Синтез генераторов числовой последовательности. Счетчики. Регистры.                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0 | 6 | 7, 8 |
| <b>Дидактическая единица: Схемотехника логических элементов.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |      |
| 8. Основные характеристики логических элементов. Транзисторно-транзисторная логика. Эмиттерно-связанная логика. Интегральная инжекционная логика. Логические элементы на МОП и КМОП-транзисторах. Базовые элементы ИЛИ-НЕ и И-НЕ на МОП-транзисторах. Базовые элементы ИЛИ-НЕ и И-НЕ на КМОП-транзисторах. Особенности реализации логики на КМОП. | 0 | 4 | 8, 9 |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                                                | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                      |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Дидактическая единица: Синтез комбинационных устройств.</b>         |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1. Изучение "Micro-Cap"                                                | 0                    | 4    | 3, 7                          | Получение практических навыков работы со средой разработки и анализа аналоговых и цифровых интегральных схем.                                                                                                                        |
| 2. Синтез логических схем по выходным временным диаграммам             | 0                    | 4    | 6, 7, 8                       | Получение практических навыков составления таблицы истинности комбинационных устройств по временным диаграммам входных и выходных сигналов. Закрепление навыков минимизации структуры комбинационных устройств с помощью карт Карно. |
| <b>Дидактическая единица: Типовые комбинационные устройства.</b>       |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3. Синтез преобразователя кода                                         | 0                    | 4    | 13, 7, 8                      | Пректирование устройства преобразующего один код в другой (8-4-2-1 в 2-4-2-1) и проверка правильности синтеза на Micro-Cap.                                                                                                          |
| <b>Дидактическая единица: Типовые последовательностные устройства.</b> |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4. Синтез генератора числовой последовательности.                      | 0                    | 6    | 11, 12, 13, 7                 | Синтез генератора чисел по индивидуальному заданию.                                                                                                                                                                                  |

Таблица 3.3

| Темы практических занятий                                                   | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                           |                      |      |                               |                                                                                                                     |
| <b>Дидактическая единица: Основы цифровой электроники</b>                   |                      |      |                               |                                                                                                                     |
| 1. Двоичная система счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика. | 4                    | 2    | 1, 4                          | Двоичные коды и двоичная арифметика                                                                                 |
| <b>Дидактическая единица: Синтез комбинационных устройств.</b>              |                      |      |                               |                                                                                                                     |
| 2. Синтез комбинационных устройств                                          | 6                    | 6    | 10, 3, 6, 7                   | Синтез функционально-логических схем шифраторов и дешифраторов. преобразователей кодов мультиплексоров, сумматоров. |
| <b>Дидактическая единица: Триггеры.</b>                                     |                      |      |                               |                                                                                                                     |
| 3. Триггеры                                                                 | 0                    | 2    | 11, 7, 8                      | Исследование временной диаграммы работы триггера.                                                                   |
| <b>Дидактическая единица: Типовые последовательностные устройства.</b>      |                      |      |                               |                                                                                                                     |
| 4. Синтез последовательностных устройств.                                   | 8                    | 8    | 10, 7                         | Синтез функционально-логических схем генератора чисел, регистров, счетчиков.                                        |

Таблица 3.4

| Темы для самостоятельного изучения                                     | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                      |                      |      |                               |                                                                                                                    |
| <b>Дидактическая единица: Типовые комбинационные устройства.</b>       |                      |      |                               |                                                                                                                    |
| 1. Типовые комбинационные устройства                                   | 0                    | 15   | 11, 4, 8                      | Мажоритарные элементы, контроль по модулю 2, контроль с использованием кодов Хемминга.                             |
| <b>Дидактическая единица: Типовые последовательностные устройства.</b> |                      |      |                               |                                                                                                                    |
| 2. Счетчики.                                                           | 0                    | 15   | 11, 4, 8                      | Двоичные счетчики, двоично-кодированные счетчики с произвольным модулем счета, счетчики с недвоичным кодированием. |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | РГЗ                         | 11, 2, 4                      | 20                 | 7                    |
| Разработка функционально-логической схемы генератора чисел: Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Подготовка к занятиям       | 11, 3, 4                      | 13                 | 0                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                   |          |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------|----|---|
| Изучение лекций и литературных источников по теме лабораторных работ и практических занятий: Подъяков Е. А. Электронные цепи и микросхемотехника. Ч. 5 : учебное пособие / Е. А. Подъяков, В. В. Орлик ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 150, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/podyak.pdf">http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/podyak.pdf</a> Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы Горошков Б. И. Электронная техника : [учебное пособие по специальностям "Приборостроение и оптотехника", "Электронная техника, радиотехника и связь", "Автоматика и управление", "Информатика и вычислительная техника"] / Б. И. Горошков, А. Б. Горошков. - М., 2010. - 313, [1] с. : ил., табл. |                                                   |          |    |   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Дополнительная учебная деятельность               | 2, 3, 4  | 0  | 0 |
| Подготовка презентации: Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |          |    |   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Подготовка к аттестации                           | 2, 3, 4  | 0  | 0 |
| Изучение конспекта лекций и литературы: Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |          |    |   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Самостоятельное изучение теоретического материала | 11, 4, 8 | 30 | 0 |
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Подъяков Е. А. Электронные цепи и микросхемотехника. Ч. 5 : учебное пособие / Е. А. Подъяков, В. В. Орлик ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 150, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/podyak.pdf">http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/podyak.pdf</a> Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |          |    |   |

