

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**



Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-ae0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

Троян П.Е.

24/05 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Электроника»**

Уровень основной образовательной программы Бакалавриат

Направление подготовки 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль Цифровое телерадиовещание, Защитные системы и сети связи, Системы радиосвязи и радиодоступа, Системы мобильной связи, Оптические системы и сети связи.

Форма обучения очная

Факультет Радиотехнический

Кафедра ТУ - Телевидения и управления, РЗИ – Радиозлектроники и защиты информации, ТОР – Телекоммуникаций и основ радиотехники, РТС - Радиотехнических систем, СВЧКР –

Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники.

Курс второй Семестр третий

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 года

Распределение рабочего времени:

| №   | Виды учебной работы                                  | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1.  | Лекции   |           |           | 16        |           |           |           |           |           | 16    | часов   |
| 2.  | Лабораторные работы                                  |           |           | 12        |           |           |           |           |           | 12    | часов   |
| 3.  | Практические занятия                                 |           |           | 12        |           |           |           |           |           | 12    | часов   |
| 4.  | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)            |           |           |           |           |           |           |           |           | -     | часов   |
| 5.  | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)                 |           |           | 40        |           |           |           |           |           | 40    | часов   |
| 6.  | Из них в интерактивной форме                         |           |           | 8         |           |           |           |           |           | 8     | часов   |
| 7.  | Самостоятельная работа студентов (СРС)               |           |           | 32        |           |           |           |           |           | 32    | часов   |
| 8.  | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)                     |           |           | 72        |           |           |           |           |           | 72    | часов   |
| 9.  | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена         |           |           | 36        |           |           |           |           |           | 36    | часов   |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) (в зачетных единицах) |           |           | 108       |           |           |           |           |           | 108   | часов   |
|     |  |           |           | 3         |           |           |           |           |           | 3     | ЗЕТ     |

Экзамен третий семестр

Томск 2016

### Лист согласований


Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного 06.03.2015 г. № 174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ТУ «18» 04 2016 г., протокол № 25


Разработчик профессор каф. ТУ  Шалимов В.А.  
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

/ Зав. кафедрой ТУ, профессор  Газизов Т.Р.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающими кафедрами.

Декан РТФ  Попова К.Ю.  
(подпись) (Ф.И.О.)

/ Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой ТОР  Лемидов А.Я.  
(подпись) (Ф.И.О.)


/ Зав. выпускающей кафедрой ТУ  Газизов Т.Р.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой РЗИ  Задорин А.С.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой СВЧиКР  Шарангович С.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

#### Эксперты:

ТУСУР, каф.ТОР доцент  Богомолов С.И.

ТУСУР, каф. ТУ доцент  Булдаков А.Н.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами принципов работы, параметров, вольт-амперных характеристик, элементной базы, применяемой в многоканальных телекоммуникационных системах, телевизионной, радиорелейной, тропосферной, космической и радиолокационной связи.

Основной задачей дисциплины является изучение принципов действия, характеристик, параметров и особенностей устройства важнейших полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, используемых в системах связи. К их числу относятся диоды, биполярных и полевые транзисторы, приборы с отрицательной дифференциальной проводимостью, оптоэлектронные и электровакуумные приборы, элементы интегральных схем и основы технологии их производства.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:**

Дисциплина относится к базовой части. Для изучения дисциплины требуется знание теории электрических цепей и сигналов, физики, математики, физических основ электроники.

В результате освоения дисциплины студент должен познакомиться с основными понятиями, принципами, характеристиками и областями применения полупроводниковых и электровакуумных приборов в различных разделах радиоэлектроники.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций выпускника:

- готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта (ПК-7);
- умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ (ПК-9).

В результате изучения дисциплины студент должен

### **знать:**

- устройство и принцип действия, условные графические обозначения транзисторных ключей, логических элементов «И», «ИЛИ» на дискретных и интегральных компонентах;
- устройство и принцип действия, условные графические обозначения усилителей и преобразователей аналоговых электрических сигналов на полевых и биполярных транзисторах, операционных усилителях;
- микросхемотехнику и принципы работы базовых каскадов логических элементов цифровых схем отечественного и зарубежного производства;
- построение элементов памяти статического и динамического типа и устройств на их основе.

