**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: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Микроэлектроника**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 4 семестр | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 6 | 2 | 8 | часов |
| 2 | Практические занятия | 4 | 2 | 6 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | | 8 | 8 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 10 | 12 | 22 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 2 | 3 | 5 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 98 | 87 | 185 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 99 | 207 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | | 9 | 9 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | 216 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | 6.0 | З.Е |

Контрольные работы: 5 семестр - 2
Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21185

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 44 от «31» 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ПрЭ _____ Н. С. Легостаев

ст. преподаватель каф. ПрЭ _____ К. В. Четвергов

Заведующий обеспечивающей каф.
ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

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

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.
ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

доцент каф. ФЭ _____ И. А. Чистоедова

доцент каф. ПрЭ _____ В. Л. Савчук

Согласована на портале № 21185

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование компетенций, обеспечивающих профессиональную деятельность в области проектирования, эксплуатации и модернизации микроэлектронной аппаратуры.

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучение направлений современной микроэлектроники;

– изучение принципов построения, математического моделирования, экспериментальных исследований и оптимизации микроэлектронной аппаратуры различного функционального назначения, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования.

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микроэлектроника» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

Последующими дисциплинами являются: Аналоговая электроника, Микропроцессорные устройства и системы, Основы преобразовательной техники, Схемотехника, Схемотехника ключевых устройств, Учебно-исследовательская работа, Цифровая и микропроцессорная техника, Электронные промышленные устройства, Энергетическая электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные направления в микроэлектронике; классификационные признаки, характеристики и параметры микроэлектронных изделий; конструктивно-технологические особенности различных типов интегральных микросхем; основные разновидности аналоговых и цифровых интегральных схем и особенности их использования в устройствах различного функционального назначения; основные особенности и принципы проектирования микроэлектронных изделий; принципы работы устройств функциональной микроэлектроники

– **уметь** выполнять синтез, анализ, расчет, математическое моделирование и оптимизацию микроэлектронных устройств; применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры; проводить экспериментальные исследования микроэлектронных устройств.

– **владеть** методами проектирования микроэлектронных устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками проведения эксперимента по исследованию характеристик микроэлектронных устройств.

## 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 |
|---|---|---|

Согласована на портале № 21185

| | | 4 семестр | 5 семестр |
|---|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 22 | 10 | 12 |
| Лекции | 8 | 6 | 2 |
| Практические занятия | 6 | 4 | 2 |
| Лабораторные работы | 8 | | 8 |
| Из них в интерактивной форме | 5 | 2 | 3 |
| Самостоятельная работа (всего) | 185 | 98 | 87 |
| Подготовка к контрольным работам | 33 | 33 | |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | | 18 |
| Подготовка к лабораторным работам | 18 | | 18 |
| Проработка лекционного материала | 66 | 48 | 18 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 26 | 17 | 9 |
| Выполнение контрольных работ | 24 | | 24 |
| Всего (без экзамена) | 207 | 108 | 99 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | | 9 |
| Общая трудоемкость ч | 216 | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 3.0 | 3.0 |

## 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 | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | | | |
| 1 Предмет и общие положения микроэлектроники. | 2 | 0 | 0 | 18 | 20 | ПК-1 |
| 2 Цифровые микроэлектронные структуры комбинационного типа. | 2 | 2 | 0 | 35 | 39 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| 3 Цифровые микроэлектронные структуры последовательностного типа. | 2 | 2 | 0 | 45 | 49 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| Итого за семестр | 6 | 4 | 0 | 98 | 108 | |
| 5 семестр | | | | | | |
| 4 Основы аналоговой микроэлектроники. | 2 | 2 | 0 | 27 | 31 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |

Согласована на портале № 21185

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 Схемотехническое проектирование и моделирование цифровых микроэлектронных устройств | 0 | 0 | 8 | 60 | 68 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| Итого за семестр | 2 | 2 | 8 | 87 | 99 | |
| Итого | 8 | 6 | 8 | 185 | 207 | |

