

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Устройства функциональной электроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Направленность (профиль): **Конструирование и технология нанoeлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности    | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 34        | 34    | часов   |
| 2 | Лабораторные работы          | 50        | 50    | часов   |
| 3 | Всего аудиторных занятий     | 84        | 84    | часов   |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 8         | 8     | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа       | 96        | 96    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)         | 180       | 180   | часов   |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена  | 36        | 36    | часов   |
| 8 | Общая трудоемкость           | 216       | 216   | часов   |
|   |                              | 6.0       | 6.0   | З.Е     |

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12 ноября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

Доцент каф. КУДР

\_\_\_\_\_ А. В. Убайчин

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ

\_\_\_\_\_ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф.  
КУДР

\_\_\_\_\_ А. Г. Лощилов

Эксперт:

Профессор каф. КУДР

\_\_\_\_\_ С. Г. Еханин

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Устройств функциональной электроники» (УФЭ) является обеспечение необходимого уровня компетенций студентов-бакалавров в разделах:

- физических основы функционирования устройств функциональной электроники;
- принципов реализации функциональных устройств РЭС на основе приборов с зарядовой связью,
- основ создания устройств на поверхностных акустических волнах,
- разработки и эксплуатации оптоэлектронных и других устройств функциональной электроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

- • изучение физических процессов, используемых в функциональной электронике;
- • изучение принципов функционирования УФЭ на основе приборов с зарядовой связью, акустоэлектронных радиокомпонентов, оптоэлектронных функциональных устройств;
- • изучение основных свойств, областей применения и конструктивных исполнений устройств функциональной электроники, используемых в радиоэлектронных средствах.
- • знакомство с инженерными методиками расчета и исследования параметров устройств функциональной электроники.
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Устройства функциональной электроники» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теоретические основы электротехники.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование РЭС, Конструирование высокоскоростных цифровых устройств, Микропроцессорные устройства.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** • возможные способы реализации и принципы работы УФЭ на основе приборов с зарядовой связью, акустоэлектронных радиокомпонентов, оптоэлектронных функциональных устройств; • основные свойства и области применения изучаемых УФЭ; • основы расчета и методы экспериментальных исследований параметров и характеристик устройств функциональной электроники. • основы работы с автоматизированными системами проектирования УФЭ.

- **уметь** • оценивать свойства и правильно выбирать типовые УФЭ с учетом конкретных условий эксплуатации и требований к надежности, конструктивной и электромагнитной совместимости в процессе проектирования РЭС; • рассчитывать аналитически параметры и характеристики ФУ по типовым методикам в том числе с применением систем автоматизированного проектирования; • исследовать экспериментально свойства УФЭ – измерять параметры и характеристики с помощью радиоизмерительной аппаратуры, проводить анализ полученных результатов, делать выводы о качестве исследуемых устройств.

- **владеть** • методами расчета электрических и конструктивных параметров УФЭ, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования на ЭВМ; • методами экспериментальных исследований электрических свойств УФЭ.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                  | Всего часов | Семестры  |
|--|-------------|-----------|
|  |             | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                 | 84          | 84        |
| Лекции                                     | 34          | 34        |
| Лабораторные работы                        | 50          | 50        |
| Из них в интерактивной форме               | 8           | 8         |
| Самостоятельная работа (всего)             | 96          | 96        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 50          | 50        |
| Проработка лекционного материала           | 46          | 46        |
| Всего (без экзамена)                       | 180         | 180       |
| Подготовка и сдача экзамена                | 36          | 36        |
| Общая трудоемкость ч                       | 216         | 216       |
| Зачетные Единицы                           | 6.0         | 6.0       |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины   | Лекции | Семинары | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Итого |
|--|--------|----------|---------------------|------------------------|-------|
| 6 семестр  |        |          |                     |                        |       |
| 1 Вводная часть  | 1      | 0        | 12                  | 13                     | ПК-1  |
| 2 Физические основы функционирования приборов с зарядовой связью (ПЗС)   | 5      | 6        | 17                  | 28                     | ПК-1  |
| 3 Функциональные устройства (ФУ) на ПЗС                                  | 4      | 18       | 22                  | 44                     | ПК-1  |
| 4 Основы функционирования устройств на поверхностных акустических волнах | 0      | 0        | 0                   | 0                      |       |
| 5 Функциональные устройства на поверхностных акустических волнах         | 10     | 18       | 22                  | 50                     | ПК-1  |
| 6 Физические основы функционирования оптоэлектронных ФУ                  | 0      | 0        | 0                   | 0                      |       |
| 7 Функциональные устройства на оптронах                                  | 11     | 8        | 12                  | 31                     | ПК-1  |
| 8 Волоконно-оптические линии связи                                       | 3      | 0        | 11                  | 14                     | ПК-1  |
| Итого за семестр   | 34     | 50       | 96                  | 180                    |       |
| Итого  | 34     | 50       | 96                  | 180                    |       |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Мировые компетенции | Компетенции |
|-------------------|---|-----------------|---------------------|-------------|
| 6 семестр         |   |                 |                     |             |