### **уметь:**

- объяснять физическое назначение элементов аналоговых и цифровых схем и их влияние на параметры базовых каскадов.
- проводить электрические расчеты элементов отдельных каскадов на основе изучения научно-технической информации

### **владеть:**

- навыками измерения характеристик и параметров цифровых и аналоговых интегральных схем и их компонентов.
- навыками объективной оценки возможностей функциональной электроники на основе отечественного и зарубежного опыта.

## **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

| Вид учебной работы                                  | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 3        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                   | 40          | 40       |
| В том числе:  |             |          |
| Лекции  | 16          | 16       |
| Лабораторные работы (ЛР)                            | 12          | 12       |
| Практические занятия                                | 12          | 12       |
| <b>Самостоятельная работа (всего), в том числе:</b> | 32          | 32       |
| Изучение материала лекций                           | 8           | 8        |
| Подготовка к лабораторным работам                   | 12          | 12       |
| Подготовка к практическим занятиям                  | 12          | 12       |
| Подготовка к экзамену и сдача экзамена              | 36          | 36       |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)       | Экзамен     |          |
| Общая трудоемкость                                  | 108         | 108      |
| Зачетные единицы трудоемкости                       | 3           | 3        |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Лекции | Лаборатор | Практич. занятия | СРС | Всего час. (без ауд.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|-------|---|--------|-----------|------------------|-----|-----------------------|----------------------------------|
| 1     | Классификация логических элементов. Основные характеристики и параметры логических элементов. | 2      |           |                  | 1   | 3                     | ПК-7,9                           |
| 2     | Схема логического отрицания на биполярных транзисторах.                                       | 4      | 4         | 4                | 8   | 20                    | ПК-7,9                           |
| 3     | Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).   | 3      | 4         | 3                | 7   | 17                    | ПК-7,9                           |
| 4     | Схема логического отрицания на полевых транзисторах.  | 3      | 4         | 3                | 5   | 15                    | ПК-7,9                           |
| 5     | Логические элементы динамического типа.   | 2      |           | 1                | 5   | 8                     | ПК-7,9                           |
| 6     | Запоминающие логические элементы.   | 1      |           | 1                | 5   | 7                     | ПК-7,9                           |
| 7     | Основы функциональной электроники. Перспективы развития микроэлектроники, наноэлектроника.    | 1      |           |                  | 1   | 2                     | ПК-7,9                           |
|       | <b>ИТОГО</b>  | 16     | 12        | 12               | 32  | 72                    |                                  |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела  | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|-------|---|---|---------------------|----------------------------------|
| 1     | Классификация логических элементов. Основные характеристики и параметры | Логические схемы «И», «ИЛИ», «НЕ», принципы функционирования. Основные характеристики и параметры логических элементов. | 2                   | ПК-7,9                           |

|   |  |   |    |        |
|---|--|---|----|--------|
|   | логических элементов.  |   |    |        |
| 2 | Схема логического отрицания на биполярных транзисторах.                                    | Принципиальная схема насыщенного ключа. Статические режимы насыщенного ключа. Переходные процессы в насыщенном ключе при открывании транзистора. Переходные процессы в насыщенном ключе при закрывании транзистора. Методы и схемные решения позволяющие уменьшить время переходного процесса в насыщенном ключе. | 4  | ПК-7,9 |
| 3 | Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).  | Базовые элементы ТТЛ. Элементы эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ). Достоинства и недостатки ЭСЛ. Базовые элементы ЭСЛ.  | 3  | ПК-7,9 |
| 4 | Схема логического отрицания на полевых транзисторах.                                       | Инвертор на n-канальных МДП-транзисторах. Инвертор на комплементарных МДП-транзисторах. Базовые элементы на полевых транзисторах.   | 3  | ПК-7,9 |
| 5 | Логические элементы динамического типа.  | Логические элементы динамического типа на МДП-транзисторах.   | 2  | ПК-7,9 |
| 6 | Запоминающие логические элементы.  | Триггеры на биполярных и полевых транзисторах, флэш-память.   | 1  | ПК-7,9 |
| 7 | Основы функциональной электроники. Перспективы развития микроэлектроники, нанoeлектроника. | Основы функциональной электроники. Перспективы развития микроэлектроники, нанoeлектроника.  | 1  | ПК-7,9 |
|   | Итого  |   | 16 |        |