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Информирование                | e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ  |
| Консультирование              | e-mail                                    |
| Контроль                      | e-mail                                    |
| Размещение учебных материалов | e-mail                                    |

Таблица 5.2

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| №                                                                  | Наименование активных форм |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1                                                                  | Тренинг                    |
| Краткое описание применения: Вопросы по теме, ответы и обсуждения. |                            |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Мин. балл | Максимальный балл |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 5</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |                   |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Подъяков Е. А. Электронные цепи и микросхемотехника. Ч. 5 : учебное пособие / Е. А. Подъяков, В. В. Орлик ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 150, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/podyak.pdf">http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/podyak.pdf</a> " |           |                   |
| <i>Практические занятия:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10        | 20                |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы"                                                                                   |           |                   |
| <i>Экзамен:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 20        | 40                |
| Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы"                                                                 |           |                   |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                                                                            | Формы контроля |         |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
|                       |                                                                                                                                                                | Защита РГЗ     | Экзамен |
| <b>ПК.5</b>           | 310. Иметь представление о методах проектирования функциональных узлов цифровой электроники                                                                    |                | +       |
|                       | 311. Иметь представление о новейших средствах разработки и моделирования функциональных узлов цифровой электроники                                             |                | +       |
|                       | 312. Иметь представление о современных принципах построения цифровых узлов и цифровых интегральных схем на их основе                                           | +              | +       |
|                       | 34. Знать методы проектирования функциональных узлов комбинационного и последовательностного типов, основные типы функциональных узлов современной электроники |                | +       |
|                       | 37. Знать понятийный аппарат (терминологию) дисциплины, основные законы булевой алгебры, способы представления логических функций                              | +              | +       |
|                       | 38. Знать схемотехнику и параметры базовых логических элементов                                                                                                | +              | +       |
|                       | у1. Иметь опыт проектирования комбинационных и последовательностных устройств                                                                                  | +              | +       |
|                       | у3. Уметь использовать методику проектирования функциональных узлов при решении конкретных задач                                                               | +              | +       |
|                       | у4. Уметь применять типовые схемные решения и типовые функциональные узлы в новых разработках                                                                  |                | +       |
|                       | у6. Уметь проводить анализ проектного решения на соответствие исходному заданию                                                                                |                | +       |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.



## 7. Литература

### Основная литература

1. Грушвицкий Р. И. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой : [учебное пособие] / Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев, Е. П. Угрюмов. - СПб., 2006. - 736 с. : ил., табл., схемы. - На обл. подзаг.: Состояние и перспективы развития цифровых и аналоговых программируемых БИС/СБИС ; Методология, средства и примеры проектирования с использованием САПР ; Средства системного уровня проектирования (SystemC) ; Языки описания цифровой и аналоговой аппаратуры (VHDL, VerilogHDL, VHDL-AMS).
2. Алексенко А. Г. Основы микросхемотехники / А. Г. Алексенко. - М., 2004. - 448 с. : ил.
3. Бойт К. Цифровая электроника / К. Бойт ; пер. с нем. М. М. Ташлицкого. - М., 2007. - 471 с. : ил.
4. Новожилов О. П. Основы цифровой техники : учебное пособие / О. П. Новожилов. - М., 2004. - 526 с. : ил.