|  |   |    |      |
|--|---|----|------|
| 1 Вводная часть  | Предмет изучения дисциплины. Цели и задачи преподавания дисциплины. Место и назначение УФЭ. Перспективы развития УФЭ.   | 1  | ПК-1 |
|  | Итого   | 1  |      |
| 2 Физические основы функционирования приборов с зарядовой связью (ПЗС) | Общие сведения о ПЗС. Физические основы функционирования МДП-конденсаторов. Физические основы работы ПЗС. Параметры ПЗС. Разновидности ПЗС, их структура и принцип функционирования.                                  | 5  | ПК-1 |
|  | Итого   | 5  |      |
| 3 Функциональные устройства (ФУ) на ПЗС                                | Запоминающие устройства. Устройства преобразования изображения в электрические сигналы. Аналоговые линии задержки на ПЗС. Дискретные фильтры на ПЗС. Проблемы и перспективы развития функциональных устройств на ПЗС. | 4  | ПК-1 |
|  | Итого   | 4  |      |
| 5 Функциональные устройства на поверхностных акустических волнах       | Физические основы функционирования и принципы реализации акустоэлектронных радиокомпонентов.  | 4  | ПК-1 |
|  | Линии задержки на ПАВ. Фильтры, резонаторы и генераторы на ПАВ.   | 6  |      |
|  | Итого   | 10 |      |
| 7 Функциональные устройства на оптронах                                | Физические основы функционирования ОЭФУ.  | 5  | ПК-1 |
|  | Излучатели, Фотоприемники. Функциональные устройства на оптронах.   | 6  |      |
|  | Итого   | 11 |      |
| 8 Волоконно-оптические линии связи                                     | Волоконно-оптические линии связи.   | 3  | ПК-1 |
|  | Итого   | 3  |      |
| Итого за семестр   |   | 34 |      |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин    | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                           | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Теоретические основы    | +   | + | + | + | + | + | + | + |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| электротехники  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Последующие дисциплины                                |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Автоматизированное проектирование РЭС               | + | + | + | + | + | + |   | + |
| 2 Конструирование высокоскоростных цифровых устройств | + | + | + |   | + | + | + | + |
| 3 Микропроцессорные устройства                        | + | + | + | + | + | + | + | + |

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

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

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

| Компетенции | Виды занятий |                     |                        | Формы контроля                        |
|-------------|--------------|---------------------|------------------------|---------------------------------------|
|             | Лекции       | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |                                       |
| ПК-1        | +            | +                   | +                      | Экзамен, Отчет по лабораторной работе |

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы                     | Интерактивные лекции | Всего |
|----------------------------|----------------------|-------|
| 6 семестр                  |                      |       |
| Мозговой штурм             | 3                    | 3     |
| Мини-лекция                | 4                    | 4     |
| Решение ситуационных задач | 1                    | 1     |
| Итого за семестр:          | 8                    | 8     |
| Итого                      | 8                    | 8     |

#### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов  | Наименование лабораторных работ        | се | МК | ОС | М | БС | КО   |
|--|--|----|----|----|---|----|------|
| 6 семестр  |  |    |    |    |   |    |      |
| 2 Физические основы функционирования приборов с зарядовой связью (ПЗС) | Физические основы функционирования ПЗС |    | 6  |    |   |    | ПК-1 |
|  | Итого                                  |    | 6  |    |   |    |      |
| 3 Функциональные устройства (ФУ) на ПЗС                                | ПЗС-регистры                           |    | 6  |    |   |    | ПК-1 |
|  | Линии задержки на ПЗС                  |    | 6  |    |   |    |      |

|  |  |    |      |
|--|--|----|------|
|  | Фильтры на ПЗС   | 6  |      |
|  | Итого  | 18 |      |
| 5 Функциональные устройства на поверхностных акустических волнах | Линии задержки на ПАВ                                  | 6  | ПК-1 |
|  | Полосовые ПАВ-фильтры на преобразовательных структурах | 6  |      |
|  | Узкополосные фильтры на ПАВ-резонаторах                | 6  |      |
|  | Итого  | 18 |      |
| 7 Функциональные устройства на оптронах                          | Оптоэлектронные функциональные устройства              | 8  | ПК-1 |
|  | Итого  | 8  |      |
| Итого за семестр   |  | 50 |      |

### 8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП

### 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов  | Виды самостоятельной работы                | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                        |
|--|--|--------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 6 семестр  |  |                    |                         |                                       |
| 1 Вводная часть  | Проработка лекционного материала           | 12                 | ПК-1                    | Экзамен                               |
|  | Итого                                      | 12                 |                         |                                       |
| 2 Физические основы функционирования приборов с зарядовой связью (ПЗС) | Проработка лекционного материала           | 11                 | ПК-1                    | Экзамен                               |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6                  |                         |                                       |
|  | Итого                                      | 17                 |                         |                                       |
| 3 Функциональные устройства (ФУ) на ПЗС                                | Проработка лекционного материала           | 4                  | ПК-1                    | Экзамен                               |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 18                 |                         |                                       |
|  | Итого                                      | 22                 |                         |                                       |
| 5 Функциональные устройства на поверхностных                           | Проработка лекционного материала           | 2                  | ПК-1                    | Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|  | Проработка лекционного                     | 2                  |                         |                                       |

|   |  |     |      |                                       |
|---|--|-----|------|---------------------------------------|
| акустических волнах                     | материала                                  |     |      |                                       |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 18  |      |                                       |
|   | Итого                                      | 22  |      |                                       |
| 7 Функциональные устройства на оптронах | Проработка лекционного материала           | 2   | ПК-1 | Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|   | Проработка лекционного материала           | 2   |      |                                       |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8   |      |                                       |
|   | Итого                                      | 12  |      |                                       |
| 8 Волоконно-оптические линии связи      | Проработка лекционного материала           | 11  | ПК-1 | Экзамен                               |
|   | Итого                                      | 11  |      |                                       |
| Итого за семестр                        |  | 96  |      |                                       |
|   | Подготовка и сдача экзамена                | 36  |      | Экзамен                               |
| Итого                                   |  | 132 |      |                                       |

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 6 семестр                     |  |   |   |                  |
| Отчет по лабораторной работе  | 30   | 30  | 10  | 70               |
| Итого максимум за период      | 30   | 30  | 10  | 70               |
| Экзамен                       |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом            | 30   | 60  | 70  | 100              |

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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



### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

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)                | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 - 89  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 - 84  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Кузевых Н.И. Физика функциональных устройств: Учебное пособие для студентов специальности 210201 – «Проектирование и технология РЭС». – Томск: ТУСУР, 2007. – 145 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 450 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2006. – 480 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Изучение конструкции приборов с зарядовой связью: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Кузевых Н. И. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3889>, дата обращения: 18.04.2017.

2. Исследование параметров и характеристик светодиодов: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Кузевых Н. И., Несмелова Н. Н. - 2014. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3891>, дата обращения: 18.04.2017.

3. Исследование параметров и характеристик фотодиодов: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Кузевых Н. И., Славникова М. М. - 2014. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3892>, дата обращения: 18.04.2017.

4. Исследование параметров и характеристик элементарных оптронов: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Кузевых Н. И., Славникова М. М. - 2014. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3888>, дата обращения: 18.04.2017.

5. Общие требования и правила оформления отчетов по лабораторным работам: Методические указания по оформлению отчетов по лабораторным работам для студентов всех специальностей / Кузевых Н. И. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3890>, дата обращения: 18.04.2017.

6. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Методические указания по самостоятельной работе студентов / Солдатова Л. Ю. - 2012. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1489>, дата обращения: 18.04.2017.