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

| № п/п                            | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|
|                                  |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |  |   |   |   |   |   |   |
| 1                                | Физика  | +  | + | + | + | + | + | + |
| 2                                | Теория электрических цепей  |  | + | + | + | + | + | + |
| 3                                | Математические методы описания сигналов   |  | + | + | + | + | + | + |
| 4                                | Физические основы электроники   |  | + | + | + | + | + | + |
| <b>Последующие дисциплины</b>    |   |  |   |   |   |   |   |   |
| 1                                | Схемотехника телекоммуникационных   |  | + | + | + | + | + | + |

|   |                             |  |   |   |   |   |   |   |
|---|-----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|
|   | устройств                   |  |   |   |   |   |   |   |
| 2 | Вычислительная техника      |  | + | + | + | + | + | + |
| 3 | Цифровая обработка сигналов |  | + | + | + | + | + | + |

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

| Перечень компетенций | Виды занятий |     |     |       |     | Формы контроля по всем видам занятий                         |
|----------------------|--------------|-----|-----|-------|-----|--|
|                      | Л            | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС |  |
| ПК-7,9               | +            | +   | +   |       | +   | Конспект. Опрос на лабораторных работах. Контрольные работы. |

Л – лекция, Лаб – лабораторные работы, Пр – практические занятия, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

### 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

#### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

| Методы | Формы                                | Лекции (час) | Практические занятия (час) | Лабораторные занятия (час) | Всего |
|--------|--------------------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|-------|
|        | Использование мультимедийных средств | 4            |                            |                            | 4     |
|        | Исследовательский метод              |              | 2                          |                            | 2     |
|        | Работа в команде                     |              |                            | 2                          | 2     |
|        | Итого интерактивных занятий          | 4            | 2                          | 2                          | 8     |

### 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

| № | Раздел дисциплины из табл. 5.1 | Наименование лабораторных работ                     | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|--------------------------------|---|---------------------|--------------------|
| 1 | 2                              | Исследование насыщенного транзисторного ключа       | 4                   | ПК-7,9             |
| 2 | 3                              | Исследование элементов ТТЛ                          | 4                   | ПК-7,9             |
| 3 | 4                              | Исследование логических элементов на КМДП структуре | 4                   | ПК-7,9             |
|   | ИТОГО                          |   | 12                  |                    |

### 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

| № | Раздел дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий                       | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|--------------------------------|---|---------------------|--------------------|
| 1 | 2                              | Расчет насыщенного ключа на биполярных транзисторах | 4                   | ПК-7,9             |
| 2 | 3                              | Расчет схем «И» на биполярных транзисторах          | 3                   | ПК-7,9             |
| 3 | 4                              | Расчет схем «ИЛИ» на биполярных транзисторах        | 3                   | ПК-7,9             |
| 4 | 5                              | Расчет схем «НЕ» на полевых транзисторах            | 1                   | ПК-7,9             |
| 5 | 6                              | Расчет схем «ИЛИ» на полевых транзисторах           | 1                   | ПК-7,9             |
|   | ИТОГО                          |   | 12                  |                    |