### Дополнительная литература

1. Уилкинсон Б. Основы проектирования цифровых схем / Б. Уилкинсон ; [пер. с англ. М. В. Бойко]. - М. [и др.] : Вильямс, 2004. - 319 с. - (Основы проектирования).

### Интернет-ресурсы

1. Промышленные АСУ и контроллеры [Электронный ресурс] : журнал // Научная электронная библиотека. eLIBRARY.RU : российский информационный портал. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7970>. - Загл. с экрана.
2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
6. :

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

1. Подъяков Е. А. Электронные цепи и микросхемотехника. Ч. 5 : учебное пособие / Е. А. Подъяков, В. В. Орлик ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 150, [1] с. : схемы, табл. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/podyak.pdf>
2. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычислительная техника" (специальность 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети") / Е. Угрюмов. - СПб., 2007. - 782 с. : ил., схемы
3. Горошков Б. И. Электронная техника : [учебное пособие по специальностям "Приборостроение и оптотехника", "Электронная техника, радиотехника и связь", "Автоматика и управление", "Информатика и вычислительная техника"] / Б. И. Горошков, А. Б. Горошков. - М., 2010. - 313, [1] с. : ил., табл.

### 8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Micro-Cap (microcap) 9.0.7.0

## 9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

| № | Наименование                                                                      | Назначение                    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet ) | Выполнение лабораторных работ |



# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Схемотехника приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                      | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                                                                               | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Этапы оценки компетенций                                      |                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                              |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ПК.5/ПК<br>готовность рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники | 34. Знать методы проектирования функциональных узлов комбинационного и последовательностного типов, основные типы функциональных узлов современной электроники | Изучение "Micro-Cap"<br>Преобразователи кодов.<br>Шифраторы и дешифраторы.<br>Приоритетные шифраторы.<br>Мультиплексоры и демультиплексоры. Уравнение мультиплексора и демультиплексора. Синтез генератора числовой последовательности. Синтез генераторов числовой последовательности.<br>Счетчики. Регистры. Синтез комбинационных устройств<br>Синтез логических схем по выходным временным диаграммам<br>Синтез последовательностных автоматов. Синтез автоматов Мура и автоматов Мили.<br>Синтез последовательностных устройств. Синтез преобразователя кода<br>Триггеры Триггеры.<br>Асинхронные триггеры.<br>Триггеры, синхронизируемые уровнем. Двухступенчатые MS-триггеры (триггеры, синхронизируемые фронтом). Шестиэлементный RS-триггер с динамическим управлением передним фронтом (схема трёх триггеров). Таблицы обратных переходов триггеров (словари триггеров). |                                                               | Экзамен, вопросы 1-14                     |
| ПК.5/ПК                                                                                      | 37. Знать понятийный аппарат (терминологию) дисциплины, основные законы булевой алгебры, способы представления логических функций                              | Двоичная система счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика. Счетчики. Типовые комбинационные устройства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | РГЗ, разделы 1                                                | Экзамен, вопросы 1-6                      |
| ПК.5/ПК                                                                                      | 38. Знать схемотехнику и параметры базовых логических элементов                                                                                                | Логические операции. Аксиомы и законы булевой алгебры. Функции двух переменных. Функционально полный логический базис. Основные характеристики логических элементов. Транзисторно-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | РГЗ, разделы 1                                                | Экзамен, вопросы 7-47                     |