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

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

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

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

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. Научно-образовательный портал ТУСУР <http://edu.tusur.ru/>
2. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com/>

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

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

Для проведения лабораторных работ в учебной лаборатории (ауд. 316 г.к.) имеются следующие лабораторные установки, оснащенные необходимым оборудованием: • для изучения конструкций приборов с зарядовой связью; • для изучения конструктивных особенностей и исследования характеристик светодиодов; • для изучения конструктивных особенностей и исследования параметров и характеристик фотодиодов ; • для изучения конструктивных особенностей и исследования параметров и характеристик элементарных оптронах.

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

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеомножителей для удаленного просмотра.

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

#### 14. Фонд оценочных средств

##### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

##### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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

##### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Устройства функциональной электроники**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Направленность (профиль): **Конструирование и технология нанoeлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:

– Доцент каф. КУДР А. В. Убайчин

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

## 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-1 | способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования | Должен знать • возможные способы реализации и принципы работы УФЭ на основе приборов с зарядовой связью, акустоэлектронных радиокомпонентов, оптоэлектронных функциональных устройств; • основные свойства и области применения изучаемых УФЭ; • основы расчета и методы экспериментальных исследований параметров и характеристик устройств функциональной электроники. • основы работы с автоматизированными системами проектирования УФЭ. ;<br>Должен уметь • оценивать свойства и правильно выбирать типовые УФЭ с учетом конкретных условий эксплуатации и требований к надежности, конструктивной и электромагнитной совместимости в процессе проектирования РЭС; • рассчитывать аналитически параметры и характеристики ФУ по типовым методикам в том числе с применением систем автоматизированного проектирования; • исследовать экспериментально свойства УФЭ – измерять параметры и характеристики с помощью радиоизмерительной аппаратуры, проводить анализ полученных результатов, делать выводы о качестве исследуемых устройств. ;<br>Должен владеть • методами расчета электрических и конструктивных параметров УФЭ, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования на ЭВМ; • методами экспериментальных исследований электрических свойств УФЭ. ; |

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, приспособливает 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-1

ПК-1: способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды 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>возможные способы реализации и принципы работы УФЭ на основе приборов с зарядовой связью, акустоэлектронных радиокомпонентов, оптоэлектронных функциональных устройств;</li> <li>основные свойства и области применения изучаемых УФЭ;</li> <li>основы расчета и методы экспериментальных исследований параметров и характеристик устройств функциональной электроники.</li> <li>основы работы с автоматизированными</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>оценивать свойства и правильно выбирать типовые УФЭ с учетом конкретных условий эксплуатации и требований к надежности, конструктивной и электромагнитной совместимости в процессе проектирования РЭС;</li> <li>рассчитывать аналитически параметры и характеристики ФУ по типовым методикам в том числе с применением систем автоматизированного проектирования;</li> <li>исследовать экспериментально</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>методами расчета электрических и конструктивных параметров УФЭ, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования на ЭВМ;</li> <li>методами экспериментальных исследований электрических свойств УФЭ.</li> </ul> |

|                                  |   |  |   |
|----------------------------------|---|--|---|
|                                  | системами проектирования УФЭ.   | свойства УФЭ – измерять параметры и характеристики с помощью радиоизмерительной аппаратуры, проводить анализ полученных результатов, делать выводы о качестве исследуемых устройств. |   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</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>• возможные способы реализации и принципы работы УФЭ на основе приборов с зарядовой связью, акустоэлектронных радиокомпонентов, оптоэлектронных функциональных устройств;</li> <li>• основные свойства и области применения изучаемых УФЭ;</li> <li>• основы расчета и методы экспериментальных исследований параметров и характеристик устройств функциональной электроники.</li> <li>• основы работы с автоматизированными системами проектирования УФЭ. ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать свойства и правильно выбирать типовые УФЭ с учетом конкретных условий эксплуатации и требований к надежности, конструктивной и электромагнитной совместимости в процессе проектирования РЭС;</li> <li>• рассчитывать аналитически параметры и характеристики ФУ по типовым методикам в том числе с применением систем автоматизированного проектирования;</li> <li>• исследовать экспериментально свойства УФЭ – измерять параметры и характеристики с помощью радиоизмерительной</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами расчета электрических и конструктивных параметров УФЭ, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования на ЭВМ;</li> <li>• методами экспериментальных исследований электрических свойств УФЭ. ;</li> </ul> |