### 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Разделы дисциплины из табл. 5.1 | Виды самостоятельной работы (детализация) | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы                 |
|-------|---------------------------------|---|----------------------|--------------------|--|
| 1.    | 1 - 7                           | Проработка теоретического материала       | 8                    | ПК-7,9             | Контрольные работы и тестирование.         |
| 2.    | 2 - 4                           | Подготовка к лабораторным работам         | 12                   | ПК-7,9             | Отчет о выполнении индивидуального задания |
| 3.    | 2 - 6                           | Подготовка к практическим занятиям        | 12                   | ПК-7,9             | Контрольные работы и тестирование.         |
| 4.    |                                 | Подготовка к экзамену                     | 36                   |                    | Оценка на экзамене                         |
|       | <b>ИТОГО</b>                    |   | <b>68</b>            |                    |  |

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

## 11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

### МЕТОДИКА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга (раздел 6).

**Правила формирования пятибалльных оценок** за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТx|_{x=1,2} = \frac{(Сумма \_ баллов, \_ набранная \_ к \_ КТx) * 5}{Требуемая \_ сумма \_ баллов \_ по \_ балльной \_ раскладке}.$$

После окончания семестра студент, набравший менее 50 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет. **Студент, выполнивший все запланированные лабораторные работы, и т.д.** и набравший сумму 50 и более баллов, получает зачет «автоматом».

**Итоговый контроль освоения** дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – не сдача экзамена, требует повторной пересдачи в установленном порядке.

**Формирование итоговой суммы баллов** осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

**Таблица 11.1 Распределение баллов в течение семестра**

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую контрольную | Максимальный балл за период между 1КТ и | Максимальный балл за период между 2КТ и на | Всего за семестр |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|--|------------------|
|                               |                                       |   |  |                  |

|  |                         |           |                |            |
|--|-------------------------|-----------|----------------|------------|
|  | точку с начала семестра | 2КТ       | конец семестра |            |
| Посещение занятий                                    | 3                       | 3         | 4              | <b>10</b>  |
| Тестовые контрольные работы на практических занятиях | 8                       | 8         | 8              | <b>24</b>  |
| Выполнение и защита лабораторных работ               |                         | 12        | 12             | <b>24</b>  |
| Компонент своевременности                            | 4                       | 4         | 4              | <b>12</b>  |
| <b>Итого максимум за период:</b>                     | <b>15</b>               | <b>27</b> | <b>28</b>      | <b>70</b>  |
| Сдача экзамена (максимум)                            |                         |           |                | <b>30</b>  |
| <b>Нарастающим итогом</b>                            | <b>15</b>               | <b>42</b> | <b>70</b>      | <b>100</b> |

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.3 Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                          | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|---------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                 | <b>90 - 100</b>  | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                  | <b>85 – 89</b>   | B (очень хорошо)        |
|                                       | <b>75 – 84</b>   | C (хорошо)              |
|                                       | <b>70 - 74</b>   | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)       | <b>65 – 69</b>   | E (посредственно)       |
|                                       | <b>60 - 64</b>   | F (неудовлетворительно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | <b>Ниже 60 баллов</b>                                    | F (неудовлетворительно) |

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

### 12.1 Основная литература:

1. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Микроэлектроника: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 411с. Режим доступа: [http://www.ie.tusur.ru/docs/mel\\_grif.zip](http://www.ie.tusur.ru/docs/mel_grif.zip)

### 12.2 Дополнительная литература:

1. Гусев В.Г. Электроника: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с. (73)

2. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебн. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 488 с. (5)

3. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем: научное издание. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. – 671 с. (81)

4. Жеребцов И.П. Основы электроники. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с. (53)

5. Аваев Н.А. Основы микроэлектроники: рекомендовано Министерством образования. – М.: Радио и связь, 1991. – 287 с. (87)

6. Денисов Н.П. Основы электроники и электронные устройства: учебное пособие для вузов. – Томск: Издательство Томского университета, 1992. – Ч. 1: Линейные электрические



цепи и сигналы: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского университета, 1992. – 282 с. **(109)**

7. Шалимов В.А. Электроника и микроэлектроника: Методическое пособие для студентов специальностей "Сервис БРЭА" и "БРЭА". – Томск: ТУСУР, 1998. – 20 с. **(9)**

8. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 797 с. **(70)**

9. Ицкович В.М. Электроника. Учебное пособие для вузов. – Томск: Издательство Томского университета, 2006. – 358 с. **(114)**

### **12.3 Методические указания**

1. Исследование вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Шалимов В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 11 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

2. Исследование вольтамперных характеристик биполярных транзисторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Шалимов В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 11 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

3. Исследование вольтамперных характеристик полевых транзисторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Шалимов В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 11 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

4. Исследование насыщенного транзисторного ключа [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Ицкович В.М., Потехин В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 18 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

5. Исследование базового элемента транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф. – Томск: ТУСУР, 2012. – 26 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

6. Исследование логического элемента на комплементарных полевых транзисторах с индуцированным каналом (КМДП) [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторным работам / Коновалов В.Ф. – Томск: ТУСУР, 2012. – 26 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

7. Электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие по проведению практических занятий / Коновалов В.Ф. – Томск: ТУСУР, 2012. – 9 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

8. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микросхемотехника: Руководство к организации самостоятельной работы. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 46 с. Режим доступа: <http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/mst.zip>

### **12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Сайт кафедры ТУ <http://tu.tusur.ru>

2. Ресурсы кафедр ПЭ, ЭСАУ

3. Научно-образовательный портал ТУСУР <http://edu.tusur.ru/>

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Лаборатории каф. ТУ: 218.

**Приложение к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«24» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Электроника**

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат** \_\_\_\_\_  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность) **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи** \_\_\_\_\_  
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) **«Цифровое телерадиовещание», «Системы радиосвязи и радиодоступа», «Оптические системы и сети связи», «Защищенные системы и сети связи», «Системы мобильной связи».** \_\_\_\_\_  
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения - **очная** \_\_\_\_\_  
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет **РТФ - Радиотехнический** \_\_\_\_\_  
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра **ТУ - Телевидения и управления, РЗИ – Радиозлектроники и защиты информации, ТОР – Телекоммуникаций и основ радиотехники, РТС - Радиотехнических систем. Сверхвысоочастотной и квантовой радиотехники (СВЧКР)** \_\_\_\_\_  
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс **второй** \_\_\_\_\_ Семестр **3** \_\_\_\_\_

**Учебный план набора 2013, 2014, 2015 года**

Зачет не предусмотрен \_\_\_\_\_ семестр Диф. зачет не предусмотрен \_\_\_\_\_ семестр

Экзамен третий \_\_\_\_\_ семестр

Разработчик(и) профессор Шалимов В.А. \_\_\_\_\_

Томск 2016

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код  | Формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенций   |
|------|--|--|
| ПК-7 | готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта   | <b>Знать:</b><br>Устройство и принцип действия, условные графические обозначения транзисторных ключей, логических элементов «И», «ИЛИ» на дискретных и интегральных компонентах.   |
| ПК-9 | умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ | Устройство и принцип действия, условные графические обозначения усилителей и преобразователей аналоговых электрических сигналов на полевых и биполярных транзисторах, операционных усилителях.<br>Микросхемотехнику и принципы работы базовых каскадов, логических элементов цифровых схем.<br>Построение элементов памяти статического и динамического типа и устройств на их основе в соответствии с техническим заданием.<br><b>Уметь:</b><br>Объяснять физическое назначение элементов аналоговых и цифровых схем и их влияние на параметры базовых каскадов.<br>Проводить электрические расчеты элементов отдельных каскадов с использованием стандартных методов и самостоятельно создаваемых программ.<br><b>Владеть:</b><br>Навыками объективной оценки возможностей функциональной электроники.<br>Навыками измерения характеристик и параметров цифровых и аналоговых интегральных схем и их компонентов в соответствии с техническим заданием |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии                 | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень)             | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы   |
| Хорошо (базовый уровень)              | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач  | Работает при прямом наблюдении   |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого вида занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|-------------------|--|--|--|
| Содержание этапов | <ul style="list-style-type: none"> <li>Устройство и принцип действия, условные графические обозначения транзисторных ключей, логических элементов «И», «ИЛИ» на дискретных и интегральных компонентах.</li> <li>Устройство и принцип действия, условные графические обозначения усилителей и преобразователей аналоговых электрических сигналов</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Объяснять физическое назначение элементов аналоговых и цифровых схем и их влияние на параметры базовых каскадов.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Навыками объективной оценки возможностей функциональной электроники.</li> </ul> |