|         |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |                        |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|
|         |                                                                                                                      | <p>транзисторная логика. Эмиттерно-связанная логика. Интегральная инжекционная логика. Логические элементы на МОП и КМОП-транзисторах. Базовые элементы ИЛИ-НЕ и И-НЕ на МОП-транзисторах. Базовые элементы ИЛИ-НЕ и И-НЕ на КМОП-транзисторах. Особенности реализации логики на КМОП. Приведения логической функции к заданному логическому базису. Минимизация неполностью определенных функций. Минимизация нескольких функций одних переменных. Синтез генераторов числовой последовательности. Счетчики. Регистры. Синтез комбинационных устройств. Синтез логических схем по выходным временным диаграммам. Синтез преобразователя кода. Счетчики. Триггеры. Триггеры. Асинхронные триггеры. Триггеры, синхронизируемые уровнем. Двухступенчатые MS-триггеры (триггеры, синхронизируемые фронтом). Шестиэлементный RS-триггер с динамическим управлением передним фронтом (схема трёх триггеров). Таблицы обрат-ных переходов триггеров (словари триггеров).</p> |                |                        |
| ПК.5/ПК | з10. Иметь представление о методах проектирования функциональных узлов цифровой электроники                          | <p>Автоматы. Конечные и бесконечные автоматы. Комбинационные автоматы. Последовательностные автоматы (автоматы с памятью). Двоичная система счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                | Экзамен, вопросы 15-19 |
| ПК.5/ПК | з11. Иметь представление о новейших средствах разработки и моделирования функциональных узлов цифровой электроники   | <p>Автоматы. Конечные и бесконечные автоматы. Комбинационные автоматы. Последовательностные автоматы (автоматы с памятью). Двоичная система счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                | Экзамен, вопросы 15-19 |
| ПК.5/ПК | з12. Иметь представление о современных принципах построения цифровых узлов и цифровых интегральных схем на их основе | <p>Двоичная система счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика. Автоматы. Конечные и бесконечные автоматы. Комбинационные автоматы. Последовательностные автоматы (автоматы с памятью). Двоичная система</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | РГЗ, разделы 1 | Экзамен, вопросы 1-6   |

|         |                                                                                                  |                                                                                                     |                  |                        |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|         |                                                                                                  | счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика.                                             |                  |                        |
| ПК.5/ПК | у1. Иметь опыт проектирования комбинационных и последовательностных устройств                    | Синтез генератора числовой последовательности. Синтез преобразователя кода                          | РГЗ, рздеалы 2,3 | Экзамен, вопросы 25-27 |
| ПК.5/ПК | у3. Уметь использовать методику проектирования функциональных узлов при решении конкретных задач | Синтез последовательностных устройств.                                                              | РГЗ, разделы 2,3 | Экзамен, вопросы 25-27 |
| ПК.5/ПК | у4. Уметь применять типовые схемные решения и типовые функциональные узлы в новых разработках    | Синтез генератора числовой последовательности. Счетчики. Типовые комбинационные устройства Триггеры |                  | Экзамен, вопросы 25-27 |
| ПК.5/ПК | у6. Уметь проводить анализ проектного решения на соответствие исходному заданию                  | Синтез генератора числовой последовательности.                                                      |                  | Экзамен, вопросы 25-27 |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.5/ПК.

Экзамен проводится в устной форме по билетам.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.5/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Схемотехника», 5 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-24, второй вопрос из диапазона вопросов 25-47 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

Билет № \_\_\_\_\_  
к экзамену по дисциплине «Схемотехника»

---

1. Не полностью определенные логические функции. Совместная минимизация логических функций. Критерий минимальности логического выражения.
2. Двухступенчатые MS-триггеры, их преимущества по сравнению с одноступенчатыми триггерами.
3. Задача.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-26 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 27-32 баллов.



- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 33-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Схемотехника»

1. Способы представления информации. Двоичные и двоично-десятичные коды. Логические функции.
2. Полный набор логических функций  $k$ -переменных. Представление логических функций в виде таблиц истинности.
3. Представление логических функций в виде карт Карно. Карты Карно для функций 2-6 переменных.
4. Булева алгебра. Основные теоремы булевой алгебры и их доказательства.
5. Перечень основных логических функций двух переменных. Их названия, обозначения, таблицы истинности и карты Карно.
6. Функционально полный логический базис. Минимальный логический базис. Преобразования из одного базиса в другой.
7. Переход от табличного представления функции к СДНФ алгебраического представления.
8. Представление логической функции в виде алгебраической совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ).
9. Минимизация логических функций с помощью карт Карно по "0" и по "1".
10. Не полностью определенные логические функции. Совместная минимизация логических функций. Критерий минимальности логического выражения.
11. Преобразование отрицательного числа в обратный код. Преобразование четырехразрядного двоичного кода в дополнительный код.
12. Преобразование двоично-десятичного кода в семисегментный код, используемый в индикаторах. Шифраторы и дешифраторы.
13. Схема преобразования сигнала цифровой клавиатуры в двоично-десятичный код. 5 баллов.
14. Приоритетные шифраторы.
15. Использование полных дешифраторов совместно со схемами ИЛИ для воспроизведения произвольных логических функций.
16. Универсальные логические модули на основе мультиплексоров.
17. Мультиплексоры и демультиплексоры. Нарастивание разрядности мультиплексоров. Использование мультиплексоров для формирования логических функций.
18. Полусумматор. Одноразрядный сумматор.  $N$ -разрядный двоичный сумматор с последовательным переносом. Вычитатель с последовательным переносом (заемом).