**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 | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | |
| 1 Предмет и общие положения микроэлектроники. | Микроэлектроника как раздел и этап развития электроники. Цели, задачи, принципы и направления микроэлектроники. Процесс проектирования микроэлектронных устройств. Математическое моделирование в микроэлектронике. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Цифровые микроэлектронные структуры комбинационного типа. | Принципы и методы синтеза и анализа микроэлектронных цифровых структур комбинационного типа . Базовые микроэлектронные цифровые структуры комбинационного типа. Специализированные микроэлектронные цифровые структуры комбинационного типа. Универсальные микроэлектронные цифровые матричные структуры комбинационного типа. | 2 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Цифровые микроэлектронные структуры последовательностного типа. | Принципы и методы синтеза и анализа микроэлектронных цифровых структур последовательностного типа. Базовые микроэлектронные цифровые последовательностные структуры. Функционально-специализированные микроэлектронные цифровые последовательностные структуры. Функционально-сложные микроэлектронные цифровые последовательностные структуры. | 2 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 6 | |
| 5 семестр | | | |
| 4 Основы аналоговой микроэлектроники. | Принципы аналоговой микроэлектроники. Основные и специальные функ- | 2 | ПК-1 |

Согласована на портале № 21185

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ции, реализуемые микроэлектронными аналоговыми устройствами. Классификация аналоговых микроэлектронных изделий. Универсальные микроэлектронные аналоговые изделия. Специализированные микроэлектронные аналоговые изделия. | | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| Итого | | 8 | |

### 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 Твердотельная электроника | | + | + | + | |
| 2 Теоретические основы электротехники | | + | + | + | |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Аналоговая электроника | | | | + | |
| 2 Микропроцессорные устройства и системы | | + | + | | |
| 3 Основы преобразовательной техники | | + | + | + | |
| 4 Схемотехника | + | + | + | + | |
| 5 Схемотехника ключевых устройств | | | | + | |
| 6 Учебно-исследовательская работа | + | + | + | + | |
| 7 Цифровая и микропроцессорная техника | | + | + | | |
| 8 Электронные промышленные устройства | | + | + | + | |
| 9 Энергетическая электроника | | + | + | + | |

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

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

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

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

Согласована на портале № 21185

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-3 | + | | | + | Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| ПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| ПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |

## 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 практические занятия | Интерактивные лекции | Интерактивные лабораторные занятия | Всего |
|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | |
| Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением | 1 | | | 1 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | 1 | | 1 |
| Итого за семестр: | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 5 семестр | | | | |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | 1 | | 1 |

Согласована на портале № 21185

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением | 1 | | | 1 |
| Работа в команде | | | 1 | 1 |
| Итого за семестр: | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Итого | 2 | 2 | 1 | 5 |

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 5 Схемотехническое проектирование и моделирование цифровых микроэлектронных устройств | Синтез и моделирование генератора периодической импульсной последовательности заданной формы | 4 | ПК-1, ПК-5 |
| | Синтез и моделирование синхронного счетчика с заданной последовательностью смены состояний | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 8 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | |
| 2 Цифровые микроэлектронные структуры комбинационного типа. | Реализация микроэлектронных цифровых устройств комбинационного типа | 2 | ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Цифровые микроэлектронные структуры последовательностного типа. | Реализация микроэлектронных цифровых устройств последовательностного типа. | 2 | ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 5 семестр | | | |

Согласована на портале № 21185

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Основы аналоговой микроэлектроники. | Применение операционных усилителей. | 2 | ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| Итого | | 6 | |

## 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | |
| 1 Предмет и общие положения микроэлектроники. | Проработка лекционного материала | 12 | ПК-1 | Проверка контрольных работ, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 2 Цифровые микроэлектронные структуры комбинационного типа. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 | Отчет по практическому занятию, Проверка контрольных работ, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 18 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 9 | | |
| | Итого | 35 | | |
| 3 Цифровые микроэлектронные структуры последовательностного типа. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 | Отчет по практическому занятию, Проверка контрольных работ, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 18 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 18 | | |
| | Итого | 45 | | |
| Итого за семестр | | 98 | | |
| 5 семестр | | | | |
| 4 Основы аналоговой микроэлектроники. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 9 | ОПК-3, ПК-1 | Отчет по практическому занятию, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 18 | | |
| | Итого | 27 | | |

Согласована на портале № 21185

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Схемотехническое проектирование и моделирование цифровых микроэлектронных устройств | Выполнение контрольных работ | 24 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 | Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ |
| | Подготовка к лабораторным работам | 18 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | | |
| | Итого | 60 | | |
| Итого за семестр | | 87 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 194 | | |

### 9.1. Темы контрольных работ

1. Проектирование комбинационного цифрового устройства.
2. Проектирование последовательностного цифрового устройства.