|                                  |  |   |   |
|----------------------------------|--|---|---|
|                                  | на полевых и биполярных транзисторах, операционных усилителях.   |   |   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции.</li> <li>Практические занятия</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные и практические занятия</li> </ul>                                   |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Конспект лекций, домашние задания, контрольные работы.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольные работы, самостоятельная работа.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёты по лабораторным работам, выступления на практических занятиях.</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Устройство и принцип действия, условные графические обозначения транзисторных ключей, логических элементов «И», «ИЛИ» на дискретных и интегральных компонентах.</li> <li>• Устройство и принцип действия, условные графические обозначения усилителей и преобразователей аналоговых электрических сигналов на полевых и биполярных транзисторах, операционных усилителях.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Объяснять физическое назначение элементов аналоговых и цифровых схем и их влияние на параметры базовых каскадов.-</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками объективной оценки возможностей функциональной электроники.</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные принципы действия, условные графические обозначения транзисторных ключей, логических элементов «И», «ИЛИ» на дискретных и интегральных компонентах.</li> <li>• принципы действия,</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Понимать физическое назначение элементов аналоговых и цифровых схем и их влияния на параметры базовых каскадов</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками оценки возможностей функциональной электроники.</li> </ul>             |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | условные графические обозначения усилителей и преобразователей аналоговых электрических сигналов на полевых и биполярных транзисторах, операционных усилителях.   |  |  |
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Иметь представление о принципах действия, условных графических обозначениях транзисторных ключей, логических элементов «И», «ИЛИ» на дискретных и интегральных компонентах.</li> <li>• Принципах действия, условных графических обозначениях усилителей и преобразователей аналоговых электрических сигналов на полевых и биполярных транзисторах, операционных усилителях.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Иметь представление о назначении элементов аналоговых и цифровых схем и их влиянии на параметры базовых каскадов</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Иметь представление о возможностях функциональной электроники.</li> </ul> |

### 2.2 Компетенция ПК-9

ПК-9: умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого вида занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|-------------------|--|--|--|
| Содержание этапов | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Микросхемотехнику и принципы работы базовых каскадов, логических элементов цифровых схем.</li> <li>• Построение элементов памяти статического и динамического типа и</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проводить электрические расчеты элементов отдельных каскадов с использованием стандартных методов и самостоятельно создаваемых программ.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками измерения характеристик и параметров цифровых и аналоговых интегральных схем и их компонентов в соответствии с техническим заданием</li> </ul> |

|                                  |   |   |   |
|----------------------------------|---|---|---|
|                                  | устройств на их основе в соответствии с техническим заданием.   |   |   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции.</li> <li>Практические занятия</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные и практические занятия</li> </ul>                                   |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Конспект лекций, домашние задания, контрольные работы</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчетные работы, контрольные работы, самостоятельная работа.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёты по лабораторным работам, выступления на практических занятиях.</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать   | Уметь   | Владеть   |
|---------------------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Микросхемотехнику и принципы работы базовых каскадов, логических элементов цифровых схем.</li> <li>• Построение элементов памяти статического и динамического типа и устройств на их основе в соответствии с техническим заданием.</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проводить электрические расчеты элементов отдельных каскадов с использованием стандартных методов и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками измерения характеристик и параметров цифровых и аналоговых интегральных схем и их компонентов в соответствии с техническим заданием</li> </ul>              |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основы микросхемотехники и принципы работы базовых каскадов, логических элементов цифровых схем.</li> <li>• Основные принципы построения элементов памяти статического и динамического типа и устройств на их основе в соответствии с техническим заданием.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проводить в команде электрические расчеты элементов отдельных каскадов с использованием стандартных методов</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основными навыками измерения характеристик и параметров цифровых и аналоговых интегральных схем и их компонентов в соответствии с техническим заданием</li> </ul>    |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Иметь представление о основных принципах построения элементов памяти статического и динамического типа и устройств на их основе; принципах работы базовых каскадов, логических элементов цифровых схем.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Участвовать в проведении электрических расчетов элементов отдельных каскадов с использованием стандартных методов</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Иметь представление о измерении характеристик и параметров цифровых и аналоговых интегральных схем и их компонентов в соответствии с техническим заданием</li> </ul> |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### **3.1 Темы домашних заданий**