|                                       |  |   |  |
|---------------------------------------|--|---|--|
|                                       |  | аппаратуры, проводить анализ полученных результатов, делать выводы о качестве исследуемых устройств. ;  |  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• возможные способы реализации и принципы работы УФЭ на основе приборов с зарядовой связью, акустоэлектронных радиокомпонентов, оптоэлектронных функциональных устройств;</li> <li>• основные свойства и области применения изучаемых УФЭ;</li> <li>• основы расчета и методы экспериментальных исследований параметров и характеристик устройств функциональной электроники.</li> <li>• основы работы с автоматизированными системами проектирования УФЭ. ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать свойства и правильно выбирать типовые УФЭ с учетом конкретных условий эксплуатации и требований к надежности, конструктивной и электромагнитной совместимости в процессе проектирования РЭС; ;</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами расчета электрических и конструктивных параметров УФЭ, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования на ЭВМ;</li> <li>• методами экспериментальных исследований электрических свойств УФЭ. ;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• возможные способы реализации и принципы работы УФЭ на основе приборов с зарядовой связью, акустоэлектронных радиокомпонентов, оптоэлектронных функциональных устройств;</li> <li>• основные свойства и области применения изучаемых УФЭ;</li> <li>• основы расчета и методы экспериментальных исследований параметров и характеристик устройств функциональной электроники.</li> <li>• основы работы с</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• исследовать экспериментально свойства УФЭ – измерять параметры и характеристики с помощью радиоизмерительной аппаратуры, проводить анализ полученных результатов, делать выводы о качестве исследуемых устройств. ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами расчета электрических и конструктивных параметров УФЭ, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования на ЭВМ;</li> <li>• методами экспериментальных исследований электрических свойств УФЭ. ;</li> </ul> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| автоматизированными системами проектирования УФЭ. ; |  |  |
|---|--|--|

### 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 Экзаменационные вопросы

- Предмет изучения дисциплины. Цели и задачи преподавания дисциплины.
- Место и назначение УФЭ. Перспективы развития УФЭ.
- Общие сведения о ПЗС. Физические основы функционирования МДП- конденсаторов. Физические основы работы ПЗС. Параметры ПЗС.
- Разновидности ПЗС, их структура и принцип функционирования.
- Запоминающие устройства. Устройства преобразования изображения в электрические сигналы.
- Аналоговые линии задержки на ПЗС. Дискретные фильтры на ПЗС.
- Проблемы и перспективы развития функциональных устройств на ПЗС.
- Физические основы функционирования и принципы реализации акустоэлектронных радиокомпонентов.
- Линии задержки на ПАВ. Фильтры, резонаторы и генераторы на ПАВ.
- Физические основы функционирования ОЭФУ.
- Излучатели, Фотоприемники. Функциональные устройства на оптронах.

#### 3.2 Темы лабораторных работ

- Линии задержки на ПЗС
- Фильтры на ПЗС
- Линии задержки на ПАВ
- Полосовые ПАВ-фильтры на преобразовательных структурах
- Узкополосные фильтры на ПАВ-резонаторах
- Оптоэлектронные функциональные устройства

### 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. Кузбных Н.И. Физика функциональных устройств: Учебное пособие для студентов специальности 210201 – «Проектирование и технология РЭС». – Томск: ТУСУР, 2007. – 145 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 450 экз.)

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2006. – 480 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

#### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Изучение конструкции приборов с зарядовой связью: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Кузбных Н. И. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3889>, свободный.
2. Исследование параметров и характеристик светодиодов: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств"

/ Кузбных Н. И., Несмелова Н. Н. - 2014. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3891>, свободный.

3. Исследование параметров и характеристик фотодиодов: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Кузбных Н. И., Славникова М. М. - 2014. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3892>, свободный.

4. Исследование параметров и характеристик элементарных оптронов: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Кузбных Н. И., Славникова М. М. - 2014. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3888>, свободный.

5. Общие требования и правила оформления отчетов по лабораторным работам: Методические указания по оформлению отчетов по лабораторным работам для студентов всех специальностей / Кузбных Н. И. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3890>, свободный.

6. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Методические указания по самостоятельной работе студентов / Солдатова Л. Ю. - 2012. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1489>, свободный.

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

1. Научно-образовательный портал ТУСУР <http://edu.tusur.ru/>
2. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com/>