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Микроэлектроника: учеб. пособие / Н.С. Легостаев, П.Е. Троян, К.В.Четвергов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 442 с.: табл., граф. – (Приоритетные национальные проекты. Образование) (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Шарапов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Уч. пособие / А.В. Шарапов. – Томск: Томский гос. ун-т систем упр.и радиоэлектроники, 2007 – 162 с., ISBN 978-586889-400-8-90 (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)
2. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - . - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0341-0. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника:учеб.-метод. пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов; под. ред. П.Е. Трояна. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007.- 123 с. (для подготовки к контрольным работам - стр. 9-36; для выполнения контрольных работ - стр. 41-74, 76-123). (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)
2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104 / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: ТУСУР, 2007. – 46 с. Руководство предназначено для реализации самостоятельной работы - стр. 1-46; подготовки к контрольным работам - стр. 7-37; выполнения контрольных работ - стр. 38-46. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)
3. Легостаев Н.С. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск:Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. - 86 с. Указания предназначены для реализации самостоятельной работы - стр. 10-40, проведения практических занятий - стр. 41-53, выполнения лабораторных работ - стр. 54-75, 83-86. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/lns/me_mu.rar

Согласована на портале № 21185

### 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. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/

# 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 25, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 201б. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

### 13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Согласована на портале № 21185

### 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 видеоувеличителей 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.

Согласована на портале № 21185

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.

Согласована на портале № 21185

**Приложение 1**

**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

**Микроэлектроника**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- профессор каф. ПрЭ Н. С. Легостаев
- ст. преподаватель каф. ПрЭ К. В. Четвергов

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21185

## 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-5 | готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | Должен знать основные направления в микроэлектронике; классификационные признаки, характеристики и параметры микроэлектронных изделий; конструктивно-технологические особенности различных типов интегральных микросхем; основные разновидности аналоговых и цифровых интегральных схем и особенности их использования в устройствах различного функционального назначения; основные особенности и принципы проектирования микроэлектронных изделий; принципы работы устройств функциональной микроэлектроники;<br>Должен уметь выполнять синтез, анализ, расчет, математическое моделирование и оптимизацию микроэлектронных устройств; применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры; проводить экспериментальные исследования микроэлектронных устройств. ;<br>Должен владеть методами проектирования микроэлектронных устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками проведения эксперимента по исследованию характеристик микроэлектронных устройств.; |
| ПК-1 | способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | |
| ОПК-3 | способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей | |

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 |

Согласована на портале № 21185

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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-5

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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 | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия, позволяющие выполнять расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | Выполняет расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по практическому занятию; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по практическому занятию; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; |

Согласована на портале № 21185

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • Экзамен; | • Экзамен; | |

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) | • Обладает фактическими и теоретическими знаниями, позволяющими выполнять расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; | • Выполняет расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием, производит анализ, способен предлагать технологические решения; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия, позволяющие выполнять расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием; | • Выполняет расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия, позволяющие выполнять расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции; | • Обладает основными умениями, требуемыми для расчета и проектирования изделий микроэлектронной техники различной степени интеграции; | • При прямом наблюдении выполняет расчет и проектирование изделий микроэлектронной техники с использованием средств автоматизации проектирования ; |

## 2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Знает назначение, характеристики, параметры и простейшие физические и математические модели цифровых и аналого- | Способен строить простейшие физические и математические модели цифровых и аналоговых интегральных микро- | Строит простейшие физические и математические модели цифровых и аналоговых интегральных микросхем различ- |

Согласована на портале № 21185

| | | | |
|---|---|---|---|
| | вых интегральных микросхем различной степени интеграции, а также знаком со стандартными программными средствами их компьютерного моделирования | схем различной степени интеграции, а также использовать стандартные программные средства для их компьютерного моделирования | ной степени интеграции, а также использует стандартные программные средства для их компьютерного моделирования |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; |

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) | • Обладает фактическими и теоретическими знаниями о назначении, характеристиках, параметрах и простейших физических и математических моделях цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции, а также знаком со стандартными программными средствами их компьютерного моделирования ; | • Обладает диапазоном практических умений чтобы строить простейшие физические и математические модели цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции, а также использовать стандартные программные средства для их компьютерного моделирования; | • Строит простейшие физические и математические модели цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции, а также использует стандартные программные средства для их компьютерного моделирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | • • Знает назначение, характеристики, параметры и простейшие физические и математические модели цифро- | • Обладает диапазоном практических умений чтобы строить простейшие физические и математические модели | • Строит простейшие физические и математические модели цифровых и аналоговых интегральных микросхем |