Схема n-разрядного двоичного сумматора /вычитателя с последовательным переносом.

19. Сумматор с ускоренным (параллельным) переносом. Логические выражения 4-х разрядного сумматора.
20. 16-разрядный сумматор с ускоренным переносом на базе 4-х разрядного сумматора. Сравнение задержки суммирования 16-разрядных сумматоров с последовательным и блочно-параллельным суммированием.
21. 64-разрядный блочно-параллельный сумматор. Сравнение его задержки суммирования с сумматором последовательного типа.
22. Классификация триггеров. Обозначения триггеров и их таблицы истинности. Синтез простейшего асинхронного RS-триггера в базисе И-НЕ.
23. Синтез асинхронного и синхронизируемого уровнем RS-триггера в базисе ИЛИ-НЕ. Проблемы одноступенчатых синхронных триггеров.
24. Двухступенчатые MS-триггеры, их преимущества по сравнению с одноступенчатыми триггерами.
25. Логические схемы MS-триггеров на базе элементов ИЛИ-НЕ, И-НЕ, а также триггеры с коммутируемыми БЯ (с запрещающими связями). MS-триггеры типов JK, D и T.
26. 6-элементный RS-триггер с динамическим управлением передним фронтом (схема трех триггеров).
27. Проблемы MS-триггеров, связанные с захватом «0». Преимущества 6-элементных триггеров по сравнению с MS-триггерами.
28. 6-элементные JK- и D-триггеры.
29. Таблицы обратных переходов триггеров. Взаимные преобразования триггеров.
30. Последовательностные устройства. Синтез автоматов Мили и Мура.
31. Счетчики. Классификация счетчиков. Асинхронные счетчики прямого, обратного и реверсного счета на базе T-триггеров MS-типа.
32. Синхронные последовательные счетчики прямого и реверсного счета на базе T-триггеров MS-типа. Синхронные параллельные суммирующие счетчики на базе T-триггеров MS-типа.
33. Двоично-кодированные синхронные кольцевые счётчики на базе D-триггеров MS-типа с чётным и нечётным коэффициентом счёта.
34. Двоично-кодированные счётчики на базе T-триггеров MS-типа с установочным Reset входом. Каскадирование счётчиков.
35. Синтез счетчиков прямого и обратного счета на произвольных синхронных триггерах, как автоматов МИЛИ.
36. Регистры. Классификация регистров. Схема загрузки (на JK-триггерах) n - разрядного регистра. Объединение схем загрузки от нескольких источников.
37. ТТЛ элемент с нагрузочным резистором.
38. ТТЛ элемент со сложным инвертором.
39. Монтажное ИЛИ на базе ТТЛ с нагрузочным резистором. Схемы с открытым коллектором.
40. Монтажное ИЛИ на базе ТТЛ со сложным инвертором. Схемы с тремя состояниями.
41. Шины.
42. ЭСЛ элемент. Обобщенная структура одноярусной схемы ЭСЛ элемента.
43. Обобщенная структура трехъярусной ЭСЛ-схемы. Монтажное объединение выходов многоярусной ЭСЛ - схемы.
44. Инжекционная логика - И2Л элемент. Принцип функционирования. Отличительные особенности И2Л элементов.
45. Варианты логических схем И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ, на базе И2Л логики.
46. Логические элементы на МОП - транзисторах.
47. Логические элементы на КМОП - транзисторах.

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Схемотехника», 5 семестр

### **1. Методика оценки**

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны синтезировать принципиальную схему генератора чисел согласно типовому заданию.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны определить оптимальный вариант схемного решения в соответствии с заданным критерием.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Абстрактный синтез.
2. Структурный синтез.
3. Принятие решения.

Оцениваемые позиции:

### **2. Критерии оценки**

### **3. Критерии оценки**

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнен формально и не полно, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если РГЗ выполнен в полном объеме, но имеют место некоторые неточности, оценка составляет 14-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если РГЗ выполнен в полном объеме, без замечаний, оценка составляет 18-20 баллов.

### **4. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **5. Примерный перечень тем РГЗ**

Типовой проект : Синтез последовательностных автоматов.