–Полупроводниковые диоды; Ключи на биполярных и полевых транзисторах.

#### **3.2 Темы докладов**

–Параметры и вольт-амперные характеристики биполярных и полевых транзисторов.

#### **3.3 Темы контрольных работ**

–Логические схемы на диодах, биполярных и полевых транзисторах.

#### **3.4 Тематика практики**

–Исследование транзисторного ключа; Исследование логических элементов на ТТЛ; Исследование логических элементов на КМДП структуре.

#### **3.5 Экзамен**

–Логические элементы «И», «ИЛИ», «НЕ» на полевых и биполярных транзисторах, элементах ТТЛ и КМДП. Логические элементы динамического типа. Запоминающие логические элементы.

### 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Микроэлектроника: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 411 с. Режим доступа: [http://www.ie.tusur.ru/docs/mel\\_grif.zip](http://www.ie.tusur.ru/docs/mel_grif.zip)

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Гусев В.Г. Электроника: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с. **(73)**

2. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебн. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 488 с. **(5)**

3. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем: научное издание. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. – 671 с. **(81)**

4. Жеребцов И.П. Основы электроники. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с. **(53)**

5. Аваев Н.А. Основы микроэлектроники: рекомендовано Министерством образования. – М.: Радио и связь, 1991. – 287 с. **(87)**

6. Денисов Н.П. Основы электроники и электронные устройства: учебное пособие для вузов. – Томск: Издательство Томского университета, 1992. – Ч. 1: Линейные электрические цепи и сигналы: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского университета, 1992. – 282 с. **(109)**

7. Шалимов В.А. Электроника и микроэлектроника: Методическое пособие для студентов специальностей "Сервис БРЭА" и "БРЭА". – Томск: ТУСУР, 1998. – 20 с. **(9)**

8. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 797 с. **(70)**



9. Ицкович В.М. Электроника. Учебное пособие для вузов. – Томск: Издательство Томского университета, 2006. – 358 с. (114)

#### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Исследование вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Шалимов В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 11 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

2. Исследование вольтамперных характеристик биполярных транзисторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Шалимов В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 11 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

3. Исследование вольтамперных характеристик полевых транзисторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Шалимов В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 11 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

4. Исследование насыщенного транзисторного ключа [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф., Ицкович В.М., Потехин В.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 18 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

5. Исследование базового элемента транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Коновалов В.Ф. – Томск: ТУСУР, 2012. – 26 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

6. Исследование логического элемента на комплементарных полевых транзисторах с индуцированным каналом (КМДП) [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторным работам / Коновалов В.Ф. – Томск: ТУСУР, 2012. – 26 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

7. Электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие по проведению практических занятий / Коновалов В.Ф. – Томск: ТУСУР, 2012. – 9 с. [Электронный ресурс, доступ <http://tu.tusur.ru/upload/liblink/elect.rar> свободный].

8. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микросхемотехника: Руководство к организации самостоятельной работы. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 46 с. Режим доступа: <http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/mst.zip>

#### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Сайт кафедры ТУ <http://tu.tusur.ru>

2. Ресурсы кафедр ПЭ, ЭСАУ

3. Научно-образовательный портал ТУСУР <http://edu.tusur.ru/>