Согласована на портале № 21185

| | | | |
|---|---|---|---|
| | вых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции; | цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции ; | различной степени интеграции; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями о назначении, характеристиках, параметрах и простейших физических и математических моделях цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции; | • Способен строить простейшие физические и математические модели цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции ; | • При прямом наблюдении строит простейшие физические и математические модели цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции ; |

### 2.3 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры | Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы; |
| Используемые | • Отчет по лаборатор- | • Отчет по лаборатор- | • Отчет по лаборатор- |

Согласована на портале № 21185

| | | | |
|---|---|---|---|
| средства оценивания | ной работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; | ной работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; | ной работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Обладает фактическими и теоретическими знаниями в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры ; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры; | • Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры ; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры ; | • Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры ; | • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры ; | • При прямом наблюдении решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры ; |

## 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 контрольных работ

- Микроэлектронные цифровые устройства комбинационного типа.
- Микроэлектронные цифровые устройства последовательностного типа.

Согласована на портале № 21185

### 3.2 Экзаменационные вопросы

– 1. Представить и охарактеризовать статические характеристики базового логического элемента заданного схемно-технологического базиса.

– 2. Представить заданную информацию в цифровой форме заданного вида.

– 3. Преобразовать одну заданную форму представления булевой функции в другую заданную форму её представления.

– 4. Минимизировать заданную булеву функцию.

– 5. Реализовать заданную булеву функцию на основе комбинационных микроэлектронных изделий.

– 6. Определить функции сравнения, реализуемые заданной схемой цифрового компаратора.

– 7. Определить уровни сигналов на входе/выходе комбинационного цифрового электронного устройства при заданных условиях.

– 8. Реализовать систему булевых функций на основе программируемых логических интегральных микросхем.

– 9. Определить уровни сигналов на входе/выходе последовательностного цифрового устройства при заданных условиях.

– 10. Определить модуль счета счетчика.

– 12. Определить информационную емкость запоминающего устройства.

– 13. Определить уровни сигналов на входе/выходе запоминающего устройства при заданных условиях.

– 14. Определить передаточную функцию аналогового устройства на интегральных операционных усилителях.

– 15. Построить временную диаграмму выходного напряжения аналогового устройства по заданной временной диаграмме входного сигнала.

### 3.3 Темы контрольных работ

– Микроэлектронные цифровые устройства комбинационного типа.

– Микроэлектронные цифровые устройства последовательностного типа.

### 3.4 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Реализация типовых микроэлектронных цифровых устройств комбинационного типа.

– Реализация типовых микроэлектронных цифровых устройств комбинационного типа.

– Интегральные операционные усилители.

### 3.5 Темы лабораторных работ

– Синтез и моделирование генератора периодической импульсной последовательности заданной формы

– Синтез и моделирование синхронного счетчика с заданной последовательностью смены состояний

## 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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Микроэлектроника: учеб. пособие / Н.С. Легостаев, П.Е. Троян, К.В.Четвергов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 442 с.: табл., граф. – (Приоритетные национальные проекты. Образование) (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### 4.2. Дополнительная литература

1. Шарапов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Уч. пособие / А.В. Шара-

Согласована на портале № 21185

пов. – Томск: Томский гос. ун-т систем упр.и радиоэлектроники, 2007 – 162 с., ISBN 978-586889-400-8-90 (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

2. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - . - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0341-0. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника:учеб.-метод. пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов; под. ред. П.Е. Трояна. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007.- 123 с. (для подготовки к контрольным работам - стр. 9-36; для выполнения контрольных работ - стр. 41-74, 76-123). (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104 / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: ТУСУР, 2007. – 46 с. Руководство предназначено для реализации самостоятельной работы - стр. 1-46; подготовки к контрольным работам - стр. 7-37; выполнения контрольных работ - стр. 38-46. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

3. Легостаев Н.С. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск:Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. - 86 с. Указания предназначены для реализации самостоятельной работы - стр. 10-40, проведения практических занятий - стр. 41-53, выполнения лабораторных работ - стр. 54-75, 83-86. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/lns/me_mu.rar

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

1. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/

Согласована на портале № 21185